



FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**“EVALUACIÓN CON LA NORMA E.030-2016 DEL COMPORTAMIENTO
SÍSMICO DEL LOCAL MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE PIMENTEL – CHICLAYO
– LAMBAYEQUE”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

GARCÍA PÉREZ, JHONATAN GUSTAVO

ASESOR:

**ING. FARFÁN CÓRDOVA MARLON GASTÓN
ING. CASTILLO CHÁVEZ JUAN HUMBERTO**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

TRUJILLO – PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO

Ing. Santos Hilbe Rojas Salazar
Presidente

Ing. Marlos Farfán Córdova
Secretario

Ing. Juan Humberto Castillo Chávez
Asesor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios por darme la salud y la fortaleza para lograr este objetivo anhelado.

A mi familia por su dedicación y por su muestra de disciplina y perseverancia que siempre ha infundido, con el único objetivo de poder lograr las metas propuestas en el ámbito profesional.

AGRADECIMIENTO

A nuestra “Universidad César Vallejo” Por su enseñanza brindadas a lo largo de los 5 años de estudio y sobre todo a los profesores por brindar todos sus conocimientos. El más sincero agradecimiento a aquellas personas que, de alguna forma apoyaron para la culminación de dicho trabajo de investigación. A mi familia por brindar su apoyo incondicional, con el único objetivo de buscar lo mejor.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Jhonatan Gustavo García Pérez, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 73338392; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de mi autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, diciembre del 2017

Jhonatan Gustavo García Pérez

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos, de la Universidad César Vallejo de Trujillo, presento ante ustedes la tesis titulada: “EVALUACIÓN CON LA NORMA E.030-2016 DEL COMPORTAMIENTO SÌSMICO DEL LOCAL MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE PIMENTEL – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradezco por los aportes y sugerencias brindadas a lo largo del desarrollo del presente estudio y de esta manera realizar una investigación más eficiente. El trabajo mencionado determina la importancia y la influencia que tiene la ingeniería estructural para la seguridad que ofrecen las edificaciones esenciales que son destinadas a la logística del distrito de Pimentel, en los casos de un eventual movimiento sísmica de una magnitud severa y moderada; por lo tanto, constatamos que es indispensable para salvaguardar la integridad y la vida de la población.

Jhonatan Gustavo García Pérez

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN	18
1.1 Realidad Problemática	18
1.2 Trabajos previos	21
1.3 Teorías relacionadas al tema	25
1.3.1 Norma E.030-2016	25
1.3.2 Comportamiento sísmico	29
1.4 Formulación del Problema	33
1.5 Justificación de estudio	33
1.6 Hipótesis	33
1.7 Objetivos	34
II. MÉTODO	35
2.1 Diseño de Investigación	35
2.2 Variables, Operacionalización.	35
2.2.1 Variables	35
2.2.2 Operacionalización de Variables	36
2.3 Población y muestra	38
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	38
2.5 Métodos de análisis de datos	38
2.6 Aspectos éticos	38
III. RESULTADOS	39
3.1 Ubicación de las unidades de estudio	39
3.2 Configuración geométrica	39
3.3 Descripción de la estructura	41
3.4 Modulo del análisis	41
3.5 Tabla de centro de masa y rigidez	44

3.6	Análisis sísmico estático	45
3.6.1	Cálculo del cortante estático en la base.	45
3.6.2	Cálculo del peso de diseño	46
3.6.3	Determinar el periodo fundamental.....	47
3.6.4	Cálculo del factor de amplificación sísmica C.	49
3.6.5	Evaluar el valor de C/R para ambas direcciones de análisis:	49
3.6.6	Determinar el valor de ZUCS/R:	50
3.6.7	Calcular el valor del valor exponencial de distribución k:	50
3.6.8	Distribución en la altura de la fuerza sísmica de cada dirección.....	50
3.6.9	Distorsiones estáticas máximas de la estructura.....	52
3.7	Análisis sísmico Dinámico.....	54
3.7.1	Parámetros sísmicos	54
3.7.2	Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas	55
3.7.3	Desplazamientos y derivas de piso.....	57
3.8	Verificación de la relación cortante Dinámica-Estática.....	61
3.8.1	Fuerza cortante mínima en la base	61
3.8.2	Verificación de la masa participativa	64
3.9	Verificación de irregularidades estructurales altura - planta.....	64
3.9.1	Irregularidad de rigidez - Piso blando	64
3.9.2	Irregularidad de masa o peso	66
3.9.3	Irregularidad de Geometría vertical.....	66
3.9.4	Irregularidad Torsional	66
3.9.5	Discontinuidad del Diafragma.....	67
3.10	Análisis Estático No Lineal.....	68
3.10.1	Modelamiento para el Análisis Pushover	68
3.10.2	Rotulas Plásticas.....	72
3.10.3	Diagramas Momento - Giro.....	73
3.10.4	Curva de capacidad.....	101
3.11	Reforzamiento de la estructura con la norma E030-2016.	107
3.11.1	Propuesta de adecuación sísmica de la edificación existente.	107
IV.	DISCUSIÓN	112
V.	CONCLUSIONES	114
VI.	RECOMENDACIONES	115
VII.	REFERENCIAS.....	116

ANEXOS	119
- Panel fotográfico	119
- Diagramas de interacción	120
- Planos	144

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Sismos importantes en el Perú.....	20
Cuadro 2: Factor de suelo.....	25
Cuadro 3: Parámetros de sitio.....	25
Cuadro 4: Distorsión de entrepiso.....	26
Cuadro 5: Irregularidades estructurales.....	27
Cuadro 6: Excentricidades accidentales de la estructura.....	44
Cuadro 7: Porcentajes (%) de carga viva.....	46
Cuadro 8: Periodo de vibración.....	48
Cuadro 9: Fuerzas sísmicas.....	50
Cuadro 10: Fuerzas sísmicas.....	51
Cuadro 11: Distorsiones estáticas de la estructura.....	52
Cuadro 12: Distorsiones dinámicas de la estructura.....	58
Cuadro 13: Distorsiones de la edificación.....	60
Cuadro 14: Fuerzas cortantes (Dinámicas).....	61
Cuadro 15: Masas participativas.....	64
Cuadro 16: Irregularidad de rigidez – piso blando en altura.....	65
Cuadro 17: Irregularidad de masa o peso.....	66
Cuadro 18: Irregularidad de geometría vertical.....	66
Cuadro 19: Irregularidad de geometría vertical.....	66
Cuadro 20: Irregularidad de geometría vertical.....	68
Cuadro 21: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs C-1 x-x.....	78
Cuadro 22: Datos de Momento – Giro de columna C-1 x-x.....	79
Cuadro 23: Criterios de aceptación para la articulación C-1 x-x.....	79
Cuadro 24: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs C-2 x-x.....	80
Cuadro 25: Datos de Momento – Giro de columna C-2 x-x.....	81
Cuadro 26: Criterios de aceptación para la articulación C-2 x-x.....	81

Cuadro 27: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs C-3 x-x.	83
Cuadro 28: Datos de Momento – Giro de columna C-3 x-x	84
Cuadro 29: Criterios de aceptación para la articulación C-3 x-x	84
Cuadro 30: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs C-1 y-y.	85
Cuadro 31: Datos de Momento – Giro de columna C-1 y-y.	86
Cuadro 32: Criterios de aceptación para la articulación C-1 y-y.	87
Cuadro 33: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs C-2 y-y.	88
Cuadro 34: Datos de Momento – Giro de columna C-2 y-y	89
Cuadro 35: Criterios de aceptación para la articulación C-2 y-y	89
Cuadro 36: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs C-3 y-y.	90
Cuadro 37: Datos de Momento – Giro de columna C-3 y-y	91
Cuadro 38: Criterios de aceptación para la articulación C-3 y-y	91
Cuadro 39: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs VP - 1.	93
Cuadro 40: Datos de Momento – Giro de viga principal VP-1.	94
Cuadro 41: Criterios de aceptación para la articulación VP - 1.	95
Cuadro 42: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs VP - 2.	96
Cuadro 43: Datos de Momento – Giro de viga principal VP-2.	97
Cuadro 44: Criterios de aceptación para la articulación VP - 2.	97
Cuadro 45: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs VS - 1.	99
Cuadro 46: Datos de Momento – Giro de viga secundaria VS-1.	100
Cuadro 47: Criterios de aceptación para la articulación VS - 1.	100
Cuadro 48: Cortante Basal vs Desplazamiento x-x.	102
Cuadro 49: Criterios de Aceptación x-x.	104
Cuadro 50: Cortante Basal vs Desplazamiento y-y.	105
Cuadro 51: Criterios de Aceptación y-y.	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de las edificaciones elegidas para el estudio. Fuente: Elaboración propia.	39
Figura 2: Configuración geométrica de la edificación. Fuente: Elaboración propia.	40
Figura 3: Configuración geométrica en 3D. Fuente: Elaboración propia.	43
Figura 4: Configuración geométrica en planta. Fuente: Elaboración propia.	43
Figura 5: Ubicación de las edificaciones elegidas para el estudio. Fuente: Elaboración propia.	46
Figura 6: Masa participante en la estructura. Fuente: Elaboración propia.	47
Figura 7: Modos de vibración de la estructura. Fuente: Elaboración propia.	48
Figura 8: Factor de amplificación sísmica. Fuente: Elaboración propia.	49
Figura 9: Patrón de carga sísmica x-x. Fuente: Elaboración propia.	50
Figura 10: Patrón de carga sísmica y-y. Fuente: Elaboración propia.	51
Figura 11: Fuerzas cortantes Etabs. Fuente: Elaboración propia.	51
Figura 12: Fuerzas cortantes x-x (estático). Fuente: Elaboración propia.	51
Figura 13: Fuerzas cortantes y-y (estático). Fuente: Elaboración propia.	52
Figura 14: Distorsiones x-x (estático). Fuente: Elaboración propia.	52
Figura 15: Distorsiones y-y (estático). Fuente: Elaboración propia.	53
Figura 16: Distorsiones máximas de la edificación. Fuente: Elaboración propia.	53
Figura 17: Modelo estructural de la edificación. Fuente: Elaboración propia.	55
Figura 18: Espectro de aceleración en Etabs. Fuente: Elaboración propia.	56
Figura 19: Espectro de aceleración con la norma E.030 - 2016. Fuente: Elaboración propia.	56
Figura 20: Periodo de vibración vs Espectro de pseudo aceleración. Fuente: Elaboración propia.	57
Figura 21: Desplazamientos de la estructura. Fuente: Elaboración propia.	57
Figura 22: Desplazamientos de cada piso Etabs. Fuente: Elaboración propia.	58
Figura 23: Distorsiones x-x (Dinámico). Fuente: Elaboración propia.	59
Figura 24: Distorsiones y-y (Dinámico). Fuente: Elaboración propia.	59

Figura 25: Sismo Dinámico Diseño x-x. Fuente: Elaboración propia.....	62
Figura 26: Sismo Dinámico Diseño y-y. Fuente: Elaboración propia.....	62
Figura 27: Fuerzas sísmicas x-x (Dinámico). Fuente: Elaboración propia.	63
Figura 28: Fuerzas sísmicas y-y (Dinámico). Fuente: Elaboración propia.	63
Figura 29: Fuerzas cortantes Dinámico de diseño Etabs. Fuente: Elaboración propia.	63
Figura 30: Masas participativas. Fuente: Elaboración propia.	64
Figura 31: Edificación en planta en Etabs. Fuente: Elaboración propia.	64
Figura 32: Vista en planta Etabs. Fuente: Elaboración propia.	67
Figura 33: Casos de carga Etabs. Fuente: Elaboración propia.	69
Figura 34: Carga gravitacional no lineal. Fuente: Elaboración propia.....	69
Figura 35: Análisis estático no lineal del eje x-x. Fuente: Elaboración propia.....	70
Figura 36: Punto de control del eje x-x. Fuente: Elaboración propia.....	70
Figura 37: Análisis estático no lineal del eje y-y. Fuente: Elaboración propia.	71
Figura 38: Punto de control del eje y-y. Fuente: Elaboración propia.....	71
Figura 39: Idealización del daño en vigas. Fuente: ASCE 41-13.....	72
Figura 40: Longitud plástica. Fuente: ASCE 41-13.	72
Figura 41: Sección de elementos estructurales. Fuente: Elaboración propia.	73
Figura 42: Diagrama Momento-Curvatura. Fuente: Elaboración propia.	73
Figura 43: Diagrama Momento-Giro Simplificado. Fuente: ASCE 41-13.	74
Figura 44: Identificación de respuestas límites en una columna. Fuente: FEMA 356.	74
Figura 45: Identificación de respuestas límites en una Viga. Fuente: FEMA 356.	75
Figura 46: Modelado de rótulas plásticas en vigas y columnas. Fuente: ASCE 41-13.....	75
Figura 47: Ubicación de las rótulas plásticas en las columnas en el eje x-x. Fuente: Elaboración propia.....	76
Figura 48: Ubicación de las rótulas plásticas en las columnas en el eje y-y. Fuente: Elaboración propia.....	77
Figura 49: Sección Transversal Columna C-1 x-x. Fuente: Elaboración propia.....	77
Figura 50: Diagrama Momento - Curvatura C-1 x-x. Fuente: Elaboración propia.	78

Figura 51: Diagrama Momento – Giro de la rótula C-1 x-x. Fuente: Elaboración propia.	79
Figura 52: Sección Transversal Columna C-2 x-x. Fuente: Elaboración propia.....	80
Figura 53: Diagrama Momento - Curvatura C-2 x-x. Fuente: Elaboración propia.	81
Figura 54: Diagrama Momento – Giro de la rótula C-2 x-x. Fuente: Elaboración propia.	82
Figura 55: Sección Transversal Columna C-3 x-x. Fuente: Elaboración propia.....	82
Figura 56: Diagrama Momento - Curvatura C-3 x-x. Fuente: Elaboración propia.	83
Figura 57: Diagrama Momento – Giro de la rótula C-3 x-x. Fuente: Elaboración propia.	84
Figura 58: Sección Transversal Columna C-1 y-y. Fuente: Elaboración propia.....	85
Figura 59: Diagrama Momento - Curvatura C-1 y-y. Fuente: Elaboración propia.	86
Figura 60: Diagrama Momento – Giro de la rótula C-1 y-y. Fuente: Elaboración propia.	87
Figura 61: Sección Transversal Columna C-2 y-y. Fuente: Elaboración propia.....	87
Figura 62: Diagrama Momento - Curvatura C-2 y-y. Fuente: Elaboración propia.	88
Figura 63: Diagrama Momento – Giro de la rótula C-2 y-y. Fuente: Elaboración propia.	89
Figura 64: Sección Transversal Columna C-3 y-y. Fuente: Elaboración propia.....	90
Figura 65: Diagrama Momento - Curvatura C-3 y-y. Fuente: Elaboración propia.	91
Figura 66: Diagrama Momento – Giro de la rótula C-3 y-y. Fuente: Elaboración propia.	92
Figura 67: Ubicación de las rótulas plásticas en las vigas en el eje x-x. Fuente: Elaboración propia.....	92
Figura 68: Sección Transversal Viga principal VP - 1. Fuente: Elaboración propia.	93
Figura 69: Diagrama Momento - Curvatura VP - 1. Fuente: Elaboración propia.	94
Figura 70: Diagrama Momento – Giro de la rótula VP - 1. Fuente: Elaboración propia.	95
Figura 71: Sección Transversal Viga principal VP - 2. Fuente: Elaboración propia.	95
Figura 72: Diagrama Momento - Curvatura VP - 2. Fuente: Elaboración propia.	96
Figura 73: Diagrama Momento – Giro de la rótula VP - 2. Fuente: Elaboración propia.	97
Figura 74: Ubicación de las rótulas plásticas en las vigas en el eje y-y. Fuente: Elaboración propia.....	98
Figura 75: Sección Transversal Viga secundaria VS - 1. Fuente: Elaboración propia.	99
Figura 76: Diagrama Momento - Curvatura VS - 1. Fuente: Elaboración propia.	100

Figura 77: Diagrama Momento – Giro de la rótula VS - 1. Fuente: Elaboración propia.	101
Figura 78: Curva de Capacidad (Sismo en x-x). Fuente: Elaboración propia.	103
Figura 79: Criterios de Aceptación Etabs (Sismo en x-x). Fuente: Elaboración propia.	103
Figura 80: Curva de Capacidad (Sismo en y-y). Fuente: Elaboración propia.	106
Figura 81: Criterios de Aceptación Etabs (Sismo en y-y). Fuente: Elaboración propia.	106
Figura 82: Propuesta de reforzamiento. Fuente: Elaboración propia.	108
Figura 83: Reforzamiento de la estructura ante las exigencias de E030-2016. Fuente: Elaboración propia.	109
Figura 84: Modo de vibración de la estructura reforzada. Fuente: Elaboración propia.	109
Figura 85: Deriva de la estructura reforzada x-x. Fuente: Elaboración propia.	110
Figura 86: Deriva de la estructura reforzada y-y. Fuente: Elaboración propia.	110
Figura 87: Criterios de Aceptación de la estructura reforzada x-x. Fuente: Elaboración propia.	111
Figura 88: Criterios de Aceptación de la estructura reforzada y-y. Fuente: Elaboración propia.	111

RESUMEN

La norma de diseño sismorresistente E.030 ha presentado constantes actualizaciones y debido a este fenómeno existe la incertidumbre de conocer su comportamiento sísmico de la estructura, para su posterior diseño estructural y así poder determinar si los diseños realizados antes de la fecha de promulgación de dicha norma cumplen con los parámetros de diseño requeridos en la actualización. En ese sentido, el objetivo de la presente investigación es evaluar con la norma E.030-2016, mediante el análisis sísmico para determinar el comportamiento sísmico actual del local municipal de la ciudad de Pimentel. La edificación en estudio es un local municipal de la ciudad de Pimentel, dicha estructura fue construida en el año 1999. Por lo tanto, fue diseñada con las normas de diseño sismo-resistente de 1997. Está conformada por un módulo donde funcionan varias oficinas, con la finalidad de atender las problemáticas de la población. La evaluación consistió en modelar la estructura en el programa Etabs v16, mediante el modelo matemático y así poder determinar su comportamiento sísmico, mediante el análisis estático no lineal, con la finalidad de determinar el punto máximo de demanda sísmica, y posteriormente con la curva de capacidad verificar los criterios de aceptación para saber en qué nivel de desempeño se encuentra la estructura. Se concluye que el nivel de desempeño de la estructura ante un movimiento sísmico de diseño raro de 475 años de intervalo de recurrencia del sismo, dicha edificación está en un rango de prevención del colapso según los parámetros del comité VISION 2000.

Palabras clave: Análisis sísmico, norma E.030, demanda sísmica.

ABSTRACT

Standard design E.030 has constant updates and because of this phenomenon, there is the uncertainty of knowing their seismic behavior of the structure, to its subsequent structural design and thus be able to determine if the designs made before the date of promulgation of this rule, they meet design parameters required in the update. In that sense, the objective of this research is to assess with standard E.030-2016, by analyzing seismic to determine the current seismic behavior of the local municipal of the city of Pimentel. The building in study is a municipal of the city of Pimentel, this structure was built in the year 1999. Therefore, it was designed with earthquake-resistant design of 1997 standards. It consists of a module where to operate several offices, with the aim of addressing the problems of the population. The evaluation consisted of modeling the structure in Etabs program v16, using the model mathematician and thus be able to determine its seismic behavior, using the non-linear static analysis, with the aim of determining the peak of seismic demand, and subsequently with the curve of capacity check the acceptance criteria to know what level of performance is the structure. It is concluded that the level of performance of the structure in a seismic movement of rare design of 475 years of interval of recurrence of the earthquake, the building is in a range of prevention of collapse according to the parameters of the VISION 2000 Committee.

Key words: seismic analysis, standard E.030, seismic demand.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

El Perú está comprendido en unas de los sectores de más alta actividad sísmica que existe en la tierra. Es importante realizar estudios para así poder conocer el comportamiento sísmico, además con este fenómeno podemos planificar y mitigar los posibles efectos que trae la misma. La manera de poder conocer el posible comportamiento sísmico de una estructura, mediante la evaluación de los peligros sísmicos en términos probabilísticos, el cual es determinar las posibles aceleraciones que podrían ocurrir en un lugar de estudio de la edificación.

Para Lezama (2017), debido a la actualización de la norma del diseño sismorresistente E.030 en enero del 2016, existe la incertidumbre de conocer sobre los diseños, si realizados antes de la fecha la promulgación de dicha norma que cumplen con el diseño requerido en esta actualización. Teniendo como finalidad el mejoramiento de algunos parámetros de diseño sismorresistente para un mejor desempeño en el comportamiento sísmico.

Los locales municipales, están clasificado por la norma E.030 del diseño sismorresistente como edificaciones esenciales debido a las características que esta debe presentar ante un eventual sismo es de no interrumpirse ante el fenómeno ocurrido; por lo tanto, cuando se presente este tipo de desastre natural la estructura, tiene como función principal el albergar a las personas, con el fin de brindar seguridad y el bienestar de las personas. Sin embargo, si dicha edificación no cumple con los parámetros establecidos por la actual norma; el cual tiene un impacto negativo a la población, generando pérdidas de vidas humanas y económicas.

Según Díaz (2015), manifiesta que actualmente Chile es uno de los pocos países que están preparados para enfrentar los movimientos telúricos, ya que realizan constantes investigaciones en los estudios sísmicos que busca la prevención de los desastres en las estructuras. Por lo tanto, la sociedad ha tomado conciencia sobre los peligros que esta pueden originar los movimientos sísmicos. Los últimos años se ha presentado sismos en la zona centro y sur de Chile de 8.8 grados en la escala de Richter, causando la muerte de 156 chilenos. En el año 2014 se registró un sismo de 8.2 grados.

Calcina (2017), manifiesta en su investigación que el 15 de agosto del 2007 se produjo un sismo en la zona centro y sur del Perú de 8,0 magnitud Mw. Como saldo del terremoto dejó casi 600 muertos, 50.000 viviendas colapsadas y hubo más de 45.000 viviendas afectadas. La gran mayoría de daños se reflejó en las viviendas de adobe, tanto antiguas como nuevas y en los monumentos históricos como iglesias que fueron construidas con tierra o ladrillo. Las edificaciones de un sistema estructura de albañilería o de concreto armado sufrieron en general presentaron poco daño, y los que se verificó que sufrieron daño fueron algunas estructuras que por lo general presentaron deficiencia en su construcción de las mismas, por lo cual fueron mal diseñadas o autoconstruidas. En la ciudad de Pisco se originó producto del movimiento telúrica que el 80% de las viviendas de adobe fue destruido, debido principalmente a falta del refuerzo para mitigar los esfuerzos sísmicos. Otros factores que influyeron en el colapso de las construcciones fueron el suelo blando bajo la cimentación, la baja calidad de materiales, el poco espesor de los muros, la inadecuada configuración de los vanos, y la débil conexión entre muros y techos.

Tavera (2014), en su investigación realizada en el ámbito local, se determinó que El tsunami mayor fue debido al sismo ocurrido el 20 de noviembre de 1960, magnitud 6,8 Ms y epicentro localizado a 115 km en dirección Oeste con dirección a la ciudad de Chiclayo (6,72°S - 80,90°O). Posteriormente de horas de ocurrir el movimiento sísmico, se presentó un tsunami que afectó toda la zona costera del departamento de Lambayeque, con consecuencia la ola alcanzó 9 metros de altura, con un saldo final en los daños en los puertos de Eten y Pimentel, Caletas de Santa Rosa y San José. Este tsunami alcanzó a inundar completamente las islas de Lobos ubicada a 16 km que está frente al puerto de Pimentel. El comportamiento sísmico de una estructura está sujeta en su mayoría a los movimientos telúrica que esta genera al momento de oscilar en el terreno de la cimentación. La ingeniería estructural tiene muchas dificultades para determinar en ciencia cierta con una mayor probabilidad de que problemas puede originar los sismos ya que estas son muy predecibles. Las dificultades que esta presenta en su determinación; tienen su base en diferentes conceptos, ya que su comportamiento de la estructura resulta incierto y en los peores de los casos es muy difícil de predecir dicho comportamiento que se presenta al momento del desarrollo, el sismo que se pretende minimizar sus daños que pueda presentar, al momento que esta allí terminado su actividad de peligrosidad.

El Perú en su historia sísmica, han ocurrido intensos terremotos, el cual refleja la poca conciencia de la sociedad sobre lo peligrosos que pueden ocasionar estos movimientos sísmicos. Las edificaciones de nuestro país, en su mayoría son construidas de concreto y albañilería, y por lo tanto en el cuadro 1 estipula que estas mismas no han sido sometidas a sismos severos, en los últimos 100 años no se ha presentado grandes terremotos como lo ocurrido en el periodo de 1746 y 1868, con estas trajeron gran destrucción en su mayoría a las edificaciones en dicha época.

Cuadro 1: Sismos importantes en el Perú

	Lima 1746	Arica 1868	Lima 1974	Arequipa 2001	Pisco 2007
Magnitud Ms	8,1	8,2	7,9	8,2	7,9
Intensidad Máxima (MM)	X-XI	XI	VIII-IX	VIII	VII
Altura de la ola Tsunami (m)	15-20	20	1,6	-	-

Fuente: Instituto Geofísico del Perú

El local municipal de la ciudad de Pimentel fue construida en el año 1999, siendo su alcalde el Sr. Hugo Santa Cruz, y fue diseñada con las normas de diseño sismo-resistente de 1997. Está conformada por un módulo donde funcionan varias oficinas, con la finalidad de atender las problemáticas de la población. Según el reglamento nacional de edificaciones E.030-2016, esta edificación se encuentra localizada en la zona sísmica 04, cuya se define en una zona alta sismicidad, siendo muy probable de que no cumplan con los parámetros establecidos en la norma E.030-2016, dichos factores podrían comprometer la seguridad de las personas, en un eventual movimiento sísmico.

Las edificaciones que ya están construidas, por lo general presentan dificultades en sus conocer los datos necesarios para la realización del diseño estructural de dicha edificación. En una estructura se recomienda conocer las características del terreno donde se va a construir, el factor más crítico es difícil de conocer en gran exactitud como va a responder dichas edificaciones, como el comportamiento que tiene el terreno (magnitud, aceleración, duración, periodo, etc.), y las propiedades dinámicas que va a

producir dicha estructura, en este caso se presentan cargas existentes al momento del sismo, como también; ductilidad; amortiguamiento; periodo de vibración, etc.

La actividad sísmica en el Perú por lo general está comprendida entre el área de la línea costera del país, aquí es mucho más frecuente los sismos por estar cerca a la falla tectónica de nazca, en estas zonas se producen sismos en una escala mayor o superior a 8,0 en escala de Richter, llegando a producir la destrucción de las ciudades asentadas en la costa, originando principalmente pérdida de vidas humanas; económicas; etc. El análisis de ocurrencia del comportamiento sísmico, el cual se refleja en un peligro potencial, así como de sus efectos secundarios.

1.2 Trabajos previos

A nivel internacional

Sánchez (2013), en su investigación denominada “Comportamiento sísmico inelástico de edificios de acero estructural de 9 y 25 niveles, diseñados con el apéndice a de las NTC-Sismo del RCDF-04”, Tesis presentada para optar el grado de magister en estructuras en la Universidad nacional Autónoma de México, determinó que la filosofía de diseño en la que se apoya especialmente la ingeniería sísmica es tiene evitar el colapso de las estructuras, pero solo se considera cierto daño, cuando ocurra un sismo severo. Se pretende considerar a la estructura en buen estado ante sismos ligero. Por lo tanto, se espera que ocurran varias veces durante su vida útil, y además la finalidad es evitar el colapso de la estructura ante el sismo de diseño, lo que se considera que ocurra al menos una vez en dicho lapso.

Mora (2017), en su investigación realizada “Evaluación de edificaciones in situ según las normas NEC después de un evento sísmico”, Tesis presentada para optar el grado de magister en gestión de la construcción en la Universidad técnica de Machala, determinó que Cada terremoto afecta de forma diferente a las construcciones, porque influyen múltiples factores, desde las especificidades tectónicas del terremoto a la composición litológica que tiene el suelo y las estructuras de los edificios. El primer paso que seguir para estimar la vulnerabilidad sísmica es identificar las edificaciones que presentan deficiencias estructurales dentro de un área urbana, desarrollando procedimientos basados en modelos matemáticos en la inspección visual de las pruebas de laboratorio.

Rosalin (2016), en su investigación realizada “Vulnerabilidad Sísmica en Edificios de Hormigón Armado. Estudio de Casos Prácticos.”, Tesis presentada para optar el grado de ingeniero civil en la Universidad Politécnica de Cartagena, determinó que la peligrosidad sísmica de una determinada zona tiene como punto de partida la “sismicidad del área de influencia”, que implica el conocimiento los terremotos ocurridos en la zona a lo largo del tiempo para posteriormente determinar los que pueden ocurrir en el futuro. En este sentido se pueden definir varios tipos de “terremotos” para el diseño estructural de los diferentes sistemas estructurales que existen y es en función del periodo de retorno y de la probabilidad de excedencia. La probabilidad de excedencia (o probabilidad de ocurrencia) es la probabilidad de que, al menos, un terremoto de ciertas características tenga lugar en un período de tiempo determinado (período de retorno).

Haindl (2014), en su investigación denominada “Evaluación del desempeño sísmico de una vivienda de muros de hormigón armado.”, Tesis presentada para optar el grado de Magister en ciencias de la Ingeniería en la Pontificia Universidad Católica de Chile, determinó que la evolución en la ingeniería estructural está ligada estrictamente con los avances tecnológicos y estudios que se realizan en esta disciplina, que es favorable en el análisis sísmico de las estructuras. Gracias a la experiencia de expertos, la realización de una gran cantidad de estudios y la aplicación de nuevas metodologías, en las últimas décadas, se ha logrado avanzar bastante en la estimación del desempeño sísmico de estructuras. La estimación del desempeño sísmico de estructuras, en su metodología ha permitido obtener resultados más precisos y representativos de la realidad. La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) propuso el año 2009 la metodología FEMA P-695 (2009). Esta metodología permite verificar la aceptabilidad del comportamiento sísmico de una estructura mediante la estimación de diferentes factores, como la capacidad de colapso, ductilidad, entre otros.

A nivel nacional

Gonzales y Veli (2016), realizaron la investigación de “Evaluación del comportamiento sísmico de una edificación con sistema MDL aplicando la NTP E030-2016 y la norma chilena 433-2012”, Tesis presentada para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad San Martín de Porres, determinó que el análisis sísmico ha ido evolucionando en el tiempo a consecuencia de evaluaciones y nuevas herramientas que permite dar respuestas más precisas”. Las investigaciones del Sistema de Muros de

Ductilidad Limitada, se desarrolla en algunos artículos de revistas de ingeniería Civil, “El Constructivo”. Recién, en diciembre del 2004, el Servicio Nacional de Capacitación para el sector de la Construcción (SENCICO) agrada pautas específicas para las Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL) en el reglamento nacional de edificaciones, más específico en la Normas de Diseño Sismorresistente y de Concreto Armado. Frente a esta situación, surgen algunos problemas con la disposición de las normas vigentes y en el área de concreto armado E060-2016. A partir del año 2001, empezaron a construirse numerosas edificaciones un sistema de muros portantes de concreto armado con un espesor que varía de 10 y 12 cm. Debido al ahorro en costo y en tiempo de construcción, el sistema de Muros de Ductilidad Limitada, tienen una gran aceptación como alternativa de solución al problema de vivienda en el país.

Loa (2017), en su investigación realizada “Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997”, Tesis presentada para optar el grado de Magister en Ingeniería civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú, determinó que el método de Espectro de capacidad resulta de realizar un análisis estático no lineal y permite estimar de manera aproximada el desempeño sísmico en base al desplazamiento inelástico de los elementos y las fuerzas generadas. El Análisis Dinámico Incremental (IDA) se basa en análisis tiempo-historia y permiten obtener una respuesta sísmica más real de la estructura ya que se desarrolla con las propiedades dinámicas de la estructura afectando los modos principales de vibración, así como los periodos formados por el agrietamiento de los elementos.

Casimiro (2012), en su investigación realizada “Desempeño sísmico de edificaciones bajo el sismo de nivel ocasional”, Tesis presentada para optar el grado de Magister en ciencias con mención en ingeniería estructural en la Universidad Nacional de Ingeniería del Perú, determinó que en base a esta filosofía se han obtenido las aceleraciones máximas en suelo firme, el espectro de diseño elástico y el espectro de peligro uniforme mediante el análisis probabilístico del peligro sísmico para un periodo de retorno de 72 años. . Por otra parte, la aceleración máxima del suelo se ha empleado en el escalamiento de los registros sísmicos más importantes ocurridos en el Perú, y el espectro de peligro uniforme se ha considerado como el espectro de diseño, de tal manera que los espectros de los registros considerados sean compatibles con el espectro objetivo especificado.

A nivel local

Calle (2017), en su investigación realizada “Vulnerabilidad estructural de la I.E. N.º 10024 Nuestra Señora de Fátima”, Tesis presentada para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Señor de Sipán, determinó que el departamento de Lambayeque, el cual está conformado por edificaciones construidas en el año 1950, y estructuras más recientes del año 2001, siendo las construcciones más antiguas las que presentan indicios de ser vulnerables estructuralmente debido al poco conocimiento de la Ingeniería Sismorresistente. Evalúa cada una de ellas mediante el método Rapid Visual Screening del FEMA y un estudio concluyente en base al Análisis Dinámico Modal Espectral de la NTE. E.030 del Diseño Sismorresistente, además los estudios complementarios como ensayo de corazones diamantinos y un estudio de mecánica de suelos, con lo cual se logró determinar que las edificaciones vulnerables estructuralmente ante un evento sísmico son los módulos construidos en el año 1950 debido a las deformaciones excesivas que se presentan en estas edificaciones a causa de la baja rigidez de sus elementos resistente a fuerzas laterales.

Vergara y Zevallos (2014), realizaron la investigación denominada “Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, La libertad”, Tesis presentada para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Privada Antenor Orrego, determinó que los métodos tradicionales de diseño Estructural son aproximados y no contemplan el efecto de las excitaciones en el tiempo y menos cuando esta estructura incursiona más allá del rango elástico, por ejemplo, cuando estamos diseñando un elemento estructural y usamos un valor único de la sección o de los materiales no estamos tomando en cuenta la posibilidad de cambio de la sección en el tiempo y con el aumento de los parámetros de fuerza, aceleración y desplazamiento.

Corpus y Morales (2015), realizaron la investigación denominado “Análisis sísmico comparativo entre un sistema dual y el sistema de reforzamiento con disipadores de fluido viscoso para un edificio en el distrito de Víctor Larco herrera aplicando Etabs 2013”, Tesis presentada para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Privada Antenor Orrego, determinó que en las normas de diseño se especifican las cargas sísmicas, no es necesario realizar investigaciones enfocadas de la actividad sísmica. El coeficiente de diseño sísmico va a ser empleado en el diseño sísmico pseudo-estático, se determina a su zona, propiedades del suelo e importancia de la estructura.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Norma E.030-2016

1.3.1.1 Análisis sísmico estático

Según Santana (2012), el análisis sísmico representa las solicitaciones sísmicas de la estructura mediante un conjunto de fuerzas horizontales en cada nivel de la edificación. Podrán analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares. Las estructuras clasificadas como regulares de no más de 30 m.

1.3.1.2.1 Parámetros de Sitio

La norma E.030-2016 del diseño sismorresistente, cuenta con Cuatro factores de suelo, en el cuadro 2 muestra como los factores de ampliación del suelo varían de acuerdo con la zona que está ubicado la edificación.

Cuadro 2: Factor de suelo

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
ZONA				
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: Reglamento nacional de edificaciones

También los valores en el cuadro 3, son de mucha importancia para saber el periodo del suelo que se presenta en la estructura, para el cual se define el espectro "TP" y además para poder definir los desplazamientos constantes "TL".

Cuadro 3: Parámetros de sitio

PERIODOS "TP" Y "TL"				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
TP (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
TL (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones

1.3.1.2.2 Período de vibración

Según Domínguez (2014), las cargas que afectan las edificaciones durante un evento sísmico son la prueba más crítica para sus estructuras. Durante la tierra vibre en un corto periodo de tiempo, y por el cual libera energía súbitamente y tiene la facilidad de transmite por los estratos del terreno. Las edificaciones sufren las vibraciones del suelo por medio de la cimentación.

1.3.1.2.3 Cortante Basal

Es una fuerza de reacción que es producida por el sismo, el cual se presenta en todos los marcos de la estructura y tiene su localización en la base de esta.

Según lo tipificado en la norma E.030-2016 “Diseño Sismorresistente”, describe lo siguiente: La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente al sentido de la dirección, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

El valor de C/R no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

1.3.1.2.4 Distorsiones de entrepiso

Según García y Moscoso (2016), se define como distorsión de entrepiso o deriva al cociente entre diferencia del desplazamiento laterales de dos diferentes niveles consecutivos de la estructura entre la altura de dicho entrepiso.

Según lo tipificado en la norma E.030-2016 “Diseño Sismorresistente”, describe lo siguiente: El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el Artículo 16 (16.4), se debe mantener o no exceder la fracción de la altura de entrepiso que se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4: Distorsión de entrepiso

LIMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007

Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones

1.3.1.2.5 Irregularidades

Son factores estimulados en el cuadro 5, son sancionados algunos parámetros que no están cumpliendo, con la base de respetar los parámetros estipulados en la norma E.030-2016 del diseño sismorresistente, el cual castiga al factor de reducción sísmica debido a la edificación a ser tomada en cuenta al momento del análisis sismorresistente. Las estructuras irregulares presentan discontinuidades físicas en sus resistentes. A continuación, se presentan los parámetros de irregularidad en planta o en altura.

Cuadro 5: Irregularidades estructurales

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	FACTOR DE IRREGULARIDAD "La"
Irregularidad de Rigidez- Piso Blando	0.75
Irregularidad de Resistencia-Piso Débil	
Irregularidad de Extrema Rigidez	0.5
Irregularidad Extrema de Resistencia	
Irregularidad de Masa o Peso	0.9
Irregularidad Geométrica Vertical	0.9
Discontinuidad en los sistemas Resistentes	0.8
Discontinuidad Extrema de los sistemas Resistentes	0.6
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	FACTOR DE IRREGULARIDAD "Lp"
Irregularidad Torsional	0.75
Irregularidad Torsional Extrema	0.6
Esquinas Entrantes	0.9
Discontinuidad de Diafragma	0.85
Sistema no paralelos	0.9

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones

1.3.1.2 Análisis sísmico dinámico

Según Pareja (2012), el análisis dinámico es la suma del Análisis Modal y el Análisis Espectral, este análisis nos va determinar el periodo de vibración, porcentaje de masa participativa, desplazamiento lateral y fuerzas de diseño por

sismo. Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral.

1.3.2.1.1 Aceleración espectral

Existen parámetros importantes para definir la intensidad del movimiento y sus consecuencias en las diferentes estructuras son la aceleración máxima, denotadas como fracción de la gravedad, la duración de la fase intensa del movimiento y el contenido de las frecuencias.

Según lo tipificado en la norma E.030-2016 “Diseño Sismorresistente”, se denota en todas direcciones horizontales que son analizadas, se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

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

Por lo tanto, en el análisis de dirección vertical se empleará un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro utilizado para las direcciones horizontales.

1.3.2.1.2 Excentricidad accidental

Según Huapaya (2017), define que, por haber cierta incertidumbre en la colocación de los centros de masa en cada nivel, se considera una excentricidad accidental perpendicular a la acción del sismo en la otra dirección de análisis igual a 0.05 veces la dimensión del edificio. Además, el cortante en el primer entrepiso no deberá ser menor al 80% que el calculado por el análisis estático para estructuras regulares ni tampoco menor que el 90% en estructuras irregulares.

Para dichas estructuras con diafragmas rígidos, preverá que la fuerza de cada piso actúa en el centro de masas del nivel respectivo.

1.3.2.1.3 Análisis tiempo historia

Según lo tipificado en la norma E.030-2016 “Diseño Sismorresistente”, El análisis tiempo - historia se empleará como un procedimiento complementario a los especificados en los artículos 4.5 y 4.6.

En este caso el análisis deberá emplearse un modelo matemático de la estructura que evidencie directamente el comportamiento histerético de los elementos,

determinándose la respuesta frente a un conjunto de aceleraciones del terreno del proyecto.

1.3.2.1.4 Desplazamientos

Es por consecuencia del sismo sobre una estructura afectada, el cual origina el movimiento por las diferentes fuerzas está sometida dicha estructura, que por lo tanto actúan sobre la misma en un determinado periodo de tiempo.

1.3.2 Comportamiento sísmico

1.3.2.1 Capacidad sismorresistente

Según Tarazona (2017), la capacidad estructural puede cuantificarse como el cociente de la fuerza asociada a los puntos de interés (Sismo Frecuente, Ocasional, Raro y Muy Raro) y un divisor que puede ser la cortante asociada a la primera rótula o la cortante de la fluencia efectiva. Consideraremos estos puntos de interés a los de los Sismo Frecuente, Sismo Ocasional, Sismo Raro y Sismo Muy Raro.

1.3.2.1.1 Gráfico momento-curvatura

Según Mora y Aguiar (2015), describe que el diagrama momento curvatura nos sirve o permiten conocer la ductilidad de una sección, es decir su potencial de incursionar en un parámetro de rango no lineal antes de llegar a su fallo, esto se puede lograr a través de conocer el comportamiento del módulo de elasticidad (E) y la inercia (I) ($\Phi(\text{curvatura})=M(\text{Momento})/EI$), considerando el fallo se a causa por flexión y no por otro tipo de esfuerzo como por cortante. Los códigos sismorresistentes guían a un tipo de fallo por flexión.

1.3.2.1.2 Identificación de rótulas plásticas

Según Asmat (2016), define que la fluencia puede tener lugar solamente en rotulas plásticas, ubicadas en los extremos del elemento. El endurecimiento por deformación y la rigidez de flexión degradante, se aproximan mediante la suposición de que el elemento consta, de un elemento de viga linealmente elástico con resortes de rotación no-lineal en cada extremo.

1.3.2.1.3 Ductilidad de viga, columnas y muros

Según Loayza y Chávez (2015), describe que es también conocido Diseño por Capacidad, el cual busca prevenir que una sección falle por corte. Un ejemplo de falla no deseada es la falla por corte, debido que es una falla frágil. Se busca que cualquier sección de viga o columna falle primero por flexión (falla dúctil) antes que por una falla por corte.

Diseño por capacidad en Vigas:

Este método busca prevenir la falla por cortante de la viga, antes que la falla por flexión; es decir, evitar la falla frágil antes que la falla dúctil.

El cortante último se obtiene de la suma del cortante isostático y el cortante hiperestático, es causado por la suma de momentos nominales entre la longitud libre de la viga.

Diseño por capacidad de columnas.

Lo que se busca con el método de diseño por capacidad es evitar que la columna falle por corte y para eso se desea que haya una falla dúctil, es decir una falla por flexión.

Para conseguir esto se calcula primeramente los momentos nominales M_n de la columna y luego se los amplifica por un factor igual a 1.25, con lo cual se obtiene el momento probable $M_{pr} = 1.25 M_n$, por el cual se procede a calcular la separación de los estribos con valor nuevo de la cortante $V_{pr} = 2M_{pr}/H$.

1.3.2.1.4 Disposiciones especiales para el diseño sísmico

Según lo tipificado en la norma E.030-2016 “Diseño Sismorresistente”, Todos los elementos de concreto armado que conforma el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir:

- Pórticos; al menos 80% de la cortante en la base que actúa sobre las columnas.
- Muros estructurales; al menos 70% de la cortante en la base que actúa sobre los muros de concreto.
- Dual; las columnas toman al menos 30% de la cortante basal y las placas toman entre 20-70%.

El uso de estructuras mixtas en el diseño sísmico presenta numerosas ventajas innegables desde cualquier punto de vista estructural.

1.3.2.2 Reforzamiento de la estructura

Los métodos de reforzamiento pueden causar cambios en la rigidez, ductilidad y amortiguamiento de los edificios. Estas propiedades deben ser tomadas en consideración cuando se modifica la capacidad de carga de la estructura. Se realiza cuando existen nuevas solicitaciones como errores en el diseño o defectuosa mano de obra durante el proceso constructivo.

Según Fajardo (2012), describe que las estructuras dañadas por efectos del sismo deben ser evaluadas y reparadas de tal manera que se corrijan los posibles defectos estructurales que provocaron la falla y recuperen la capacidad de resistir un nuevo evento sísmico, acorde con los objetivos del diseño sismorresistente.

1.3.2.2.1 Evaluación sísmica según norma ASCE/SEI 41-13.

Según Sigmund y Otros (2014), describe los procedimientos sistemáticos que usan los principios de Diseño por performance para evaluar y remodelar edificios existentes para mitigar los efectos de los sismos.

Dicho conjunto de nueva generación da a conocer un proceso en 3 etapas con la finalidad de evaluación sísmica desde prevención del colapso a la continuidad operacional que considera una performance estructural con la performance de elementos no estructurales.

Esta norma ASCE/ SEI 41-13 es una herramienta para los ingenieros estructurales, proyectistas, reguladores y controladores, personal que están interesados en mejorar la performance sísmica de un edificio existente.

1.3.2.2.2 Adecuación sísmica según norma ASCE/SEI 41-13.

La rehabilitación o adecuación sísmica consiste en el diseño de medidas para la mejora del desempeño sísmico de componentes estructurales y no estructurales, mediante la corrección de deficiencias identificadas en una evaluación sísmica, relativas a un objetivo de desempeño seleccionado. Antes de iniciar un programa de adecuación, se debe llevarse a cabo una evaluación sísmica para poder determinar si la edificación en su condición existente, posee la capacidad de

desempeño sísmico deseado. La determinación del alcance de la rehabilitación o adecuación, requiere la identificación de deficiencias a ser mitigadas, relativas al objetivo de desempeño seleccionado. El propietario de la edificación debe estar consciente de los costos e impacto asociado a la adecuación.

Según Pincheira (2017), la Ingeniería Sismo-Resistente busca mitigar el riesgo al cual están expuestas las obras civiles ante la eventualidad de un terremoto destructivo. Dentro de este contexto, esta materia tiene el objetivo de entregar los conceptos fundamentales y capacitar en especial a los diferentes estudiantes en los parámetros de evaluación del comportamiento de edificios de concreto reforzado que fueron dañados por un sismo de una magnitud considerado con anterioridad de esta, que son diseñados con una norma de diseño sismorresistente más antiguo, son catalogados como deficientes estructuralmente bajo el reglamento nacional que está en vigencia actualmente.

1.3.2.2.3 Planteamiento de posibles mejoras y evaluación con Etabs.

De acuerdo con lo estipulado en los parámetros establecidos en el análisis, se le considera una carga lateral al modelo matemático (cargado por gravedad) y que se incrementa monótonamente. Dicha carga se incrementa hasta alcanza la máxima respuesta de la estructura. Si los elementos resistentes a fuerzas sísmicas no poseen detallados de construcción similares a los requeridos para edificaciones nuevas, pueden no cumplirse las suposiciones básicas de ductilidad, y los resultados de la evaluación, resultar inválidos. Las deficiencias sísmicas potenciales en edificaciones existentes pueden ser identificadas con el los procedimientos expuesto en las normativas pertinentes.

Según Alvarado (2015), la respuesta de la estructura se puede representar mediante el diagrama del cortante en la base vs el desplazamiento en el tope de la estructura. Con este proceso el modelo matemático deberá ser capaz de capturar la linealidad del material, como este proceso es incrementales posible obtener la información detallada del comportamiento de cada elemento. Este proceso permite capturar la secuencia de deformaciones en los elementos ósea la secuencia de formación de rotulas plásticas de acuerdo con la degradación de la estructura.

1.4 Formulación del Problema

¿Cuál es el comportamiento sísmico actual, aplicando los parámetros sísmicos de la norma E.030-2016 en el local municipal de la ciudad de Pimentel ante un sismo severo?

1.5 Justificación de estudio

Técnicas: Esta investigación se justifica técnicamente, ya que la norma E.030 del 2016 que se modificó y añade nuevos valores en los parámetros que se necesitan para realizar los análisis sísmicos, considerando nuevas restricciones en irregularidad estructural, categorías y otros. Permitiendo diseñar con cargas sísmicas teniendo en cuenta las virtudes innatas de la propia estructura.

Relevancia: Esta investigación es de gran importancia, ya que dicha edificación es de categoría esencial según la norma E.030-2016 del diseño sismorresistente, el cual no deberá interrumpirse cuando ocurra un evento sísmico, por el cual tiene como finalidad proteger y refugiar a la población ante la presencia los desastres naturales.

Beneficios: Esta investigación servirá como una guía para los estudiantes y profesionales de ingeniería civil, los cuales se encuentren realizando trabajos de diseño y análisis estructural, con lo cual se pretenderá entender mejor los conceptos y principios que presenta la norma de diseño sismorresistente E.030 del 2016.

Beneficiados: Esta investigación presenta una justificación social ya que, al reforzarse la estructura en la rigidez, resistencia y ductilidad, según lo establecido en los parámetros de la norma E.030-2016 del diseño sismorresistente, para garantizar su funcionamiento y el cual no colapsara después de un sismo severo.

1.6 Hipótesis

Si, se evalúa con la norma E.030-2016; entonces, se verifica el Comportamiento sísmico actual del local municipal de Pimentel.

1.7 Objetivos

Objetivos Generales:

Evaluar el comportamiento sísmico actual, aplicando los parámetros sísmicos de la norma E.030-2016 en el local municipal de la ciudad de Pimentel.

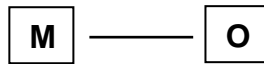
Objetivos Específicos:

- Realizar un análisis sísmico estático, utilizando el software Etabs 2016 en el local municipal de la ciudad de Pimentel.
- Aplicar el análisis sísmico dinámico, utilizando el software Etabs 2016 en el local municipal de la ciudad de Pimentel.
- Definir la capacidad sismorresistente del sistema tradicional y sus elementos del local municipal de la ciudad de Pimentel.
- Plantear el reforzamiento de la estructura ante las exigencias de la norma E030-2016, en el local municipal de la ciudad de Pimentel.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de Investigación

Atendiendo al tipo de investigación elegido que se desarrollará en el presente trabajo de investigación es el Diseño no experimental: Descriptivo simple.



Donde:

M: Muestra de estudio.

O: Información a recopilar sobre el Comportamiento sísmico.

2.2 Variables, Operacionalización.

2.2.1 Variables.

- a. **Variable Independiente:** Análisis sísmico
- b. **Variable Dependiente:** Comportamiento sísmico.

2.2.2 Operacionalización de Variables.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
ANÁLISIS SÍSMICO	Cotacallapa (2014). indicó que, el análisis sísmico tiene que cumplir condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en la filosofía de la Norma. Se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaren dañadas por la acción de los sismos.	Con el estudio del análisis sísmico, garantiza el buen funcionamiento ante movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables. Esta impartida en la ideología de la norma, salvaguarda a integridad total de las personas, el cual es minimizar los daños a la estructura.	Análisis Sísmico Estático	Parámetros de sitio (s)	RAZÓN
				Período de vibración (s)	
				Cortante basal (ton)	
				Distorsiones de entrepiso (m)	
			Irregularidades (m)		
			Análisis sísmico Dinámico	Aceleración espectral (s)	
				Excentricidad accidental (m)	
				Análisis tiempo historia (s)	
Desplazamientos (m)					

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
COMPORTAMIENTO SÍSMICO	Reza (2013). Indicó que el comportamiento sísmico es la respuesta estructural al movimiento de campo libre. En particular, las aceleraciones dentro de las estructuras se ven afectados por la flexibilidad del soporte de la base y las variables entre la base y los movimientos de campo libre.	El diseño basado en el comportamiento sísmico es la selección de escoger los esquemas de evaluación que permitan el dimensionado y detallado de los componentes de los elementos de dicha estructura, el cual es para su desarrollo en un eventual sismo de magnitud moderado.	Capacidad sismorresistente	Gráfico momento-curvatura (ton-m)	RAZÓN
				Identificación de rótulas plásticas (m)	
				Ductilidad en vigas, columnas y muros (m)	
				Disposiciones especiales para el diseño sísmico	
			Reforzamiento de la estructura	Evaluación sísmica según norma ASCE/SEI 41-13 (m)	
				Adecuación sísmica según norma ASCE/SEI 41-13 (m)	
				Planteamiento de posibles mejoras y evaluación con Etabs	

2.3 Población y muestra

La población está conformada por todas las edificaciones de instituciones públicas existentes en el distrito de Pimentel, como muestra se va a trabajar el local municipal de la ciudad de Pimentel.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica de recolección de datos

La técnica es de análisis de documentos como normas, tesis, libros, revistas, tablas, manuales y especificaciones técnicas, para establecer los parámetros o rangos que debemos respetar, teniendo en cuenta la norma E.030-2016 del reglamento nacional de edificaciones; y definir el intervalo de resultados aceptados por las normas que esta se rige la investigación.

Instrumentos de recolección de datos

Se realizará mediante guías de observaciones que permitirá determinar y evaluar los datos en el estudio del diseño sismorresistente y así poder obtener una gran variedad de mediciones cuantitativas del problema que se está investigando.

2.5 Métodos de análisis de datos

En esta investigación los resultados serán desarrollados mediante procesos numéricos en el software Microsoft office Excel y dicha evaluación sísmica se va a desarrollar en el software Etabs 2016.

2.6 Aspectos éticos

Con dicha investigación me permitirá poder obtener resultados únicos y de manera confiable de acuerdo con lo estipulado en la aplicación de los formatos para los estudios en la evaluación sísmica, basado en la norma E.030-2016 del reglamento nacional de edificaciones y además acorde con las normas estipuladas por la universidad.

III. RESULTADOS

3.1 Ubicación de las unidades de estudio

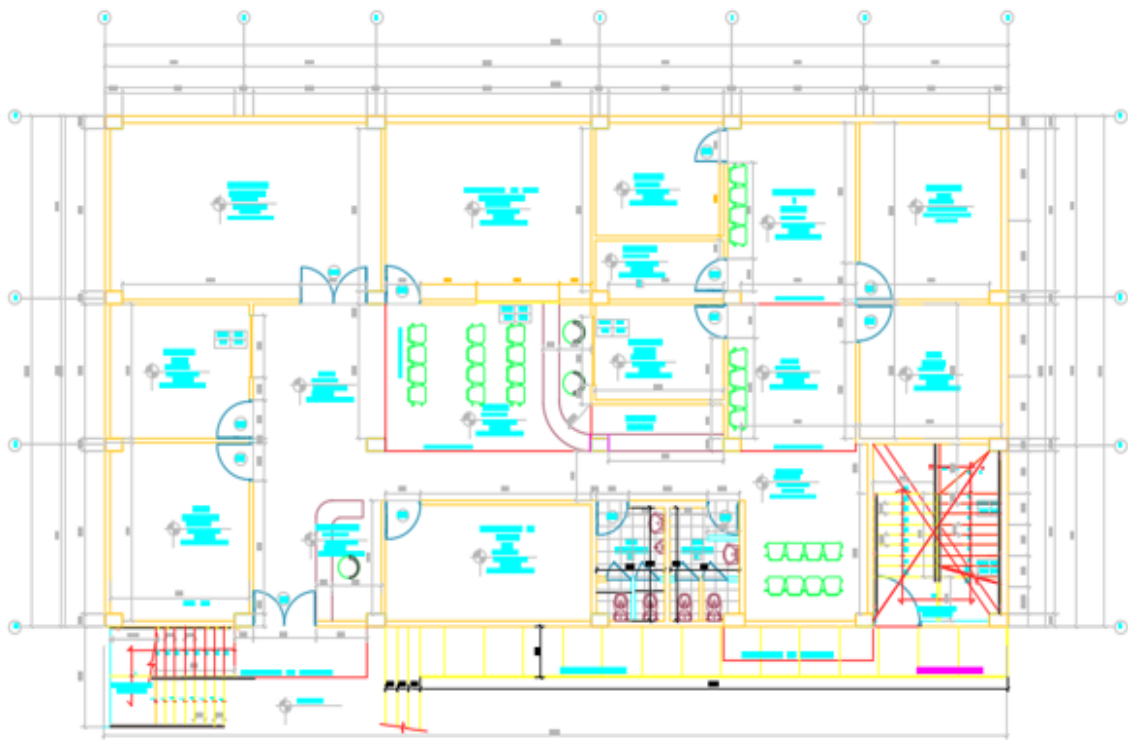
La estructura elegida para realizar esta investigación, y así poder realizar la evaluación con la norma E.030-2016 del comportamiento sísmico del local municipal de ciudad de Pimentel – Chiclayo; está ubicado en la Av. Leoncio Prado 143, se muestran en la Figura 1. Esta edificación, fue elegida teniendo en cuenta que deberían ser edificación con uso de oficinas, el cual la norma E.030-2016 lo estipula como edificación esencial. Además, esta edificación fue diseñada con una norma antigua de acuerdo con su época, pero la actual norma presenta en sus capítulos nuevos parámetros o restricciones que no fueron considerados en el tiempo de su diseño.



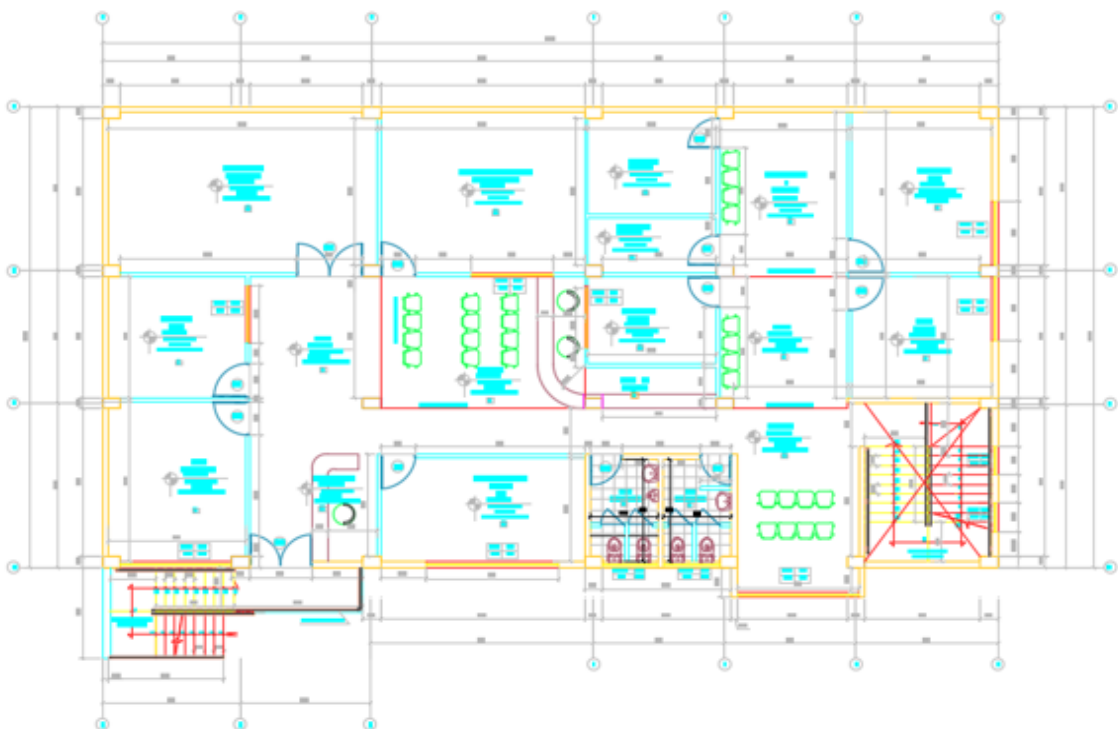
Figura 1: Ubicación de las edificaciones elegidas para el estudio. Fuente: Elaboración propia.

3.2 Configuración geométrica

La presente edificación, es un local municipal que cuenta con un módulo. Se ha establecido una estructura que por sus características es regular; destinada a uso de oficinas, el cual consta de 2 niveles.



Primer piso



Segundo piso

Figura 2: Configuración geométrica de la edificación. Fuente: Elaboración propia.

3.3 Descripción de la estructura

Se trata de una construcción, que cuyo material predominante es concreto, con $f'c= 210$ kg/ cm². Se ha dispuesto que el primer nivel tendrá una altura de 3.30 m, y el segundo nivel de 3.3 m de altura, en ambos casos considerados de piso a piso. El sistema estructural de la edificación está basado en columnas y vigas que constituyen en un sistema aporticado y es el principal resistente a la fuerza lateral. Teniendo en cuenta que para las dimensiones de las vigas y columnas se comprobara su rigidez y si cumplen con los criterios estipulados en la actual norma de diseño sismorresistente E030-2016.

DATOS		
Nº De pisos	2	
h1:	3.3	
ht:	3.3	
Ubicación:	Chiclayo	
Uso:	Edificaciones Esencial	
Contrapiso:	4	cm
E.tarrajeo:	3	cm
$f'c=$	210	Kg/cm ²
E=	2173706.51	
G=	905711.05	

3.4 Modulo del análisis

El análisis consistió en modelar la edificación en el programa Etabs, el cual es un programa matemático, por lo tanto, la edificación se estructura y se procedió a efectuar el modelo respectivo. El sistema estructural considerado es de aporticado tanto para la dirección x-x como para la dirección y-y. Los análisis de cada una de las condiciones, se efectuó respetando la normatividad vigente.

El análisis sísmico efectuando se encuentra estipulado en la norma E-030 “Diseño sísmo resistente” en el numeral 4.5 y en el numeral 4.6 “Procedimiento de análisis sísmico”, en el cual establece que se pueden efectuar tanto un análisis dinámico como de fuerzas estáticas equivalentes.

Las normas empleadas para el análisis sísmico son tomando los parámetros y valores que conforme lo establece en el reglamento nacional de edificaciones y normas internacionales, el cual dichas normas son de última edición.

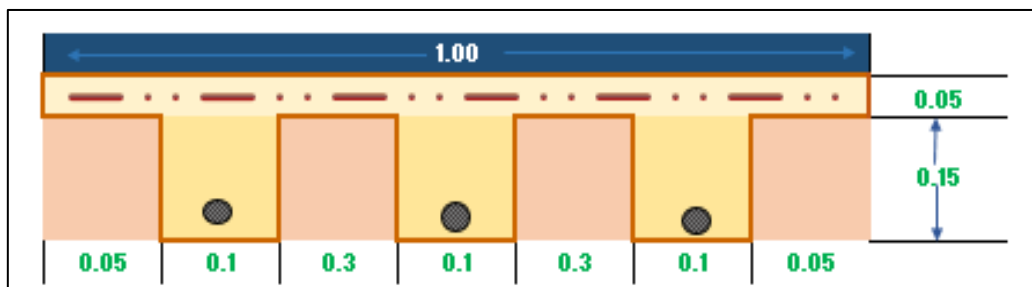
Tipo de edificación:	A	Local Municipal
Ubicación:	Chiclayo	
Zona 4:	0.45	
U:	1.50	
S2:	1.05	
Tp:	0.60	
Tl:	2.00	
R:	8.00	
C:	2.5	
S/C1:	300	kg/m2
S/C azotea:	100	kg/m2
Peso de enlucido:	60	kg/m2
Peso específico de contra piso:	80	kg/m2
Peso específico de ladrillo Pandereta:	1350	kg/m2
Peso específico del concreto armado:	2400	kg/m3
Peso específico de cobertura:	100	kg/m2

Al modelo se le aplicaron las siguientes cargas por gravedad:

	SOBRE CARGAS	CV	PP
<u>Piso 1</u>	Tabiquería repartida: 175 kg/m2 Enlucido: 50 kg/m2 Contrapiso: 75 kg/m2	<u>0.300 tn/m2</u>	<u>0.30 tn/m2</u>
<u>Piso 2</u>	Cobertura: 100 kg/m2 Enlucido: 50 kg/m2	<u>0.100 tn/m2</u>	<u>0.15 tn/m2</u>

Peso Propio:

$$e = 0.2 \rightarrow 300$$



$$L = 1$$

$$\text{Peso: } 144 \text{ kg/m}^2 \rightarrow L * 0.1 * e * 3 * 2400$$

El modelamiento estructural de la edificación, el cual se analizará la estructura aporticado en ambos ejes de 2 niveles que son destinadas para oficinas.

En la figura 3-4, se muestran, se pueden apreciar las vistas del renderizado, así como la vista en 3D y en planta de los pisos de la edificación.

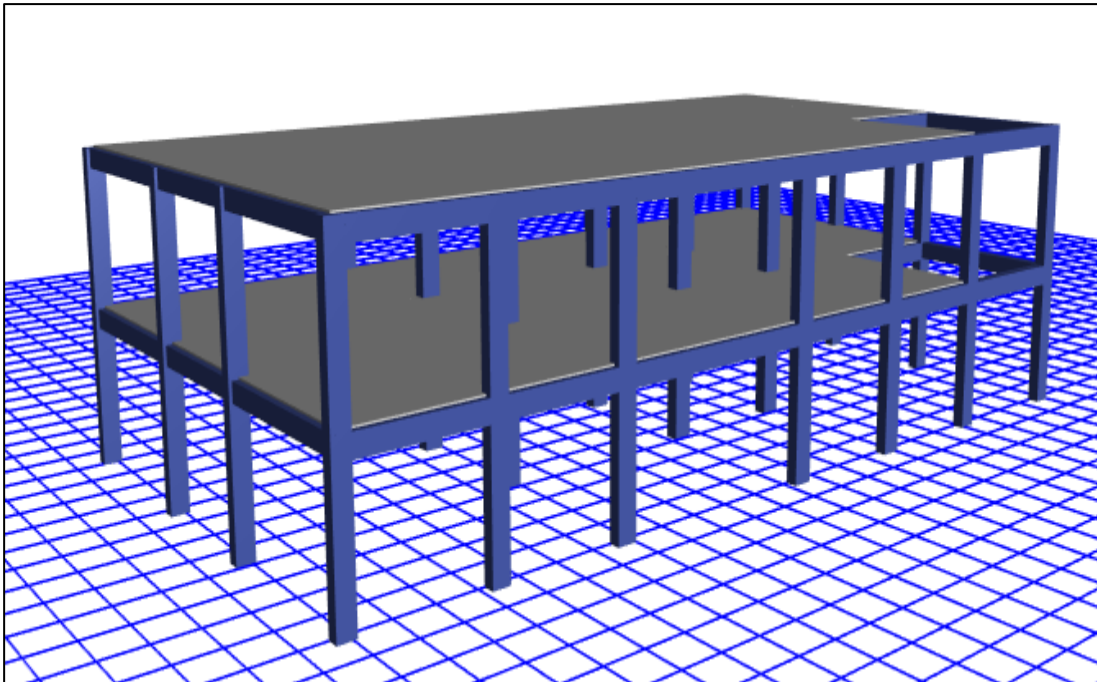


Figura 3: Configuración geométrica en 3D. Fuente: Elaboración propia.

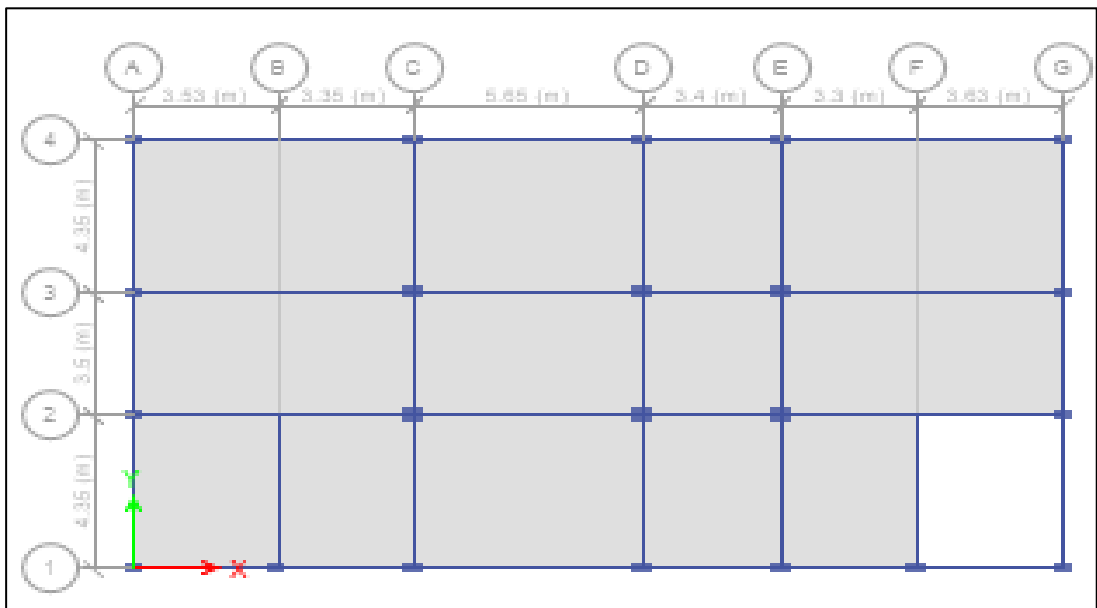


Figura 4: Configuración geométrica en planta. Fuente: Elaboración propia.

3.5 Tabla de centro de masa y rigidez

Cuadro 6: Excentricidades accidentales de la estructura

TABLE: Centers of Mass and Rigidity													
PISOS	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	Cumulative X	Cumulative Y	XCCM	YCCM	XCR	YCR	ex	ey
		tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m	m	m		
Piso 1	D1	8.37822	8.37822	11.4598	5.8486	8.37822	8.37822	11.4598	5.8486	11.6089	5.3908	0.1491	-0.46
Piso 2	D2	6.5454	6.5454	11.4626	5.9099	6.5454	6.5454	11.4626	5.9099	11.5819	5.1569	0.1193	-0.75
												0.149	0.75
Att1 =	278.77	Tn/m ²		ex = 0.05(Dx)		1.143							
Att2 =	262.77			ey = 0.05(Dy)		0.610							
p =	0.904												

Fuente: Elaborado por el investigador

Las excentricidades calculadas en las tablas tienen que ser menores que la excentricidad accidental, en ambos casos tanto en el eje x-x si cumple, pero en el eje y-y no cumplen con lo estipulado en la actual norma E030-2016.

3.6 Análisis sísmico estático

3.6.1 Cálculo del cortante estático en la base.

Con dicha investigación me permitirá poder obtener resultados únicos y de manera confiable de acuerdo con lo descrito en la aplicación de los formatos para los estudios en la evaluación sísmica, basado en la actual norma E.030-2016 del reglamento nacional de edificaciones y además acorde con las normas estipuladas por la universidad.

El análisis estático no se emplea usualmente para el diseño, sin embargo, es de gran importancia para:

- a) Poder verificar y ajustar la cortante dinámica en relación con el valor de la cortante.
- b) Para determinar el sistema estructural de la edificación (pórtico).

El cortante estático en la base V , de la edificación es calculado mediante la aplicación de la expresión en el artículo 4.5.2 que mostramos a continuación.

$$V = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

Teniendo en cuenta en todo momento de que:

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

La manera correcta de calcular el cortante en la base de la estructura es la que se muestra a continuación:

- a) Determinar el periodo fundamental T , de la estructura.
- b) Calcular el valor del factor de amplificación sísmica C , de acuerdo con el tipo de suelo, mediante la expresión del cálculo de la norma E-030.
- c) Evaluar el valor de C/R .
- d) Determinar el valor de $ZUCS / R$.

A continuación, se detalla el procedimiento paso a paso con la finalidad de determinar el cortante estático en la base de la estructura, mediante el uso del programa ETABS.

3.6.2 Cálculo del peso de diseño

La estructura clasifíco como categoría A, según la norma E.030 (categoría sistema estructural y regularidad de las edificaciones), por lo que en el cuadro 7, se ha considerado para el análisis sísmico a la carga permanente más el 50% de la carga viva (100% CM + 50% CV).

En azoteas y techo en general se considera el 25% de la carga viva (100% CM + 25% CV).

Cuadro 7: Porcentajes (%) de carga viva

Tipo	%	Carga
A y B	50	Viva
C	25	Viva
Deposito	80	Peso total almacenable
Azotea, Techo	25	Viva
Tanques, silos	100	Peso total almacenable

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones

Se le agrega las cargas tanto muerta como viva, de acuerdo con el valor que lo estipula la actual norma.

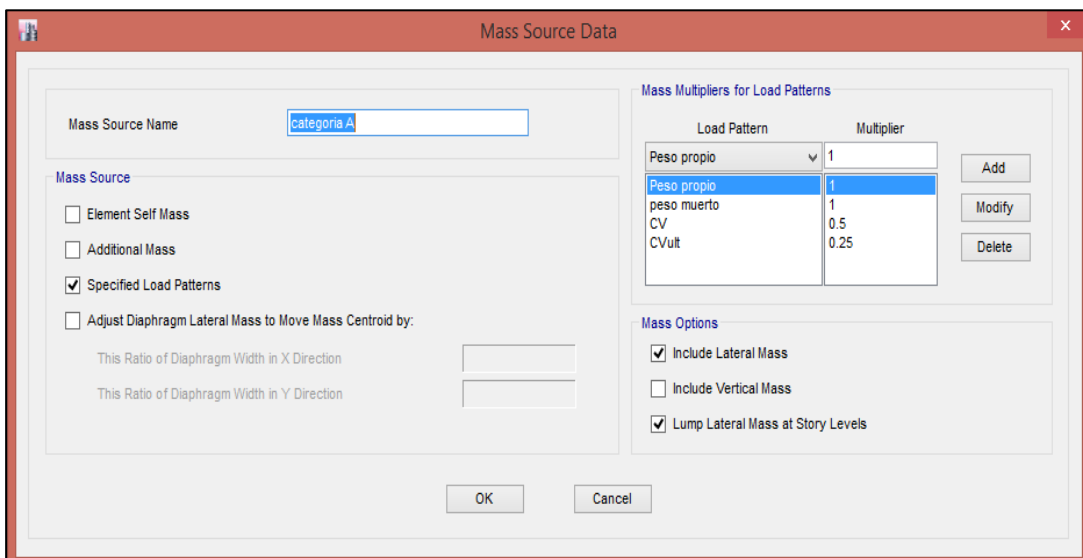


Figura 5: Ubicación de las edificaciones elegidas para el estudio. Fuente: Elaboración propia.

3.6.3 Determinar el periodo fundamental

En el programa Etabs podemos determinar el periodo fundamental T , de la edificación mediante la tabla “modal Participacion Mass Ratios en cada eje se considerarán los modos de vibración, en que la suma de masas efectivas sea por lo menos 90% de la masa de edificación, pero deberá tener en cuenta al tomarse por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis”.

Los Periodos y la masa participante se calculados con un análisis dinámico para 6 modos de vibración.

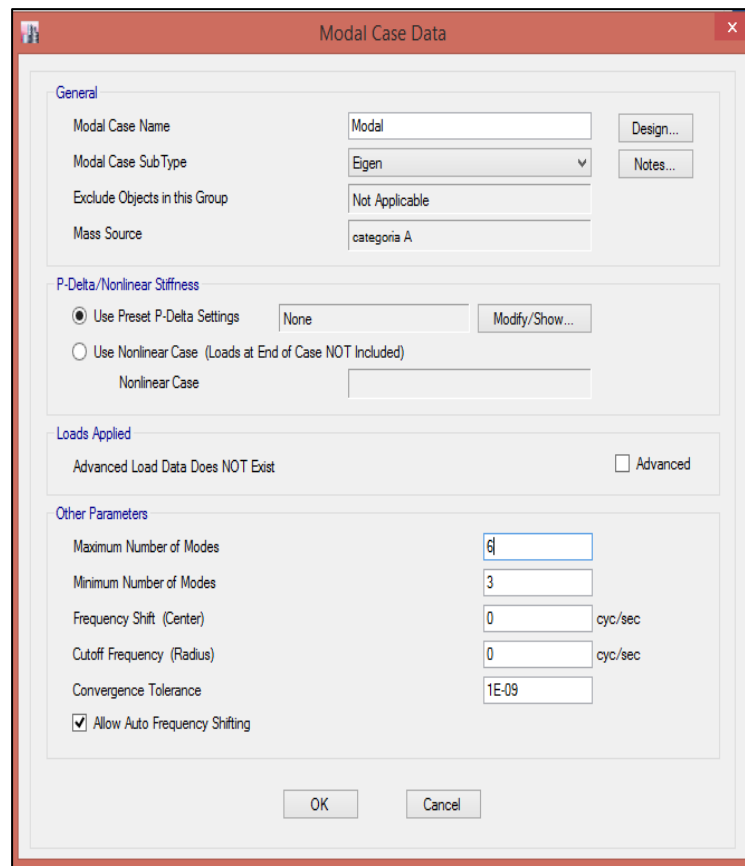


Figura 6: Masa participante en la estructura. Fuente: Elaboración propia.

El cálculo del número de modos de vibración según la estructura se debe al número de pisos que se construirán y por cada Nivel se tendrá 3 modos (2 niveles = 6 modos).

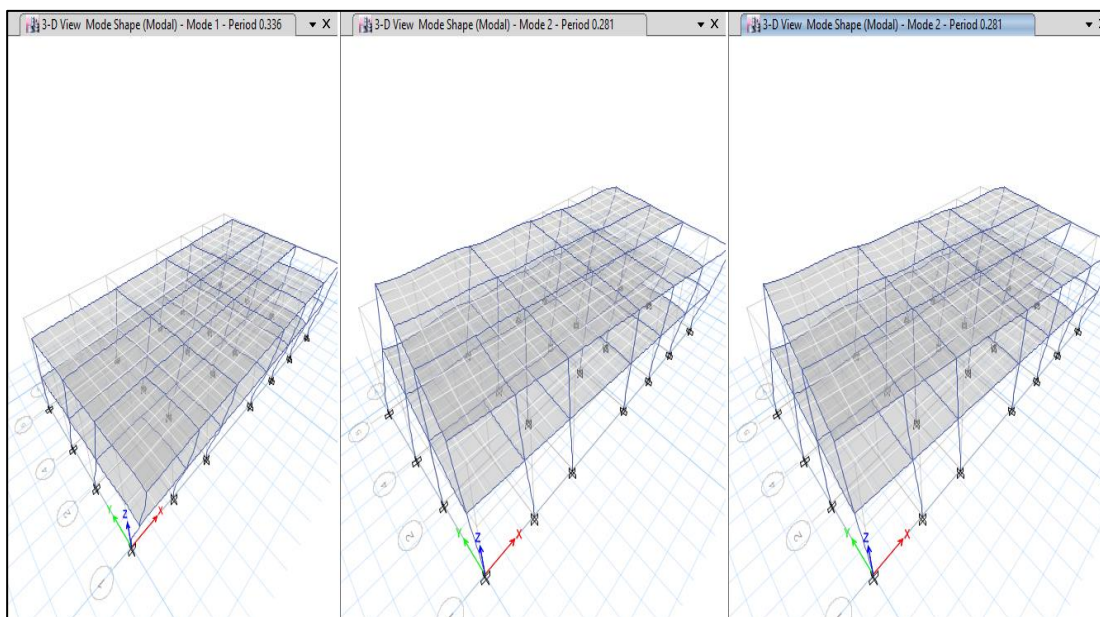


Figura 7: Modos de vibración de la estructura. Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente cuadro se tiene, que se alcanzó el 90% de la masa de la estructura en la dirección x-x y en el cuarto (04) modo de vibración y en Y-Y se alcanzó el 99 % de la masa de la estructura en el cuarto (05) modo de vibración. Cumpliendo así lo especificado en la norma E-030-Diseño sismo resistente.

Cuadro 8: Periodo de vibración

TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
Case	Mode	Period	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
		sec			
Modal	1.00	0.336	0.001	0.902	0.00
Modal	2.00	0.281	0.269	0.918	0.00
Modal	3.00	0.243	0.901	0.919	0.00
Modal	4.00	0.120	0.901	0.998	0.00
Modal	5.00	0.097	0.919	0.999	0.00
Modal	6.00	0.084	1.000	1.000	0.00

Fuente: Elaborado por el investigador

El periodo fundamental según los datos obtenidos en el Etabs:

- **Dirección Ux:** 0.243 s
- **Dirección Uy:** 0.336 s

3.6.4 Cálculo del factor de amplificación sísmica C.

Dependiendo de las condiciones locales del terreno, se establecen los siguientes límites para determinar el valor de C.

Para la dirección X

$$T \leq T_p$$

$$0.243 < 0.60$$

$$C=2.5$$

Para la dirección Y

$$T \leq T_p$$

$$0.336 < 0.60$$

$$C=2.5$$

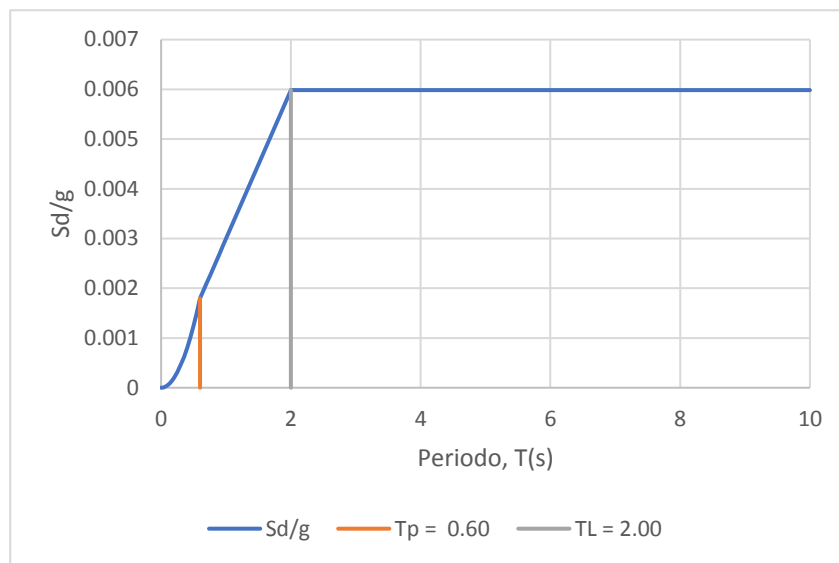


Figura 8: Factor de amplificación sísmica. Fuente: Elaboración propia.

Dependiendo de las condiciones locales del terreno, se establecen los siguientes límites para determinar el valor de C.

3.6.5 Evaluar el valor de C/R para ambas direcciones de análisis:

	C/R		
1	0.3125	≥	0.125
2	0.3125	≥	0.125

3.6.6 Determinar el valor de ZUCS/R:

$V_x =$	0.2215	Psis
$V_y =$	0.2215	Psis

3.6.7 Calcular el valor del valor exponencial de distribución k:

Dependiendo del periodo fundamental T, del edificio el facto k es igual a:

kx =	1.00
ky =	1.00

3.6.8 Distribución en la altura de la fuerza sísmica de cada dirección

Cuadro 9: Fuerzas sísmicas

Piso	h	wsis	Kx = 1.00				Ky = 1.00			
			w*h^(kx)	a	Fsis	Q	w*h^(kx)	a	Fsis	Q
2	6.6	191.511	1263.970	0.575	60.462	60.462	1263.970	0.575	60.462	60.462
1	3.3	283.596	935.867	0.425	44.767	105.229	935.867	0.425	44.767	105.229
			2199.837	1.000	105.229		2199.837	1.000	105.229	

Fuente: Elaborado por el investigador

En el programa, este dato se ingresa en la ventana “Define load Patterns”, ingresando el valor calculado en BASE shear Coefficient C, así como se muestra en la siguiente figura.

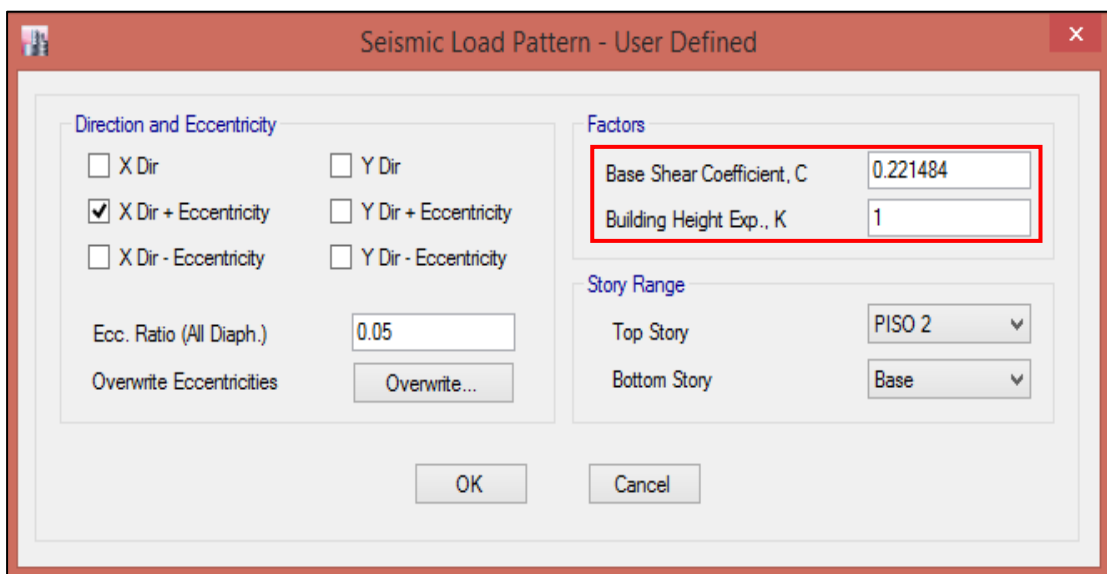


Figura 9: Patrón de carga sísmica x-x. Fuente: Elaboración propia.

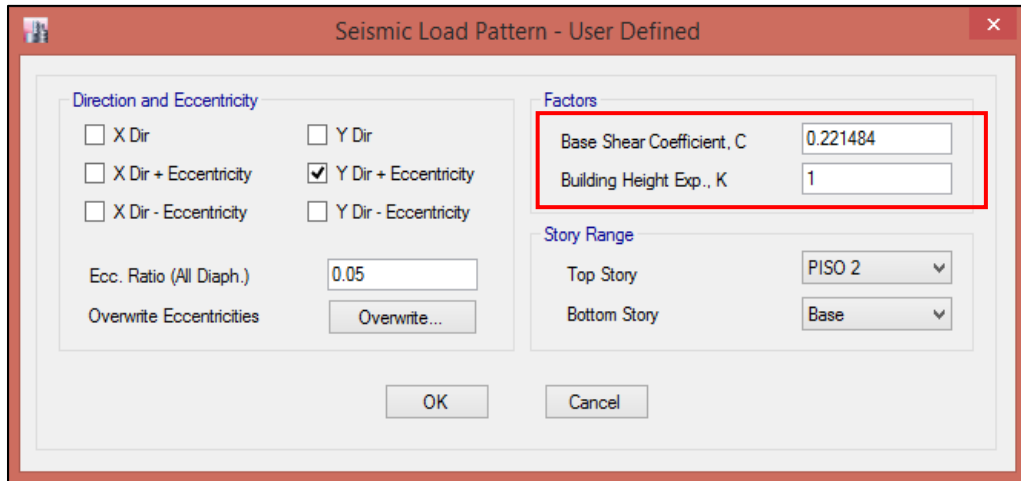


Figura 10: Patrón de carga sísmica y-y. Fuente: Elaboración propia.

3.6.8.1 Cálculo del cortante de la base – datos del Etabs

Cuadro 10: Fuerzas sísmicas

DATOS DEL ETABS				
Piso	Fsix	Qx	Fsisy	Qy
2	60.26	60.26	60.26	60.26
1	44.66	104.919	44.66	104.919

Fuente: Elaborado por el investigador

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
PISO 2	SXXEST okkk	Bottom	0	-60.262	0	392.9022	0	-198.8646
PISO 2	SYBEST okkk	Bottom	0	0	-60.262	-759.6412	198.8646	0
PISO 1	SXXEST okkk	Bottom	0	-104.919	0	681.3217	0	-545.0973
PISO 1	SYBEST okkk	Bottom	0	0	-104.919	-1322.4447	545.0973	0

Figura 11: Fuerzas cortantes Etabs. Fuente: Elaboración propia.

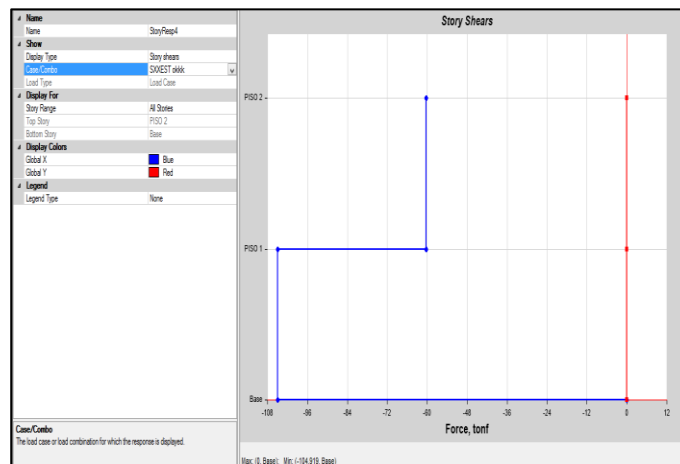


Figura 12: Fuerzas cortantes x-x (estático). Fuente: Elaboración propia.

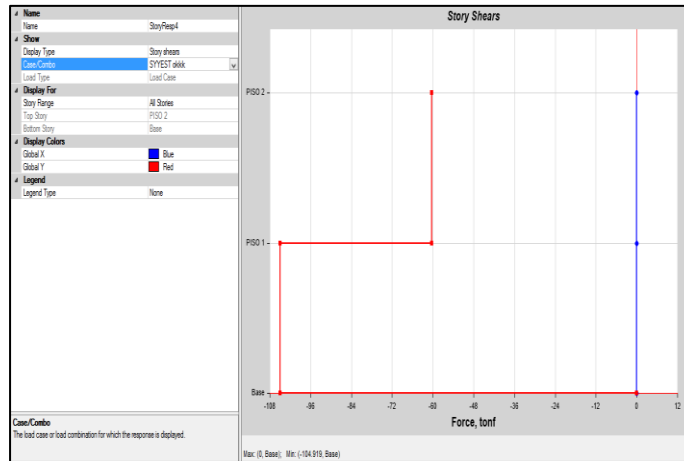


Figura 13: Fuerzas cortantes y-y (estático). Fuente: Elaboración propia.

3.6.9 Distorsiones estáticas máximas de la estructura

Cuadro 11: Distorsiones estáticas de la estructura

story Drifts							
Story	Load Case/Combo	Dirección	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 2	DISTORESTATICO Max	X	0.005137	27	22.86	12.2	6.6
PISO 2	DISTORESTATICO Max	Y	0.007050	22	0	12.2	6.6
PISO 1	DISTORESTATICO Max	X	0.005414	27	22.86	12.2	3.3
PISO 1	DISTORESTATICO Max	Y	0.008649	22	0	12.2	3.3

Fuente: Elaborado por el investigador

Sí cumple con lo estipulado en la norma E30-2016:

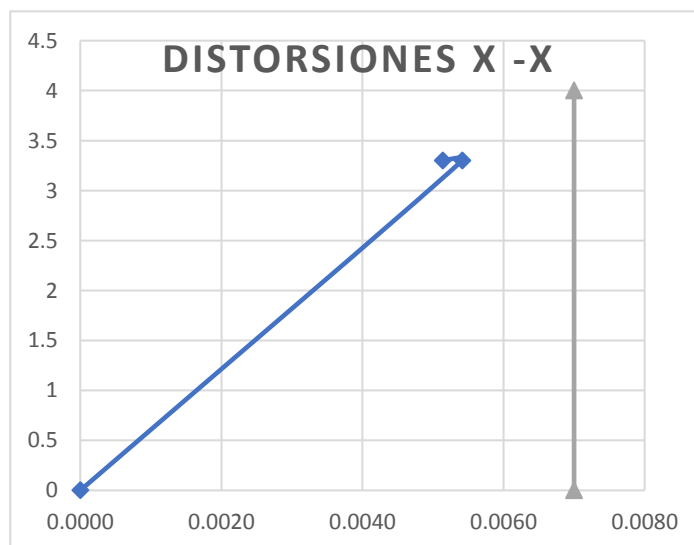


Figura 14: Distorsiones x-x (estático). Fuente: Elaboración propia.

No cumple con lo estipulado en la norma E30-2016:



Figura 15: Distorsiones y-y (estático). Fuente: Elaboración propia.

La distorsión máxima que representa la estructura en la dirección x-x es de 0.005414 y en la dirección y-y es aproximadamente 0.008649, es menor en la dirección x-x, pero en la dirección y-y es mayor al valor estipulado en la norma E-030 artículo 15.1 (Límites para desplazamiento lateral de entrepiso).

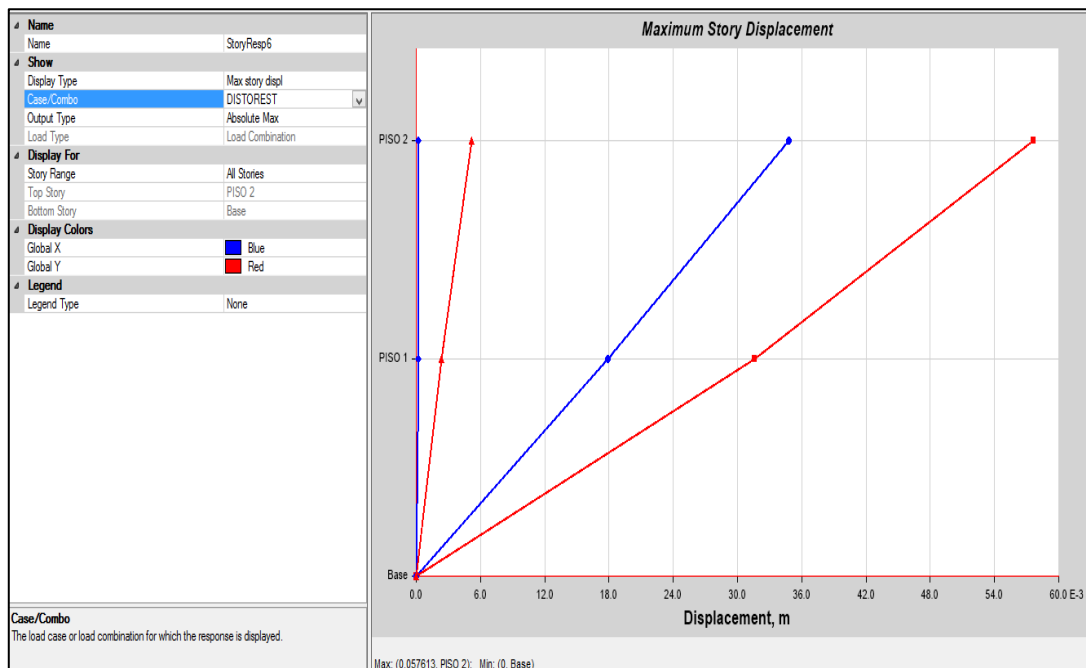


Figura 16: Distorsiones máximas de la edificación. Fuente: Elaboración propia.

3.7 Análisis sísmico Dinámico

3.7.1 Parámetros sísmicos

El cortante dinámico es determinado mediante la incorporación de un espectro de aceleración de diseño que combinando con todos los efectos producidos las formas modales mediante métodos conocidos de combinación modal se obtiene un valor para la cortante en la base. Para el análisis sísmico de la estructura se efectuó un análisis dinámico, utilizando para esto un análisis por combinación modal espectral de la norma E-030 Diseño sismorresistente. A continuación, se presenta el espectro que es aplicado a la estructura utilizando los siguientes parámetros.

a) Factor de zona:

La zona de Chiclayo se encuentra en la zona sísmica 4, por lo tanto, según la norma E-030, el cual tiene un valor de 0.45.

b) Factor de suelo:

La estructura está ubicada sobre un tipo de suelo S2 (suelo intermedio) al que le corresponde un factor de amplificación del suelo de 1.05, y de los periodos T_p (0.6) y T_l (2.0), valores dados en la norma E-030.

c) Factor de reducción sistema estructura:

Según la norma E-030 para un sistema de Pórticos, le corresponde un coeficiente de $R=8$.

d) Factor de uso:

Según la norma E-030 los locales municipales le corresponden un factor $U=1.5$.

Entonces los parámetros sísmicos para el análisis serán:

PARAMETROS SISMICOS	
<i>Z</i>	0.45
<i>U</i>	1.50
<i>S</i>	1.05
<i>Rxx y Ryy</i>	8.00

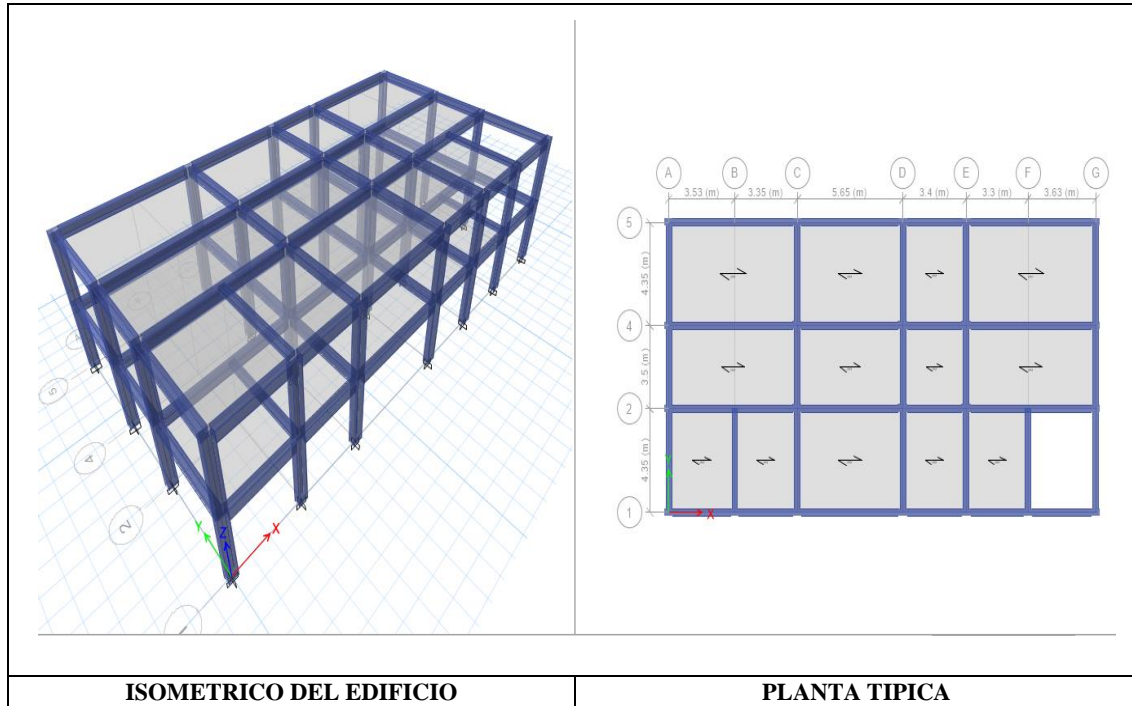


Figura 17: Modelo estructural de la edificación. Fuente: Elaboración propia.

Calculo de la pseudoaceleración (S_a)

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

$$S_a = \frac{0.45 \times 1.5 \times 1.05 \times 2.5}{8 * T} \times 9.81$$

$$S_a = \frac{2.173}{T}$$

3.7.2 Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se calculará como el producto del coeficiente R_0 y de los factores I_a , I_p obtenidos en ambas direcciones X-X y Y-Y.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

$$R = 8 * 1 * 1$$

$$R = 8.00$$

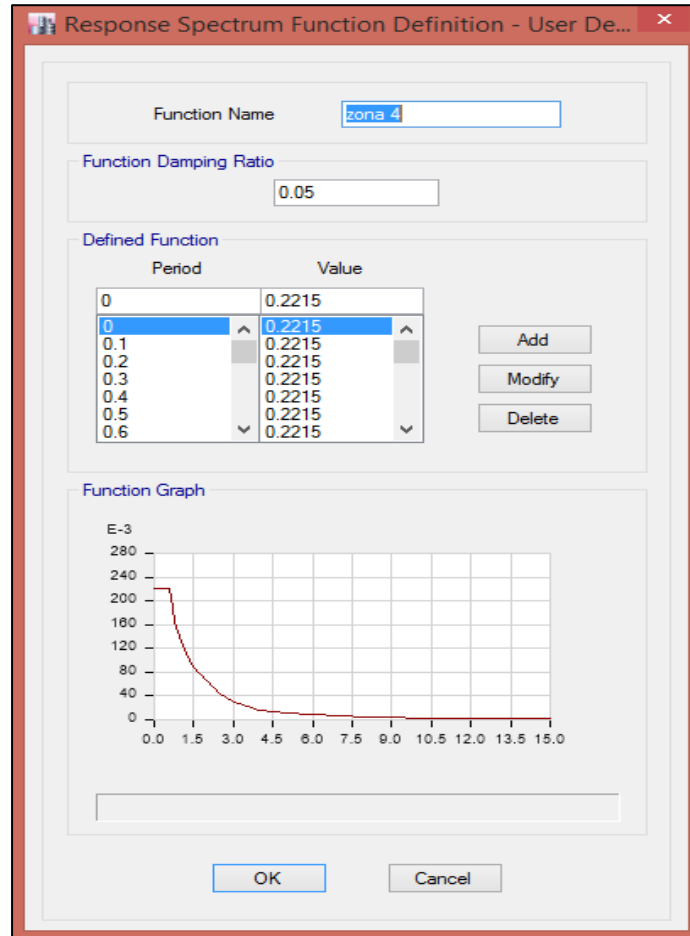


Figura 18: Espectro de aceleración en Etabs. Fuente: Elaboración propia.

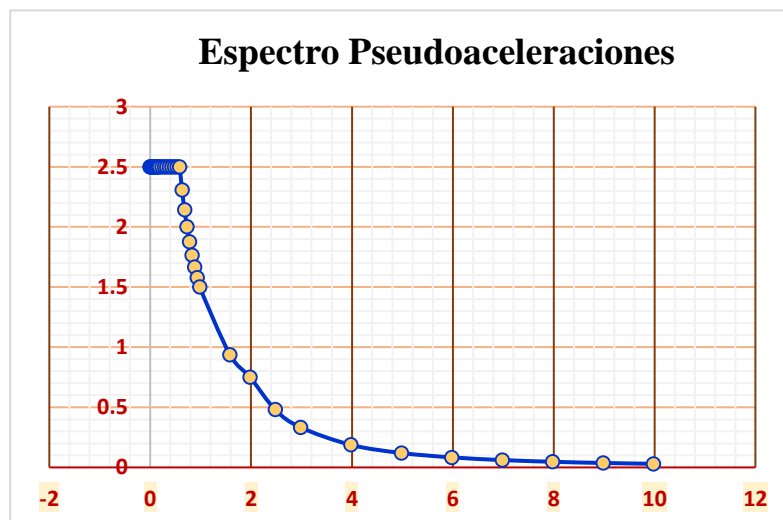


Figura 19: Espectro de aceleración con la norma E.030 - 2016. Fuente: Elaboración propia.

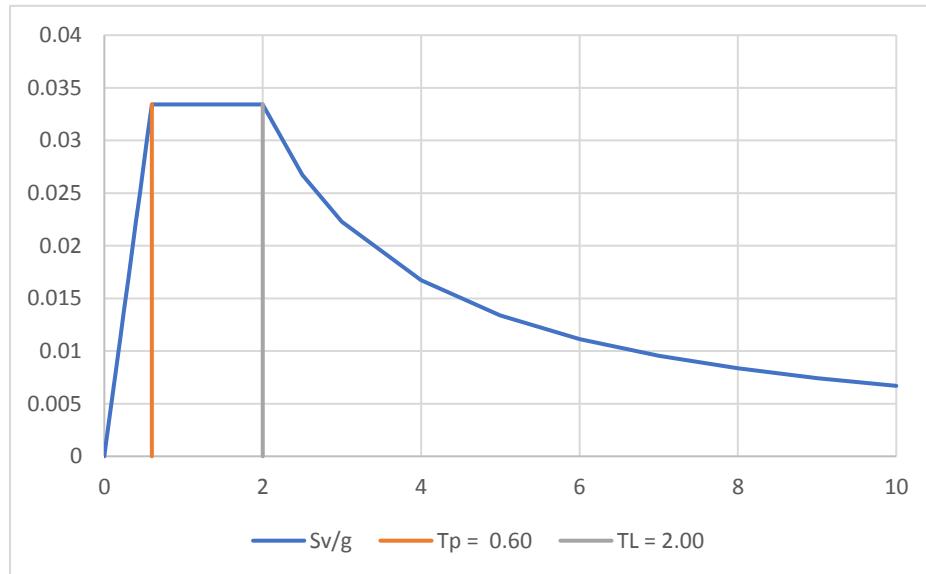


Figura 20: Periodo de vibración vs Espectro de pseudo aceleración. Fuente: Elaboración propia.

3.7.3 Desplazamientos y derivas de piso

En el programa Etabs los desplazamientos de la estructura son obtenidos de una forma visual y también en tablas, por lo tanto, las derivas que también se describen como los desplazamientos relativos de cada piso, y son calculados de la manera como lo muestre a continuación:

$$\Delta_{elastico} - i = \frac{\delta_i - \delta_{i-1}}{h_i}$$

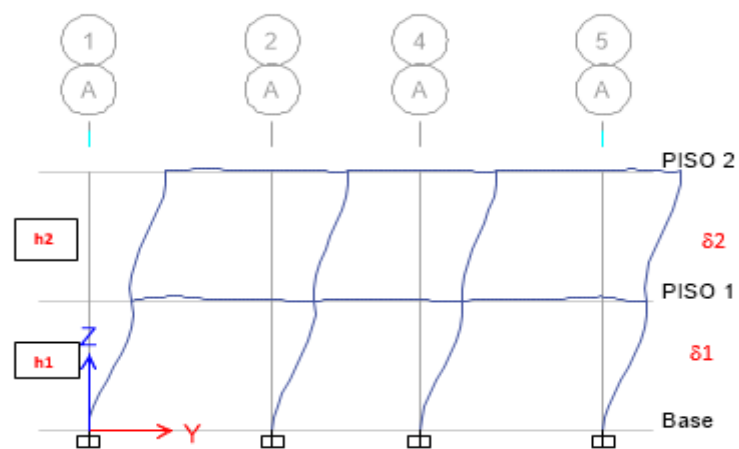


Figura 21: Desplazamientos de la estructura. Fuente: Elaboración propia.

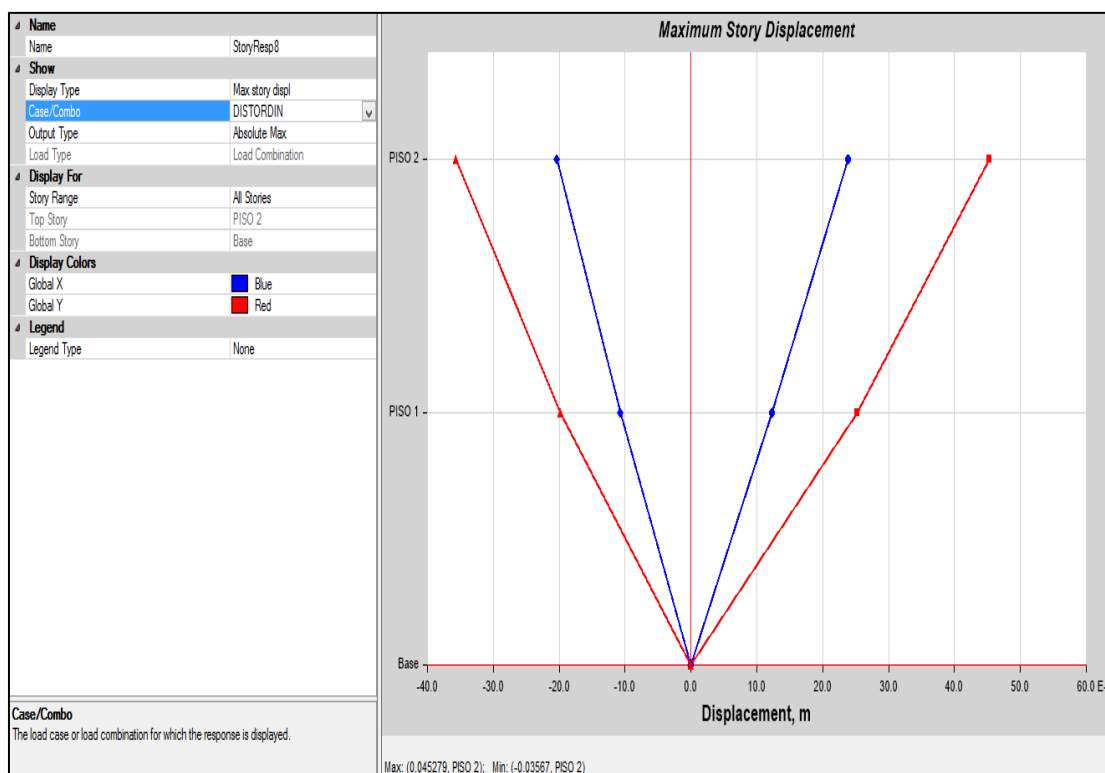


Figura 22: Desplazamientos de cada piso Etabs. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 12: Distorsiones dinámicas de la estructura

story Drifts							
PISOS	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
Pisos 2	Distordinamico Max	X	0.003501	27	22.86	12.2	6.6
Pisos 2	Distordinamico Max	Y	0.006130	22	0	12.2	6.6
Pisos 2	Distordinamico Max	X	0.003728	27	22.86	12.2	3.3
Pisos 2	Distordinamico Max	Y	0.007646	22	0	12.2	3.3

Fuente: Elaborado por el investigador

La distorsión máxima que presenta el edificio en la dirección X-X es de 0.003728 y en la dirección Y-Y es aproximadamente 0.007646 y el valor en X-X son menores y en Y-Y es mayor al parámetro estipulado en la norma E-030 (“LIMITES PARA DEPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO”).

Si cumple con lo estipulado en la norma E030-2016:

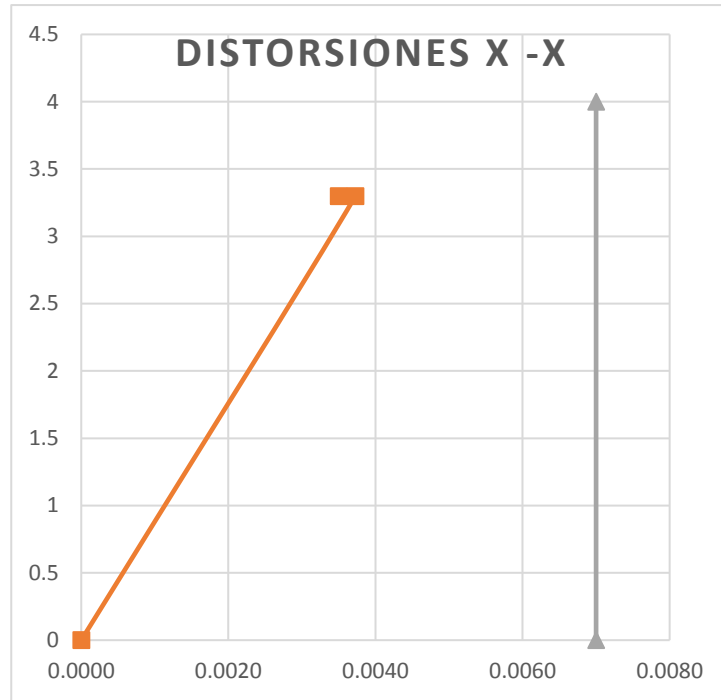


Figura 23: Distorsiones x-x (Dinámico). Fuente: Elaboración propia.

No cumple con lo estipulado en la norma E030-2016:

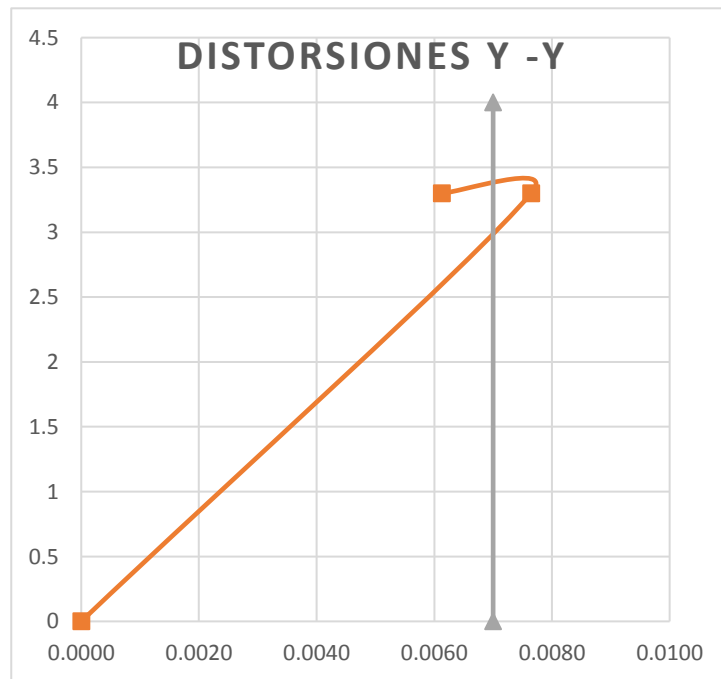


Figura 24: Distorsiones y-y (Dinámico). Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 13: Distorsiones de la edificación

N	h	<i>Estático</i>						<i>Dinámico</i>					
		Distorsión		□re		□abs		Distorsión		□re		□abs	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
2	2.8	0.0051	0.007	0.0170	0.0233	0.0348	0.0520	0.0035	0.0061	0.0116	0.0202	0.024	0.045
1	3.2	0.0054	0.009	0.0179	0.0285	0.0179	0.0290	0.0037	0.0076	0.0123	0.0252	0.012	0.025
MAX		0.0054	0.009	0.0179	0.0285	0.0348	0.0520	0.0037	0.0076	0.0123	0.0252	0.024	0.045

Fuente: Elaborado por el investigador

Como podemos ver en la siguiente tabla las distorsiones máximas en el análisis estático en el eje x es 0.0054 y en el eje Y es 0.009, y en el análisis dinámico las distorsiones máximas son 0.0037 y 0.0076 y son valores menores en el eje X-X y los valores en eje Y-Y son mayores a lo estipulado por la norma E-030 (Límites para el desplazamiento lateral por entrepiso). Además también tenemos desplazamientos absolutos y relativos teniendo valores: en el estático los valores máximos en el desplazamiento relativo es de 0.0179 en el eje x-x y en el eje y-y 0.0285; y los desplazamientos absolutos es de 0.0348 en el eje x –x y 0.0520 en el eje y –y; Mientras que en el dinámico el desplazamiento relativo es de 0.0123 en el eje x-x y en el eje y-y 0.0252; y los desplazamientos absolutos es de 0.024 en el eje x –x y 0.045 en el eje y –y.

3.8 Verificación de la relación cortante Dinámica-Estática

3.8.1 Fuerza cortante mínima en la base

Para efectos del diseño luego de haber realizado el análisis estático y dinámico del edificio y haber realizado la verificación de la rigidez, la norma indica que debemos verificarlo mediante en AMRE (Artículo 4.6) deber ser igual a por lo menos en cómo se indica en el artículo 4.6.4 de la NTE 030. En las direcciones de la estructura consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la base del edificio no tiene que ser menor que al 80% del valor calculado para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares. El cortante en la base por el análisis estático es de: V_x : 104.919 tn y V_y : 104.919 tn.

$$V_{Diseño} \geq \begin{cases} 0.80V_{FLE} & \rightarrow \text{Regular} \\ 0.90V_{FLE} & \rightarrow \text{Irregular} \end{cases}$$

De acuerdo con nuestro modelo de investigación, la estructura es totalmente regular tanto en planta como en altura, por lo tanto, $V_{diseño-AMRE} = 0.80 * (V_{estático})$.

Cuadro 14: Fuerzas cortantes (Dinámicas)

STORY FORCES							
PISO	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX
					tonf	tonf-m	tonf-m
Piso 2	SXXDIN Max	Bottom	0	34.7216	1.7549	243.019	5.7913
Piso 2	SYYDIN Max	Bottom	0	1.7873	36.7905	406.986	121.408
Piso 1	SXXDIN Max	Bottom	0	62.052	3.1753	431.232	16.1388
Piso 1	SYYDIN Max	Bottom	0	3.1753	67.7659	746.825	341.734

Fuente: Elaborado por el investigador

Se tiene que el cortante en la base por el análisis dinámico es de: V_x : 62.052 en la dirección x-x lo cual representa el 59.14% y V_y : 67.7659 en la dirección y-y lo cual representa el 64.59%. Como podemos ver 62.052 tn y 67.7659 tn es menor que $V_{diseño}$ en X y Y, por lo tanto, hace falta escalar al valor mínimo establecido, entonces:

- $FS_x - x = 0.80 \left(\frac{V_{FLE}}{V_{AMRE}} \right) = 0.80 \left(\frac{104.919}{62.052} \right) = 1.3527$
- $FS_y - y = 0.80 \left(\frac{V_{FLE}}{V_{AMRE}} \right) = 0.80 \left(\frac{104.919}{67.7659} \right) = 1.2386$

Este valor debe ser ingresado en ETABS para cumplir con el valor de $V_{diseño}$ calculado. La siguiente figura muestra la manera de escalar el cortante por AMRE al mínimo calculado.

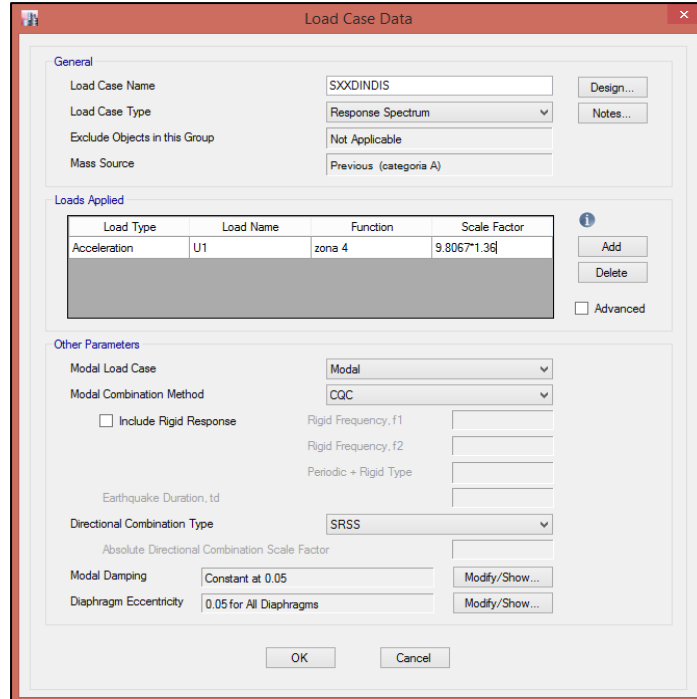


Figura 25: Sismo Dinámico Diseño x-x. Fuente: Elaboración propia.

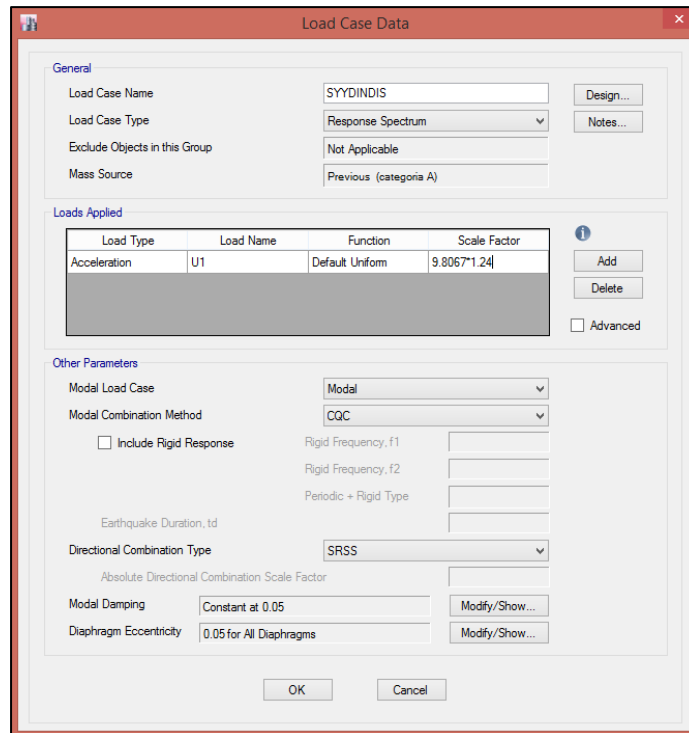


Figura 26: Sismo Dinámico Diseño y-y. Fuente: Elaboración propia.

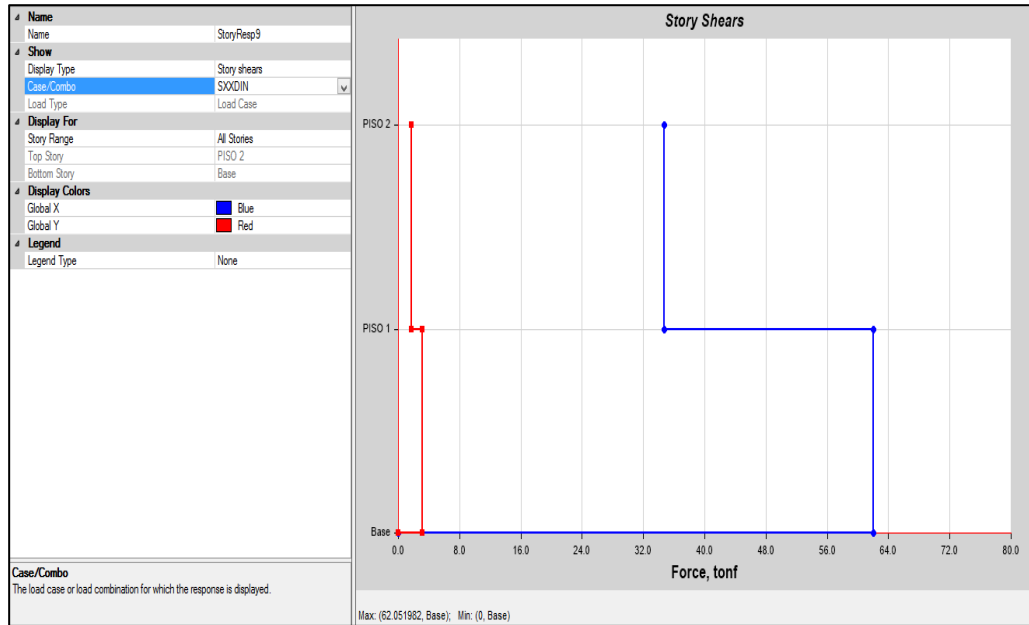


Figura 27: Fuerzas sísmicas x-x (Dinámico). Fuente: Elaboración propia.

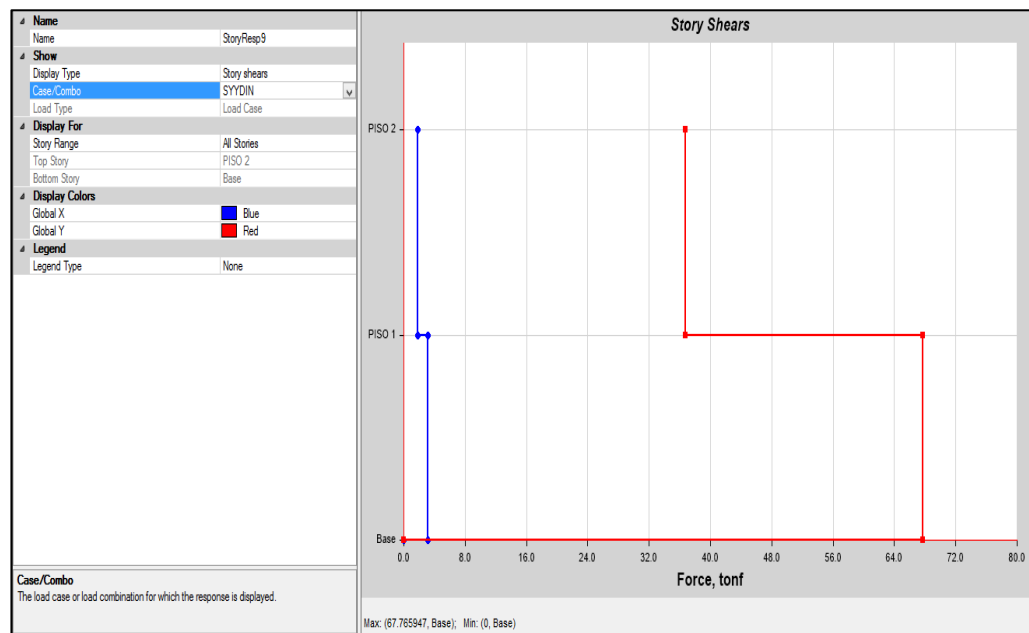


Figura 28: Fuerzas sísmicas y-y (Dinámico). Fuente: Elaboración propia.

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
PISO 2	SXXDINDIS Max	Bottom	0	47.2216	2.3867	330.5084	7.8762	155.8313
PISO 2	SYYDINDIS Max	Bottom	0	2.2162	45.6204	504.6657	150.5475	7.3136
PISO 1	SXXDINDIS Max	Bottom	0	84.391	4.3184	586.4789	21.9489	428.9424
PISO 1	SYYDINDIS Max	Bottom	0	3.9374	84.0301	926.0677	423.7521	20.1983

Figura 29: Fuerzas cortantes Dinámico de diseño Etabs. Fuente: Elaboración propia.

3.8.2 Verificación de la masa participativa

Cuadro 15: Masas participativas

TABLE: Modal Participating Mass Ratios				
Case	Mode	Period	UX	UY
		sec		
Modal	1.00	0.336	0.0013	0.9026
Modal	2.00	0.281	0.2686	0.0154
Modal	3.00	0.243	0.6314	0.0013
Modal	4.00	0.120	0.0001	0.0793
Modal	5.00	0.097	0.0179	0.0013
Modal	6.00	0.084	0.0807	0.0001
sumatoria			1.0000	1.0000
Masa participativa			100 %	100 %

Fuente: Elaborado por el investigador

La norma establece que la masa participativa en ambas direcciones debe ser mayor a 90% -> Ux (Ok) – Uy (Ok).

Case	Item Type	Item	Static %	Dynamic %
Modal	Acceleration	UX	100	100
Modal	Acceleration	UY	100	100
Modal	Acceleration	UZ	0	0

Figura 30: Masas participativas. Fuente: Elaboración propia.

3.9 Verificación de irregularidades estructurales altura - planta

3.9.1 Irregularidad de rigidez - Piso blando

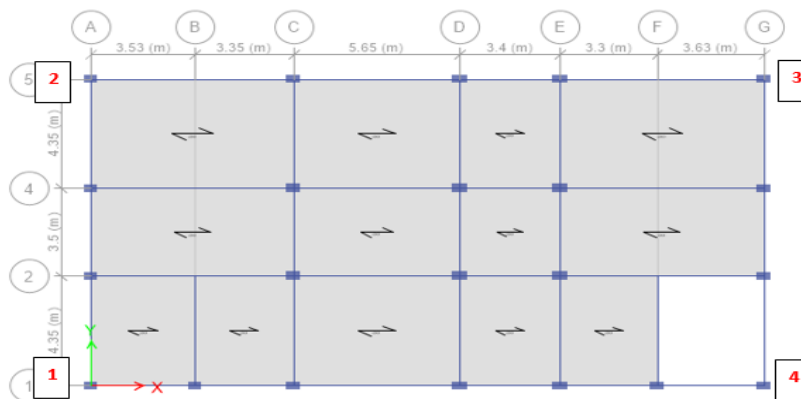


Figura 31: Edificación en planta en Etabs. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 16: Irregularidad de rigidez – piso blando en altura

Distorsiones											Condición			
N	1		2		3		4		PROMEDIO		# 1		# 2	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
2	0.0146	0.0161	0.0159	0.0161	0.0146	0.0167	0.0159	0.0167	0.0152	0.0164	0.5620	0.5785	-----	-----
1	0.0054	0.0062	0.0059	0.0062	0.0054	0.0064	0.0059	0.0064	0.0057	0.0063	0.3720	0.3848	0.2060	0.2209
											0.9389	0.9552	0.8469	0.8773

Fuente: Elaborado por el investigador

En ambos casos cumple, ya que las derivas de entrepiso deben ser menor que 1.4 veces el valor del entrepiso inmediato superior(1era condición) ya, que tanto en el eje x el mayor es 0.94 y en el eje y es 0.96 cumpliendo en ambos sentidos, Además, también el promedio de las distorsiones de los tres entrepisos superiores adyacentes deben ser menores que 1.25 (2da condición) ya que en el eje x el mayor valor es 0.85 y en el eje y es 0.88 por lo que la condición en ambos sentidos cumple.

3.9.2 Irregularidad de masa o peso

Cuadro 17: Irregularidad de masa o peso

N	Masa	Peso	
2	19.522	191.51	-----
1	28.909	283.60	1.4808

Fuente: Elaborado por el investigador

No hay irregularidad de masa o peso, ya que el piso adyacente no es mayor que 1.5 veces del piso anterior.

3.9.3 Irregularidad de Geometría vertical

Cuadro 18: Irregularidad de geometría vertical

<i>CM-Desplaz-Abs</i>		<i>CM-Desplaz-rel</i>	
<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
0.02060	0.03812	0.0099	0.0168
0.01074	0.02130	0.0107	0.0213

Fuente: Elaborado por el investigador

No hay irregularidad de geometría vertical ya que la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es menor que 1.3.

3.9.4 Irregularidad Torsional

Cuadro 19: Irregularidad de geometría vertical

<i>N</i>	<i>DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS</i>													
	<i>1</i>		<i>2</i>		<i>3</i>		<i>4</i>		<i>Máximo</i>		<i>CM-Desplaz- abs</i>		<i>Condición</i>	
	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
2	0.009	0.020	0.011	0.020	0.011	0.015	0.009	0.015	0.011	0.020	0.0206	0.0381	0.560	0.530
1	0.011	0.025	0.012	0.025	0.012	0.019	0.011	0.019	0.012	0.025	0.0107	0.0213	1.145	1.184
													1.145	1.184

Fuente: Elaborado por el investigador

No hay irregularidad estructural en planta, ya que las direcciones del análisis de la estructura, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en los extremos de edificación; por lo tanto, es calculado incluyendo la excentricidad accidental sea mayor que 1.2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga, teniendo en el eje x-x 1.145 y en y-y valores como 1.184 por lo que no vemos irregularidad en el eje x-x.

3.9.5 Discontinuidad del Diafragma

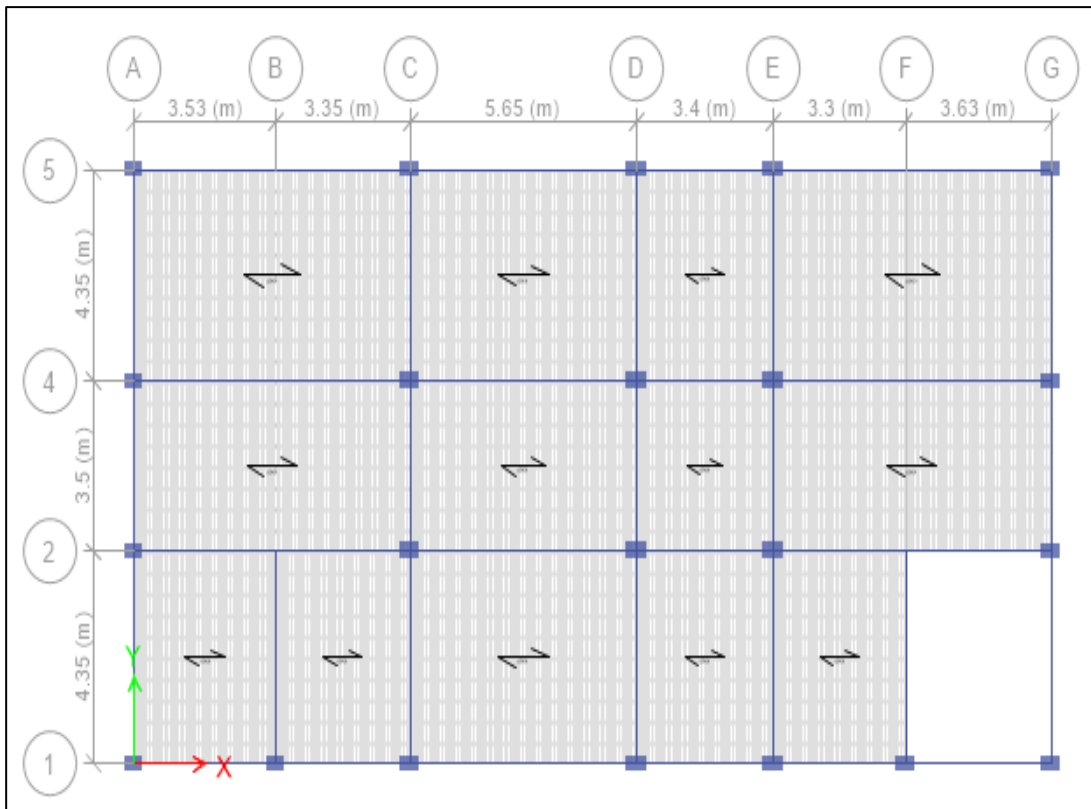


Figura 32: Vista en planta Etabs. Fuente: Elaboración propia.

Los diafragmas no presentan discontinuidades Abruptas, y si vemos el valor de Ahuecos es menor al 50% de Área Bruta.

$$A \text{ Huecos} = 15.94$$

$$A \text{ Bruta} = 278.77$$

$$\frac{AH}{AB} = 0.057 \text{ m}^2$$

3.10 Análisis Estático No Lineal

Para los análisis estáticos, esta aplicación se realiza mediante el análisis estático no lineal, a su vez son llamados también Pushover. Los criterios utilizados en el análisis sísmico para el modelamiento y otros requerimientos establecidos como el ASCE 41-13, ATC-40, FEMA 356, VISION 2000 y el reglamento nacional de edificaciones del Perú (RNE 2016). Estos parámetros aportaron para establecer un modelo matemático para el análisis de la estructura.

Las rigideces efectivas que empleamos de acuerdo a los parámetros estipulados por ATC-40, en la Cuadro 21 muestra los valores utilizados en el modelo.

Cuadro 20: Irregularidad de geometría vertical

Componente	Rigidez a flexión	Rigidez a corte	Rigidez Axial
Vigas	$0.50 E_c I_g$	$0.40 E_c I_w$	$E_c A_g$
Columnas	$0.70 E_c I_g$	$0.40 E_c I_w$	$E_c A_g$

Fuente: ATC-40

3.10.1 Modelamiento para el Análisis Pushover

El Análisis Pushover se aplicó en el sentido longitudinal el eje x-x, dado que presenta el lado más desfavorable de la edificación; por lo tanto, se aplicó un empotramiento en su base para mantener su rigidez.

Dicho análisis tendrá como finalidad determinar el punto máximo de demanda sísmica utilizando el sismo del sitio de estudio, por coincidencia que es determinado por el espectro de respuesta que lo especifica la norma E030-2016. Se procede a definir los casos de carga a partir de los patrones de carga. Teniendo en consideración las dos cargas que van a hacer aplicadas como es la carga gravitacional no lineal (CGNL) y el análisis estático no lineal (PUSHLA).

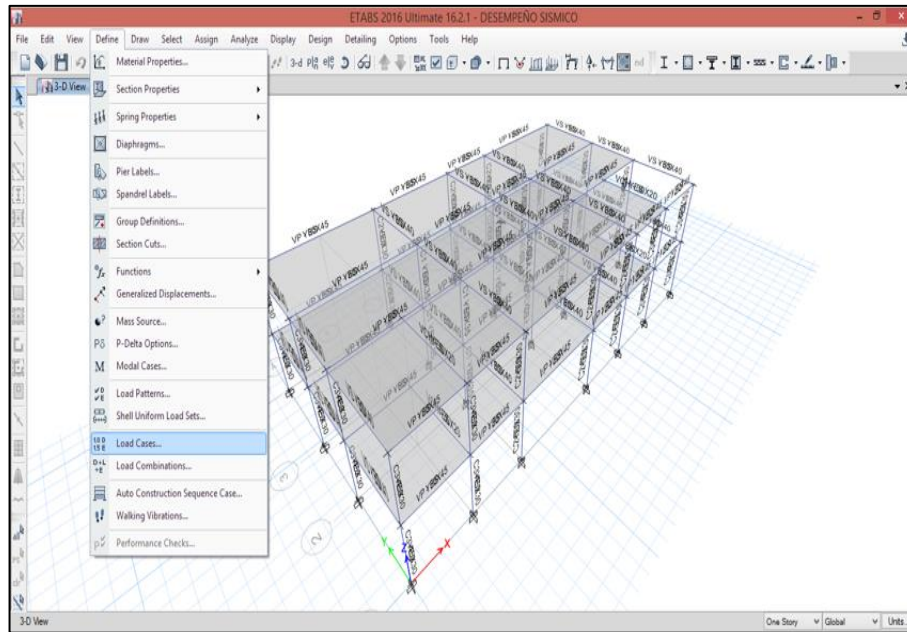


Figura 33: Casos de carga Etabs. Fuente: Elaboración propia.

Después se crea en el programa Etabs la carga gravitacional no lineal (CGNL). Se debe considerar los factores de carga muerta y carga viva por cada piso de la estructura de acuerdo con lo estipulado en la E030-2016.

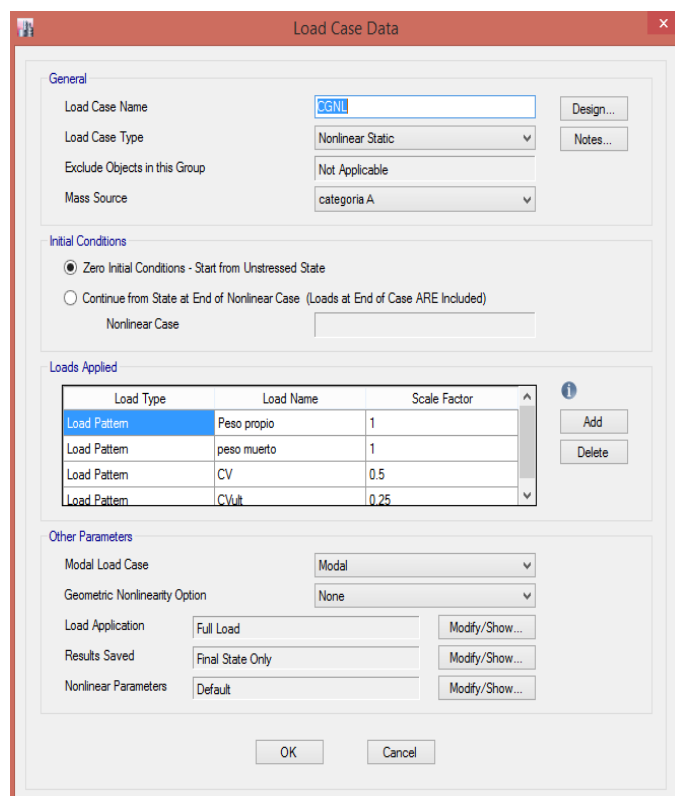


Figura 34: Carga gravitacional no lineal. Fuente: Elaboración propia.

Continuamos creando con el análisis estático no lineal (PUSHLA), se debe generar para las dos direcciones del análisis para la estructura que está en estudio para su verificar su comportamiento sísmico.

Análisis estático no lineal también es llamado Pushover se va a determinar en el eje x-x de la estructura.

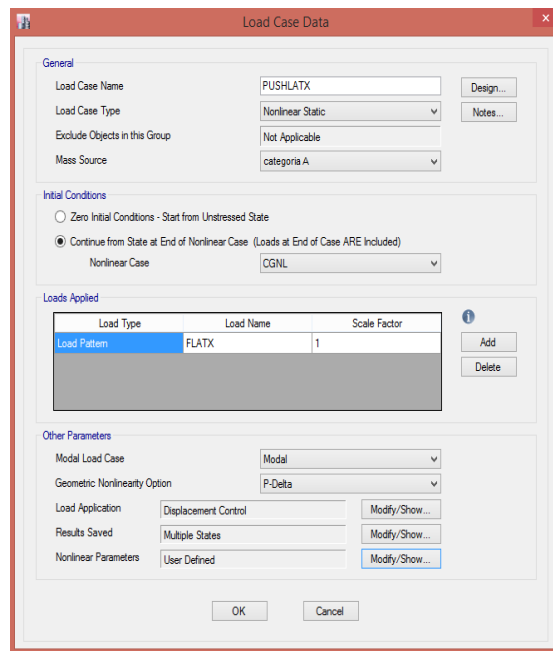


Figura 35: Análisis estático no lineal del eje x-x. Fuente: Elaboración propia.

Denotamos en la estructura un punto de control de desplazamiento un punto en el techo.

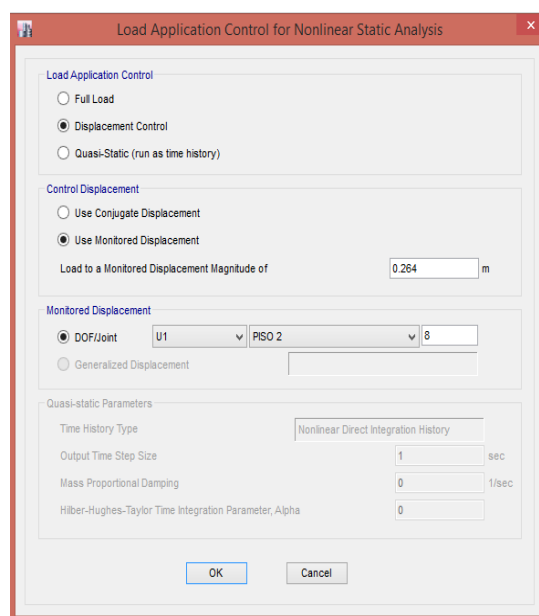


Figura 36: Punto de control del eje x-x. Fuente: Elaboración propia.

Hacemos lo mismo para la otra dirección de la estructura.

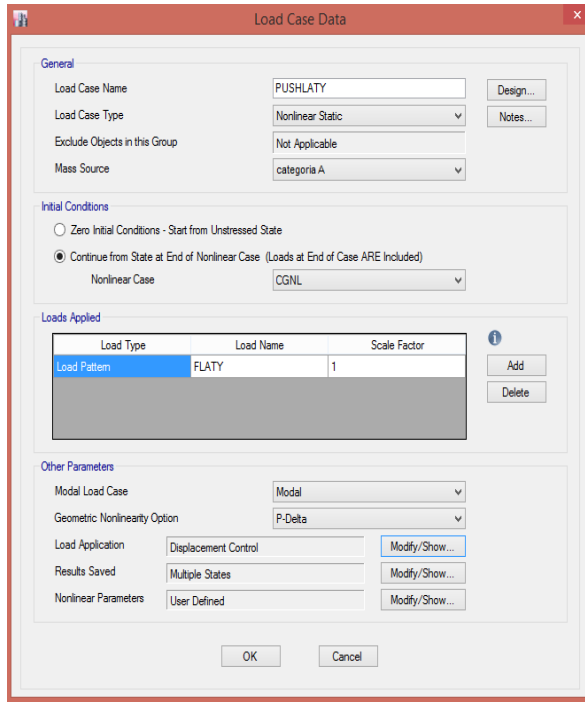


Figura 37: Análisis estático no lineal del eje y-y. Fuente: Elaboración propia.

Denotamos en la estructura un punto de control de desplazamiento un punto en el techo. Cuyo desplazamiento controlado va estar en U2 de la estructura.

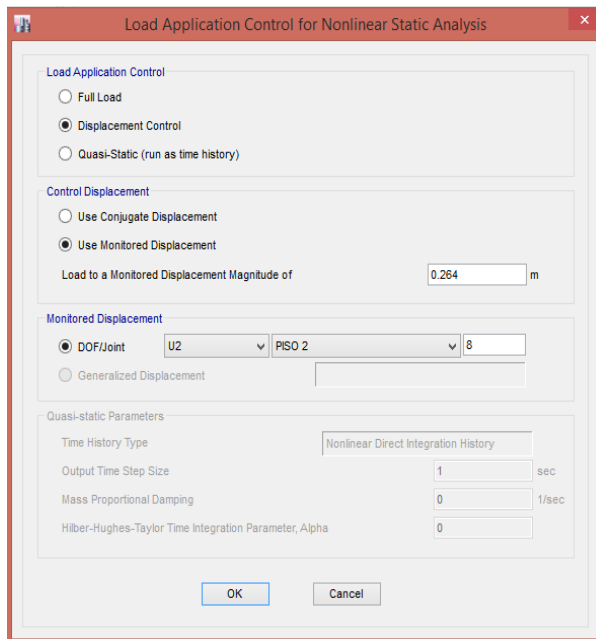


Figura 38: Punto de control del eje y-y. Fuente: Elaboración propia.

3.10.2 Rotulas Plásticas

Cuando ocurre un sismo los elementos de la estructura como son las vigas y columnas sufren daños en zonas de la cara de los nudos adyacentes en una longitud determinada, todo depende de la posición de las secciones estructurales de los elementos. El daño de los elementos no es uniforme, sino como lo muestra en la figura 39 ya que se concentra más hacia los nudos.

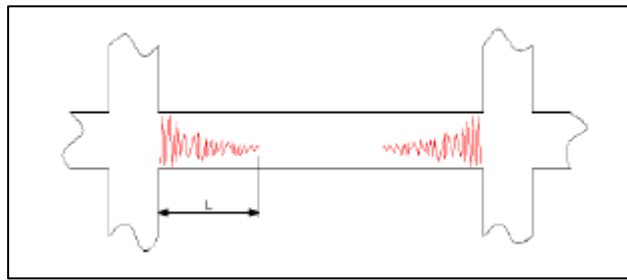


Figura 39: Idealización del daño en vigas. Fuente: ASCE 41-13.

Se aplican y se ubican las rotulas plásticas, según la normativa deseada. La ubicación de las rotulas en vigas se debe encontrar lo más cercano posible de la cara de la columna como lo muestra la figura 40 que se concentra toda la deformación inelástica. Para la longitud de rotulas plásticas se considera un aproximado de 0.4 a 0.5 veces el peralte del elemento.

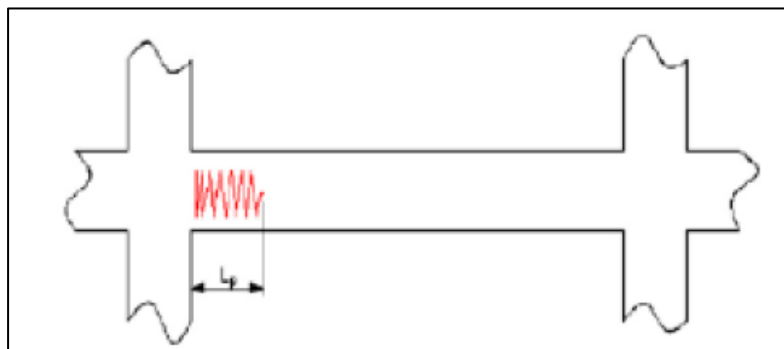


Figura 40: Longitud plástica. Fuente: ASCE 41-13.

Determinar estos datos nos permiten saber la relación que hay entre momento-curvatura a la relación momento-giro, dichos valores se obtienen multiplicando cada valor de curvatura por la longitud de rotula efectiva y posteriormente determinar el comportamiento de los elementos.

3.10.3 Diagramas Momento - Giro

El diagrama momento – giro se obtiene mediante la multiplicación de los valores de la curvatura por la longitud de rótula plástica L_p de elemento de la estructura y denota en cada sección de los elementos. Este diagrama denota la capacidad de rotación inelástica de los elementos.

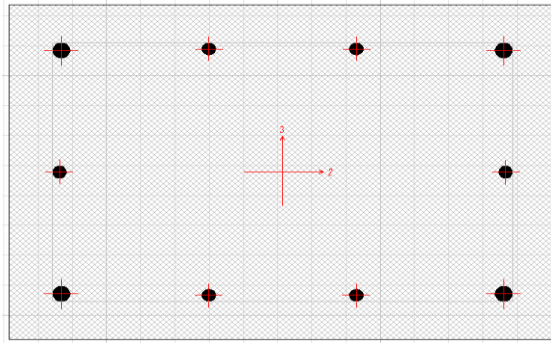


Figura 41: Sección de elementos estructurales. Fuente: Elaboración propia.

Es necesario definir los materiales que posteriormente van a servir para determinar su comportamiento en un modelo tanto concreto y el acero.

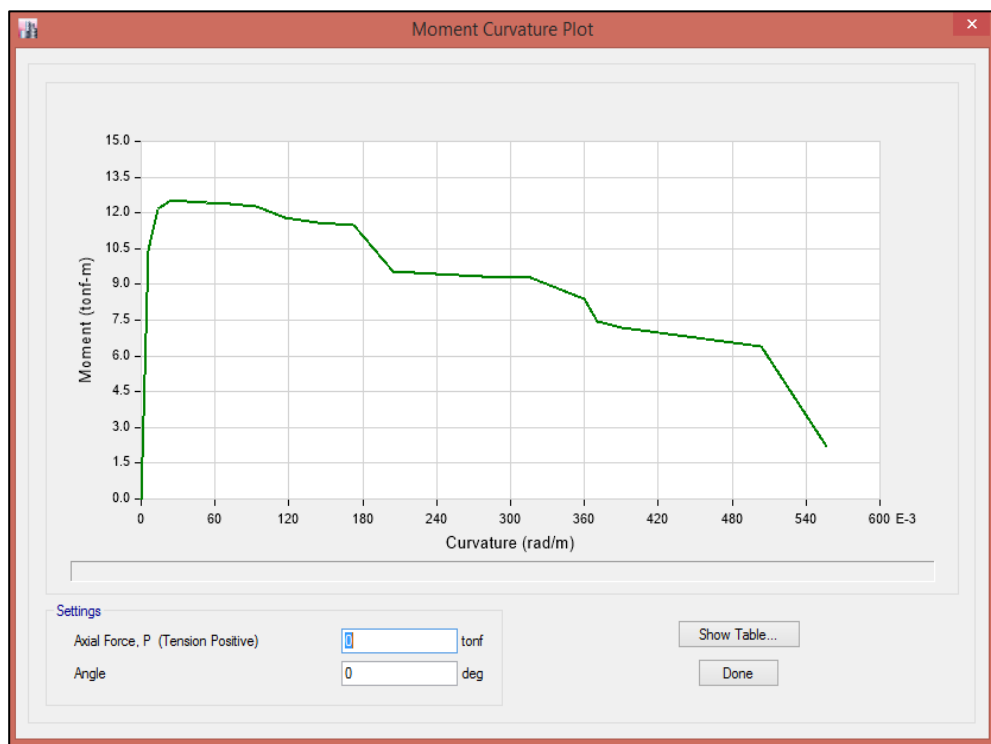


Figura 42: Diagrama Momento-Curvatura. Fuente: Elaboración propia.

El código FEMA 356 estipula trazos rectos definidos como se muestra en la figura 43, por puntos notables que lo simplifica como A, B, C, D y E para plantear un Diagrama Momento-Giro.

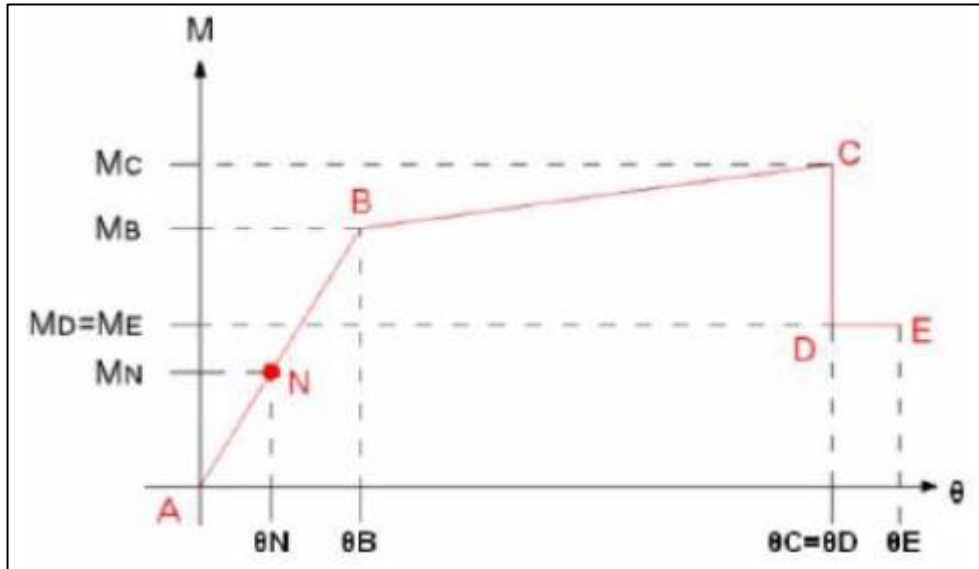


Figura 43: Diagrama Momento-Giro Simplificado. Fuente: ASCE 41-13.

Además, el FEMA 356 estipula tres puntos IO (ocupación inmediata), LS (Seguridad de vida) y CP (Prevención del colapso) que denotados para definir los criterios de aceptación para la articulación. Como lo muestra la figura 44 y 45, los valores de deformación varían dependiendo al tipo de elemento estructural de la edificación.

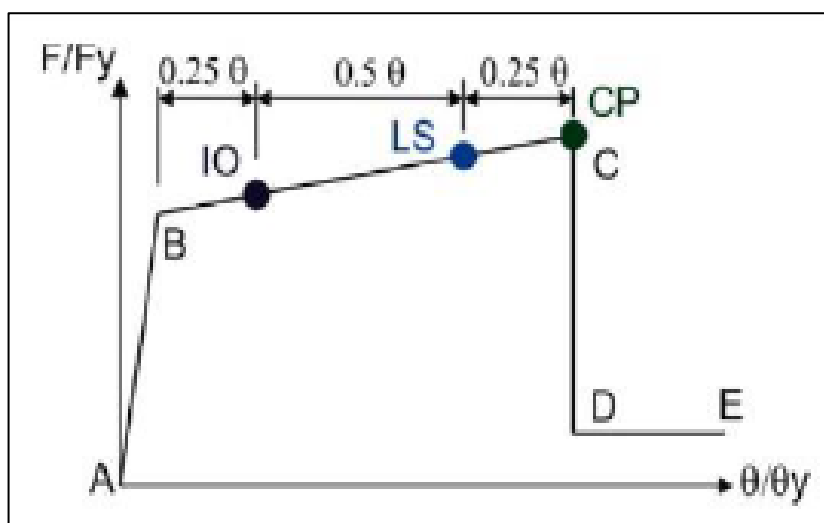


Figura 44: Identificación de respuestas límites en una columna. Fuente: FEMA 356.

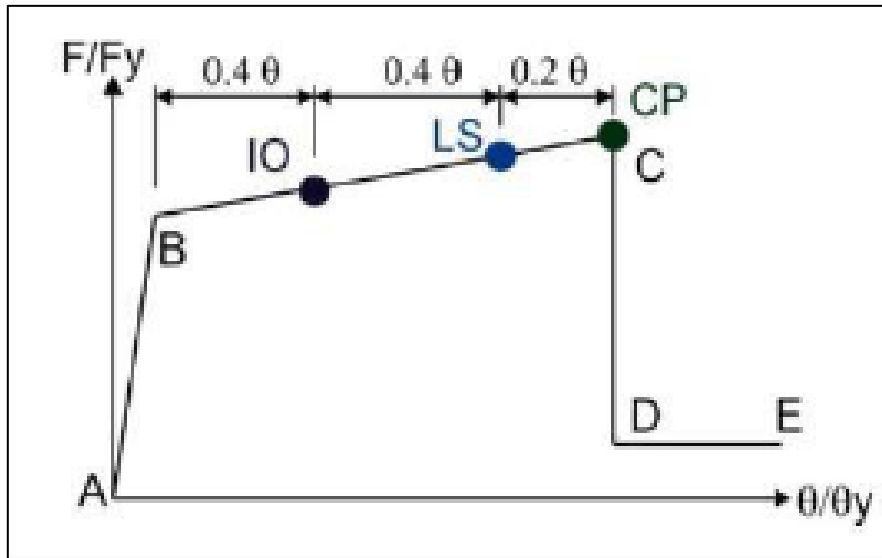


Figura 45: Identificación de respuestas límites en una Viga. Fuente: FEMA 356.

Con las consideraciones anteriores, las rotulas plásticas se van a determinar como lo muestra la figura 46, en que las columnas se van a ubicar en los extremos de los elementos y para las vigas se ubican en los extremos y en la zona central de las mismas.

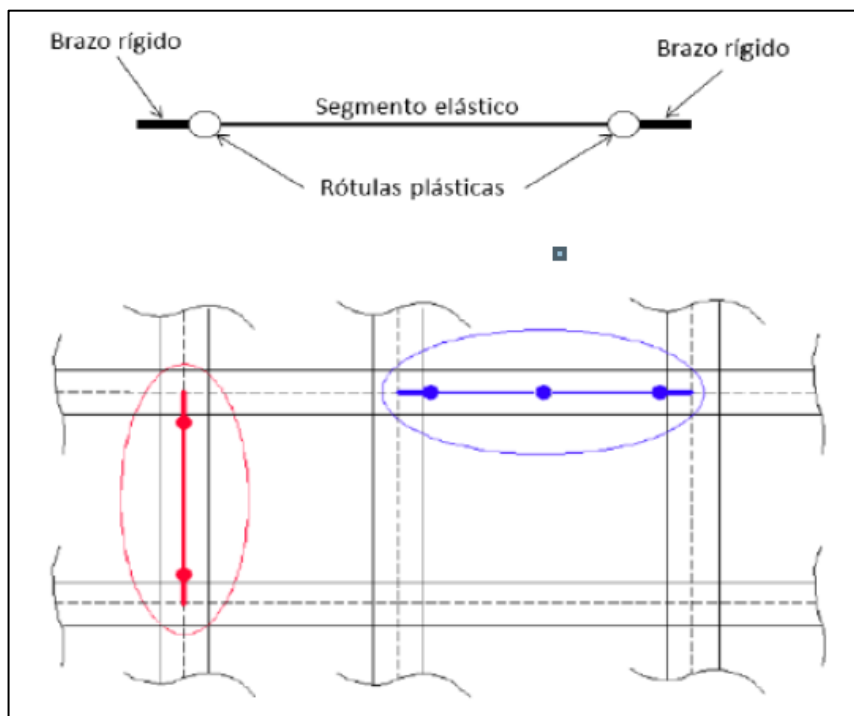


Figura 46: Modelado de rótulas plásticas en vigas y columnas. Fuente: ASCE 41-13.

3.10.3.1 Diagramas Momento-Giro para Columnas X-X

Se denotaron tres tipos de articulaciones plásticas para columnas. Dichos valores se ven reflejados en la construcción de diagrama de interacción, cuyo diagrama es un lugar geométrico que grupa todas las resistencias de una columna, placa y otros elementos que estén diseñadas a flexo compresión, es decir que los esfuerzos (carga axial y momentos). En la figura 47 y 48 representan las denominaciones usadas para agrupar las secciones de columna en la estructura y a su vez denotar la ubicación de las diferentes rótulas plásticas en el elemento de columnas.

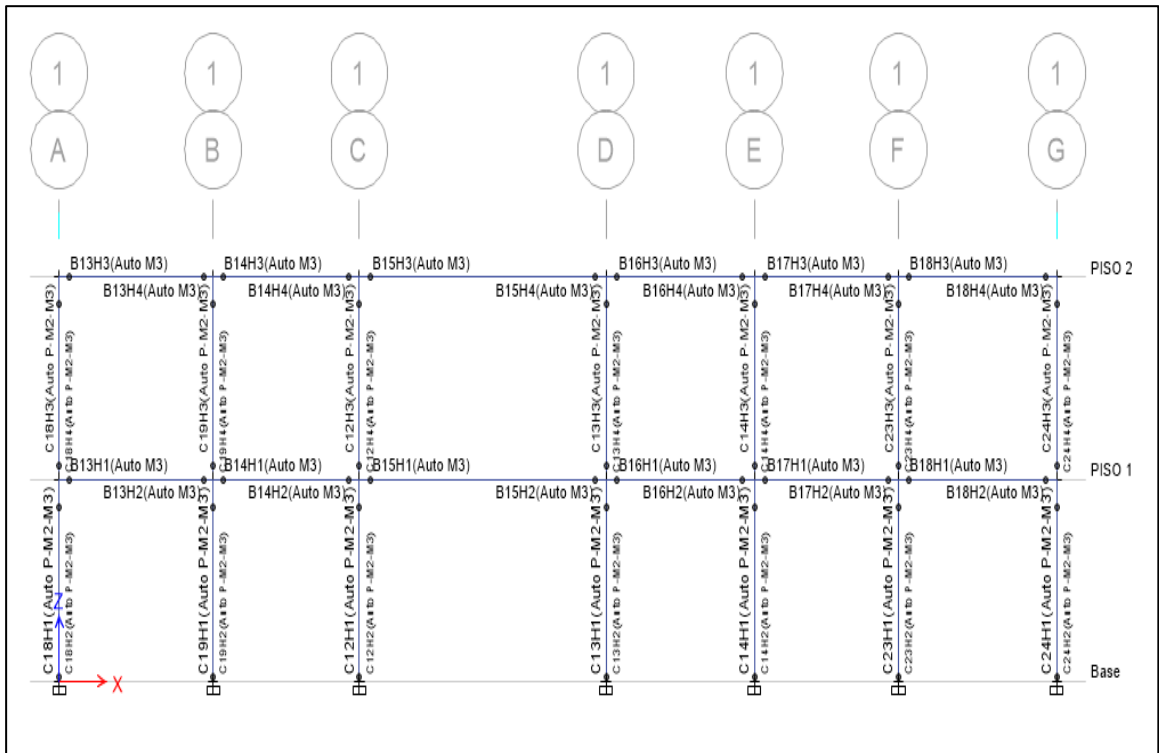


Figura 47: Ubicación de las rótulas plásticas en las columnas en el eje x-x. Fuente:

Elaboración propia.

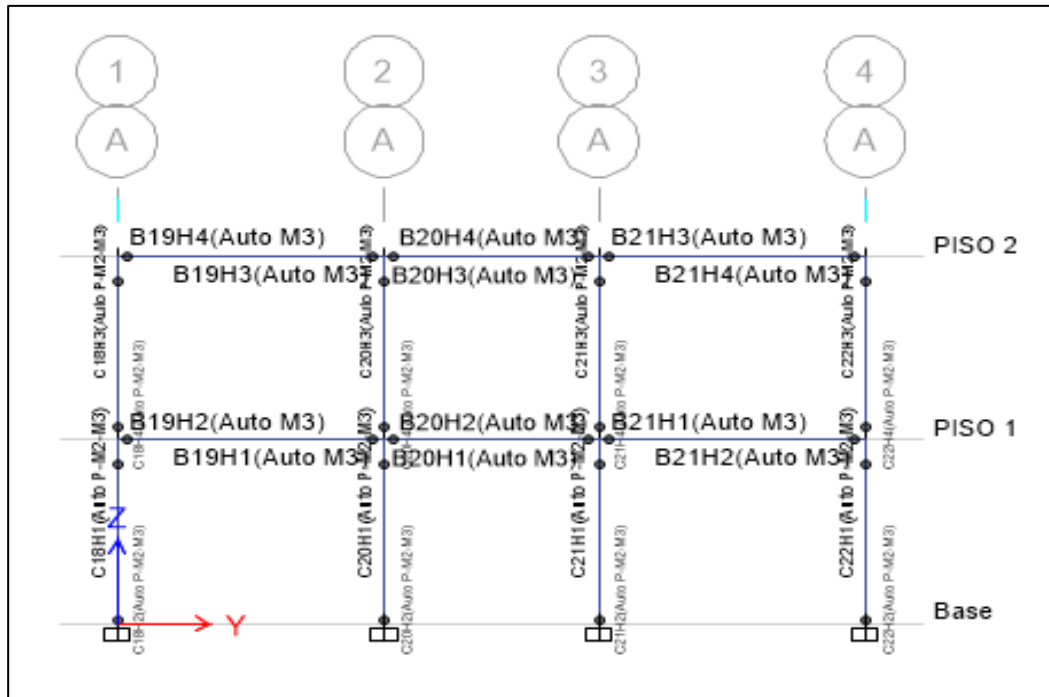


Figura 48: Ubicación de las rótulas plásticas en las columnas en el eje y-y. Fuente: Elaboración propia.

Columna C-1 X-X.

Base =	0.50 m
Altura =	0.35 m
Lp =	0.175 m

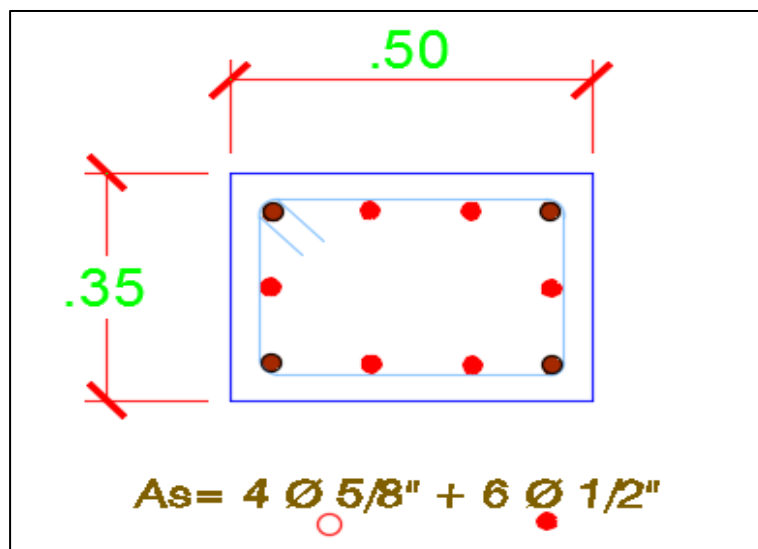


Figura 49: Sección Transversal Columna C-1 x-x. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 21: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs C-1 x-x.

TABLE: Moment Curvature Data"		
Point	Curvature	Moment
	rad/m	tonf-m
1	0.0000	0.0000
2	0.0083	12.2261
3	0.0206	14.0342
4	0.0371	14.1373
5	0.0578	14.2765
6	0.0825	14.9012
7	0.1114	15.7241
8	0.1444	15.7445
9	0.1815	15.2971
10	0.2228	14.3261
11	0.2682	14.0865
12	0.3177	5.4320
13	0.3713	4.9788
14	0.4291	2.0276
15	0.4910	1.9989

Fuente: Elaborado por el investigador

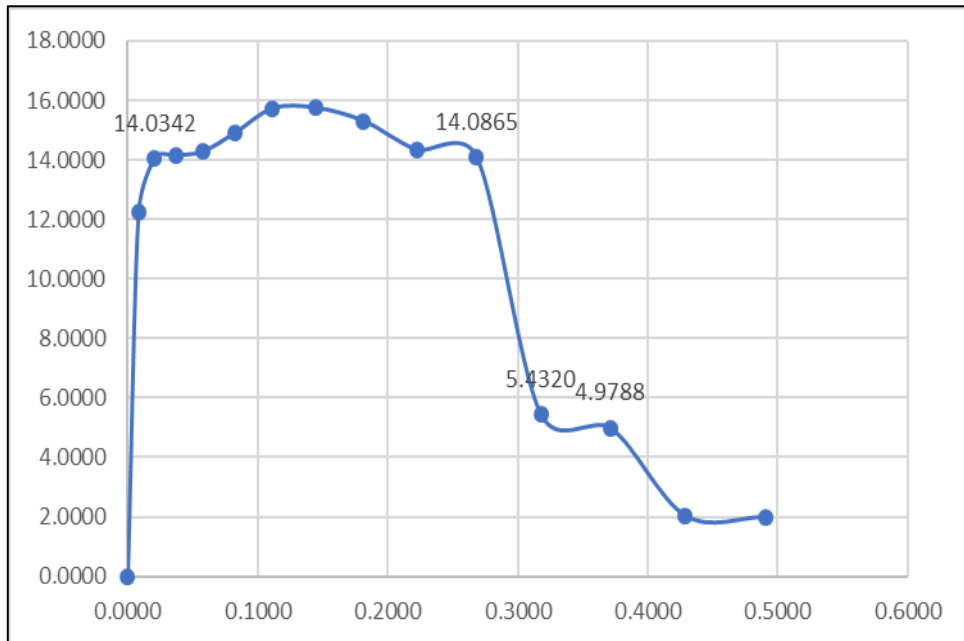


Figura 50: Diagrama Momento - Curvatura C-1 x-x. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 22: Datos de Momento – Giro de columna C-1 x-x.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	Lp (m)	GIRO (Rad)
-E	-0.3713	-4.9788	0.175	-0.0650
-D	-0.3177	-5.4320	0.175	-0.0556
-C	-0.2682	-14.0865	0.175	-0.0469
-B	-0.0206	-14.0342	0.175	-0.0036
A	0.0000	0.0000	0.175	0.0000
B	0.0206	14.0342	0.175	0.0036
C	0.2682	14.0865	0.175	0.0469
D	0.3177	5.4320	0.175	0.0556
E	0.3713	4.9788	0.175	0.0650

Fuente: Elaborado por el investigador

Cuadro 23: Criterios de aceptación para la articulación C-1 x-x.

Θ	IO	LS	CP
0.0433	0.0144	0.0361	0.0469

Fuente: Elaborado por el investigador

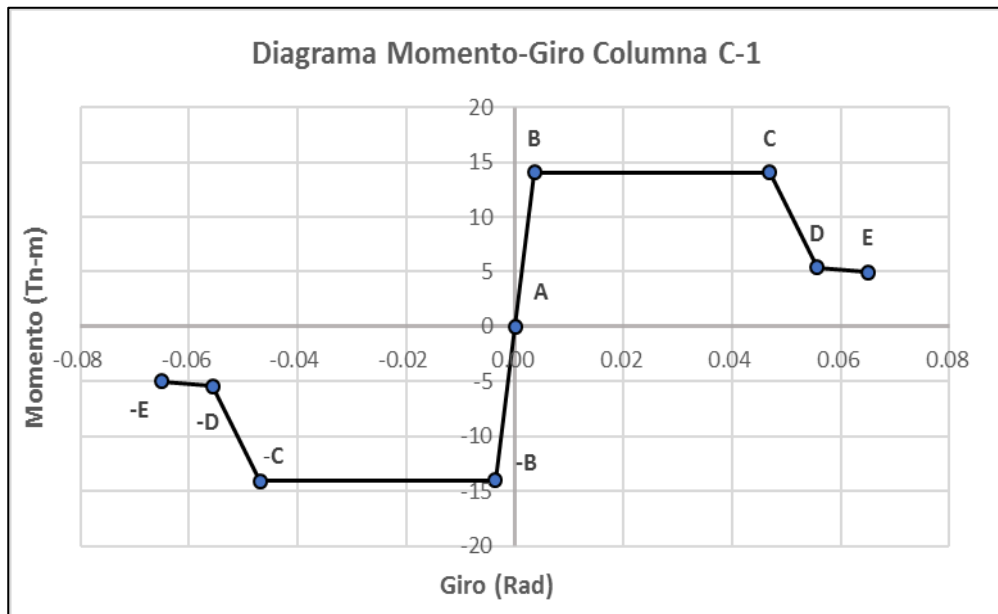


Figura 51: Diagrama Momento – Giro de la rótula C-1 x-x. Fuente: Elaboración propia.

Columna C-2 X-X.

Base =	0.50 m
Altura =	0.30 m
Lp =	0.15 m

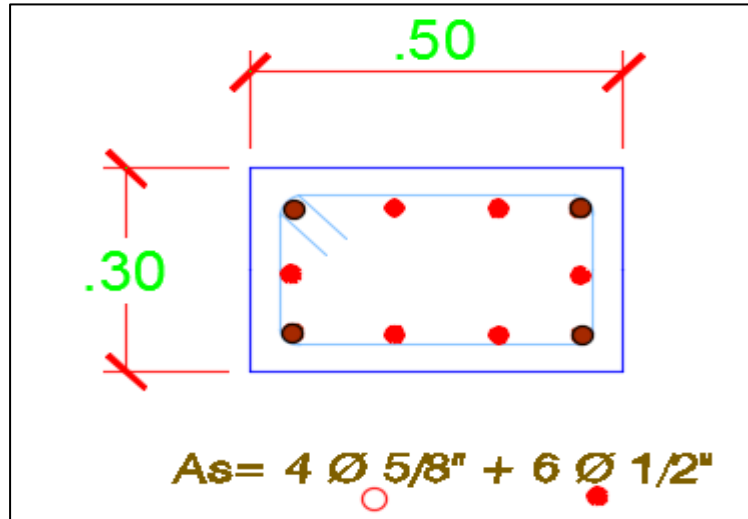


Figura 52: Sección Transversal Columna C-2 x-x. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 24: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs C-2 x-x.

TABLE: Moment Curvature Data"		
Point	Curvature	Moment
	rad/m	tonf-m
1	0.0000	0.0000
2	0.0083	12.0191
3	0.0206	13.8495
4	0.0371	13.9985
5	0.0578	14.1120
6	0.0825	14.7321
7	0.1114	15.3702
8	0.1444	15.0785
9	0.1816	14.0279
10	0.2228	13.7588
11	0.2682	13.7928
12	0.3177	13.3714
13	0.3714	4.9515
14	0.4291	1.9966
15	0.4910	1.9729

Fuente: Elaborado por el investigador

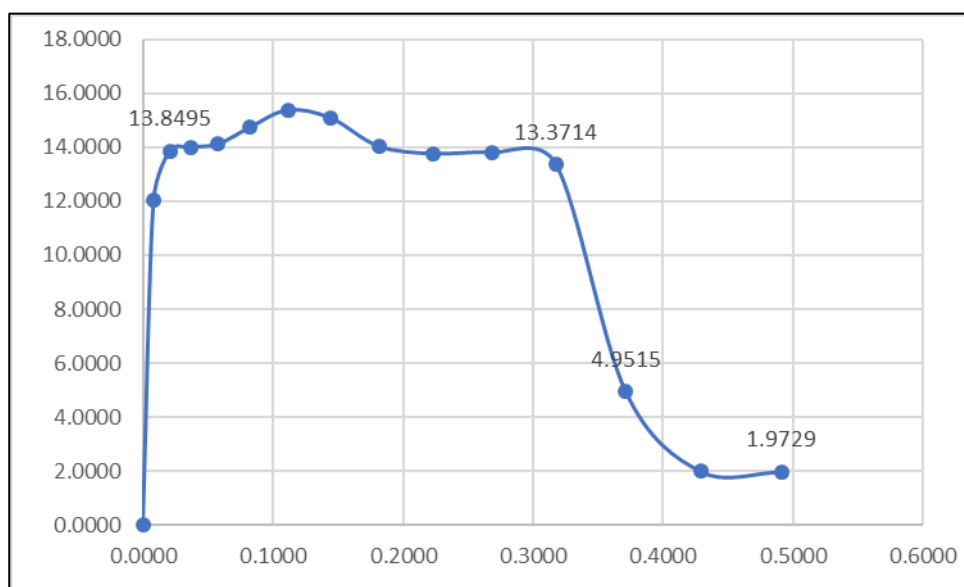


Figura 53: Diagrama Momento - Curvatura C-2 x-x. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 25: Datos de Momento – Giro de columna C-2 x-x

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	Lp (m)	GIRO (Rad)
-E	-0.4910	-1.9729	0.150	-0.0737
-D	-0.3714	-4.9515	0.150	-0.0557
-C	-0.3177	-13.3714	0.150	-0.0477
-B	-0.0206	-13.8495	0.150	-0.0031
A	0.0000	0.0000	0.150	0.0000
B	0.0206	13.8495	0.150	0.0031
C	0.3177	13.3714	0.150	0.0477
D	0.3714	4.9515	0.150	0.0557
E	0.4910	1.9729	0.150	0.0737

Fuente: Elaborado por el investigador

Cuadro 26: Criterios de aceptación para la articulación C-2 x-x

Θ	IO	LS	CP
0.0446	0.0142	0.0365	0.0477

Fuente: Elaborado por el investigador

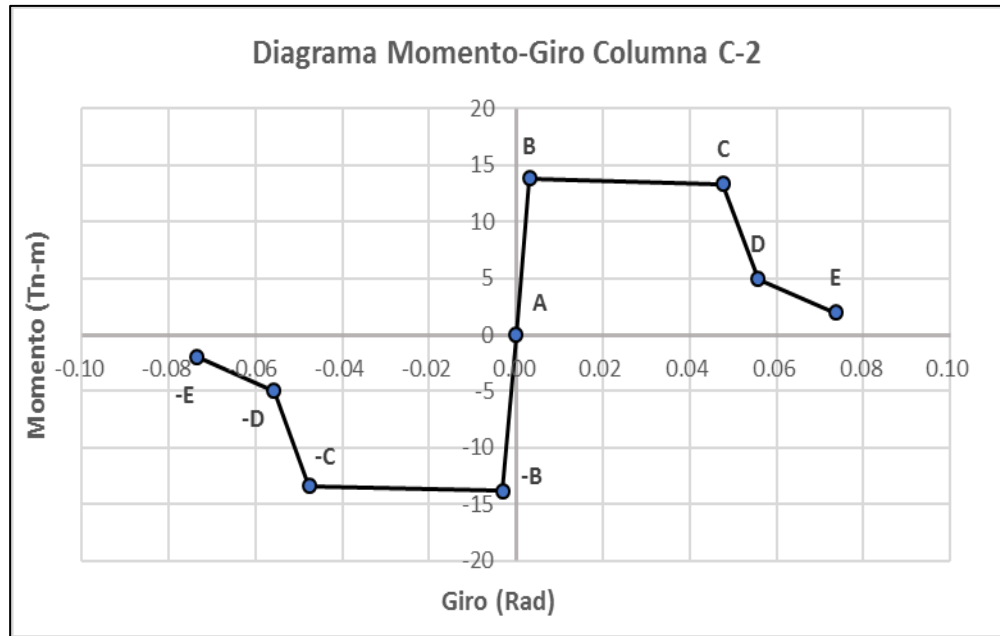


Figura 54: Diagrama Momento – Giro de la rótula C-2 x-x. Fuente: Elaboración propia.

Columna C-3 X-X.

Base =	0.45 m
Altura =	0.30 m
L_p =	0.15 m

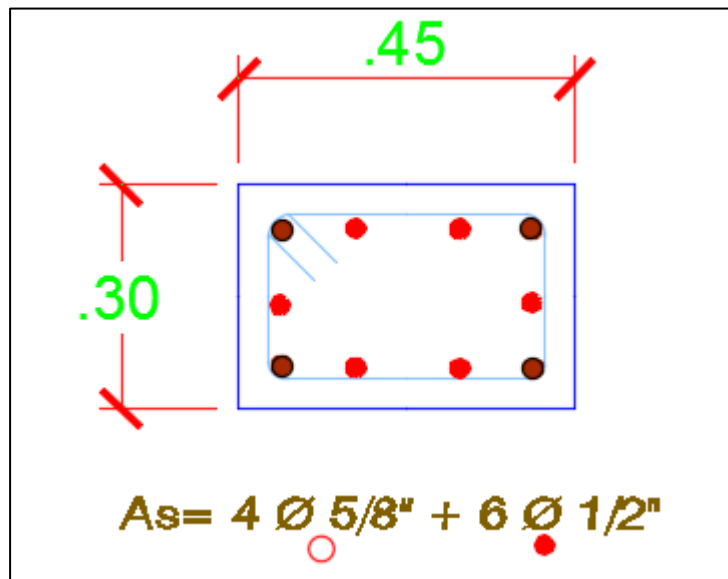


Figura 55: Sección Transversal Columna C-3 x-x. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 27: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs C-3 x-x.

TABLE: Moment Curvature Data"		
Point	Curvature	Moment
	rad/m	tonf-m
1	0.0000	0.0000
2	0.0094	10.6014
3	0.0235	12.2318
4	0.0423	12.3393
5	0.0659	12.4028
6	0.0941	12.9037
7	0.1270	13.0401
8	0.1646	12.7002
9	0.2070	11.9824
10	0.2540	11.9314
11	0.3057	11.9889
12	0.3622	11.6678
13	0.4233	4.3439
14	0.4892	1.7477
15	0.5598	1.7293

Fuente: Elaborado por el investigador

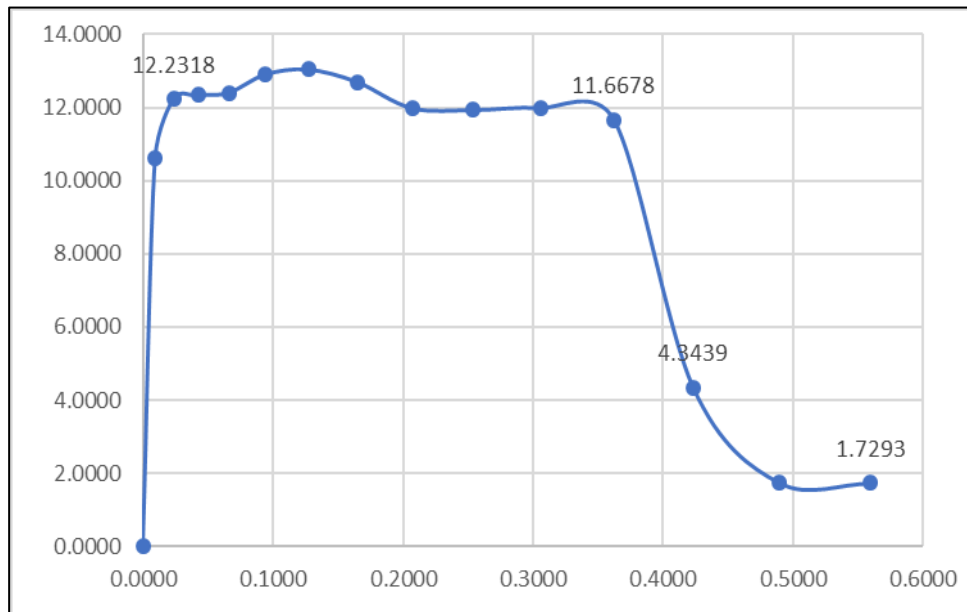


Figura 56: Diagrama Momento - Curvatura C-3 x-x. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 28: Datos de Momento – Giro de columna C-3 x-x

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	Lp (m)	GIRO (Rad)
-E	-0.5598	-1.7293	0.150	-0.0840
-D	-0.4233	-4.3439	0.150	-0.0635
-C	-0.3622	-11.6678	0.150	-0.0543
-B	-0.0235	-12.2318	0.150	-0.0035
A	0.0000	0.0000	0.150	0.0000
B	0.0235	12.2318	0.150	0.0035
C	0.3622	11.6678	0.150	0.0543
D	0.4233	4.3439	0.150	0.0635
E	0.5598	1.7293	0.150	0.0840

Fuente: Elaborado por el investigador

Cuadro 29: Criterios de aceptación para la articulación C-3 x-x

Θ	IO	LS	CP
0.0508	0.0162	0.0416	0.0543

Fuente: Elaborado por el investigador

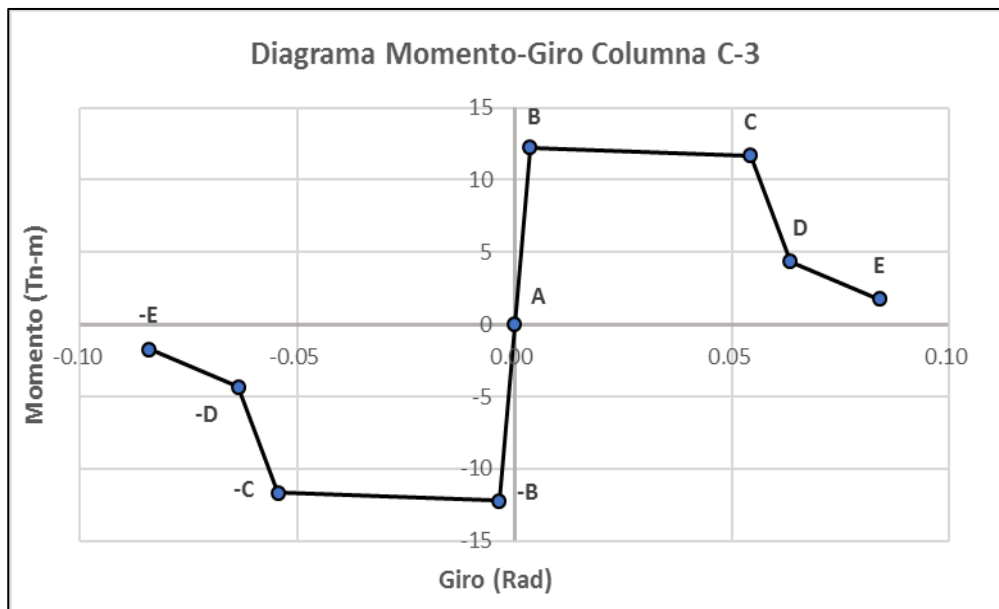


Figura 57: Diagrama Momento – Giro de la rótula C-3 x-x. Fuente: Elaboración propia.

3.10.3.2 Diagramas Momento-Giro para Columnas Y-Y

El diagrama de interacción que se pretende determinar, es un lugar geométrico que grupa todas las resistencias de una columna, placa y otros elementos que estén diseñadas a flexo compresión, es decir que los esfuerzos (carga axial y momentos).

Columna C-1 Y-Y.

Base =	0.35 m
Altura =	0.50 m
Lp =	0.25 m

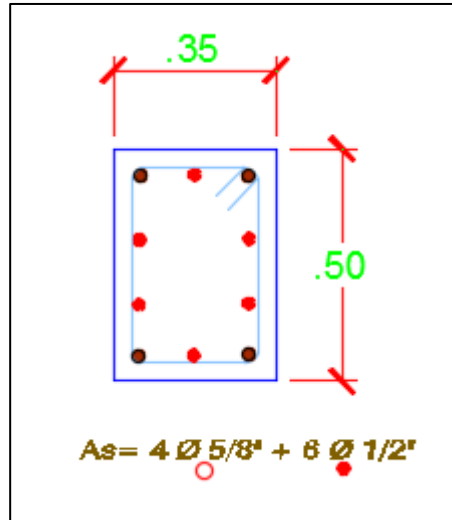


Figura 58: Sección Transversal Columna C-1 y-y. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 30: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs C-1 y-y.

TABLE: Moment Curvature Data"		
Point	Curvature	Moment
	rad/m	tonf-m
1	0.0000	0.0000
2	0.0131	8.6381
3	0.0327	9.4224
4	0.0588	9.4880
5	0.0914	9.5905
6	0.1306	9.9349
7	0.1764	10.3201
8	0.2286	10.6275
9	0.2874	10.6596

10	0.3527	10.0241
11	0.4246	2.0275
12	0.5030	1.9727
13	0.5879	1.9362
14	0.6793	1.7954
15	0.7773	1.5613

Fuente: Elaborado por el investigador

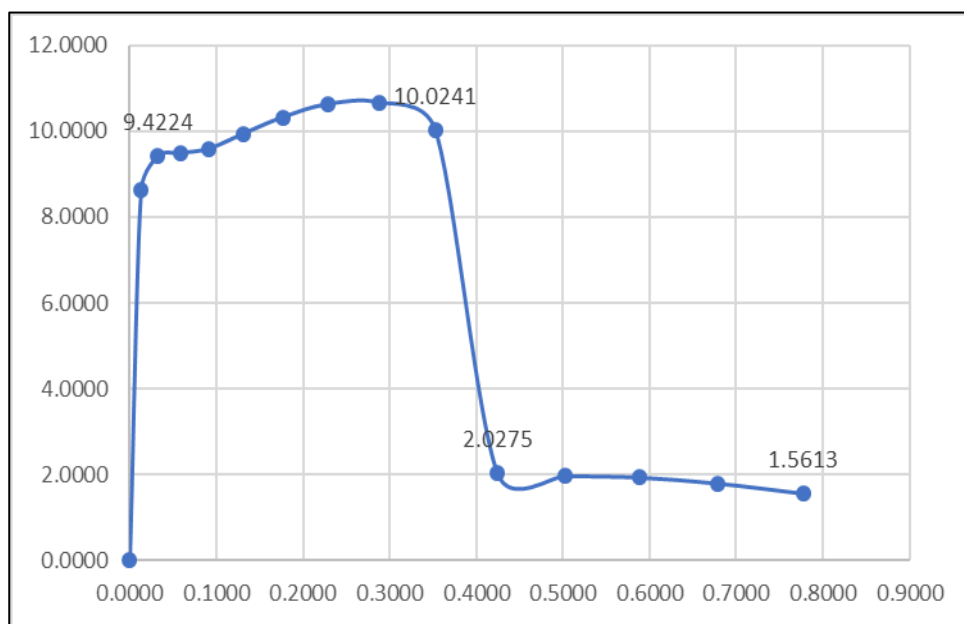


Figura 59: Diagrama Momento - Curvatura C-1 y-y. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 31: Datos de Momento – Giro de columna C-1 y-y.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	Lp (m)	GIRO (Rad)
-E	-0.5879	-1.5613	0.250	-0.1470
-D	-0.5030	-2.0275	0.250	-0.1258
-C	-0.4246	-10.0241	0.250	-0.1062
-B	-0.0327	-9.4224	0.250	-0.0082
A	0.0000	0.0000	0.250	0.0000
B	0.0327	9.4224	0.250	0.0082
C	0.4246	10.0241	0.250	0.1062
D	0.5030	2.0275	0.250	0.1258
E	0.5879	1.5613	0.250	0.1470

Fuente: Elaborado por el investigador

Cuadro 32: Criterios de aceptación para la articulación C-1 y-y.

Θ	IO	LS	CP
0.0980	0.0327	0.0817	0.1062

Fuente: Elaborado por el investigador

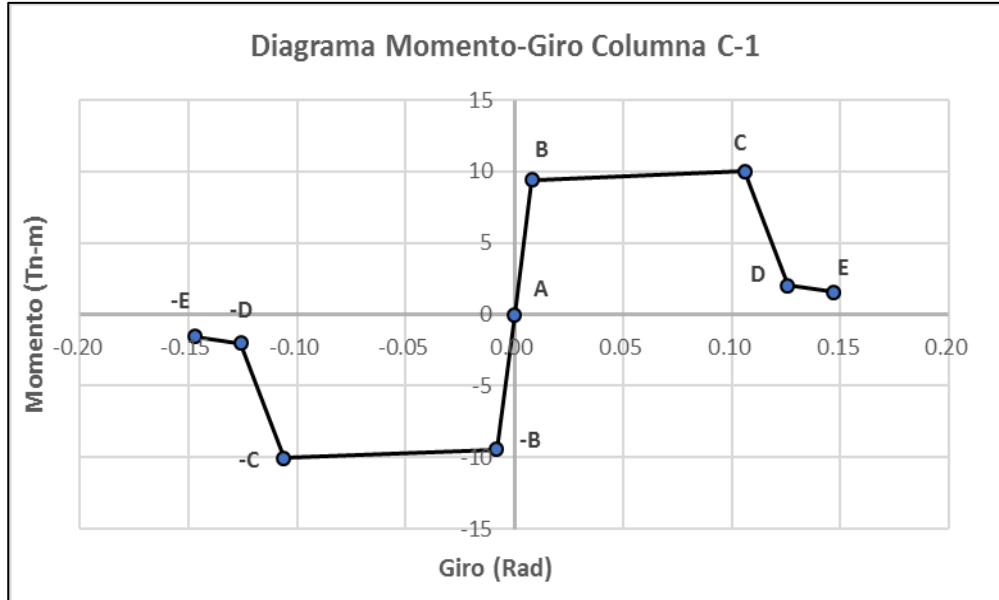


Figura 60: Diagrama Momento – Giro de la rótula C-1 y-y. Fuente: Elaboración propia.

Columna C-2 Y-Y.

Base =	0.30 m
Altura =	0.50 m
Lp =	0.25 m

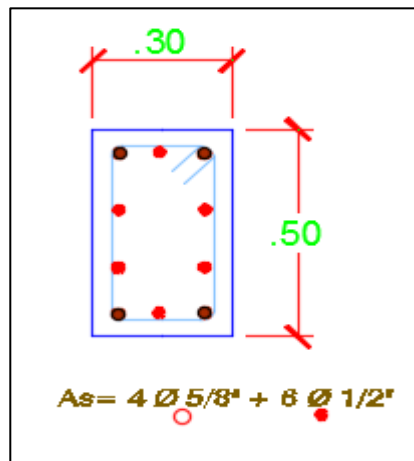


Figura 61: Sección Transversal Columna C-2 y-y. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 33: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs C-2 y-y.

TABLE: Moment Curvature Data"		
Point	Curvature	Moment
	rad/m	tonf-m
1	0.0000	0.0000
2	0.0162	5.9529
3	0.0405	6.5499
4	0.0730	6.5884
5	0.1135	6.6091
6	0.1621	6.6894
7	0.2189	6.9070
8	0.2838	7.1008
9	0.3567	7.1373
10	0.4378	6.6800
11	0.5270	1.6272
12	0.6243	1.5905
13	0.7297	1.5655
14	0.8432	1.4469
15	0.9648	1.2569

Fuente: Elaborado por el investigador

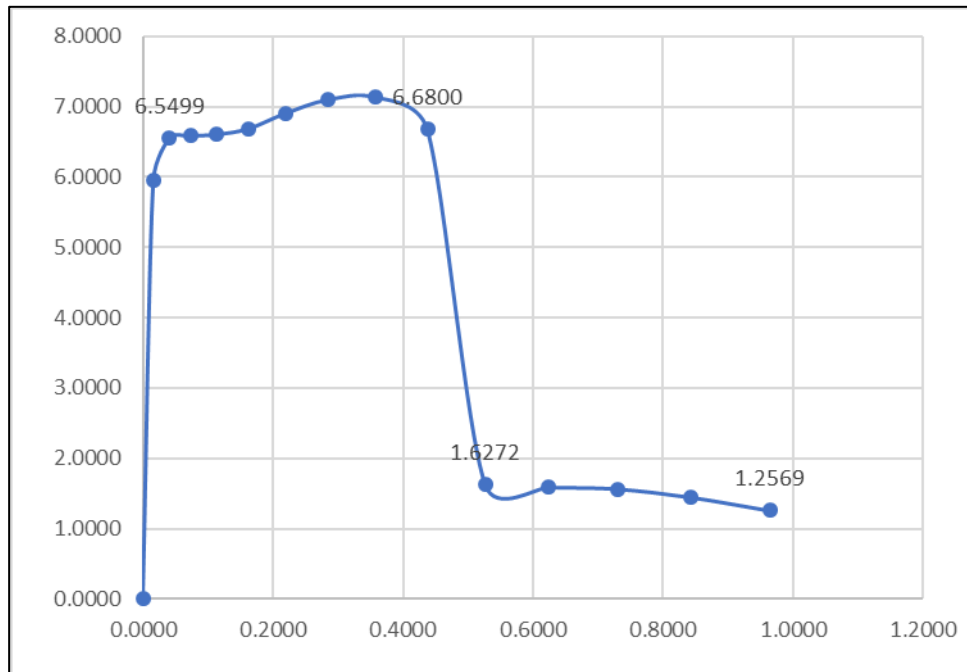


Figura 62: Diagrama Momento - Curvatura C-2 y-y. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 34: Datos de Momento – Giro de columna C-2 y-y

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	Lp (m)	GIRO (Rad)
-E	-0.9648	-1.2569	0.250	-0.2412
-D	-0.7297	-1.6272	0.250	-0.1824
-C	-0.6243	-6.6800	0.250	-0.1561
-B	-0.0405	-6.5499	0.250	-0.0101
A	0.0000	0.0000	0.250	0.0000
B	0.0405	6.5499	0.250	0.0101
C	0.6243	6.6800	0.250	0.1561
D	0.7297	1.6272	0.250	0.1824
E	0.9648	1.2569	0.250	0.2412

Fuente: Elaborado por el investigador

Cuadro 35: Criterios de aceptación para la articulación C-2 y-y

Θ	IO	LS	CP
0.0101	0.0025	0.0076	0.0101

Fuente: Elaborado por el investigador

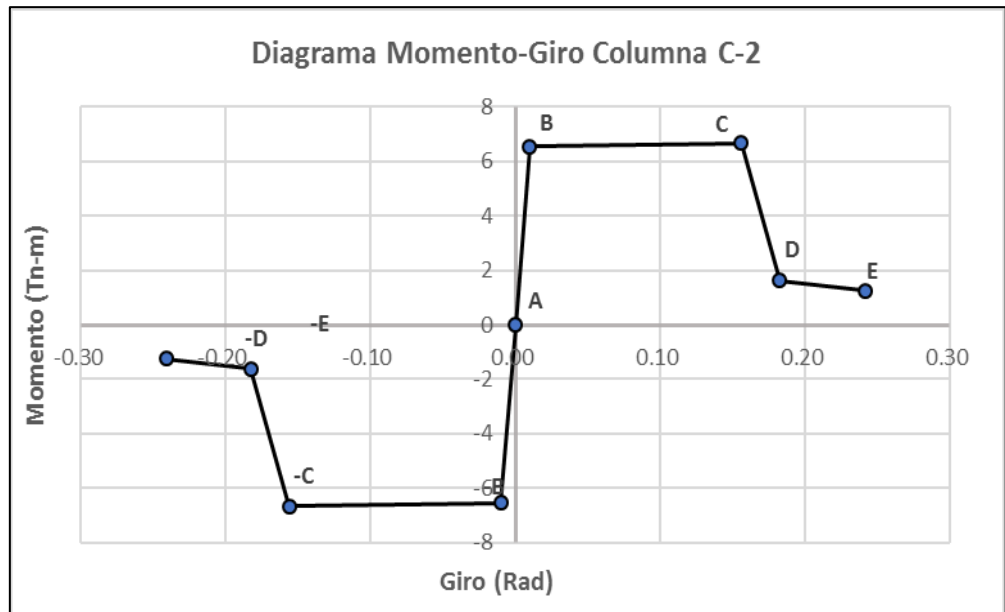


Figura 63: Diagrama Momento – Giro de la rótula C-2 y-y. Fuente: Elaboración propia.

Columna C-3 Y-Y.

Base =	0.30 m
Altura =	0.45 m
Lp =	0.225 m

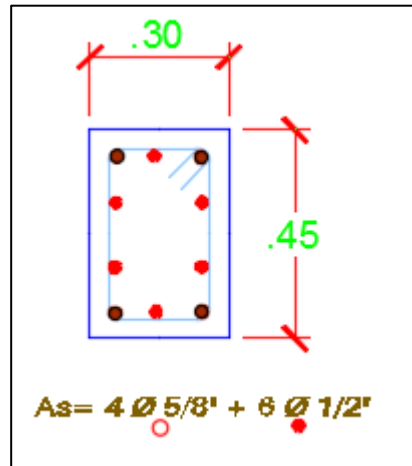


Figura 64: Sección Transversal Columna C-3 y-y. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 36: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs C-3 y-y.

TABLE: Moment Curvature Data"		
Point	Curvature	Moment
	rad/m	tonf-m
1	0.0000	0.0000
2	0.0162	5.1373
3	0.0405	5.3422
4	0.0730	5.4343
5	0.1135	5.5193
6	0.1621	5.6694
7	0.2189	5.8727
8	0.2838	5.9952
9	0.3567	5.9574
10	0.4378	5.4190
11	0.5270	0.2279
12	0.6243	0.1902
13	0.7297	0.1647
14	0.8432	0.1470
15	0.9648	0.1342

Fuente: Elaborado por el investigador

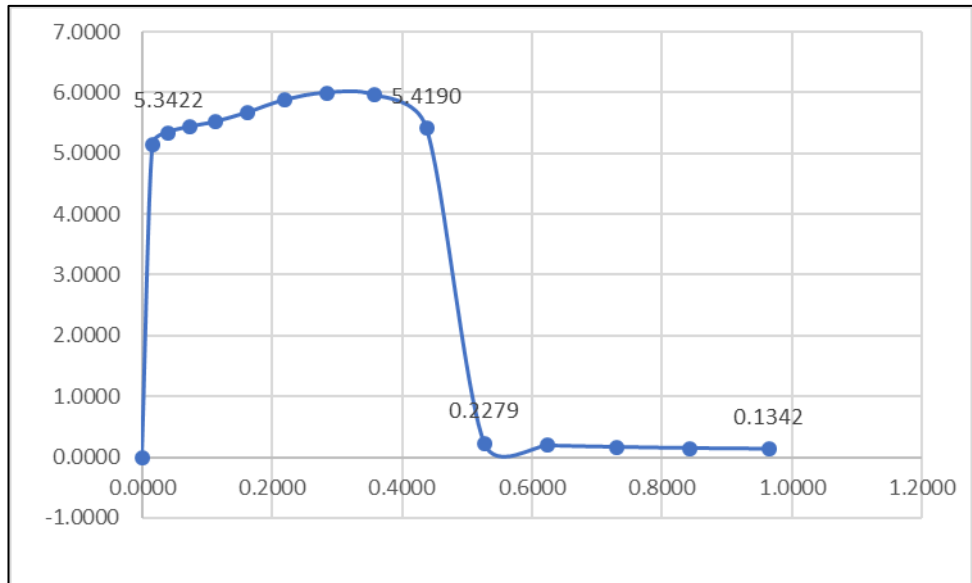


Figura 65: Diagrama Momento - Curvatura C-3 y-y. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 37: Datos de Momento – Giro de columna C-3 y-y

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	Lp (m)	GIRO (Rad)
-E	-0.9648	-0.1342	0.225	-0.2171
-D	-0.7297	-0.2279	0.225	-0.1642
-C	-0.6243	-5.4190	0.225	-0.1405
-B	-0.0405	-5.3422	0.225	-0.0091
A	0.0000	0.0000	0.225	0.0000
B	0.0405	5.3422	0.225	0.0091
C	0.6243	5.4190	0.225	0.1405
D	0.7297	0.2279	0.225	0.1642
E	0.9648	0.1342	0.225	0.2171

Fuente: Elaborado por el investigador

Cuadro 38: Criterios de aceptación para la articulación C-3 y-y

θ	IO	LS	CP
0.1314	0.0420	0.1076	0.1405

Fuente: Elaborado por el investigador

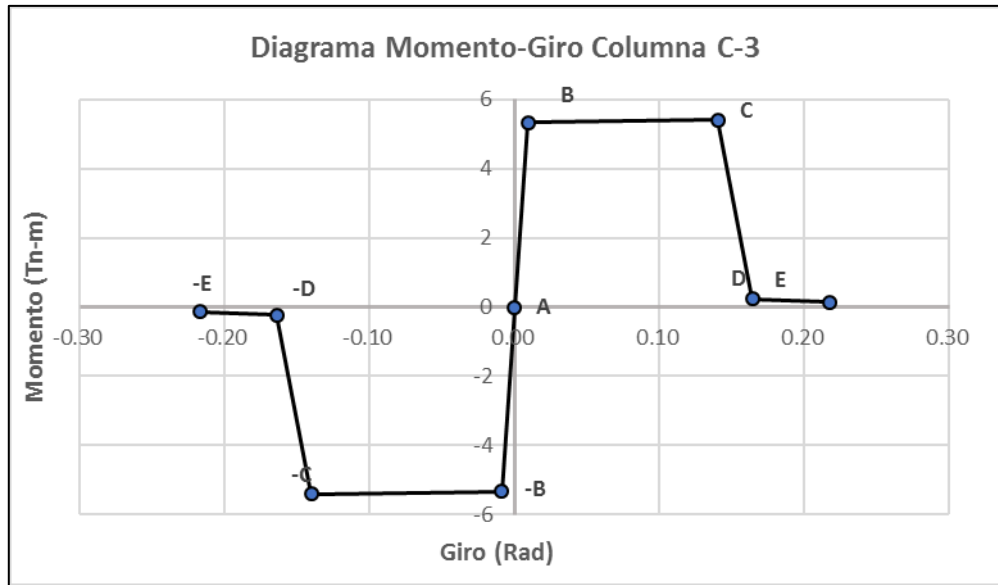


Figura 66: Diagrama Momento – Giro de la rótula C-3 y-y. Fuente: Elaboración propia.

3.10.3.3 Diagramas Momento-Giro para Vigas Principales

Se denotaron dos tipos de articulaciones plásticas para vigas principales. Dichos valores se ven reflejados en flexión (M3). Por el tanto, como se muestra en la figura 67 la ubicación de las rótulas plásticas es asignadas al principio, al final y al centro de la luz de cada viga.

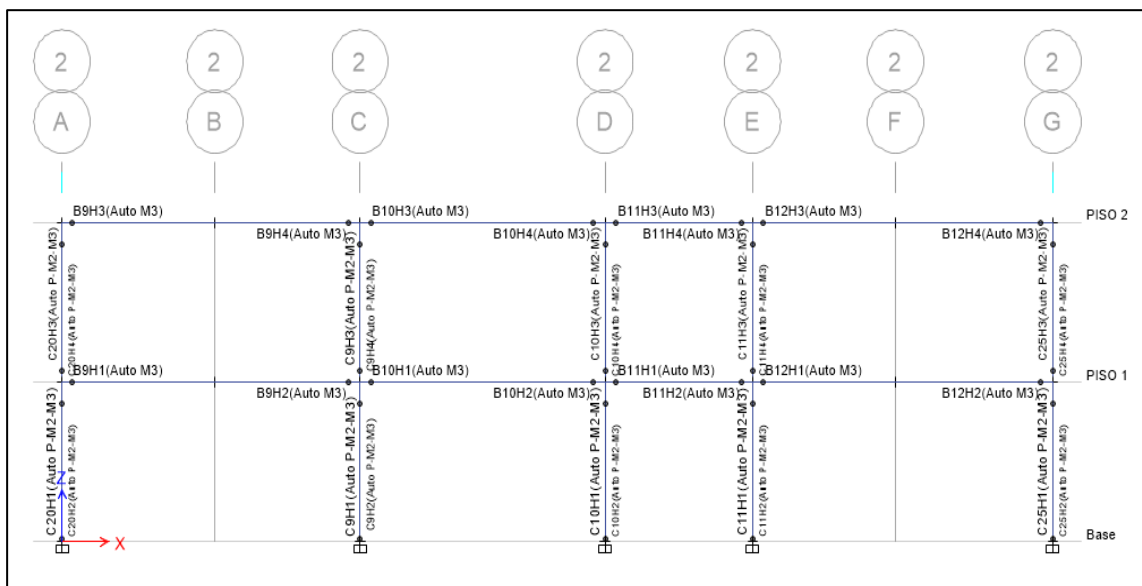


Figura 67: Ubicación de las rótulas plásticas en las vigas en el eje x-x. Fuente: Elaboración propia.

Viga principal VP - 1.

Base =	0.30 m
Altura =	0.45 m
Lp =	0.225 m

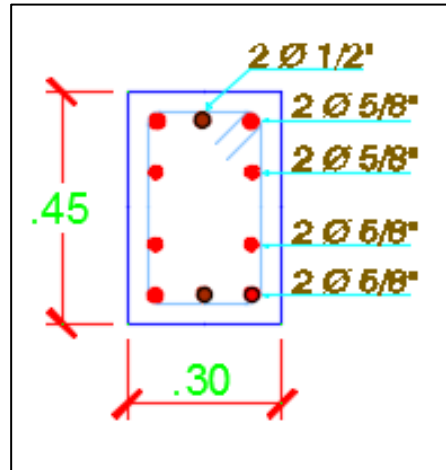


Figura 68: Sección Transversal Viga principal VP - 1. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 39: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs VP - 1.

TABLE: Moment Curvature Data"		
Point	Curvature	Moment
	rad/m	tonf-m
1	0.0000	0.0000
2	0.0060	9.3149
3	0.0150	12.7563
4	0.0270	13.5887
5	0.0430	13.5599
6	0.0610	13.4455
7	0.0720	13.3749
8	0.1070	9.9520
9	0.1340	9.4752
10	0.1650	9.2425
11	0.1990	9.1161
12	0.2350	9.0478
13	0.2750	9.0068
14	0.3180	8.9825
15	0.3640	8.9659
16	0.4120	8.7106
17	0.4640	5.6935
18	0.5190	4.2731

19	0.5770	4.2635
20	0.6390	4.2571

Fuente: Elaborado por el investigador

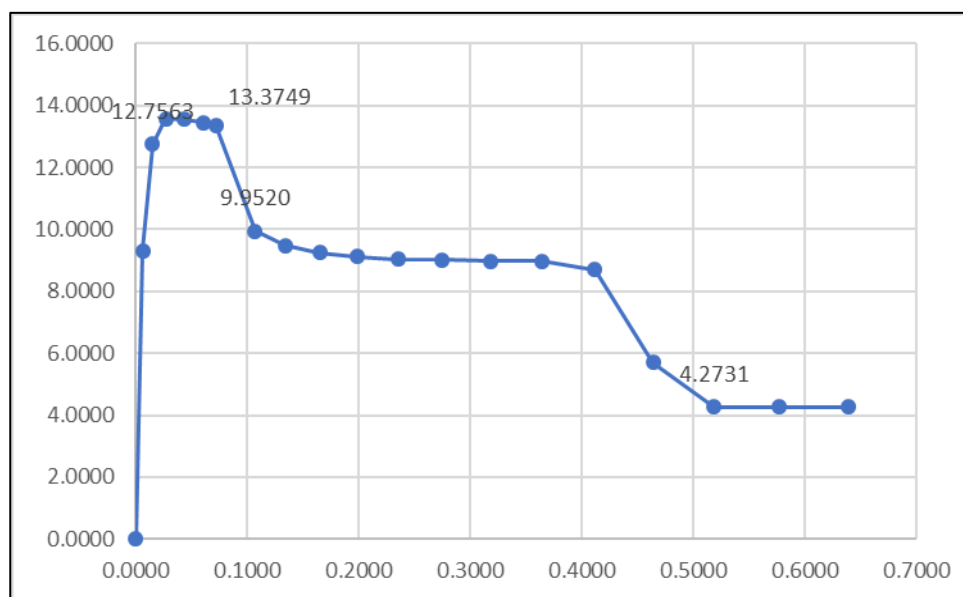


Figura 69: Diagrama Momento - Curvatura VP - 1. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 40: Datos de Momento – Giro de viga principal VP-1.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	Lp (m)	GIRO (Rad)
-E	-0.5770	-4.2731	0.225	-0.1298
-D	-0.5190	-9.9520	0.225	-0.1168
-C	-0.4640	-13.3749	0.225	-0.1044
-B	-0.0150	-12.7563	0.225	-0.0034
A	0.0000	0.0000	0.225	0.0000
B	0.0150	12.7563	0.225	0.0034
C	0.4640	13.3749	0.225	0.1044
D	0.5190	9.9520	0.225	0.1168
E	0.5770	4.2731	0.225	0.1298

Fuente: Elaborado por el investigador

Cuadro 41: Criterios de aceptación para la articulación VP - 1.

Θ	IO	LS	CP
0.1010	0.0438	0.0842	0.1044

Fuente: Elaborado por el investigador

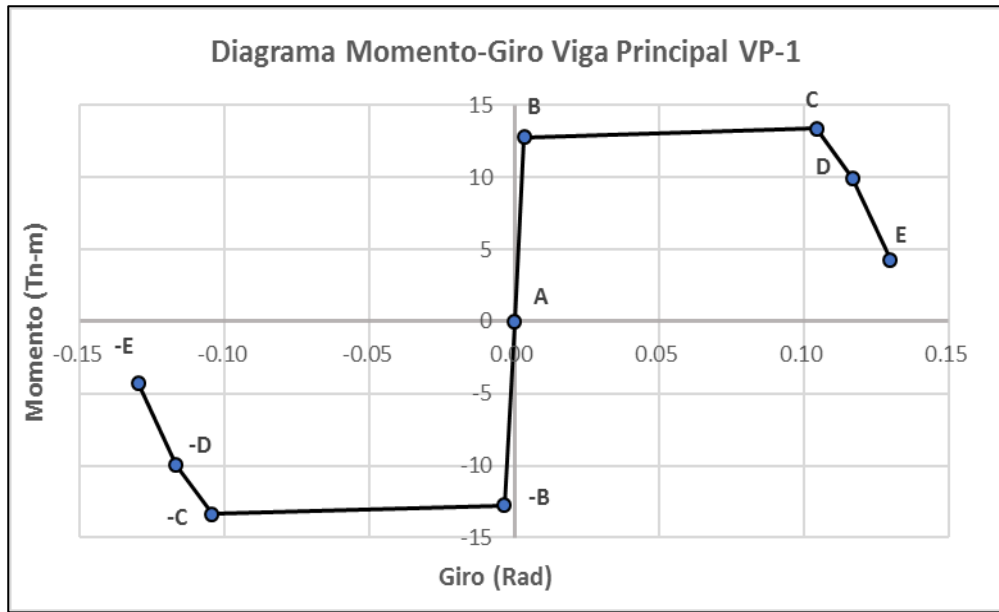


Figura 70: Diagrama Momento – Giro de la rótula VP - 1. Fuente: Elaboración propia.

Viga principal VP - 2.

Base =	0.30 m
Altura =	0.45 m
Lp =	0.225 m

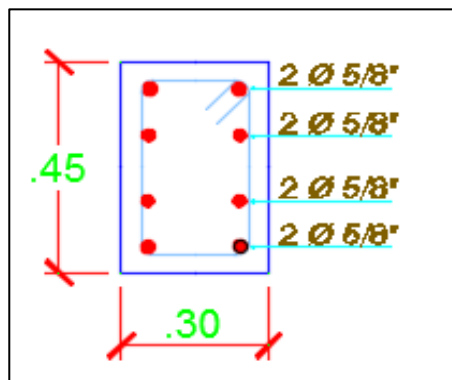


Figura 71: Sección Transversal Viga principal VP - 2. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 42: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs VP - 2.

TABLE: Moment Curvature Data"		
Point	Curvature	Moment
	rad/m	tonf-m
1	0.0000	0.0000
2	0.0060	8.3701
3	0.0150	11.4029
4	0.0280	12.2475
5	0.0430	12.1614
6	0.0620	12.0394
7	0.0830	9.5568
8	0.1080	8.5048
9	0.1360	8.0417
10	0.1670	7.8138
11	0.2000	7.6907
12	0.2380	7.6244
13	0.2780	7.5843
14	0.3210	7.5603
15	0.3670	7.5446
16	0.4160	7.1961
17	0.4690	6.3218
18	0.5240	6.5634
19	0.5830	5.4123
20	0.6450	2.6027

Fuente: Elaborado por el investigador

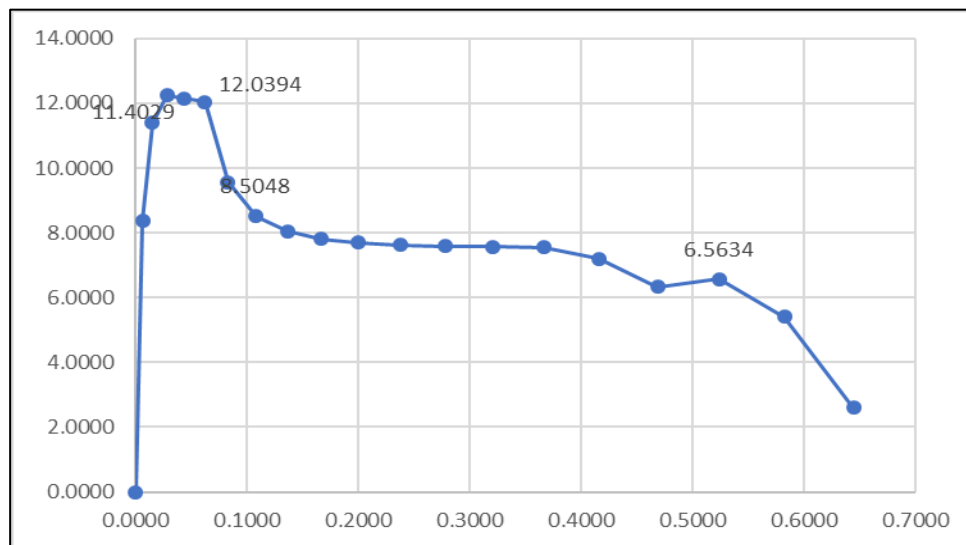


Figura 72: Diagrama Momento - Curvatura VP - 2. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 43: Datos de Momento – Giro de viga principal VP-2.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	Lp (m)	GIRO (Rad)
-E	-0.5830	-6.5634	0.225	-0.1312
-D	-0.5240	-8.5048	0.225	-0.1179
-C	-0.4690	-12.0394	0.225	-0.1055
-B	-0.0150	-11.4029	0.225	-0.0034
A	0.0000	0.0000	0.225	0.0000
B	0.0150	11.4029	0.225	0.0034
C	0.4690	12.0394	0.225	0.1055
D	0.5240	8.5048	0.225	0.1179
E	0.5830	6.5634	0.225	0.1312

Fuente: Elaborado por el investigador

Cuadro 44: Criterios de aceptación para la articulación VP - 2.

Θ	IO	LS	CP
0.1022	0.0442	0.0851	0.1055

Fuente: Elaborado por el investigador

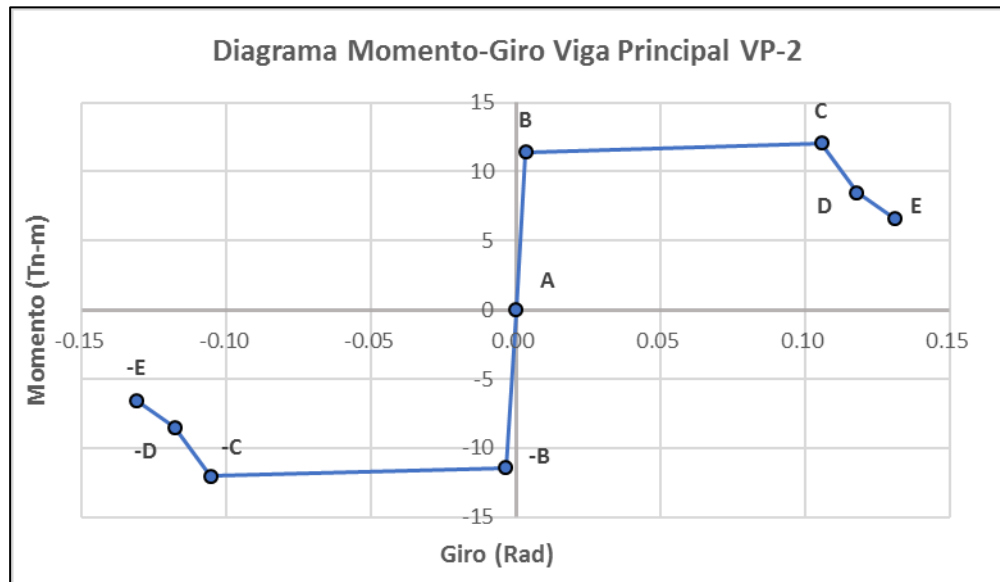


Figura 73: Diagrama Momento – Giro de la rótula VP - 2. Fuente: Elaboración propia.

3.10.3.4 Diagramas Momento-Giro para Vigas Secundaria.

Se denotaron un tipo de articulaciones plásticas para vigas principales. Dichos valores se ven reflejados en flexión (M3). Por el tanto, como se muestra en la figura 74 la ubicación de las rótulas plásticas es asignadas al principio, al final de la viga.

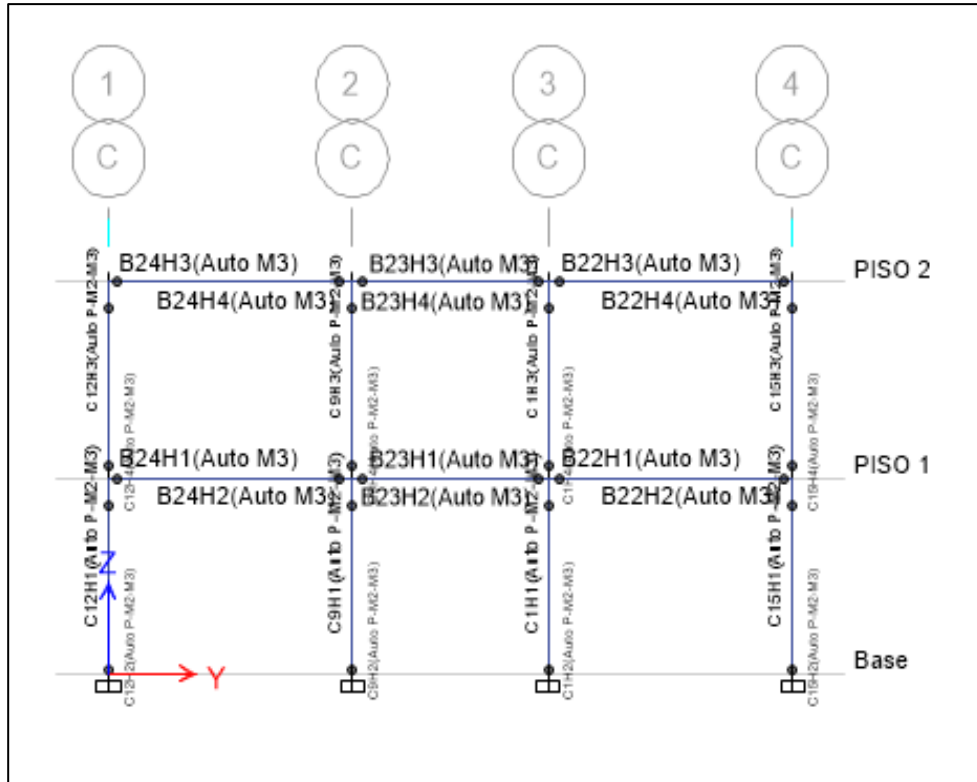


Figura 74: Ubicación de las rótulas plásticas en las vigas en el eje y-y. Fuente: Elaboración propia.

Viga principal VS - 1.

Base =	0.30 m
Altura =	0.40 m
Lp =	0.20 m

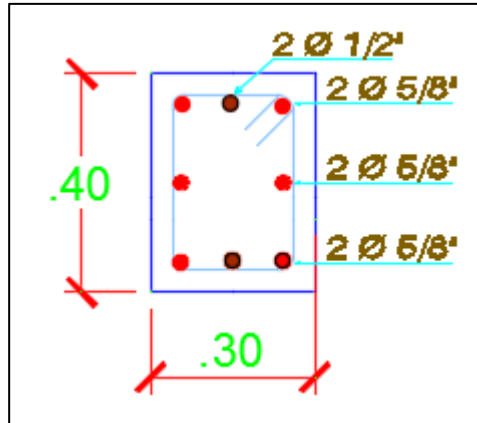


Figura 75: Sección Transversal Viga secundaria VS - 1. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 45: Diagrama Momento Curvatura datos Etabs VS - 1.

TABLE: Moment Curvature Data"		
Point	Curvature	Moment
	rad/m	tonf-m
1	0.0000	0.0000
2	0.0070	7.1412
3	0.0180	9.3617
4	0.0320	9.4218
5	0.0500	9.3635
6	0.0720	9.2709
7	0.0970	9.0289
8	0.1250	8.6610
9	0.1580	8.2644
10	0.1940	6.3593
11	0.2330	6.2326
12	0.2760	6.1574
13	0.3230	6.1105
14	0.3730	6.0799
15	0.4270	6.0592
16	0.4840	6.0448
17	0.5450	6.0345
18	0.6100	6.0270
19	0.6780	4.0405
20	0.7490	0.9964

Fuente: Elaborado por el investigador

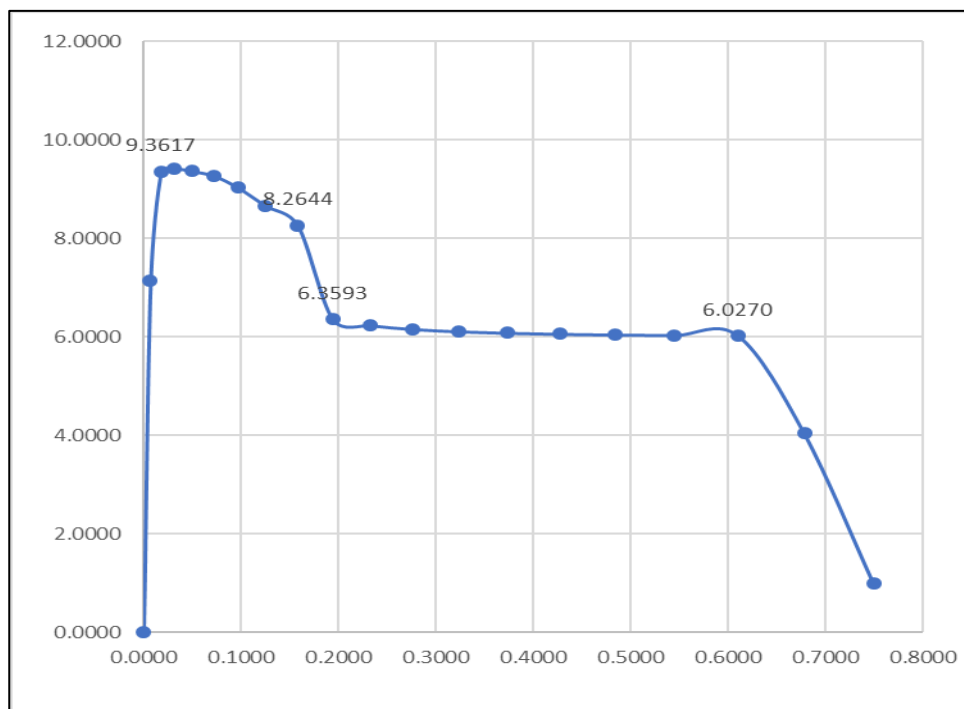


Figura 76: Diagrama Momento - Curvatura VS - 1. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 46: Datos de Momento – Giro de viga secundaria VS-1.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	Lp (m)	GIRO (Rad)
-E	-0.7490	-6.0270	0.200	-0.1498
-D	-0.6100	-6.3593	0.200	-0.1220
-C	-0.5450	-8.2644	0.200	-0.1090
-B	-0.0180	-9.3617	0.200	-0.0036
A	0.0000	0.0000	0.200	0.0000
B	0.0180	9.3617	0.200	0.0036
C	0.5450	8.2644	0.200	0.1090
D	0.6100	6.3593	0.200	0.1220
E	0.7490	6.0270	0.200	0.1498

Fuente: Elaborado por el investigador

Cuadro 47: Criterios de aceptación para la articulación VS - 1.

Θ	IO	LS	CP
0.0036	0.0014	0.0029	0.0036

Fuente: Elaborado por el investigador

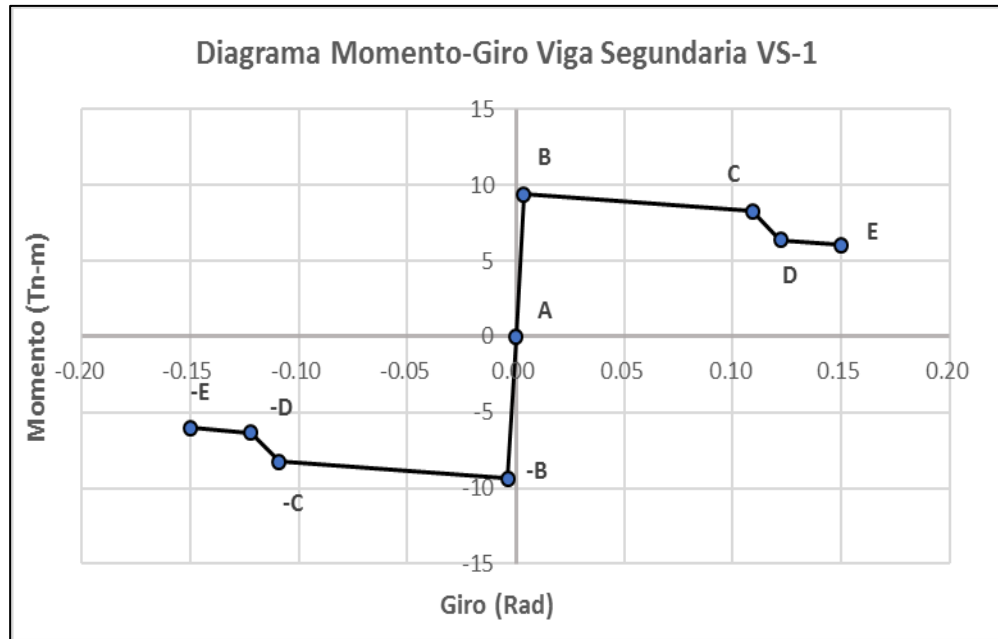


Figura 77: Diagrama Momento – Giro de la rótula VS - 1. Fuente: Elaboración propia.

3.10.4 Curva de capacidad

El método del espectro de capacidad, parte de haber obtenido la curva de capacidad (corte vs desplazamiento) o curva Pushover de la edificación, aplicando todos los parámetros del análisis no lineal. La curva de capacidad está definida por el desplazamiento incremental, la capacidad resistente de los componentes individuales. Los desplazamientos incrementales aplicados a la estructura, hacen que esta comienza a producirse fallas locales producidos de la formación de rótulas plásticas. Los valores espectrales también pueden representarse mediante un gráfico donde se ubican en abscisas el desplazamiento y en ordenadas la aceleración, mientras que los periodos de vibración se indican mediante líneas oblicuas.

3.10.4.1 Curva de Capacidad para el sismo en dirección x-x

Del programa Etabs v16 obtenemos los valores del desplazamiento en el punto más alto del techo el nudo de control generados por los valores de cortante basal.

Cuadro 48: Cortante Basal vs Desplazamiento x-x.

TABLE: Cortante vs Desplazamiento												
Paso	Desplaz.	Cortante	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
	m	tonf										
0	0.000	0.00	228	0	0	0	0	228	0	0	0	228
1	0.005	71.89	228	0	0	0	0	228	0	0	0	228
2	0.008	110.42	226	2	0	0	0	228	0	0	0	228
3	0.014	161.34	187	41	0	0	0	227	0	0	1	228
4	0.020	187.02	156	72	0	0	0	227	0	0	1	228
5	0.025	201.11	140	88	0	0	0	227	0	0	1	228
6	0.030	209.88	132	96	0	0	0	226	0	0	2	228
7	0.030	209.89	132	96	0	0	0	226	0	0	2	228
8	0.030	209.90	132	96	0	0	0	226	0	0	2	228
9	0.030	209.90	132	96	0	0	0	226	0	0	2	228
10	0.030	209.90	132	96	0	0	0	226	0	0	2	228
11	0.030	210.59	132	96	0	0	0	226	0	0	2	228
12	0.030	210.59	132	96	0	0	0	226	0	0	2	228
13	0.030	210.40	132	96	0	0	0	226	0	0	2	228
14	0.036	219.61	120	108	0	0	0	214	12	0	2	228
15	0.041	226.24	116	112	0	0	0	206	20	0	2	228
16	0.046	232.57	107	121	0	0	0	204	22	0	2	228
17	0.052	237.35	103	125	0	0	0	200	21	4	3	228
18	0.054	238.78	101	127	0	0	0	199	17	9	3	228
19	0.054	238.97	101	127	0	0	0	199	17	9	3	228
20	0.054	238.99	101	127	0	0	0	199	17	9	3	228
21	0.054	239.15	101	127	0	0	0	199	17	9	3	228

Fuente: Elaborado por el investigador

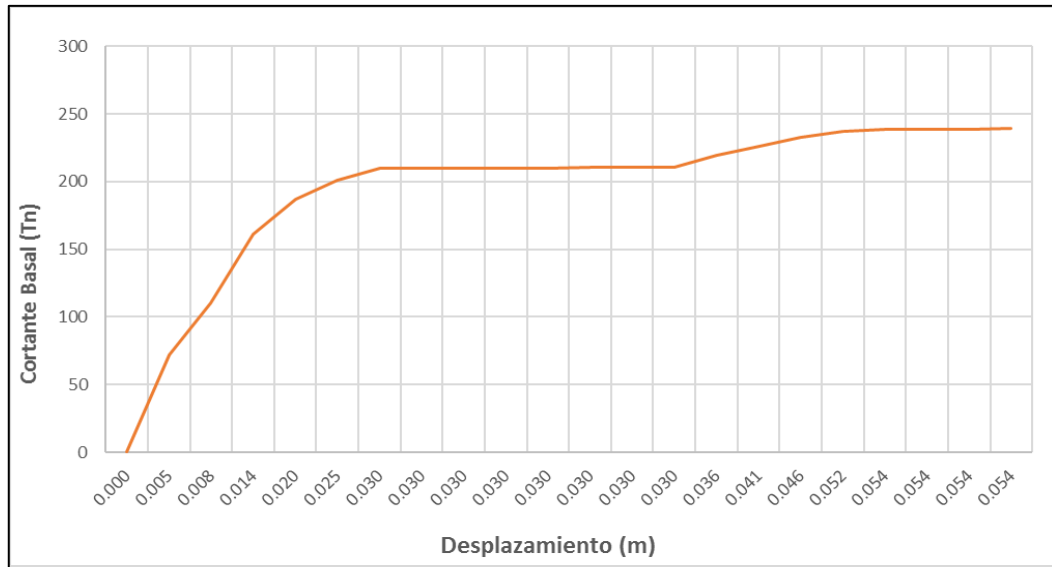


Figura 78: Curva de Capacidad (Sismo en x-x). Fuente: Elaboración propia.

3.10.4.2 Modelo Bilineal y Sectorización Curva de Capacidad x-x

Utilizando el Criterio de las Áreas Iguales, obtuvimos el Punto de Fluencia Efectiva que separa el rango elástico del rango plástico de la Curva de Capacidad y en base a este punto se realizó la sectorización de la misma.

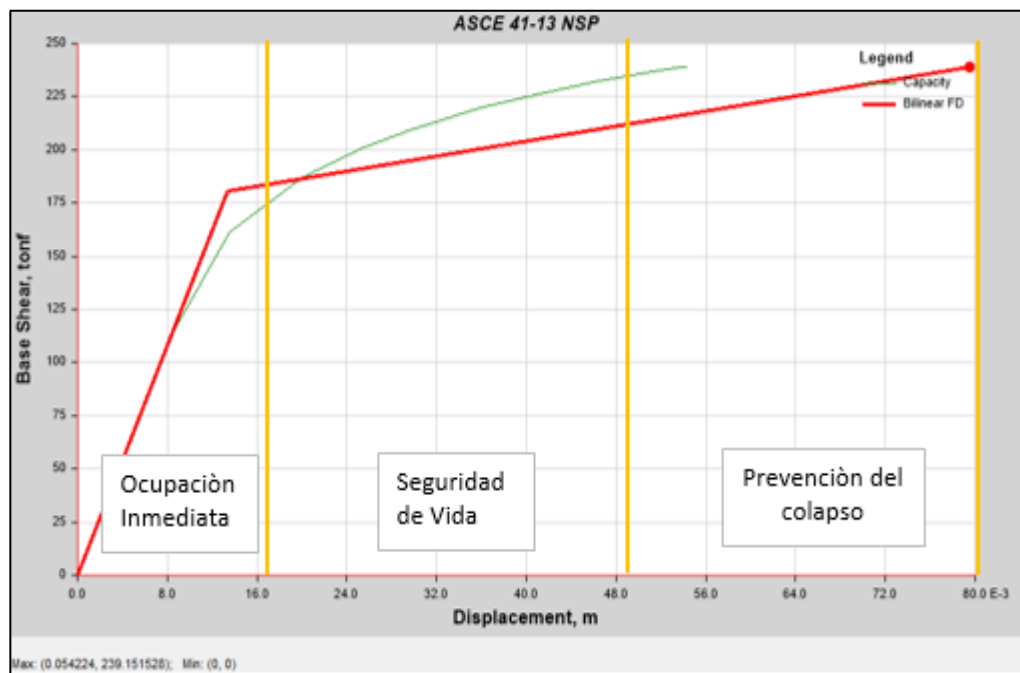


Figura 79: Criterios de Aceptación Etabs (Sismo en x-x). Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 49: Criterios de Aceptación x-x

VISION 2000			
NIVEL DE DESEMPEÑO	OCUPACIÓN INMEDIATA	SEGURIDAD DE VIDA	PREVENCIÓN DEL COLAPSO
	0.0165	0.0495	0.0825
DEMANDA DE DUCTILIDAD	E.030	D (m)	V (Tn)
		0.0795	239.152

Fuente: Elaborado por el investigador

Con los parámetros que nos brinda VISON 2000, con la finalidad de determinar el nivel de desempeño de la estructura, y se concluyó que la edificación en estudio se encuentra en un rango de prevención del colapso, el cual se interpreta que al ocurrir un sismo raro, entonces dicha estructura va a colapsar por la inminente falta de ductilidad en los elementos estructurales, ya que su punto de desempeño tiene un desplazamiento de 0.0795 metros en el eje “x” y una cortante basal de 239.153 toneladas. La curva de capacidad tiene un desplazamiento de 0.0542 metros y una cortante basal de 239.151 toneladas.

3.10.4.3 Curva de Capacidad para el sismo en dirección y-y

Siguiendo la metodología empleada para el ítem anterior, del programa Etabs v16 obtenemos los resultados del Análisis Estático No Lineal de la estructura cuando el sismo es aplicado en Dirección “Y”.

Cuadro 50: Cortante Basal vs Desplazamiento y-y.

TABLE: Cortante vs Desplazamiento												
Paso	Desplaz.	Cortante	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
	m	tonf										
0	0.000	0.00	228	0	0	0	0	228	0	0	0	228
1	0.005	49.32	228	0	0	0	0	228	0	0	0	228
2	0.010	87.71	227	1	0	0	0	228	0	0	0	228
3	0.012	109.10	187	41	0	0	0	228	0	0	0	228
4	0.018	129.77	157	71	0	0	0	228	0	0	0	228
5	0.024	140.01	135	93	0	0	0	228	0	0	0	228
6	0.025	141.58	132	96	0	0	0	228	0	0	0	228
7	0.025	141.58	132	96	0	0	0	228	0	0	0	228
8	0.025	141.99	132	96	0	0	0	228	0	0	0	228
9	0.026	142.92	129	99	0	0	0	228	0	0	0	228
10	0.026	142.90	129	99	0	0	0	228	0	0	0	228
11	0.031	146.29	121	107	0	0	0	210	18	0	0	228

Fuente: Elaborado por el investigador

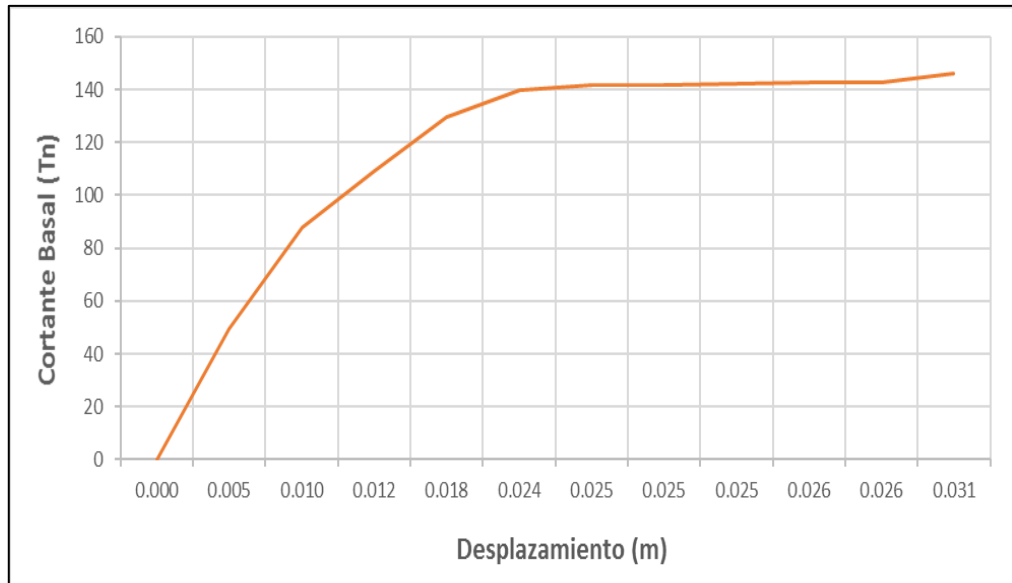


Figura 80: Curva de Capacidad (Sismo en y-y). Fuente: Elaboración propia.

3.10.4.4 Modelo Bilineal y Sectorización Curva de Capacidad y-y

Como el ítem anterior se procede a utilizando el Criterio de las Áreas Iguales, obtuvimos el Punto de Fluencia Efectiva que separa el rango elástico del rango plástico de la Curva de Capacidad.

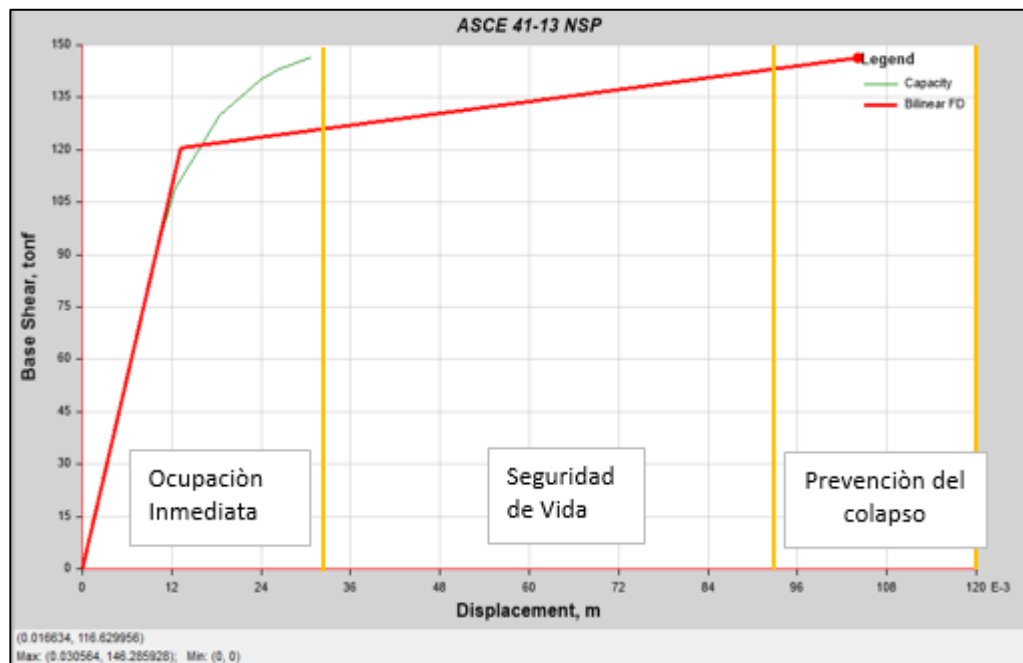


Figura 81: Criterios de Aceptación Etabs (Sismo en y-y). Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 51: Criterios de Aceptación y-y

VISION 2000			
NIVEL DE DESEMPEÑO	OCUPACIÓN INMEDIATA	SEGURIDAD DE VIDA	PREVENCIÓN DEL COLAPSO
	0.0305	0.0915	0.1525
DEMANDA DE DUCTILIDAD	E.030	D (m)	V (Tn)
		0.1042	146.286

Fuente: Elaborado por el investigador

Al determinar el nivel de desempeño de la estructura, y se concluyó que la edificación en estudio se encuentra en un rango de prevención del colapso, entonces dicha estructura va a colapsar al ocurrir un sismo raro por la inminente falta de ductilidad. El punto de desempeño del eje “y”, tiene un desplazamiento de 0.1042 metros y una cortante basal de 146.286 toneladas. La curva de capacidad tiene un desplazamiento de 0.0186 metros y una cortante basal de 146.285 toneladas.

3.11 Reforzamiento de la estructura con la norma E030-2016.

El objetivo principal es modelar los elementos estructurales objetos de estudio con el fin de determinar la composición, profundidad, espesor, recubrimientos y distancias de los refuerzos existentes y poder determinar con Análisis Estructural de los mismos su condición de reforzamientos si la edificación lo requiere.

3.11.1 Propuesta de adecuación sísmica de la edificación existente.

Las vigas estudiadas no presentan fisuras, ni las columnas de soporte de la estructura, una vez entregado el refuerzo existente, es competencia de analizar la disposición de refuerzos y determinar las medidas de reforzamiento requeridas o dar opinión acerca de la estabilidad de los elementos estudiadas.

Para la realización del presente estudio estructural se ha dispuesto de la siguiente información técnica, la inspección visual de los elementos estructurales a estudiar. Recorrido por la edificación detectando en todos los elementos si presentan fisuras, grietas, asentamientos o algún indicio de afectación de la misma.

En el anterior análisis sísmico se determinó que dicho eje tiene eficiencia en resistencia y en ductilidad de los elementos estructurales, por lo tanto, no cumple con los parámetros establecidos en la E030-2016, ya que sus derivas excedían dichos parámetros, y por denotación también nos especifica que las edificaciones esenciales tienen que presentar un sistema estructural de muros estructurales, dual, albañilería confinada o armada.

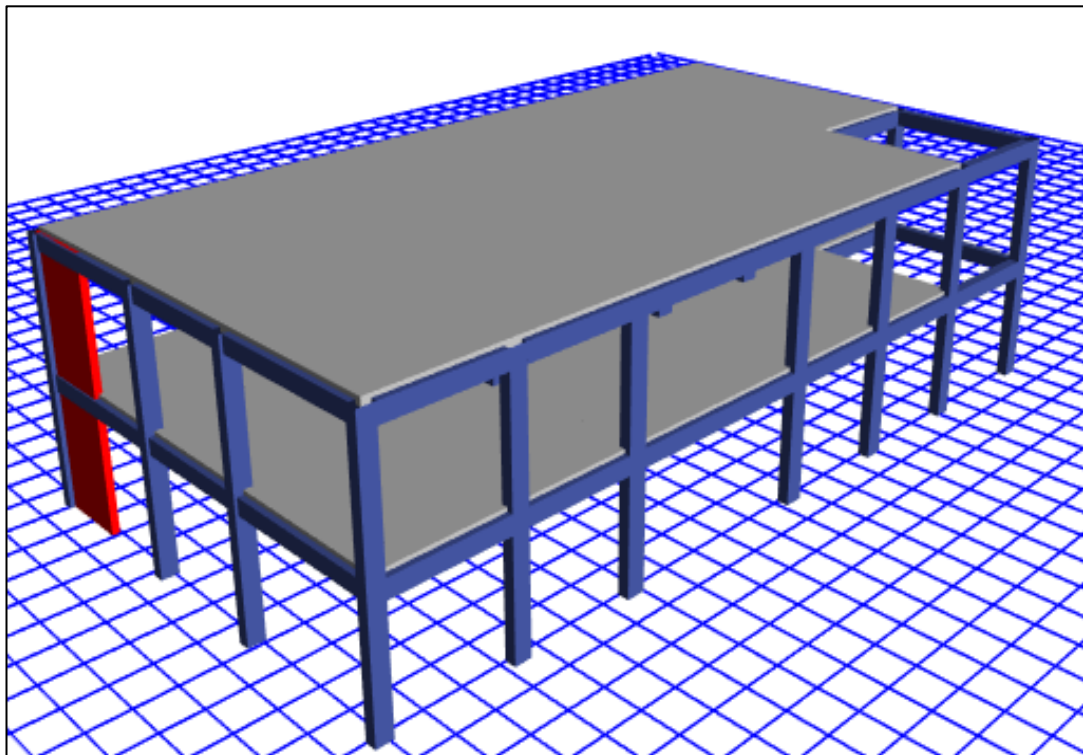


Figura 82: Propuesta de reforzamiento. Fuente: Elaboración propia.

Dicha estructura está ubicada en la zona sísmica 4, que tiene una aceleración máxima de 0.35g, con una probabilidad del 10% de periodo de retorno de 50 años de sismo y dicha edificación esencial, va ser diseñada por un movimiento sísmico de diseño raro de 475 años de intervalo de recurrencia del sismo.

En el reforzamiento de la estructura existente se ha considerado agregar placas. Como se muestra figura 82 tenemos dos placas en el eje “y”, con una longitud de 2.50 metros y con un espesor de 0.20 metros, en el cual estamos cumpliendo con las excentricidades en los ambos sentidos y tener más eficiencia al momento de absorber las fuerzas sísmicas.

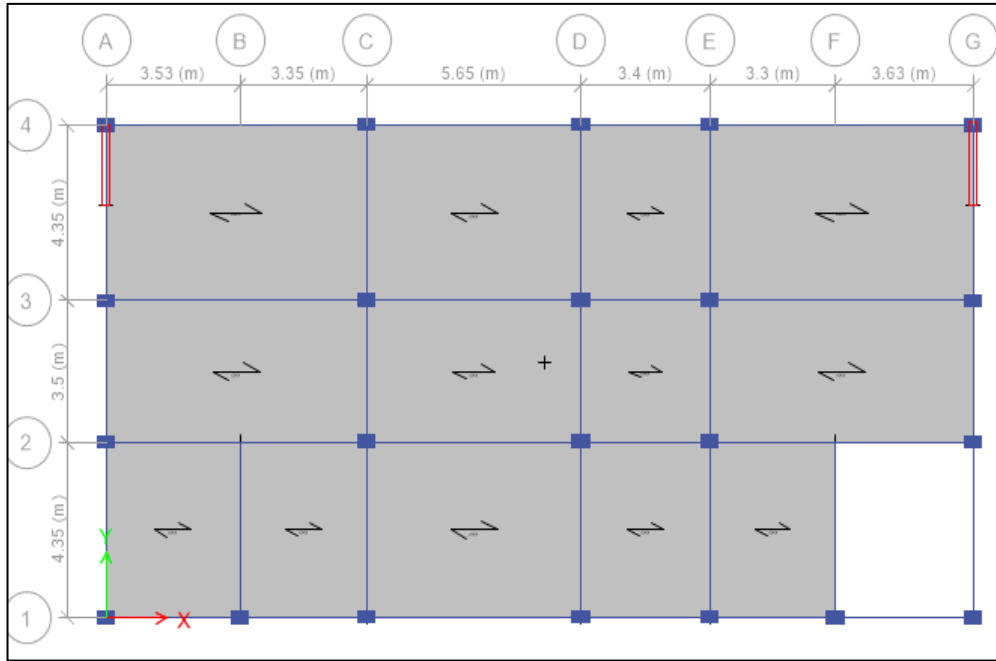


Figura 83: Reforzamiento de la estructura ante las exigencias de E030-2016. Fuente: Elaboración propia.

El periodo fundamental de los datos obtenidos del programa Etabs. Por lo tanto, pero el periodo en la dirección U_x es de 0.289 segundos y U_y es de 0.263. En dicho modelamiento se obtuvo que masa de la estructura alcanzó 99% en la dirección x-x en el cuarto modo de vibración y en la dirección y-y alcanzó el 93% de la masa de la estructura en el cuarto modo de vibración.

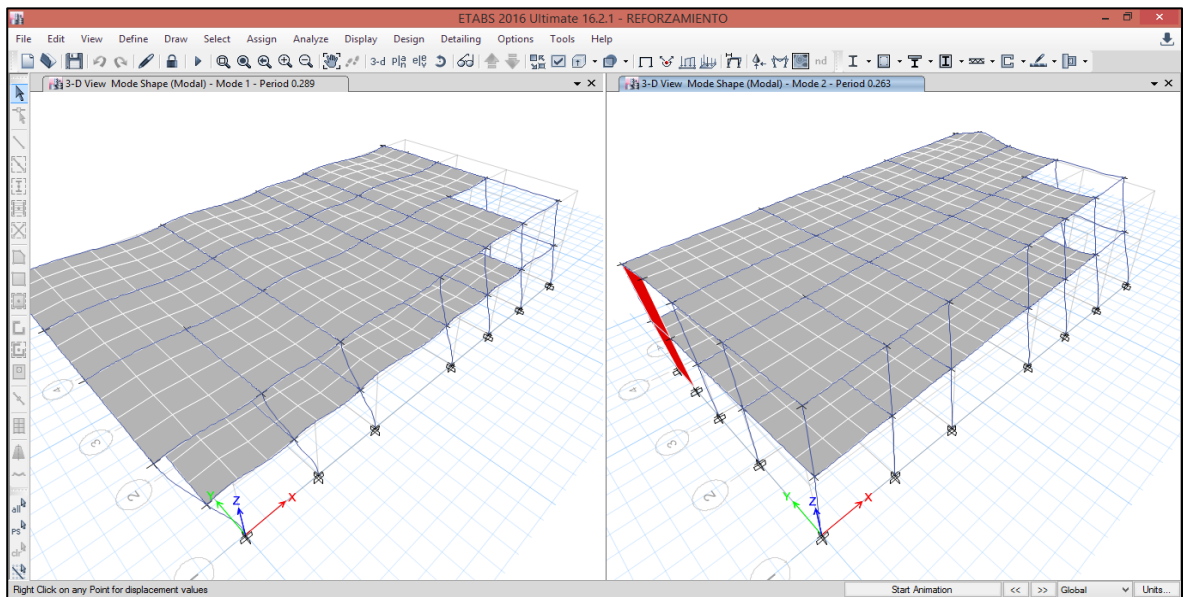


Figura 84: Modo de vibración de la estructura reforzada. Fuente: Elaboración propia.

Según la norma E030-2016 los límites para las derivas del entrepiso para estructuras de concreto armado es de 0.007. En nuestro modelamiento las distorsiones máximas en el sentido “x” es de 0.0045 y dicho valor está en el rango permitido por la actual norma.

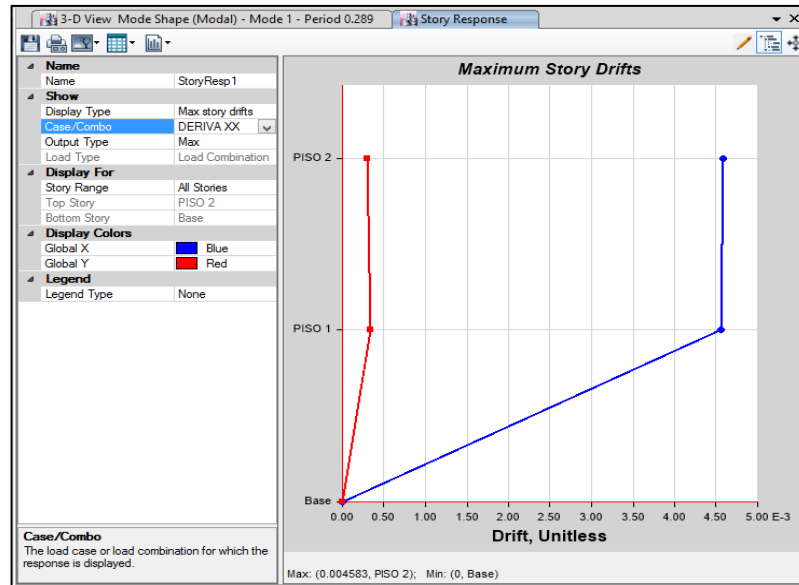


Figura 85: Deriva de la estructura reforzada x-x. Fuente: Elaboración propia.

En el modelamiento de la estructura, determinamos que las derivas en el sentido “y” es de 0.0056. Dichos valores obtenidos cumplen con los parámetros que lo estipula la norma E030-2016 en los límites para las distorsiones del entrepiso para estructuras de concreto armado.

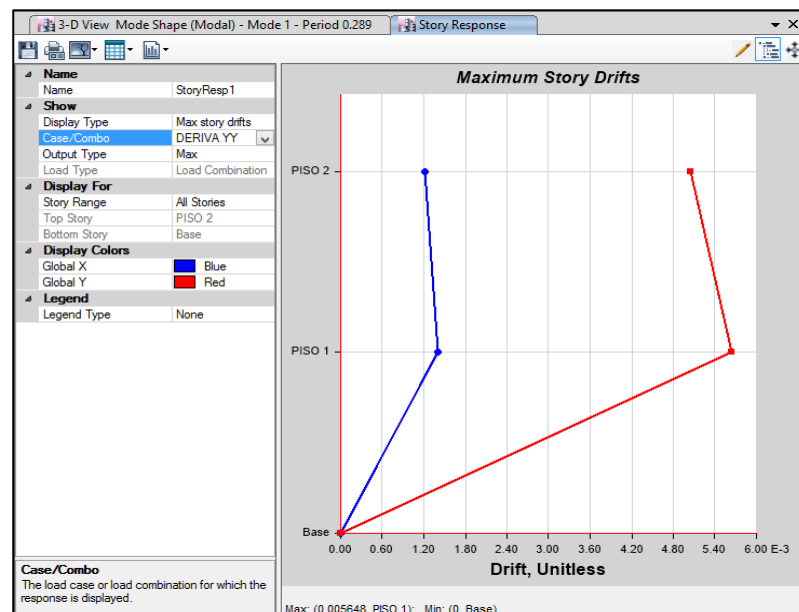


Figura 86: Deriva de la estructura reforzada y-y. Fuente: Elaboración propia.

Se determino el punto de desempeño está ubicado 0.036 metros y un cortante basal de 251.35 toneladas. Por lo tanto, concluimos que el punto de desempeño en el sentido “x” está en el rango de la curva de capacidad y por denotación la estructura no va a colapsar en dicho sentido.

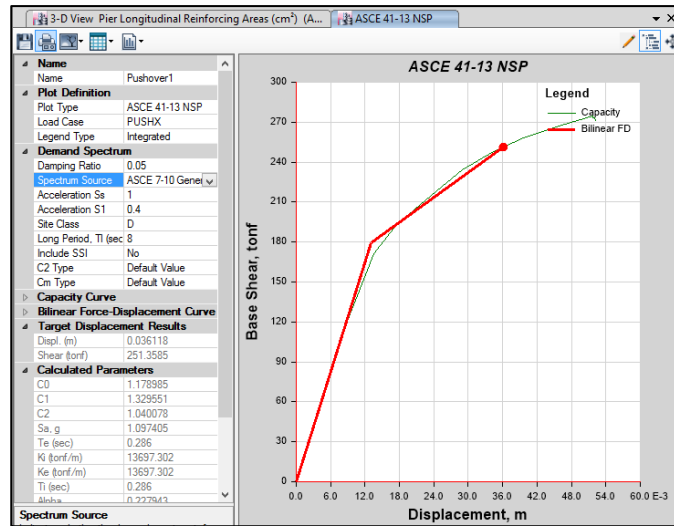


Figura 87: Criterios de Aceptación de la estructura reforzada x-x. Fuente: Elaboración propia.

El punto de desempeño está ubicado 0.032 metros y un cortante basal de 260.38 toneladas. Por lo tanto, el punto de desempeño en el sentido “y” está fuera del rango de la curva de capacidad y por denotación la estructura va a colapsar en dicho sentido.

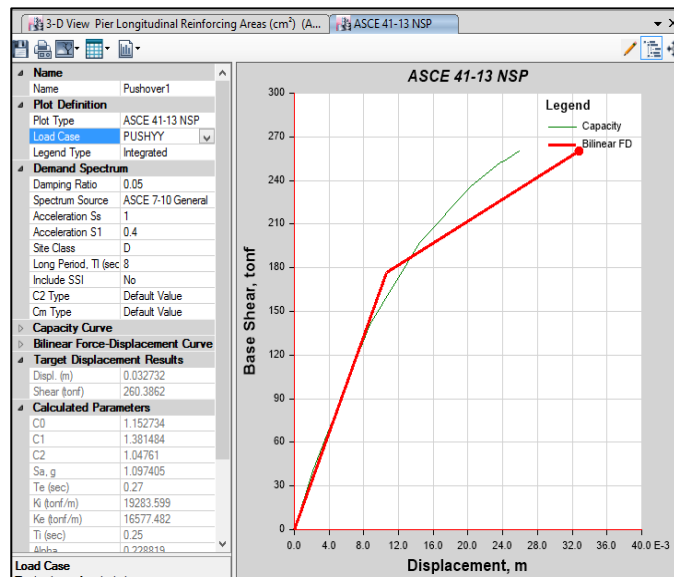


Figura 88: Criterios de Aceptación de la estructura reforzada y-y. Fuente: Elaboración propia.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mediante el análisis sísmico de la estructura se determinaron que presenta menor rigidez en la dirección más corta, cuya excentricidad accidental no cumple con los parámetros estipulados en la norma E030-2016 del diseño sismorresistente que describe que el centro de masa y el centro de rigidez, debe estar en un rango menor que 0.05 de diferencia entre las mismas, por el cual la estructura no está cumpliendo por falta de ductilidad en el eje “y”. Además, las distorsiones de entrepiso resultaron mayores a lo requerido según la norma que dichas derivas deben ser menores a 0.007 para estructuras de concreto armado.

Estos resultados están de acuerdo con los de Díaz (2015), quien realizó un estudio de la vulnerabilidad sísmica de la casona Espinach – ex palacio municipal de la ciudad de Cajamarca, en esta investigación el autor reportó la gran diferencia de rigideces encontradas en las direcciones frontal y lateral, siendo, que la rigidez lateral frontal resulta ser mucho menor a la rigidez lateral, es decir que tiene escasa redundancia estructural. Aunque en este punto se debe mencionar que la citada investigación no realizó un modelamiento de la estructura existente, sino que sólo se limitó a describir las deficiencias constructivas encontradas. Además, encontró que en general los pórticos de concreto armado diseñados con una normativa sísmica poco exigente, en términos de rigidez lateral, conlleva a edificaciones muy vulnerables frente a la acción de sismos.

Resulta evidente que detrás de cada cambio en la nueva propuesta y la minuciosa zonificación en todo el territorio nacional, existe un detallado estudio continuo en el tiempo que permite al usuario de la norma, tener la certeza de iniciar sus diseños con datos más cercanos a la realidad.

En la norma vigente se asigna cuatro categorías de sismo a tener en cuenta, según el porcentaje de probabilidad de ser excedido en un período de 50 años de vida útil correspondiente a un período de retorno por cada tipo. Por lo tanto, se clasifica mediante las zonas sísmicas de acuerdo a la intensidad de ocurrencia de sismos en el territorio nacional.

Se introduce un factor amplificador por la proximidad de la edificación a fallas

sísmicas, que no aparece en la norma vigente. Por último, se sustituye la clasificación de cuatro tipos de suelos de la norma vigente, por una más detallada.

La norma E030-2016 supera en detalles y prescripciones para el diseño sismorresistente, a la anterior y no está alejada de lo que abarcan las normas de países latinoamericanos, resultando adecuado en la misma, la incorporación de un listado de símbolos. Existe una notable ausencia en la introducción, de una reseña histórica de los sismos más relevantes que se tengan registrados en el país a través de los años, como enriquecimiento cultural y técnico para quienes resultan usuarios del documento, sean experimentados profesionales o las nuevas generaciones que vayan surgiendo. Otras normativas lo contienen en su introducción y se van actualizando en cada nuevo documento vigente.

El programa Etabs 2016, permite elaborar rótulas tipo momento – giro de cada elemento de una estructura de manera rápida y eficaz bajo los criterios de ASCE 41-13. En la presente investigación se realizó las rotulas de forma manual debido a un percance de entendimiento del programa y verificar los resultados de un elemento resulta ser una tarea muy tediosa debido al número de iteraciones que se debe realizar y verificar que en cada etapa se cumpla la compatibilidad de deformaciones, equilibrio de fuerzas y equilibrio de momentos.

El análisis no lineal estático resulta suficiente para conocer el punto de desempeño de una estructura, mientras que el análisis no lineal dinámico, precisa los niveles de daños que se puedan presentar tanto en elementos estructurales y no estructurales por piso de la estructura.

V. CONCLUSIONES

1. El desempeño sísmico de la edificación que es analizada mediante la norma de diseño sismorresistente E.030-2016, se puede decir que siendo un tipo de edificación de nivel A su desempeño sísmico es malo a pesar de tener una configuración regular en planta y en altura, presenta un sistema estructural aporticado, lo que se puede considerar que su comportamiento es limitado para mitigar las fuerzas cortantes.
2. Las distorsiones analizadas en este modelo, tenemos en el eje X con 0.0037 cumpliendo con lo estipulado con la norma de diseño sismorresistente, y en el eje Y con 0.0076 que no cumple con la norma E030-2016, el cual las distorsiones máximas es 0.007 en estructuras de concreto armado y por denotación el eje Y no está cumpliendo con los parámetros de la norma por falta de rigidez en dicho eje.
3. La estructura del local municipal de dos pisos resultó presentar un desempeño sísmico en un rango de prevención del colapso para un sismo de diseño, también denominado sismo raro de la actual norma E.030, mediante el uso de la matriz de desempeño que brinda VISION2000.
4. La propuesta de reforzamiento con la incorporación de las placas en el sentido más corto en el eje Y, logró incrementar de manera notable la rigidez de la estructura y lograr el cumplimiento de los requisitos mínimos que establece el reglamento Nacional de edificaciones, Normal E -030 de Diseño Sismorresistente Peruana.

VI. RECOMENDACIONES

1. Los resultados obtenidos en el análisis sísmico mostrados en la estructura al realizarle el reforzamiento propuesto, presenta mejoras en el comportamiento estructural y por denotación tendrá mayor rigidez y ductilidad en los elementos estructurales, teniendo como resultado evitar la destrucción de la edificación. Sin embargo, todavía persisten los daños que son originados del sismo en la edificación.
2. Se tiene que tomar mucho en cuenta la reconfiguración estructural, la distancia entre el centro de masas y el centro de rigideces que es muy importante para el comportamiento sísmico de la edificación.
3. En esta investigación se utilizó el software ETABS 2016 para poder realizar el análisis sísmico de la estructura y poder realizar un análisis no lineal, dicho software es una potente herramienta de cálculo estructural, que nos permite sólo realizar un análisis del tipo monotónico. Se recomienda en futuras investigaciones el uso de nuevos modelos de análisis, en especial los modelos de análisis tiempo historia no lineal, el cual ha demostrado la efectividad de estos modelos en la predicción de la respuesta sísmica.
4. Se recomienda que futuros trabajos de investigación hagan incidencias en los costos de reforzamiento, y que se comparen con otras alternativas de solución, como placas de concreto armado.
5. Se recomienda que las futuras investigaciones opten por nuevas posibilidades de reforzamiento de acuerdo a las exigencias que requiere la estructura de acorde con su desempeño sísmico y así poder mitigar los daños ocasionados por los movimientos sísmicos y así poder salvaguarde las vidas de las personas.

VII. REFERENCIAS

1. ALVARADO, Hugo. Propuesta de fortalecimiento de capacidades para la implementación del proceso estimación del riesgo en el aahh villa nicolasa – chorrillos. Tesis. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.
2. ASMAT, Chistian. Disposiciones sísmicas de diseño y análisis en base a desempeño aplicables a edificaciones de concreto armado. Tesis. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016.
3. CALCINA, Ramòn. Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de once pisos utilizando análisis estático y dinámico no-lineal. Tesis. Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2017.
4. CALLE, Carlos. Vulnerabilidad estructural de la I.E. N° 10024 “Nuestra señora de fátima”. Tesis. Pimentel: Universidad Señor de Sipàn, 2017.
5. Capeco. Reglamento nacional de edificaciones. diseño sismorresistente. Lima : el peruano, 2016. ISBN: 9786123346
6. CASIMIRO, Sebastiàn. Desempeño sísmico de edificaciones bajo el sismo de nivel ocasional. Tesis. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
7. CORPUS, Jorge y MORALES, Edwin. Análisis sísmico comparativo entre un sistema dual y el sistema de reforzamiento con disipadores de fluido viscoso para un edificio en el distrito de víctor larco herrera aplicando etabs 2013. Tesis. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.
8. COTACALLAPA, Ray. Analisis de un edificio asimetrico de 10 niveles de concreto armado con amortiguadores de masa sintonizada. Tesis. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustin, 2017.
9. DÌAZ, Alicia. Determinación de la vulnerabilidad sísmica de la casona espinach – ex palacio municipal de la ciudad de Cajamarca. Tesis. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2015.
10. DOMÌNGUEZ, Mauricio. Perìodos de vibreciòn de las edificaciones. Revista Colombiana de arquitectura e ingeniería [en línea]. Junio 2014, n° 2. [Fecha de consulta: 11 de Junio de 2018]. Disponible en <http://www.empaimatanzas.co.cu/revista/Vol.8%20No.2%20Agosto%202014.pdf>
11. FAJARDO, Cèsar. Evaluaciòn estructural de una de las edificaciones del hospital Edgardo Rebagliati Martins usando el mètodo del espectro de capacidad. Tesis. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
12. GARCÌA, Mario y MOSCOSO, Darwin. Análisis comparativo de la respuesta sísmica de distorsiones de entrepiso - deriva y fuerzas cortantes de una edificación de concreto armado con sistema dual, mediante los análisis sísmico dinámico, aplicado con la norma de diseño sismorresistente E.030 . Tesis. Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2016.

13. GONZALES, Antonio y VELI, Alfredo . Evaluación del comportamiento sísmico de una edificación con sistema MDL aplicando la NTP E030-2016 y la norma chilena 433-2012. Tesis. Lima: Universidad de San Matin de Porres, 2016.
14. HAUNDL, Mathias. Evaluación del desempeño sísmico de una vivienda de muros de hormigón armado. Tesis. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2014.
15. HUAPAYA, Raül. Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal. Tesis. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2017.
16. LEZAMA, Erwin. Comparación de derivas por solicitaciones sísmicas según normas E-030 de 2003 y 2016 en proyecto de una nueva edificación. Tesis. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2017.
17. Loayza, José y Chavez, Roberto. Diseño de un edificio de concreto armado de 5 niveles. Tesis. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015.
18. LOA, Gustavo. Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997. Tesis. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017.
19. MORA, David y AGUIAR, Roberto. Modelación de diagrama momento-curvatura y momento-rotación en secciones de acero estructural. Tesis. Pichincha: Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, 2015.
20. MORA, Freddi. Evaluación de edificaciones in situ según las normas nec después de un evento sísmico. Tesis. Machala: Universidad Tecnica de Machala, 2017.
21. PAREJA, Nelson. Estudio del comportamiento sísmico lineal y no lineal de pórticos metálicos resistentes a momentos. Lima. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
22. PINCHEIRA, Jose. Evaluación y rehabilitación sísmica de edificios de concreto reforzado. Wisconsin, 2017.
23. REZA, Hamid; BEHZAD, Fatahi y BIJAN, Samali. Seismic behavior of building frames considering dynamic soil-structure interaction. Revista Internacional de Geomecánica [en línea]. Agosto 2013, n° 4 [Fecha de consulta: 12 de Junio de 2018]. Disponible en <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29GM.1943-5622.0000231>
24. ROSALIN, Diego. Vulnerabilidad Sísmica en Edificios de Hormigón Armado. Estudio de Casos Prácticos. Tesis. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2016.
25. SÁNCHEZ, Martín. Comportamiento sísmico inelástico de edificios de acero estructural de 9 y 25 niveles, diseñados con el apéndice a de las NTC-sismo del RCDF-04. Tesis. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2013.

26. SANTANA, Ronald. Diseño sísmico por desempeño de estructuras de albañilería confinada. Tesis. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
27. SIGMUND, Zvonko, BRANA, Petar y SIGMUND, Vladimir. Seismic evaluation and retrofit of existing buildings. Osijek : alacero, 2014.
28. TARAZONA, Daniel. Estudio de sistemas estructurales de concreto armado y albañilería para el diseño sísmico de centros educativos. Tesis. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2017.
29. TAVERA, Hernando. Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en el Perú. Lima: Biblioteca Nacional del Perú, 2014. ISBN: 9786124579592
30. VERGARA, Victoria y ZEVALLOS, Mario. Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo. Tesis. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2014.

ANEXOS

- Panel fotográfico



Vista frontal del local municipal de la ciudad de Pimentel



Vista lateral del local municipal de la ciudad de Pimentel

- Diagramas de interacción

Diagrama de Interacción de la Columna C-1

	Curve 1	0. degrees		Curve 2	15. degrees		Curve 3	30. degrees		Curve 4	45. degrees	
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2
1	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0
2	-210.3814	6.4814	0	-210.3814	3.4509	0.8496	-210.3814	2.7792	0.9319	-210.3814	2.2975	1.1536
3	-210.3814	9.9681	0	-210.3814	6.9767	1.4562	-210.3814	5.0991	1.9658	-210.3814	4.1681	2.2799
4	-191.8545	13.0057	0	-203.7926	10.9797	1.5181	-210.3814	8.3723	2.9538	-210.3814	6.7927	3.6923
5	-170.9727	15.4853	0	-179.6711	14.2172	1.5548	-188.6842	12.2036	3.2662	-196.2565	9.6976	4.9536
6	-149.4186	17.4231	0	-154.7326	16.6309	1.5801	-159.7177	15.1467	3.4381	-165.6039	12.5945	5.7399
7	-126.1148	18.9222	0	-128.0892	18.2303	1.6979	-128.855	16.934	3.62	-129.8792	14.6859	6.0266
8	-100.6577	20.0608	0	-98.9208	19.1387	1.8436	-95.8192	17.5839	3.8655	-91.176	15.0645	6.3701
9	-82.85	19.6048	0	-75.675	18.7419	1.714	-68.4835	16.8302	3.8346	-60.2461	13.7919	6.3733
10	-64.0965	18.7084	0	-53.4557	17.1145	1.854	-41.5805	14.7638	3.8025	-31.8194	11.7744	5.7836
11	-46.803	17.0858	0	-30.6266	14.5214	1.8779	-16.8604	12.6873	4.1971	-8.7081	10.9859	5.8099
12	-25.8969	14.3983	0	-8.3558	13.0806	2.2794	9.7835	9.7724	4.0554	18.1875	7.7488	4.6402
13	-7.0953	13.392	0	23.511	7.675	2.4184	35.6653	5.0226	2.7134	40.0478	4.0427	2.5834
14	28.0605	6.9395	0	51.3441	1.804	1.0378	53.7943	1.2469	0.7875	55.0928	0.9621	0.6312
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0

	Curve 5	60. degrees		Curve 6	75. degrees		Curve 7	90. degrees		Curve 8	105. degrees	
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2
1	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0
2	-210.3814	1.8351	1.4793	-210.3814	1.3379	1.9664	-210.3814	0	4.5777	-210.3814	-1.3379	1.9664
3	-210.3814	3.505	2.7301	-210.3814	2.8402	3.6587	-210.3814	0	7.0826	-210.3814	-2.8402	3.6587
4	-210.3814	5.6413	4.433	-210.3814	4.1361	6.0868	-189.8669	0	9.2563	-210.3814	-4.1361	6.0868

5	-196.6705	7.7313	6.3265	-186.0646	4.4949	8.7988	-168.3189	0	11.0144	-186.0646	-4.4949	8.7988
6	-166.5324	9.364	8.0885	-157.0725	4.741	10.7707	-145.704	0	12.3889	-157.0725	-4.741	10.7707
7	-129.2101	10.0931	9.4556	-126.0149	5.0365	11.9452	-121.5249	0	13.4316	-126.0149	-5.0365	11.9452
8	-88.5799	10.6591	9.5909	-92.1951	5.4216	12.3211	-95.2414	0	14.2322	-92.1951	-5.4216	12.3211
9	-57.5305	10.3029	8.7804	-65.9072	5.3414	11.7472	-79.6426	0	13.802	-65.9072	-5.3414	11.7472
10	-29.7232	9.1032	7.5695	-39.739	5.2426	10.289	-61.9408	0	12.8578	-39.739	-5.2426	10.289
11	-5.4984	9.1004	7.2202	-16.8533	5.7763	8.7101	-42.0916	0	11.4803	-16.8533	-5.7763	8.7101
12	19.5081	6.8709	4.9928	12.1873	5.7494	6.464	-24.4871	0	9.7319	12.1873	-5.7494	6.464
13	40.1633	3.8274	2.6498	36.9211	3.9111	3.181	-3.3157	0	8.7201	36.9211	-3.9111	3.181
14	56.1047	0.743	0.5107	56.7217	0.5902	0.4587	41.9445	0	2.881	56.7217	-0.5902	0.4587
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0

	Curve 9	120. degrees		Curve 10	135. degrees		Curve 11	150. degrees		Curve 12	165. degrees	
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2
1	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0
2	-210.3814	-1.8351	1.4793	-210.3814	-2.2975	1.1536	-210.3814	-2.7792	0.9319	-210.3814	-3.4509	0.8496
3	-210.3814	-3.505	2.7301	-210.3814	-4.1681	2.2799	-210.3814	-5.0991	1.9658	-210.3814	-6.9767	1.4562
4	-210.3814	-5.6413	4.433	-210.3814	-6.7927	3.6923	-210.3814	-8.3723	2.9538	-203.7926	-10.9797	1.5181
5	-196.6705	-7.7313	6.3265	-196.2565	-9.6976	4.9536	-188.6842	-12.2036	3.2662	-179.6711	-14.2172	1.5548
6	-166.5324	-9.364	8.0885	-165.6039	-12.5945	5.7399	-159.7177	-15.1467	3.4381	-154.7326	-16.6309	1.5801
7	-129.2101	-10.0931	9.4556	-129.8792	-14.6859	6.0266	-128.855	-16.934	3.62	-128.0892	-18.2303	1.6979
8	-88.5799	-10.6591	9.5909	-91.176	-15.0645	6.3701	-95.8192	-17.5839	3.8655	-98.9208	-19.1387	1.8436
9	-57.5305	-10.3029	8.7804	-60.2461	-13.7919	6.3733	-68.4835	-16.8302	3.8346	-75.675	-18.7419	1.714
10	-29.7232	-9.1032	7.5695	-31.8194	-11.7744	5.7836	-41.5805	-14.7638	3.8025	-53.4557	-17.1145	1.854
11	-5.4984	-9.1004	7.2202	-8.7081	-10.9859	5.8099	-16.8604	-12.6873	4.1971	-30.6266	-14.5214	1.8779
12	19.5081	-6.8709	4.9928	18.1875	-7.7488	4.6402	9.7835	-9.7724	4.0554	-8.3558	-13.0806	2.2794
13	40.1633	-3.8274	2.6498	40.0478	-4.0427	2.5834	35.6653	-5.0226	2.7134	23.511	-7.675	2.4184
14	56.1047	-0.743	0.5107	55.0928	-0.9621	0.6312	53.7943	-1.2469	0.7875	51.3441	-1.804	1.0378

15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0
	Curve 13	180. degrees		Curve 14	195. degrees		Curve 15	210. degrees		Curve 16	225. degrees	
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2
1	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0
2	-210.3814	-6.4814	0	-210.3814	-3.4509	-0.8496	-210.3814	-2.7792	-0.9319	-210.3814	-2.2975	-1.1536
3	-210.3814	-9.9681	0	-210.3814	-6.9767	-1.4562	-210.3814	-5.0991	-1.9658	-210.3814	-4.1681	-2.2799
4	-191.8545	-13.0057	0	-203.7926	-10.9797	-1.5181	-210.3814	-8.3723	-2.9538	-210.3814	-6.7927	-3.6923
5	-170.9727	-15.4853	0	-179.6711	-14.2172	-1.5548	-188.6842	-12.2036	-3.2662	-196.2565	-9.6976	-4.9536
6	-149.4186	-17.4231	0	-154.7326	-16.6309	-1.5801	-159.7177	-15.1467	-3.4381	-165.6039	-12.5945	-5.7399
7	-126.1148	-18.9222	0	-128.0892	-18.2303	-1.6979	-128.855	-16.934	-3.62	-129.8792	-14.6859	-6.0266
8	-100.6577	-20.0608	0	-98.9208	-19.1387	-1.8436	-95.8192	-17.5839	-3.8655	-91.176	-15.0645	-6.3701
9	-82.85	-19.6048	0	-75.675	-18.7419	-1.714	-68.4835	-16.8302	-3.8346	-60.2461	-13.7919	-6.3733
10	-64.0965	-18.7084	0	-53.4557	-17.1145	-1.854	-41.5805	-14.7638	-3.8025	-31.8194	-11.7744	-5.7836
11	-46.803	-17.0858	0	-30.6266	-14.5214	-1.8779	-16.8604	-12.6873	-4.1971	-8.7081	-10.9859	-5.8099
12	-25.8969	-14.3983	0	-8.3558	-13.0806	-2.2794	9.7835	-9.7724	-4.0554	18.1875	-7.7488	-4.6402
13	-7.0953	-13.392	0	23.511	-7.675	-2.4184	35.6653	-5.0226	-2.7134	40.0478	-4.0427	-2.5834
14	28.0605	-6.9395	0	51.3441	-1.804	-1.0378	53.7943	-1.2469	-0.7875	55.0928	-0.9621	-0.6312
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0

	Curve 17	240. degrees		Curve 18	255. degrees		Curve 19	270. degrees		Curve 20	285. degrees	
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2
1	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0
2	-210.3814	-1.8351	-1.4793	-210.3814	-1.3379	-1.9664	-210.3814	0	-4.5777	-210.3814	1.3379	-1.9664
3	-210.3814	-3.505	-2.7301	-210.3814	-2.8402	-3.6587	-210.3814	0	-7.0826	-210.3814	2.8402	-3.6587
4	-210.3814	-5.6413	-4.433	-210.3814	-4.1361	-6.0868	-189.8669	0	-9.2563	-210.3814	4.1361	-6.0868
5	-196.6705	-7.7313	-6.3265	-186.0646	-4.4949	-8.7988	-168.3189	0	-11.0144	-186.0646	4.4949	-8.7988
6	-166.5324	-9.364	-8.0885	-157.0725	-4.741	-10.7707	-145.704	0	-12.3889	-157.0725	4.741	-10.7707

7	-129.2101	-10.0931	-9.4556	-126.0149	-5.0365	-11.9452	-121.5249	0	-13.4316	-126.0149	5.0365	-11.9452
8	-88.5799	-10.6591	-9.5909	-92.1951	-5.4216	-12.3211	-95.2414	0	-14.2322	-92.1951	5.4216	-12.3211
9	-57.5305	-10.3029	-8.7804	-65.9072	-5.3414	-11.7472	-79.6426	0	-13.802	-65.9072	5.3414	-11.7472
10	-29.7232	-9.1032	-7.5695	-39.739	-5.2426	-10.289	-61.9408	0	-12.8578	-39.739	5.2426	-10.289
11	-5.4984	-9.1004	-7.2202	-16.8533	-5.7763	-8.7101	-42.0916	0	-11.4803	-16.8533	5.7763	-8.7101
12	19.5081	-6.8709	-4.9928	12.1873	-5.7494	-6.464	-24.4871	0	-9.7319	12.1873	5.7494	-6.464
13	40.1633	-3.8274	-2.6498	36.9211	-3.9111	-3.181	-3.3157	0	-8.7201	36.9211	3.9111	-3.181
14	56.1047	-0.743	-0.5107	56.7217	-0.5902	-0.4587	41.9445	0	-2.881	56.7217	0.5902	-0.4587
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0

	Curve 21	300. degrees			Curve 22	315. degrees			Curve 23	330. degrees			Curve 24	345. degrees		
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	
1	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0	-210.3814	0	0	
2	-210.3814	1.8351	-1.4793	-210.3814	2.2975	-1.1536	-210.3814	2.7792	-0.9319	-210.3814	3.4509	-0.8496	-210.3814	3.4509	-0.8496	
3	-210.3814	3.505	-2.7301	-210.3814	4.1681	-2.2799	-210.3814	5.0991	-1.9658	-210.3814	6.9767	-1.4562	-210.3814	6.9767	-1.4562	
4	-210.3814	5.6413	-4.433	-210.3814	6.7927	-3.6923	-210.3814	8.3723	-2.9538	-203.7926	10.9797	-1.5181	-203.7926	10.9797	-1.5181	
5	-196.6705	7.7313	-6.3265	-196.2565	9.6976	-4.9536	-188.6842	12.2036	-3.2662	-179.6711	14.2172	-1.5548	-179.6711	14.2172	-1.5548	
6	-166.5324	9.364	-8.0885	-165.6039	12.5945	-5.7399	-159.7177	15.1467	-3.4381	-154.7326	16.6309	-1.5801	-154.7326	16.6309	-1.5801	
7	-129.2101	10.0931	-9.4556	-129.8792	14.6859	-6.0266	-128.855	16.934	-3.62	-128.0892	18.2303	-1.6979	-128.0892	18.2303	-1.6979	
8	-88.5799	10.6591	-9.5909	-91.176	15.0645	-6.3701	-95.8192	17.5839	-3.8655	-98.9208	19.1387	-1.8436	-98.9208	19.1387	-1.8436	
9	-57.5305	10.3029	-8.7804	-60.2461	13.7919	-6.3733	-68.4835	16.8302	-3.8346	-75.675	18.7419	-1.714	-75.675	18.7419	-1.714	
10	-29.7232	9.1032	-7.5695	-31.8194	11.7744	-5.7836	-41.5805	14.7638	-3.8025	-53.4557	17.1145	-1.854	-53.4557	17.1145	-1.854	
11	-5.4984	9.1004	-7.2202	-8.7081	10.9859	-5.8099	-16.8604	12.6873	-4.1971	-30.6266	14.5214	-1.8779	-30.6266	14.5214	-1.8779	
12	19.5081	6.8709	-4.9928	18.1875	7.7488	-4.6402	9.7835	9.7724	-4.0554	-8.3558	13.0806	-2.2794	-8.3558	13.0806	-2.2794	
13	40.1633	3.8274	-2.6498	40.0478	4.0427	-2.5834	35.6653	5.0226	-2.7134	23.511	7.675	-2.4184	23.511	7.675	-2.4184	
14	56.1047	0.743	-0.5107	55.0928	0.9621	-0.6312	53.7943	1.2469	-0.7875	51.3441	1.804	-1.0378	51.3441	1.804	-1.0378	
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	

PUNTOS	CURVA 1		CURVA 13	
	M33		M33	
	0°		180°	
	ϕM_n	ϕP_n	ϕM_n	ϕP_n
1	0	210.3814	0	210.3814
2	6.4814	210.3814	-6.4814	210.3814
3	9.9681	210.3814	-9.9681	210.3814
4	13.0057	191.8545	-13.0057	191.8545
5	15.4853	170.9727	-15.4853	170.9727
6	17.4231	149.4186	-17.4231	149.4186
7	18.9222	126.1148	-18.9222	126.1148
8	20.0608	100.6577	-20.0608	100.6577
9	19.6048	82.85	-19.6048	82.85
10	18.7084	64.0965	-18.7084	64.0965
11	17.0858	46.803	-17.0858	46.803
12	14.3983	25.8969	-14.3983	25.8969
13	13.392	7.0953	-13.392	7.0953
14	6.9395	-28.0605	-6.9395	-28.0605
15	0	-59.5044	0	-59.5044

PUNTOS	CURVA 7		CURVA 19	
	M22		M22	
	90°		270°	
	ϕM_n	ϕP_n	ϕM_n	ϕP_n
1	0	210.3814	0	210.3814
2	4.5777	210.3814	-4.5777	210.3814
3	7.0826	210.3814	-7.0826	210.3814
4	9.2563	189.8669	-9.2563	189.8669
5	11.0144	168.3189	-11.0144	168.3189
6	12.3889	145.704	-12.3889	145.704
7	13.4316	121.5249	-13.4316	121.5249
8	14.2322	95.2414	-14.2322	95.2414
9	13.802	79.6426	-13.802	79.6426
10	12.8578	61.9408	-12.8578	61.9408
11	11.4803	42.0916	-11.4803	42.0916
12	9.7319	24.4871	-9.7319	24.4871
13	8.7201	3.3157	-8.7201	3.3157
14	2.881	-41.9445	-2.881	-41.9445
15	0	-59.5044	0	-59.5044

Load Case/Combo	Station	P	V2	V3	T	M2	M3
CM	0	-14.723	0.3112	-0.0809	-0.0008	-0.0711	0.3347
CV	0	-5.3135	0.4789	-0.1367	-0.0009	-0.1337	0.5132
SXX Max	0	3.8345	4.6738	0.0389	0.0227	0.0657	8.5329
SYY Max	0	1.2751	0.2895	4.8626	0.1025	8.0999	0.5224

CM	14.723
CV	5.3135

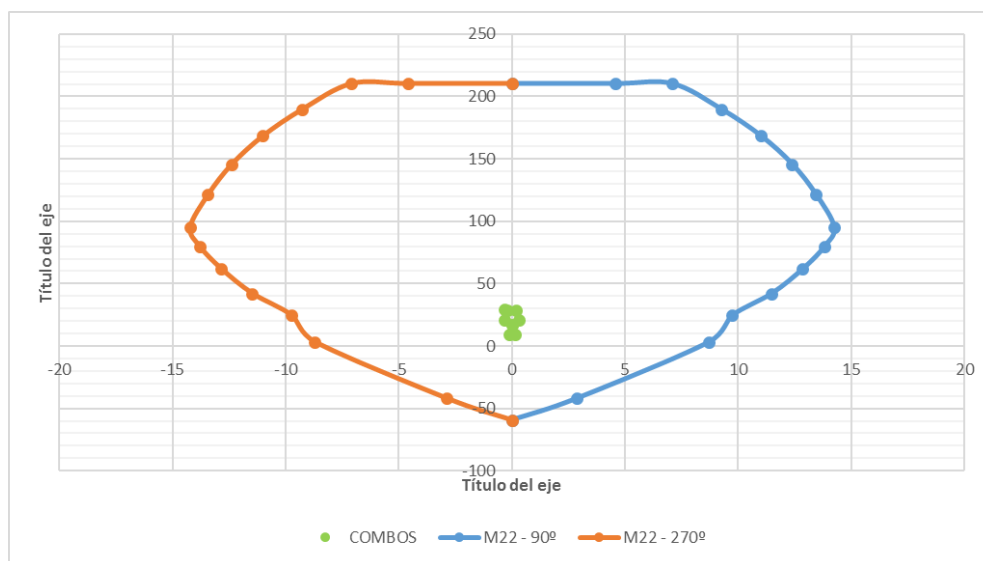
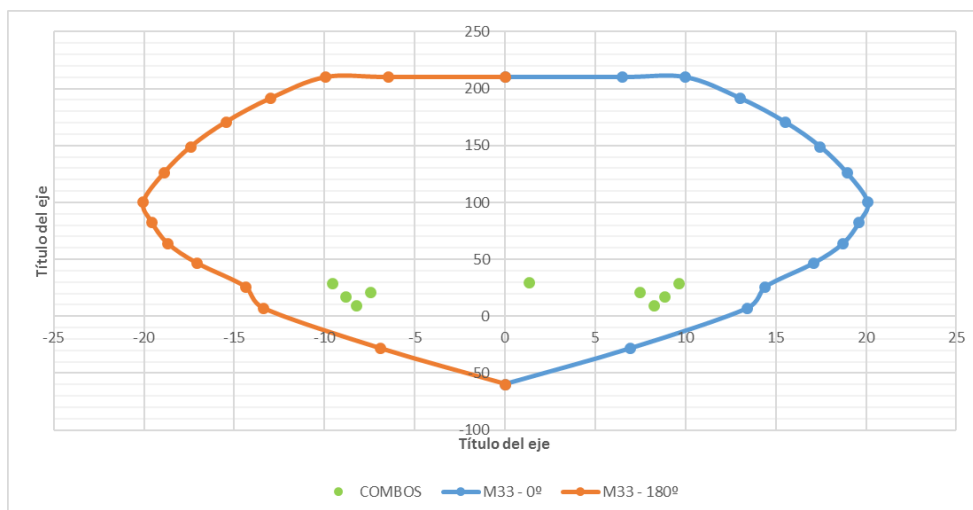
	COMBOS	P	M2	M3
	1.4CM+1.7CV	29.64515	-0.32683	1.34102
SISMO XX	1.25*(CM+CV)+S XX	28.880125	-0.1903	9.592775
	1.25*(CM+CV)-S XX	21.211125	-0.3217	-7.473025
	0.9CM+S XX	17.0852	0.00171	8.83413
	0.9CM-S XX	9.4162	-0.12969	-8.23167
SISMO YY	1.25*(CM+CV)+S YY	26.320725	7.8439	1.582275
	1.25*(CM+CV)-S YY	23.770525	-8.3559	0.537475
	0.9CM+S YY	14.5258	8.03591	0.82363
	0.9CM-S YY	11.9756	-8.16389	-0.22117

COMBINACIONES DE DISEÑO

S XX				
	COMBOS	P	M2	M3
	1.4CM+1.7CV	29.64515	-0.32683	1.34102
S XX POSITIVO	1.25*(CM+CV)+S XX	28.880125	-0.1903	9.592775
	1.25*(CM+CV)-S XX	21.211125	-0.3217	-7.473025
	0.9CM+S XX	17.0852	0.00171	8.83413
	0.9CM-S XX	9.4162	-0.12969	-8.23167
S XX NEGATIVO	1.25*(CM+CV)+S XX	28.880125	0.1903	-9.592775
	1.25*(CM+CV)-S XX	21.211125	0.3217	7.473025
	0.9CM+S XX	17.0852	-0.00171	-8.83413
	0.9CM-S XX	9.4162	0.12969	8.23167

S YY				
	COMBOS	P	M2	M3
	1.4CM+1.7CV	29.64515	-0.32683	1.34102
S YY POSITIVO	1.25*(CM+CV)+S XX	26.320725	7.8439	1.582275
	1.25*(CM+CV)-S XX	23.770525	-8.3559	0.537475
	0.9CM+S XX	14.5258	8.03591	0.82363
	0.9CM-S XX	11.9756	-8.16389	-0.22117
S YY NEGATIVO	1.25*(CM+CV)+S XX	26.320725	-7.8439	-1.582275
	1.25*(CM+CV)-S XX	23.770525	8.3559	-0.537475
	0.9CM+S XX	14.5258	-8.03591	-0.82363
	0.9CM-S XX	11.9756	8.16389	0.22117

DISEÑO SISMO XX



- Diagrama de Interacción de la Columna C-2

	Curve 1	0. degrees		Curve 2	15. degrees		Curve 3	30. degrees		Curve 4	45. degrees	
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2
1	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0
2	-185.3914	5.9229	0	-185.3914	3.4449	0.626	-185.3914	2.7894	0.6788	-185.3914	2.3705	0.8061
3	-185.3914	8.9449	0	-185.3914	6.7549	0.9213	-185.3914	4.9928	1.4181	-185.3914	4.105	1.6309
4	-167.8832	11.6117	0	-176.6682	10.1339	0.9667	-185.3914	8.1393	1.9716	-185.3914	6.5636	2.6114
5	-149.4234	13.8145	0	-155.7675	12.8833	0.991	-162.7218	11.4529	2.0876	-169.562	9.3409	3.3762
6	-130.2914	15.5693	0	-134.0367	14.9787	1.005	-137.6704	13.9326	2.1861	-141.9439	12.1036	3.7164
7	-109.4097	16.9793	0	-110.823	16.4799	1.0667	-111.0493	15.5087	2.3142	-111.2623	13.881	3.8814
8	-86.3745	18.1228	0	-84.8462	17.4225	1.1687	-82.1175	16.2161	2.4874	-78.0699	14.3247	4.1449
9	-70.6073	17.7437	0	-64.9187	17.105	1.0859	-58.5397	15.6895	2.4342	-51.0409	13.3459	4.1699
10	-53.8943	16.9909	0	-45.4449	15.7586	1.1903	-35.8297	13.9549	2.4587	-25.4566	11.4797	3.8596
11	-38.6412	15.5785	0	-25.6463	13.5385	1.2055	-14.0185	12.4013	2.7433	-4.1628	10.8653	4.1578
12	-20.3047	13.5202	0	-5.6564	12.692	1.4822	11.0731	9.6149	2.8152	21.3948	7.2668	3.3936
13	-2.1878	12.7377	0	22.9565	7.7788	1.6207	36.5272	4.8454	2.0566	41.5613	3.7429	1.9187
14	30.684	6.3265	0	51.9454	1.6762	0.7774	54.807	1.0357	0.5389	56.5699	0.657	0.3636
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0

	Curve 5	60. degrees		Curve 6	75. degrees		Curve 7	90. degrees		Curve 8	105. degrees	
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2
1	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0
2	-185.3914	1.9045	1.0428	-185.3914	1.3644	1.4214	-185.3914	0	3.4658	-185.3914	-1.3644	1.4214
3	-185.3914	3.4273	1.9473	-185.3914	2.7185	2.6148	-184.3745	0	5.3407	-185.3914	-2.7185	2.6148
4	-185.3914	5.44	3.1689	-185.3914	4.079	4.2948	-165.774	0	6.9701	-185.3914	-4.079	4.2948
5	-171.4662	7.4751	4.4415	-163.7519	4.7044	6.2553	-146.3844	0	8.2874	-163.7519	-4.7044	6.2553

6	-144.5188	9.2618	5.5535	-136.8672	4.984	7.799	-125.8768	0	9.3198	-136.8672	-4.984	7.799
7	-111.1657	10.3351	6.3527	-107.6163	5.31	8.6561	-103.7099	0	10.1126	-107.6163	-5.31	8.6561
8	-73.2377	10.8054	6.4543	-75.6368	5.7578	8.8675	-79.1558	0	10.7359	-75.6368	-5.7578	8.8675
9	-46.0981	10.1992	6.0168	-51.5318	5.6787	8.361	-64.3088	0	10.2514	-51.5318	-5.6787	8.361
10	-21.3395	8.9516	5.2266	-26.1001	5.4671	7.1469	-48.26	0	9.4736	-26.1001	-5.4671	7.1469
11	1.6887	9.0766	5.215	-5.532	6.2697	6.4976	-30.5415	0	8.3812	-5.532	-6.2697	6.4976
12	24.4985	6.3034	3.5268	21.8551	5.3596	4.264	-15.398	0	7.5748	21.8551	-5.3596	4.264
13	42.9204	3.3911	1.8696	41.5904	3.2845	2.0903	8.9579	0	6.0432	41.5904	-3.2845	2.0903
14	57.6062	0.4341	0.2614	57.3404	0.4687	0.3052	44.836	0	2.0663	57.3404	-0.4687	0.3052
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0

	Curve 9	120. degrees		Curve 10	135. degrees		Curve 11	150. degrees		Curve 12	165. degrees	
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2
1	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0
2	-185.3914	-1.9045	1.0428	-185.3914	-2.3705	0.8061	-185.3914	-2.7894	0.6788	-185.3914	-3.4449	0.626
3	-185.3914	-3.4273	1.9473	-185.3914	-4.105	1.6309	-185.3914	-4.9928	1.4181	-185.3914	-6.7549	0.9213
4	-185.3914	-5.44	3.1689	-185.3914	-6.5636	2.6114	-185.3914	-8.1393	1.9716	-176.6682	-10.1339	0.9667
5	-171.4662	-7.4751	4.4415	-169.562	-9.3409	3.3762	-162.7218	-11.4529	2.0876	-155.7675	-12.8833	0.991
6	-144.5188	-9.2618	5.5535	-141.9439	-12.1036	3.7164	-137.6704	-13.9326	2.1861	-134.0367	-14.9787	1.005
7	-111.1657	-10.3351	6.3527	-111.2623	-13.881	3.8814	-111.0493	-15.5087	2.3142	-110.823	-16.4799	1.0667
8	-73.2377	-10.8054	6.4543	-78.0699	-14.3247	4.1449	-82.1175	-16.2161	2.4874	-84.8462	-17.4225	1.1687
9	-46.0981	-10.1992	6.0168	-51.0409	-13.3459	4.1699	-58.5397	-15.6895	2.4342	-64.9187	-17.105	1.0859
10	-21.3395	-8.9516	5.2266	-25.4566	-11.4797	3.8596	-35.8297	-13.9549	2.4587	-45.4449	-15.7586	1.1903
11	1.6887	-9.0766	5.215	-4.1628	-10.8653	4.1578	-14.0185	-12.4013	2.7433	-25.6463	-13.5385	1.2055
12	24.4985	-6.3034	3.5268	21.3948	-7.2668	3.3936	11.0731	-9.6149	2.8152	-5.6564	-12.692	1.4822
13	42.9204	-3.3911	1.8696	41.5613	-3.7429	1.9187	36.5272	-4.8454	2.0566	22.9565	-7.7788	1.6207
14	57.6062	-0.4341	0.2614	56.5699	-0.657	0.3636	54.807	-1.0357	0.5389	51.9454	-1.6762	0.7774

15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0
	Curve 13	180. degrees		Curve 14	195. degrees		Curve 15	210. degrees		Curve 16	225. degrees	
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2
1	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0
2	-185.3914	-5.9229	0	-185.3914	-3.4449	-0.626	-185.3914	-2.7894	-0.6788	-185.3914	-2.3705	-0.8061
3	-185.3914	-8.9449	0	-185.3914	-6.7549	-0.9213	-185.3914	-4.9928	-1.4181	-185.3914	-4.105	-1.6309
4	-167.8832	-11.6117	0	-176.6682	-10.1339	-0.9667	-185.3914	-8.1393	-1.9716	-185.3914	-6.5636	-2.6114
5	-149.4234	-13.8145	0	-155.7675	-12.8833	-0.991	-162.7218	-11.4529	-2.0876	-169.562	-9.3409	-3.3762
6	-130.2914	-15.5693	0	-134.0367	-14.9787	-1.005	-137.6704	-13.9326	-2.1861	-141.9439	-12.1036	-3.7164
7	-109.4097	-16.9793	0	-110.823	-16.4799	-1.0667	-111.0493	-15.5087	-2.3142	-111.2623	-13.881	-3.8814
8	-86.3745	-18.1228	0	-84.8462	-17.4225	-1.1687	-82.1175	-16.2161	-2.4874	-78.0699	-14.3247	-4.1449
9	-70.6073	-17.7437	0	-64.9187	-17.105	-1.0859	-58.5397	-15.6895	-2.4342	-51.0409	-13.3459	-4.1699
10	-53.8943	-16.9909	0	-45.4449	-15.7586	-1.1903	-35.8297	-13.9549	-2.4587	-25.4566	-11.4797	-3.8596
11	-38.6412	-15.5785	0	-25.6463	-13.5385	-1.2055	-14.0185	-12.4013	-2.7433	-4.1628	-10.8653	-4.1578
12	-20.3047	-13.5202	0	-5.6564	-12.692	-1.4822	11.0731	-9.6149	-2.8152	21.3948	-7.2668	-3.3936
13	-2.1878	-12.7377	0	22.9565	-7.7788	-1.6207	36.5272	-4.8454	-2.0566	41.5613	-3.7429	-1.9187
14	30.684	-6.3265	0	51.9454	-1.6762	-0.7774	54.807	-1.0357	-0.5389	56.5699	-0.657	-0.3636
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0

	Curve 17	240. degrees		Curve 18	255. degrees		Curve 19	270. degrees		Curve 20	285. degrees	
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2
1	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0
2	-185.3914	-1.9045	-1.0428	-185.3914	-1.3644	-1.4214	-185.3914	0	-3.4658	-185.3914	1.3644	-1.4214
3	-185.3914	-3.4273	-1.9473	-185.3914	-2.7185	-2.6148	-184.3745	0	-5.3407	-185.3914	2.7185	-2.6148
4	-185.3914	-5.44	-3.1689	-185.3914	-4.079	-4.2948	-165.774	0	-6.9701	-185.3914	4.079	-4.2948
5	-171.4662	-7.4751	-4.4415	-163.7519	-4.7044	-6.2553	-146.3844	0	-8.2874	-163.7519	4.7044	-6.2553
6	-144.5188	-9.2618	-5.5535	-136.8672	-4.984	-7.799	-125.8768	0	-9.3198	-136.8672	4.984	-7.799

7	-111.1657	-10.3351	-6.3527	-107.6163	-5.31	-8.6561	-103.7099	0	-10.1126	-107.6163	5.31	-8.6561
8	-73.2377	-10.8054	-6.4543	-75.6368	-5.7578	-8.8675	-79.1558	0	-10.7359	-75.6368	5.7578	-8.8675
9	-46.0981	-10.1992	-6.0168	-51.5318	-5.6787	-8.361	-64.3088	0	-10.2514	-51.5318	5.6787	-8.361
10	-21.3395	-8.9516	-5.2266	-26.1001	-5.4671	-7.1469	-48.26	0	-9.4736	-26.1001	5.4671	-7.1469
11	1.6887	-9.0766	-5.215	-5.532	-6.2697	-6.4976	-30.5415	0	-8.3812	-5.532	6.2697	-6.4976
12	24.4985	-6.3034	-3.5268	21.8551	-5.3596	-4.264	-15.398	0	-7.5748	21.8551	5.3596	-4.264
13	42.9204	-3.3911	-1.8696	41.5904	-3.2845	-2.0903	8.9579	0	-6.0432	41.5904	3.2845	-2.0903
14	57.6062	-0.4341	-0.2614	57.3404	-0.4687	-0.3052	44.836	0	-2.0663	57.3404	0.4687	-0.3052
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0

	Curve 21	300. degrees	M2	Curve 22	315. degrees	M2	Curve 23	330. degrees	M2	Curve 24	345. degrees	M2
	P	M3		P	M3		P	M3		P	M3	
1	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0	-185.3914	0	0
2	-185.3914	1.9045	-1.0428	-185.3914	2.3705	-0.8061	-185.3914	2.7894	-0.6788	-185.3914	3.4449	-0.626
3	-185.3914	3.4273	-1.9473	-185.3914	4.105	-1.6309	-185.3914	4.9928	-1.4181	-185.3914	6.7549	-0.9213
4	-185.3914	5.44	-3.1689	-185.3914	6.5636	-2.6114	-185.3914	8.1393	-1.9716	-176.6682	10.1339	-0.9667
5	-171.4662	7.4751	-4.4415	-169.562	9.3409	-3.3762	-162.7218	11.4529	-2.0876	-155.7675	12.8833	-0.991
6	-144.5188	9.2618	-5.5535	-141.9439	12.1036	-3.7164	-137.6704	13.9326	-2.1861	-134.0367	14.9787	-1.005
7	-111.1657	10.3351	-6.3527	-111.2623	13.881	-3.8814	-111.0493	15.5087	-2.3142	-110.823	16.4799	-1.0667
8	-73.2377	10.8054	-6.4543	-78.0699	14.3247	-4.1449	-82.1175	16.2161	-2.4874	-84.8462	17.4225	-1.1687
9	-46.0981	10.1992	-6.0168	-51.0409	13.3459	-4.1699	-58.5397	15.6895	-2.4342	-64.9187	17.105	-1.0859
10	-21.3395	8.9516	-5.2266	-25.4566	11.4797	-3.8596	-35.8297	13.9549	-2.4587	-45.4449	15.7586	-1.1903
11	1.6887	9.0766	-5.215	-4.1628	10.8653	-4.1578	-14.0185	12.4013	-2.7433	-25.6463	13.5385	-1.2055
12	24.4985	6.3034	-3.5268	21.3948	7.2668	-3.3936	11.0731	9.6149	-2.8152	-5.6564	12.692	-1.4822
13	42.9204	3.3911	-1.8696	41.5613	3.7429	-1.9187	36.5272	4.8454	-2.0566	22.9565	7.7788	-1.6207
14	57.6062	0.4341	-0.2614	56.5699	0.657	-0.3636	54.807	1.0357	-0.5389	51.9454	1.6762	-0.7774
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0

PUNTOS	CURVA 1		CURVA 13	
	M33		M33	
	0°		180°	
	ϕM_n	ϕP_n	ϕM_n	ϕP_n
1	0	185.3914	0	185.3914
2	5.9229	185.3914	-5.9229	185.3914
3	8.9449	185.3914	-8.9449	185.3914
4	11.6117	167.8832	-11.6117	167.8832
5	13.8145	149.4234	-13.8145	149.4234
6	15.5693	130.2914	-15.5693	130.2914
7	16.9793	109.4097	-16.9793	109.4097
8	18.1228	86.3745	-18.1228	86.3745
9	17.7437	70.6073	-17.7437	70.6073
10	16.9909	53.8943	-16.9909	53.8943
11	15.5785	38.6412	-15.5785	38.6412
12	13.5202	20.3047	-13.5202	20.3047
13	12.7377	2.1878	-12.7377	2.1878
14	6.3265	-30.684	-6.3265	-30.684
15	0	-59.5044	0	-59.5044

PUNTOS	CURVA 7		CURVA 19	
	M22		M22	
	90°		270°	
	ϕM_n	ϕP_n	ϕM_n	ϕP_n
1	0	185.3914	0	185.3914
2	3.4658	185.3914	-3.4658	185.3914
3	5.3407	184.3745	-5.3407	184.3745
4	6.9701	165.774	-6.9701	165.774
5	8.2874	146.3844	-8.2874	146.3844
6	9.3198	125.8768	-9.3198	125.8768
7	10.1126	103.7099	-10.1126	103.7099
8	10.7359	79.1558	-10.7359	79.1558
9	10.2514	64.3088	-10.2514	64.3088
10	9.4736	48.26	-9.4736	48.26
11	8.3812	30.5415	-8.3812	30.5415
12	7.5748	15.398	-7.5748	15.398
13	6.0432	-8.9579	-6.0432	-8.9579
14	2.0663	-44.836	-2.0663	-44.836
15	0	-59.5044	0	-59.5044

Load Case/Combo	Station	P	V2	V3	T	M2	M3
CM	0	-4.024	0.196	-0.1908	-0.0007	-0.1993	0.209
CV	0	-2.6892	0.2358	-0.2102	-0.0006	-0.2204	0.2508
SXX Max	0	1.8056	2.4762	0.0179	0.0158	0.0298	4.8456
SYY Max	0	3.3556	0.6133	2.1777	0.0712	3.6241	1.1545

CM	4.024
CV	2.6892

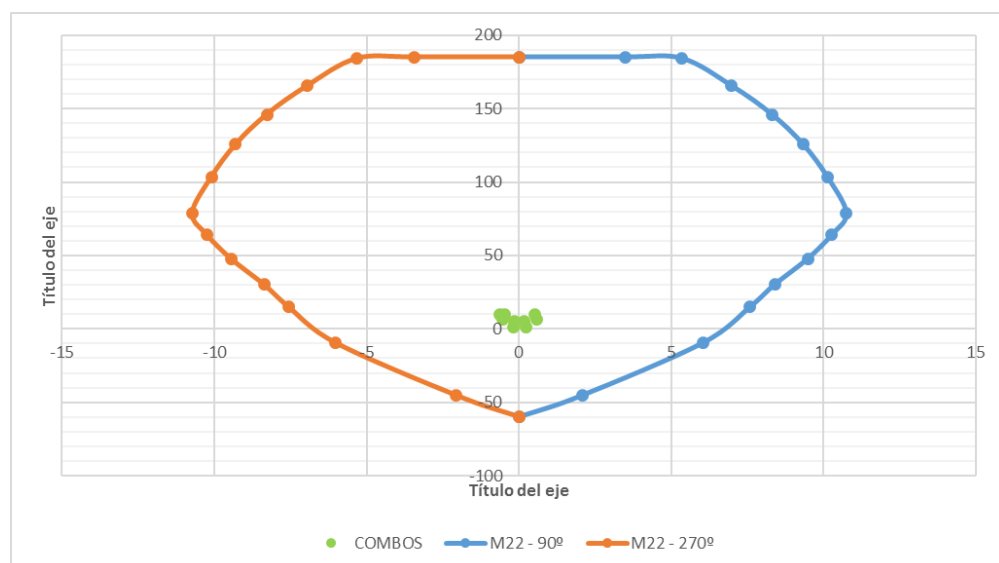
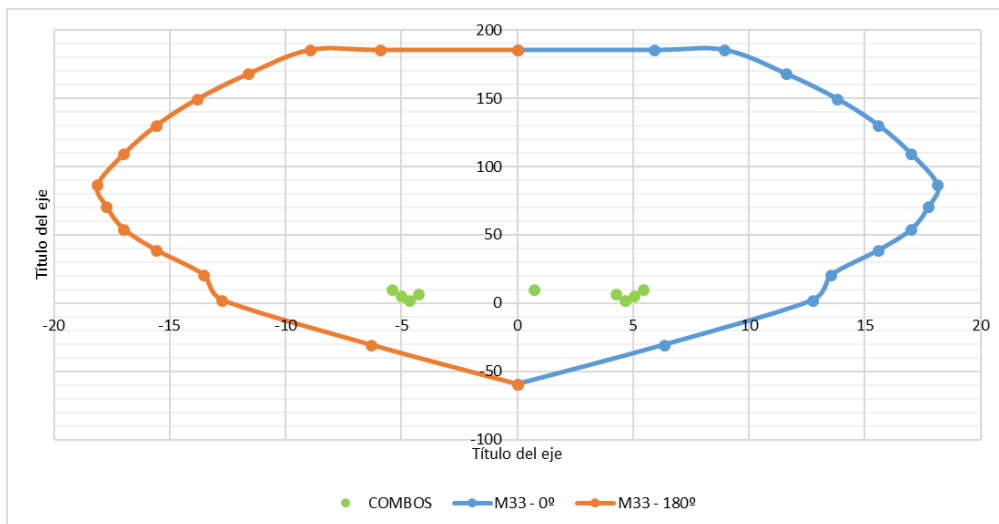
	COMBOS	P	M2	M3
	1.4CM+1.7CV	10.20524	-0.6537	0.71896
SISMO XX	1.25*(CM+CV)+S XX	10.1971	-0.494825	5.42035
	1.25*(CM+CV)-S XX	6.5859	-0.554425	-4.27085
	0.9CM+S XX	5.4272	-0.14957	5.0337
	0.9CM-S XX	1.816	-0.20917	-4.6575
SISMO YY	1.25*(CM+CV)+S YY	11.7471	3.099475	1.72925
	1.25*(CM+CV)-S YY	5.0359	-4.148725	-0.57975
	0.9CM+S YY	6.9772	3.44473	1.3426
	0.9CM-S YY	0.266	-3.80347	-0.9664

COMBINACIONES DE DISEÑO

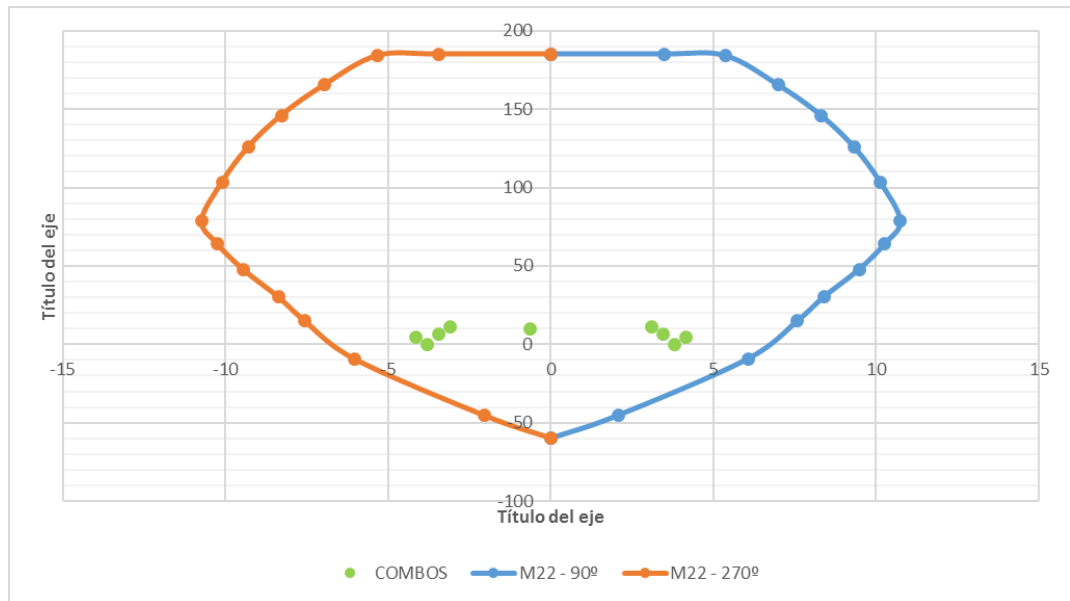
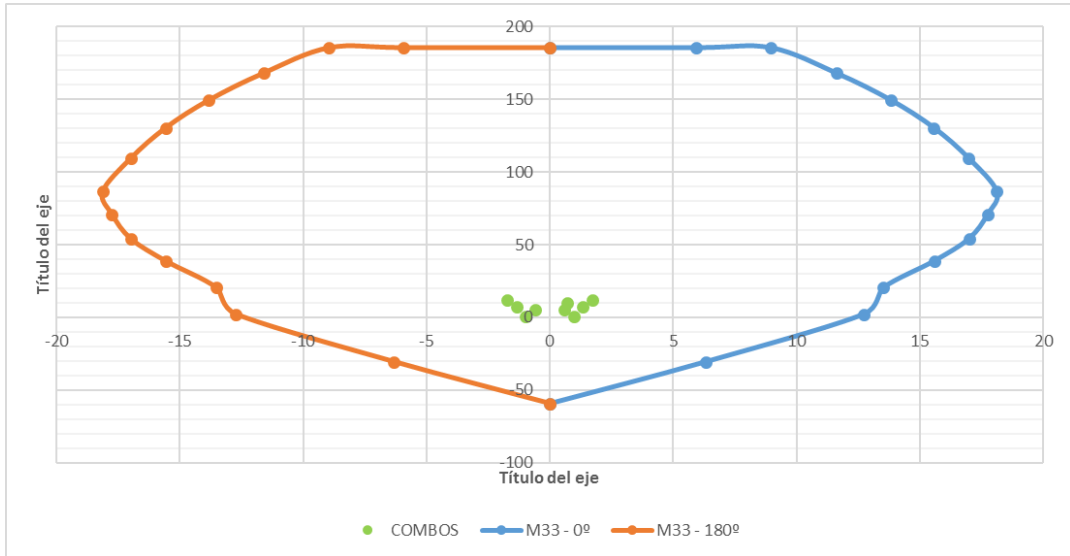
S XX				
	COMBOS	P	M2	M3
	1.4CM+1.7CV	10.20524	-0.6537	0.71896
S XX POSITIVO	1.25*(CM+CV)+S XX	10.1971	-0.494825	5.42035
	1.25*(CM+CV)-S XX	6.5859	-0.554425	-4.27085
	0.9CM+S XX	5.4272	-0.14957	5.0337
	0.9CM-S XX	1.816	-0.20917	-4.6575
S XX NEGATIVO	1.25*(CM+CV)+S XX	10.1971	0.494825	-5.42035
	1.25*(CM+CV)-S XX	6.5859	0.554425	4.27085
	0.9CM+S XX	5.4272	0.14957	-5.0337
	0.9CM-S XX	1.816	0.20917	4.6575

S YY				
	COMBOS	P	M2	M3
	1.4CM+1.7CV	10.20524	-0.6537	0.71896
S YY POSITIVO	1.25*(CM+CV)+S XX	11.7471	3.099475	1.72925
	1.25*(CM+CV)-S XX	5.0359	-4.148725	-0.57975
	0.9CM+S XX	6.9772	3.44473	1.3426
	0.9CM-S XX	0.266	-3.80347	-0.9664
S YY NEGATIVO	1.25*(CM+CV)+S XX	11.7471	-3.099475	-1.72925
	1.25*(CM+CV)-S XX	5.0359	4.148725	0.57975
	0.9CM+S XX	6.9772	-3.44473	-1.3426
	0.9CM-S XX	0.266	3.80347	0.9664

DISEÑO SISMO XX



DISEÑO SISMO YY



- Diagrama de Interacción de la Columna C-3

	Curve 1	0. degrees		Curve 2	15. degrees		Curve 3	30. degrees		Curve 4	45. degrees	
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2
1	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0
2	-170.3974	4.9517	0	-170.3974	2.8361	0.5937	-170.3974	2.3136	0.663	-170.3974	1.9306	0.8246
3	-169.7214	7.4299	0	-170.3974	5.459	0.9399	-170.3974	4.0532	1.3515	-170.3974	3.3159	1.5911
4	-153.2894	9.6263	0	-162.1759	8.2737	0.9874	-170.3974	6.4804	1.9694	-170.3974	5.2644	2.5358
5	-136.1219	11.4461	0	-142.5831	10.5863	1.0145	-149.3476	9.2084	2.1513	-155.1876	7.4157	3.3352
6	-118.2572	12.9044	0	-122.14	12.3477	1.032	-125.5617	11.3146	2.2596	-129.7181	9.5498	3.8022
7	-98.599	14.0934	0	-99.8951	13.5615	1.1272	-100.0073	12.6061	2.4008	-100.2479	11.0463	3.9829
8	-76.7058	15.0863	0	-75.0379	14.3521	1.2421	-72.1822	13.164	2.5928	-68.1832	11.347	4.2691
9	-62.2361	14.7667	0	-55.9603	14.0676	1.1522	-49.7769	12.6764	2.5572	-42.8681	10.5013	4.2618
10	-46.8173	14.1509	0	-37.7674	12.8918	1.2591	-27.9403	11.1674	2.5446	-19.2663	9.0693	3.8716
11	-32.1859	12.8445	0	-18.96	11.0653	1.2701	-6.8534	10.4013	2.9973	1.5965	8.8996	4.1686
12	-15.3172	11.6218	0	1.4551	10.5096	1.5919	17.1822	7.4149	2.7312	25.0778	5.7718	3.1655
13	3.4748	10.4606	0	29.1217	5.7345	1.6428	39.7816	3.6823	1.8502	43.335	2.9809	1.7682
14	36.8832	4.477	0	54.3329	1.0413	0.548	56.7218	0.5679	0.3384	57.723	0.3729	0.2392
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0

	Curve 5	60. degrees		Curve 6	75. degrees		Curve 7	90. degrees		Curve 8	105. degrees	
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2
1	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0
2	-170.3974	1.5392	1.0689	-170.3974	1.0882	1.4375	-170.3974	0	3.2542	-170.3974	-1.0882	1.4375
3	-170.3974	2.7644	1.9202	-170.3974	2.1753	2.5847	-168.7053	0	4.9553	-170.3974	-2.1753	2.5847
4	-170.3974	4.3501	3.0854	-170.3974	3.1598	4.2129	-151.6414	0	6.4487	-170.3974	-3.1598	4.2129

5	-155.9481	5.9014	4.3294	-147.9198	3.4919	6.0452	-133.7884	0	7.6678	-147.9198	-3.4919	6.0452
6	-130.7788	7.1687	5.4654	-123.7217	3.7224	7.3918	-114.8174	0	8.6398	-123.7217	-3.7224	7.3918
7	-99.4521	7.819	6.3287	-97.1545	3.991	8.1724	-94.1871	0	9.4099	-97.1545	-3.991	8.1724
8	-64.9534	8.2949	6.3913	-67.785	4.3591	8.4254	-71.1697	0	10.0484	-67.785	-4.3591	8.4254
9	-39.9093	7.941	5.916	-45.8533	4.2372	8.0169	-57.4636	0	9.5996	-45.8533	-4.2372	8.0169
10	-17.3843	7.256	5.2943	-23.1258	4.1227	6.9287	-42.5557	0	8.8784	-23.1258	-4.1227	6.9287
11	6.2568	7.1883	5.0462	-3.662	4.9293	6.4302	-25.978	0	7.8634	-3.662	-4.9293	6.4302
12	27.2594	5.0777	3.3148	23.0825	4.4032	4.1279	-11.9321	0	7.301	23.0825	-4.4032	4.1279
13	44.3219	2.7402	1.7166	42.4731	2.718	1.9872	11.8916	0	5.6567	42.4731	-2.718	1.9872
14	57.8138	0.3464	0.2339	57.493	0.3878	0.2843	46.3028	0	1.8597	57.493	-0.3878	0.2843
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0

	Curve 9	120. degrees			Curve 10	135. degrees			Curve 11	150. degrees			Curve 12	165. degrees		
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	
1	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0	
2	-170.3974	-1.5392	1.0689	-170.3974	-1.9306	0.8246	-170.3974	-2.3136	0.663	-170.3974	-2.8361	0.5937	-170.3974	-2.8361	0.5937	
3	-170.3974	-2.7644	1.9202	-170.3974	-3.3159	1.5911	-170.3974	-4.0532	1.3515	-170.3974	-5.459	0.9399	-170.3974	-5.459	0.9399	
4	-170.3974	-4.3501	3.0854	-170.3974	-5.2644	2.5358	-170.3974	-6.4804	1.9694	-162.1759	-8.2737	0.9874	-162.1759	-8.2737	0.9874	
5	-155.9481	-5.9014	4.3294	-155.1876	-7.4157	3.3352	-149.3476	-9.2084	2.1513	-142.5831	-10.5863	1.0145	-142.5831	-10.5863	1.0145	
6	-130.7788	-7.1687	5.4654	-129.7181	-9.5498	3.8022	-125.5617	-11.3146	2.2596	-122.14	-12.3477	1.032	-122.14	-12.3477	1.032	
7	-99.4521	-7.819	6.3287	-100.2479	-11.0463	3.9829	-100.0073	-12.6061	2.4008	-99.8951	-13.5615	1.1272	-99.8951	-13.5615	1.1272	
8	-64.9534	-8.2949	6.3913	-68.1832	-11.347	4.2691	-72.1822	-13.164	2.5928	-75.0379	-14.3521	1.2421	-75.0379	-14.3521	1.2421	
9	-39.9093	-7.941	5.916	-42.8681	-10.5013	4.2618	-49.7769	-12.6764	2.5572	-55.9603	-14.0676	1.1522	-55.9603	-14.0676	1.1522	
10	-17.3843	-7.256	5.2943	-19.2663	-9.0693	3.8716	-27.9403	-11.1674	2.5446	-37.7674	-12.8918	1.2591	-37.7674	-12.8918	1.2591	
11	6.2568	-7.1883	5.0462	1.5965	-8.8996	4.1686	-6.8534	-10.4013	2.9973	-18.96	-11.0653	1.2701	-18.96	-11.0653	1.2701	
12	27.2594	-5.0777	3.3148	25.0778	-5.7718	3.1655	17.1822	-7.4149	2.7312	1.4551	-10.5096	1.5919	1.4551	-10.5096	1.5919	
13	44.3219	-2.7402	1.7166	43.335	-2.9809	1.7682	39.7816	-3.6823	1.8502	29.1217	-5.7345	1.6428	29.1217	-5.7345	1.6428	
14	57.8138	-0.3464	0.2339	57.723	-0.3729	0.2392	56.7218	-0.5679	0.3384	54.3329	-1.0413	0.548	54.3329	-1.0413	0.548	

15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0
----	---------	---	---	---------	---	---	---------	---	---	---------	---	---

	Curve 13	180. degrees	M2	Curve 14	195. degrees	M2	Curve 15	210. degrees	M2	Curve 16	225. degrees	M2
	P	M3		P	M3		P	M3		P	M3	
1	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0
2	-170.3974	-4.9517	0	-170.3974	-2.8361	-0.5937	-170.3974	-2.3136	-0.663	-170.3974	-1.9306	-0.8246
3	-169.7214	-7.4299	0	-170.3974	-5.459	-0.9399	-170.3974	-4.0532	-1.3515	-170.3974	-3.3159	-1.5911
4	-153.2894	-9.6263	0	-162.1759	-8.2737	-0.9874	-170.3974	-6.4804	-1.9694	-170.3974	-5.2644	-2.5358
5	-136.1219	-11.4461	0	-142.5831	-10.5863	-1.0145	-149.3476	-9.2084	-2.1513	-155.1876	-7.4157	-3.3352
6	-118.2572	-12.9044	0	-122.14	-12.3477	-1.032	-125.5617	-11.3146	-2.2596	-129.7181	-9.5498	-3.8022
7	-98.599	-14.0934	0	-99.8951	-13.5615	-1.1272	-100.0073	-12.6061	-2.4008	-100.2479	-11.0463	-3.9829
8	-76.7058	-15.0863	0	-75.0379	-14.3521	-1.2421	-72.1822	-13.164	-2.5928	-68.1832	-11.347	-4.2691
9	-62.2361	-14.7667	0	-55.9603	-14.0676	-1.1522	-49.7769	-12.6764	-2.5572	-42.8681	-10.5013	-4.2618
10	-46.8173	-14.1509	0	-37.7674	-12.8918	-1.2591	-27.9403	-11.1674	-2.5446	-19.2663	-9.0693	-3.8716
11	-32.1859	-12.8445	0	-18.96	-11.0653	-1.2701	-6.8534	-10.4013	-2.9973	1.5965	-8.8996	-4.1686
12	-15.3172	-11.6218	0	1.4551	-10.5096	-1.5919	17.1822	-7.4149	-2.7312	25.0778	-5.7718	-3.1655
13	3.4748	-10.4606	0	29.1217	-5.7345	-1.6428	39.7816	-3.6823	-1.8502	43.335	-2.9809	-1.7682
14	36.8832	-4.477	0	54.3329	-1.0413	-0.548	56.7218	-0.5679	-0.3384	57.723	-0.3729	-0.2392
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0

	Curve 17	240. degrees	M2	Curve 18	255. degrees	M2	Curve 19	270. degrees	M2	Curve 20	285. degrees	M2
	P	M3		P	M3		P	M3		P	M3	
1	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0
2	-170.3974	-1.5392	-1.0689	-170.3974	-1.0882	-1.4375	-170.3974	0	-3.2542	-170.3974	1.0882	-1.4375
3	-170.3974	-2.7644	-1.9202	-170.3974	-2.1753	-2.5847	-168.7053	0	-4.9553	-170.3974	2.1753	-2.5847
4	-170.3974	-4.3501	-3.0854	-170.3974	-3.1598	-4.2129	-151.6414	0	-6.4487	-170.3974	3.1598	-4.2129
5	-155.9481	-5.9014	-4.3294	-147.9198	-3.4919	-6.0452	-133.7884	0	-7.6678	-147.9198	3.4919	-6.0452

6	-130.7788	-7.1687	-5.4654	-123.7217	-3.7224	-7.3918	-114.8174	0	-8.6398	-123.7217	3.7224	-7.3918
7	-99.4521	-7.819	-6.3287	-97.1545	-3.991	-8.1724	-94.1871	0	-9.4099	-97.1545	3.991	-8.1724
8	-64.9534	-8.2949	-6.3913	-67.785	-4.3591	-8.4254	-71.1697	0	-10.0484	-67.785	4.3591	-8.4254
9	-39.9093	-7.941	-5.916	-45.8533	-4.2372	-8.0169	-57.4636	0	-9.5996	-45.8533	4.2372	-8.0169
10	-17.3843	-7.256	-5.2943	-23.1258	-4.1227	-6.9287	-42.5557	0	-8.8784	-23.1258	4.1227	-6.9287
11	6.2568	-7.1883	-5.0462	-3.662	-4.9293	-6.4302	-25.978	0	-7.8634	-3.662	4.9293	-6.4302
12	27.2594	-5.0777	-3.3148	23.0825	-4.4032	-4.1279	-11.9321	0	-7.301	23.0825	4.4032	-4.1279
13	44.3219	-2.7402	-1.7166	42.4731	-2.718	-1.9872	11.8916	0	-5.6567	42.4731	2.718	-1.9872
14	57.8138	-0.3464	-0.2339	57.493	-0.3878	-0.2843	46.3028	0	-1.8597	57.493	0.3878	-0.2843
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0

	Curve 21	300. degrees		Curve 22	315. degrees		Curve 23	330. degrees		Curve 24	345. degrees	
	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2	P	M3	M2
1	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0	-170.3974	0	0
2	-170.3974	1.5392	-1.0689	-170.3974	1.9306	-0.8246	-170.3974	2.3136	-0.663	-170.3974	2.8361	-0.5937
3	-170.3974	2.7644	-1.9202	-170.3974	3.3159	-1.5911	-170.3974	4.0532	-1.3515	-170.3974	5.459	-0.9399
4	-170.3974	4.3501	-3.0854	-170.3974	5.2644	-2.5358	-170.3974	6.4804	-1.9694	-162.1759	8.2737	-0.9874
5	-155.9481	5.9014	-4.3294	-155.1876	7.4157	-3.3352	-149.3476	9.2084	-2.1513	-142.5831	10.5863	-1.0145
6	-130.7788	7.1687	-5.4654	-129.7181	9.5498	-3.8022	-125.5617	11.3146	-2.2596	-122.14	12.3477	-1.032
7	-99.4521	7.819	-6.3287	-100.2479	11.0463	-3.9829	-100.0073	12.6061	-2.4008	-99.8951	13.5615	-1.1272
8	-64.9534	8.2949	-6.3913	-68.1832	11.347	-4.2691	-72.1822	13.164	-2.5928	-75.0379	14.3521	-1.2421
9	-39.9093	7.941	-5.916	-42.8681	10.5013	-4.2618	-49.7769	12.6764	-2.5572	-55.9603	14.0676	-1.1522
10	-17.3843	7.256	-5.2943	-19.2663	9.0693	-3.8716	-27.9403	11.1674	-2.5446	-37.7674	12.8918	-1.2591
11	6.2568	7.1883	-5.0462	1.5965	8.8996	-4.1686	-6.8534	10.4013	-2.9973	-18.96	11.0653	-1.2701
12	27.2594	5.0777	-3.3148	25.0778	5.7718	-3.1655	17.1822	7.4149	-2.7312	1.4551	10.5096	-1.5919
13	44.3219	2.7402	-1.7166	43.335	2.9809	-1.7682	39.7816	3.6823	-1.8502	29.1217	5.7345	-1.6428
14	57.8138	0.3464	-0.2339	57.723	0.3729	-0.2392	56.7218	0.5679	-0.3384	54.3329	1.0413	-0.548
15	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0	59.5044	0	0

PUNTOS	CURVA 1		CURVA 13	
	M33		M33	
	0°		180°	
	ϕM_n	ϕP_n	ϕM_n	ϕP_n
1	0	170.3974	0	170.3974
2	4.9517	170.3974	-4.9517	170.3974
3	7.4299	169.7214	-7.4299	169.7214
4	9.6263	153.2894	-9.6263	153.2894
5	11.4461	136.1219	-11.4461	136.1219
6	12.9044	118.2572	-12.9044	118.2572
7	14.0934	98.599	-14.0934	98.599
8	15.0863	76.7058	-15.0863	76.7058
9	14.7667	62.2361	-14.7667	62.2361
10	14.1509	46.8173	-14.1509	46.8173
11	12.8445	32.1859	-12.8445	32.1859
12	11.6218	15.3172	-11.6218	15.3172
13	10.4606	-3.4748	-10.4606	-3.4748
14	4.477	-36.8832	-4.477	-36.8832
15	0	-59.5044	0	-59.5044

PUNTOS	CURVA 7		CURVA 19	
	M22		M22	
	90°		270°	
	ϕM_n	ϕP_n	ϕM_n	ϕP_n
1	0	170.3974	0	170.3974
2	3.2542	170.3974	-3.2542	170.3974
3	4.9553	168.7053	-4.9553	168.7053
4	6.4487	151.6414	-6.4487	151.6414
5	7.6678	133.7884	-7.6678	133.7884
6	8.6398	114.8174	-8.6398	114.8174
7	9.4099	94.1871	-9.4099	94.1871
8	10.0484	71.1697	-10.0484	71.1697
9	9.5996	57.4636	-9.5996	57.4636
10	8.8784	42.5557	-8.8784	42.5557
11	7.8634	25.978	-7.8634	25.978
12	7.301	11.9321	-7.301	11.9321
13	5.6567	-11.8916	-5.6567	-11.8916
14	1.8597	-46.3028	-1.8597	-46.3028
15	0	-59.5044	0	-59.5044

Load Case/Combo	Station	P	V2	V3	T	M2	M3
CM	0	-5.6193	-0.1304	-0.1281	-0.0005	-0.1289	-0.1385
CV	0	-1.0493	-0.1742	-0.1264	-0.0005	-0.1282	-0.1843
SXX Max	0	2.2829	1.665	0.0998	0.0133	0.1707	3.3912
SYY Max	0	2.8424	0.3879	2.2513	0.06	3.8297	0.7805

CM	5.6193
CV	1.0493

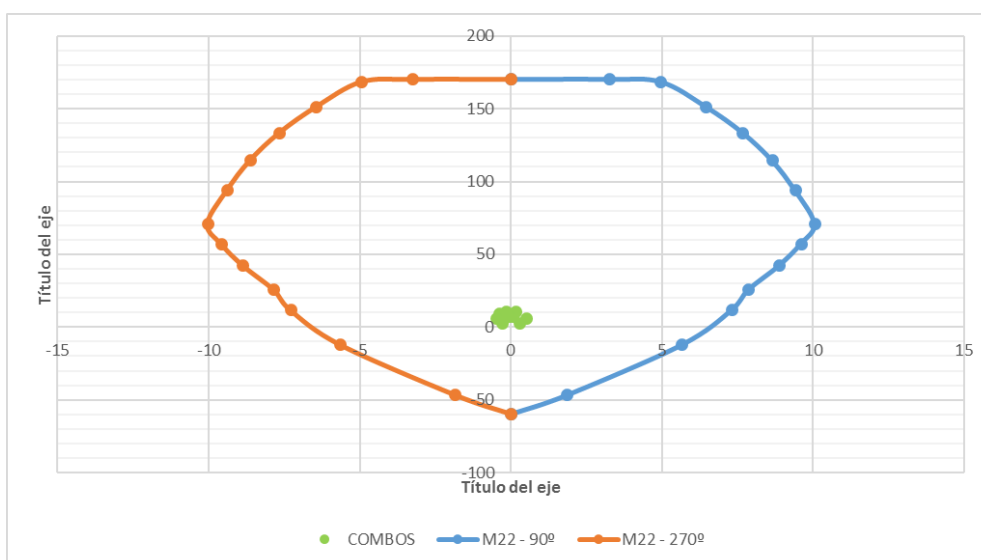
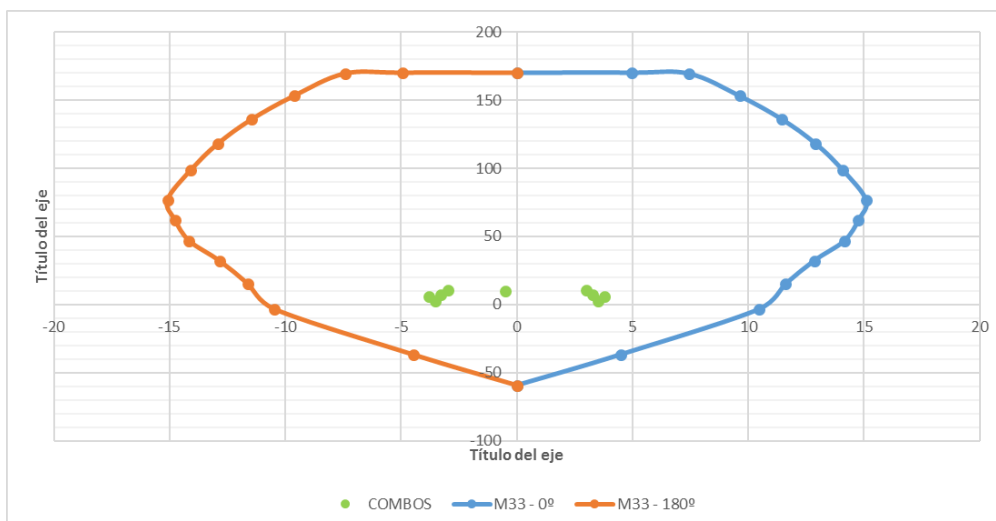
	COMBOS	P	M2	M3
	1.4CM+1.7CV	9.65083	-0.3984	-0.50721
SISMO XX	1.25*(CM+CV)+S XX	10.61865	-0.150675	2.9877
	1.25*(CM+CV)-S XX	6.05285	-0.492075	-3.7947
	0.9CM+S XX	7.34027	0.05469	3.26655
	0.9CM-S XX	2.77447	-0.28671	-3.51585
SISMO YY	1.25*(CM+CV)+S YY	11.17815	3.508325	0.377
	1.25*(CM+CV)-S YY	5.49335	-4.151075	-1.184
	0.9CM+S YY	7.89977	3.71369	0.65585
	0.9CM-S YY	2.21497	-3.94571	-0.90515

COMBINACIONES DE DISEÑO

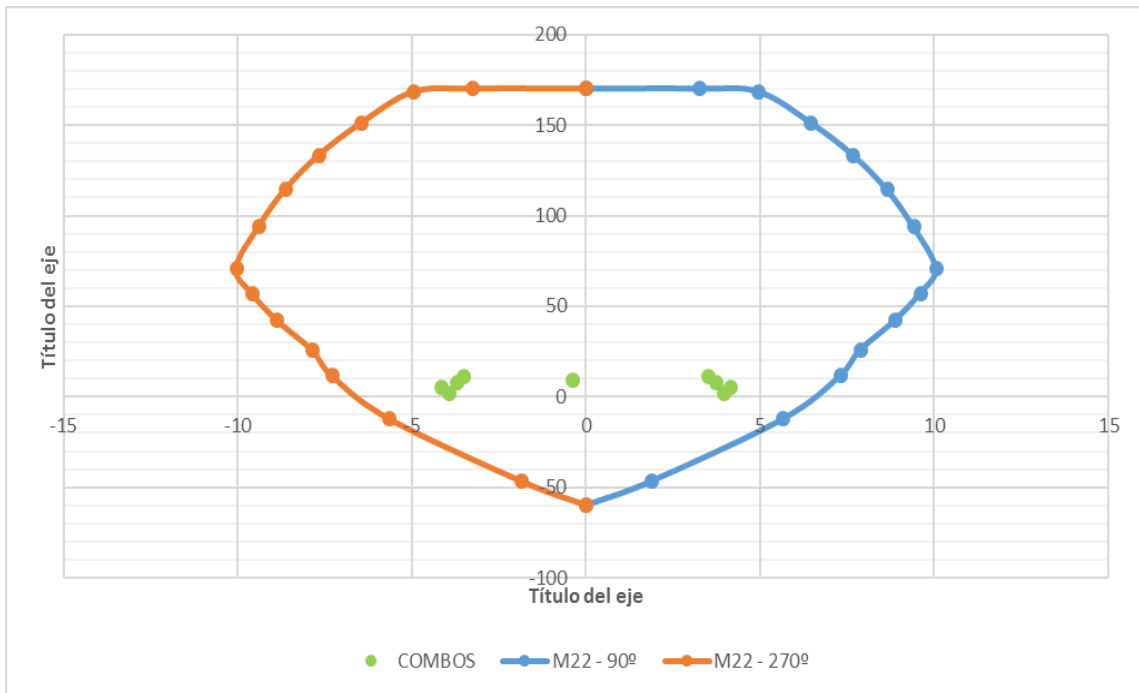
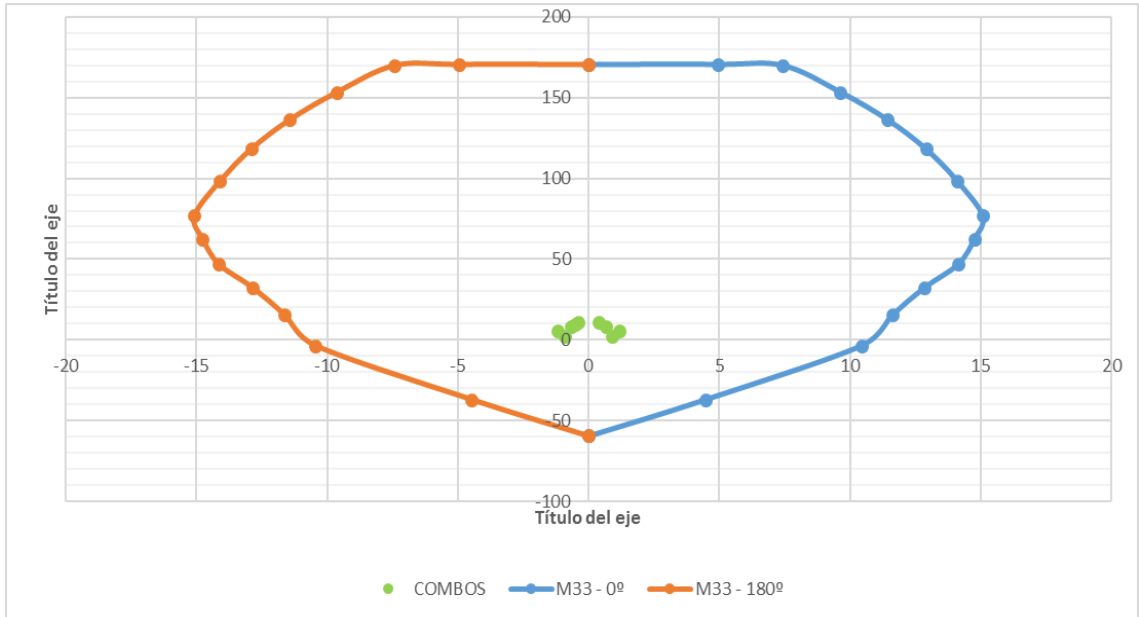
S XX				
	COMBOS	P	M2	M3
	1.4CM+1.7CV	9.65083	-0.3984	-0.50721
S XX POSITIVO	1.25*(CM+CV)+S XX	10.61865	-0.150675	2.9877
	1.25*(CM+CV)-S XX	6.05285	-0.492075	-3.7947
	0.9CM+S XX	7.34027	0.05469	3.26655
	0.9CM-S XX	2.77447	-0.28671	-3.51585
S XX NEGATIVO	1.25*(CM+CV)+S XX	10.61865	0.150675	-2.9877
	1.25*(CM+CV)-S XX	6.05285	0.492075	3.7947
	0.9CM+S XX	7.34027	-0.05469	-3.26655
	0.9CM-S XX	2.77447	0.28671	3.51585

S YY				
	COMBOS	P	M2	M3
	1.4CM+1.7CV	9.65083	-0.3984	-0.50721
S YY POSITIVO	1.25*(CM+CV)+S XX	11.17815	3.508325	0.377
	1.25*(CM+CV)-S XX	5.49335	-4.151075	-1.184
	0.9CM+S XX	7.89977	3.71369	0.65585
	0.9CM-S XX	2.21497	-3.94571	-0.90515
S YY NEGATIVO	1.25*(CM+CV)+S XX	11.17815	-3.508325	-0.377
	1.25*(CM+CV)-S XX	5.49335	4.151075	1.184
	0.9CM+S XX	7.89977	-3.71369	-0.65585
	0.9CM-S XX	2.21497	3.94571	0.90515

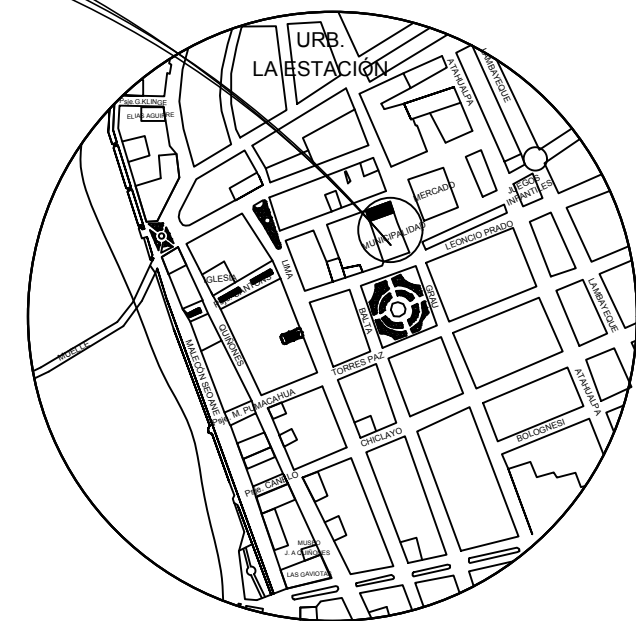
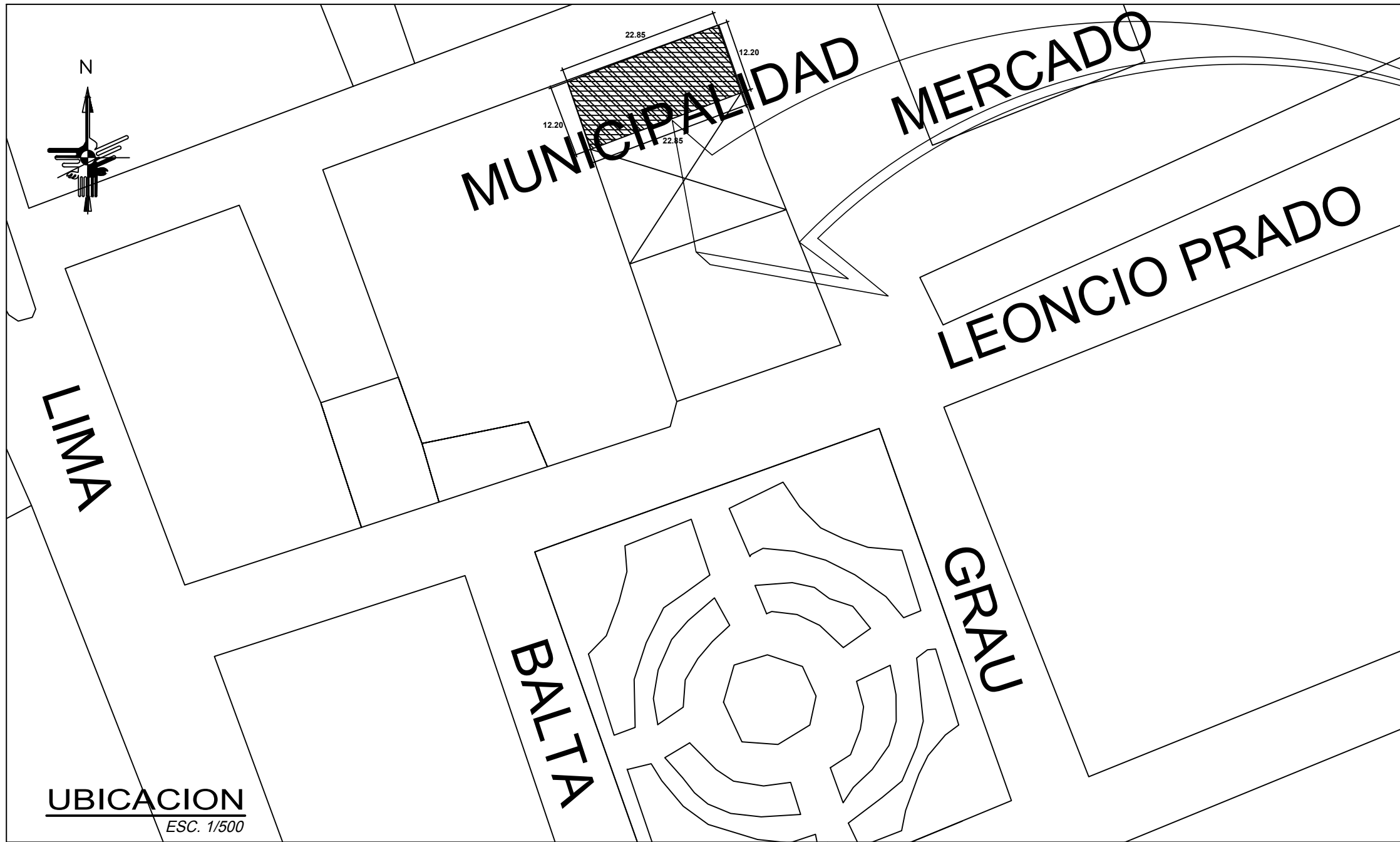
DISEÑO SISMO XX



DISEÑO SISMO YY



- **Planos**



LOCALIZACION
ESCALA 1/10,000

UBICACION
ESC. 1/500

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
 PROVINCIA : CHICLAYO
 DISTRITO : PIMENTEL
 CALLE : CALLE LEONCIO PRADO
 N° : "143"

PROFESIONALES :
MARIETTA GARCIA ARRASCUE
 ARQUITECTO CAP 7330

PROPIETARIO :
 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIMENTEL

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL LOCAL MUNICIPAL DE LA CUIDAD DE PIMENTEL.

PLANO : LOCALIZACION Y UBICACION

ESCALA INDICADAS : AUTOCAD/2015
 FECHA : SEPTIEMBRE 2015
 V°B°

LAMINA

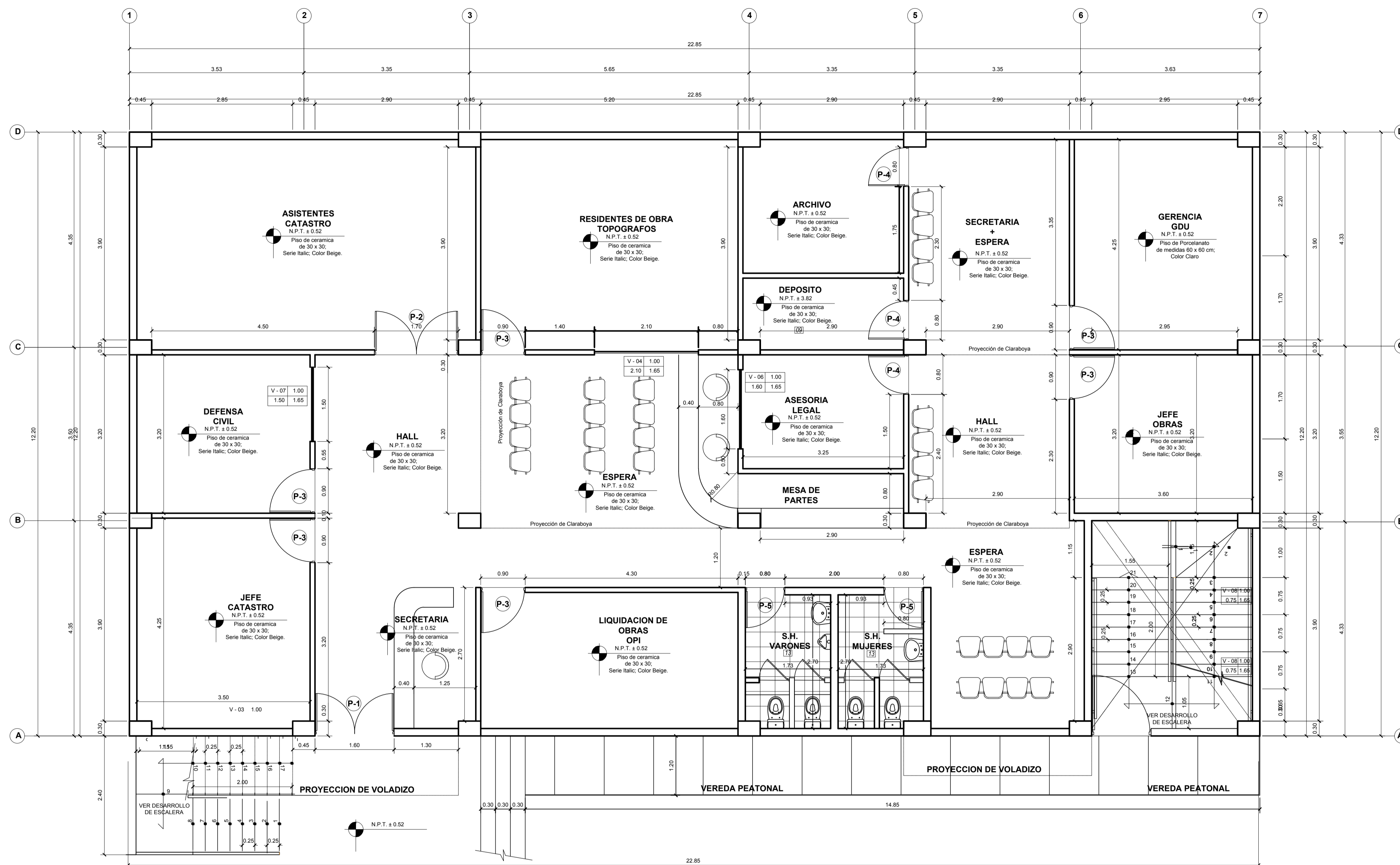


CUADRO NORMATIVO

PARAMETROS	Municipalidad Distrital de Pimentel	PROYECTO
ZONIFICACION	R.D.B VIVIENDA	R.D.B VIVIENDA
DENSIDAD NETA	200 A 240 Hab / há	200 A 240 Hab / há
COEFICIENTE EDIFICACION	1.4	1.4
AREA LIBRE	30%	30%
ALTURA MAXIMA	2 pisos	2 pisos
RETIRO MINIMO FRONTAL	No exigible	0.00 m
ESTACIONAMIENTO	No exigible	No exigible

CUADRO DE AREAS (m2)

NIVEL	AREA CONSTRUIDA	TOTAL
PISO 1	278.80	
PISO 2	278.80	
AZOTEA	-----	
		278.80
AREA LIBRE	-----	
AREA CONSTRUIDA	557.60	
AREA TERRENO:	278.80	
AREA LIBRE:	-----	



PRIMER NIVEL
ESC 1:50

	PISOS				CONTRA-ZOCALOS				ZOCALOS	REVOQUES ENLUC.	CIELO-RASO	CARPINTERIA	VIDRIOS	APARATOS SANIT.	COBERTURAS	ESPECIFICACIONES											
	1	2	3	4	11	12	13	14	18	19	23	24	25	26	27		31	32	33	34	35	36	39	40	43	44	
01	JEFE DE CATASTRO																										
02	DEFENSA CIVIL																										
03	SECRETARIA - HALL																										
04	ESPERA - MESA DE PARTES																										
05	LIQUIDACION DE OBRAS																										
06	ASISTENTES CATASTRO																										
07	RESIDENTES DE OBRA/TOPOG.																										
08	ASESORIA LEGAL																										
09	DEPOSITO - ARCHIVO																										
10	ESPERA-HALL-SEC.+ESPERA																										
11	GERENCIA GDU																										
12	JEFE DE OBRAS																										
13	S.H. HOMBRES Y MUJERES																										

CUADRO DE ACABADOS

PROYECTO:
MEJORAMIENTO DEL LOCAL MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE PIMENTEL.

PLANO:
ARQUITECTURA PLANTA GENERAL

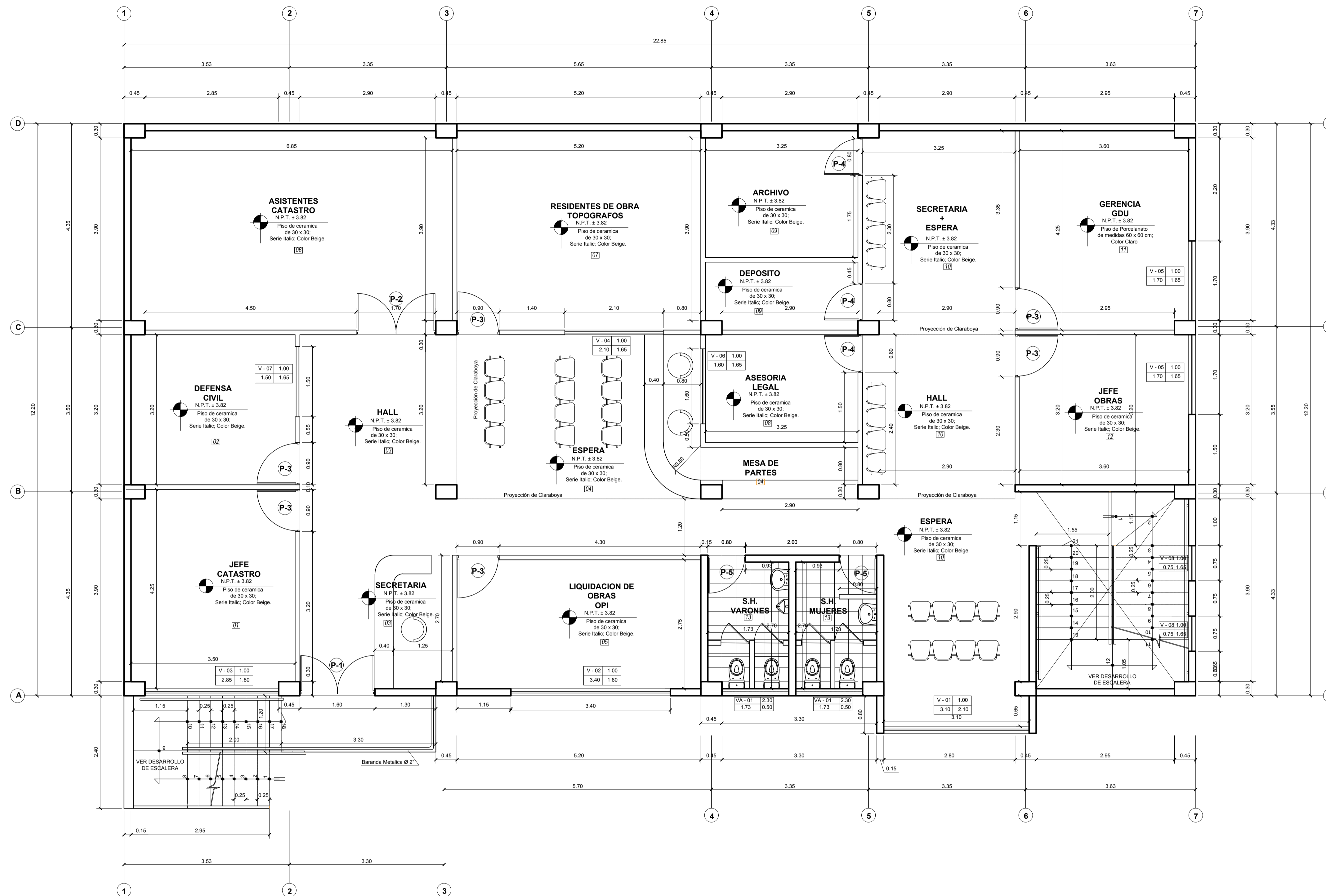
PROPIETARIO
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIMENTEL

UBICACION
CALLE LEONCIO PRADO N° 143 PIMENTEL

PROFESIONAL
ARQ. MARIETTA GARCIA ARRASCUE
C.A.P. N° 7330

ESCALA
1/50

LAMINA
A-1



SEGUNDO NIVEL
ESC 1:60

CUADRO DE VANOS

VENTANAS	CODIGO	ANCHO	ALTO	ALF.	OBSERVACIONES
	V1	3.10	2.10	1.00	----
V2	3.40	2.10	1.00	----	VIDRIO LAMINADO - ESTRUCT. DE ALUMINIO
V3	2.85	2.10	1.00	----	VIDRIO LAMINADO - ESTRUCT. DE ALUMINIO
V4	2.10	1.80	1.00	----	VENTANA BAJA - RESIDENTES Y TOPOGRAFOS
V5	1.70	1.80	1.00	----	VIDRIO LAMINADO - ESTRUCT. DE ALUMINIO
V6	1.60	1.80	1.00	----	VENTANA BAJA - OFICINA ASESORIA LEGAL
V7	1.50	1.80	1.00	----	VENTANA - VENTILACION DEFENSA CIVIL
V8	0.75	1.80	1.00	----	VENTANA - VENTILACION DE ESCALERA
VA-1	1.50	0.80	2.00	----	VENTANAS ALTAS - S.H.

CUADRO DE VANOS

PUERTAS	CODIGO	ANCHO	ALTO	ALF.	OBSERVACIONES
	P1	1.60	3.10	----	----
P2	1.70	2.80	----	----	DE MADERA CONTRAPLACADA DE 2 HOJAS BATENTE HACIA ADENTRO
P3	0.90	2.80	----	----	PUERTA DE MADERA CONTRAPLACADA 1HOJA-BATENTE HACIA A ADENTRO BARNIZADO COLOR NATURAL.
P4	0.80	2.80	----	----	
P5	0.80	2.10	----	----	

PROYECTO:
MEJORAMIENTO DEL LOCAL MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE PIMENTEL.

PLANO:
ARQUITECTURA PLANTA GENERAL

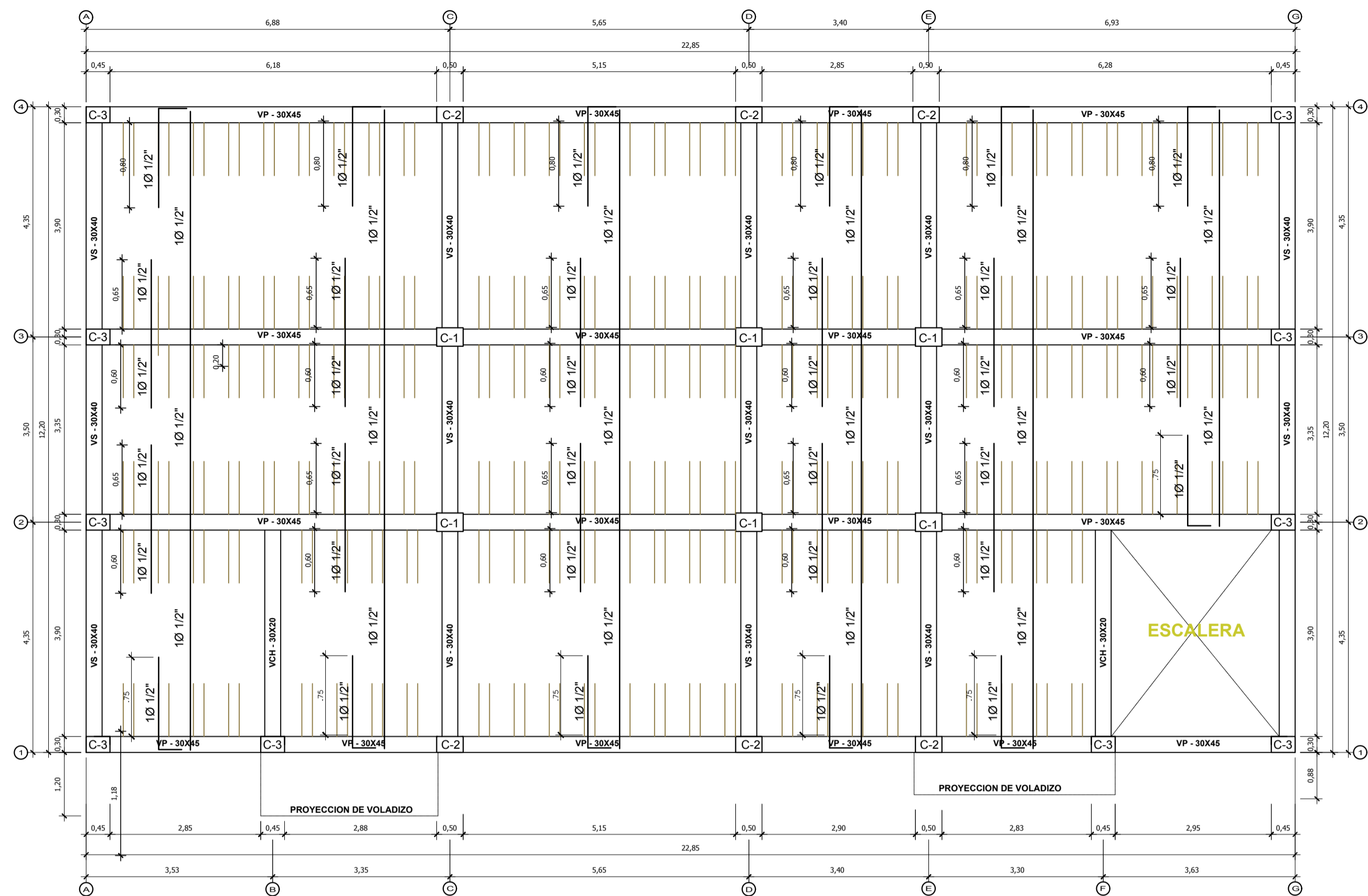
PROPIETARIO
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIMENTEL

UBICACION
CALLE LEONCIO PRADO N° 143 PIMENTEL

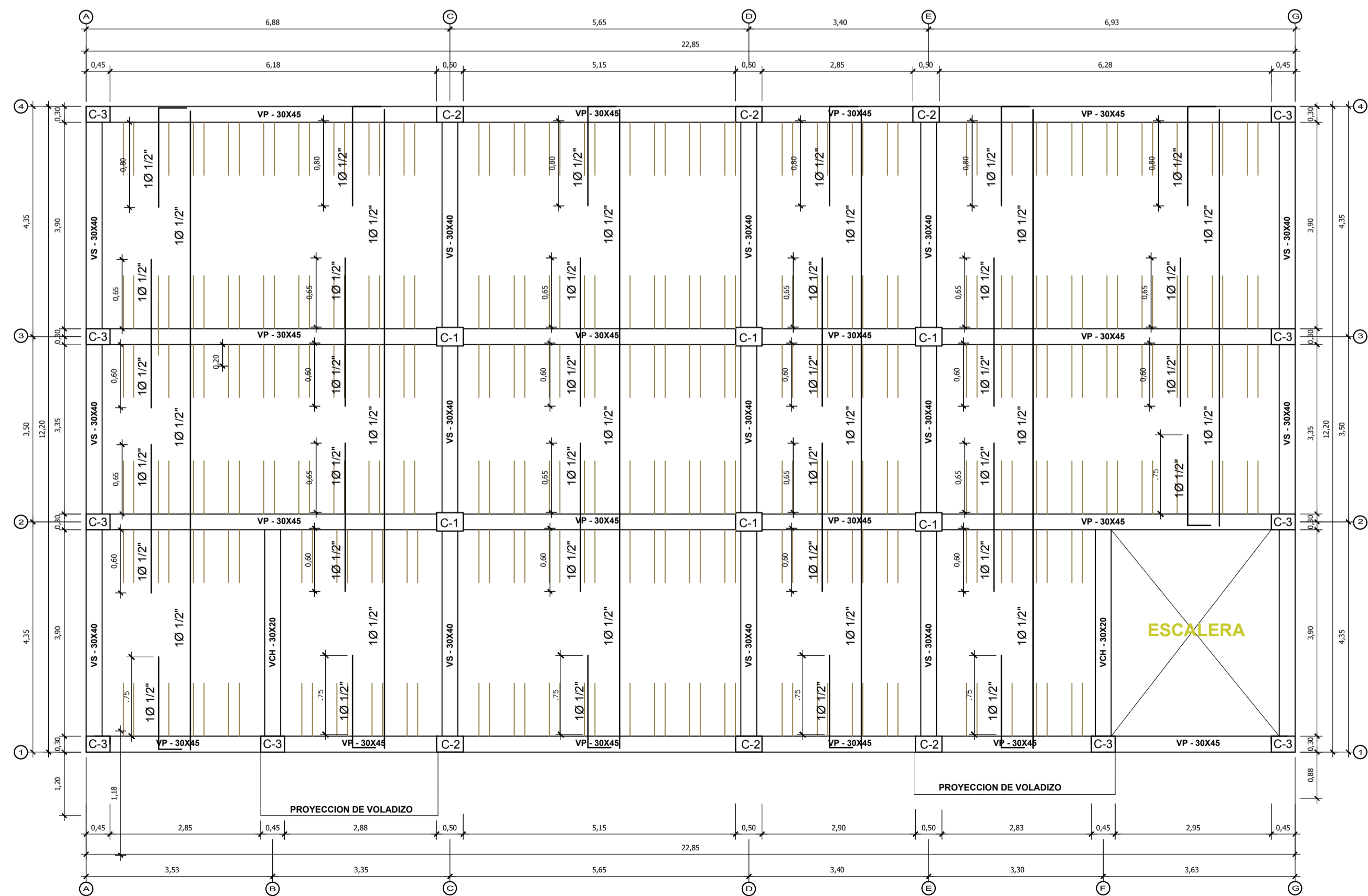
PROFESIONAL
ARQ. MARIETTA GARCIA ARRASCUE
C.A.P. N° 7330

ESCALA
1/50

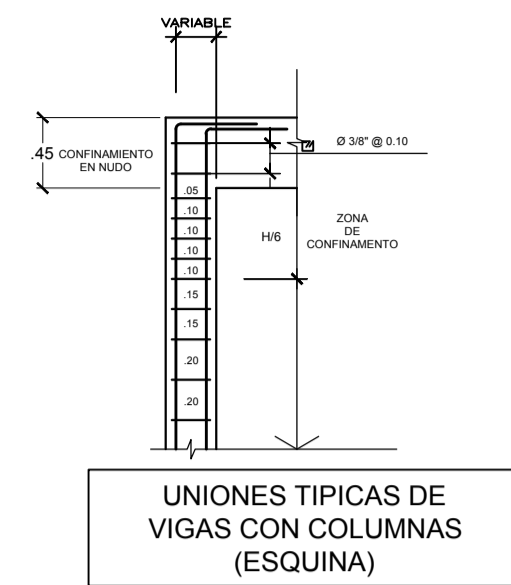
LAMINA
A-2



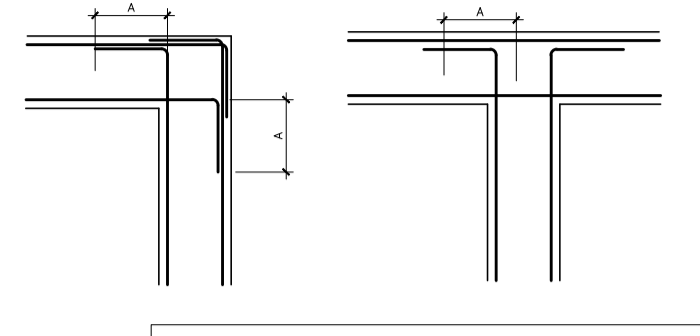
ALIGERADO I ESC. 1:50
S/C:300 Kg/m2



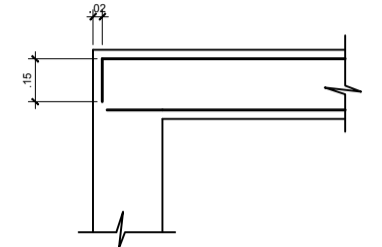
ALIGERADO II ESC. 1:50
S/C:300 Kg/m2



UNIONES TÍPICAS DE VIGAS CON COLUMNAS (ESQUINA)
ESCALA 1:25



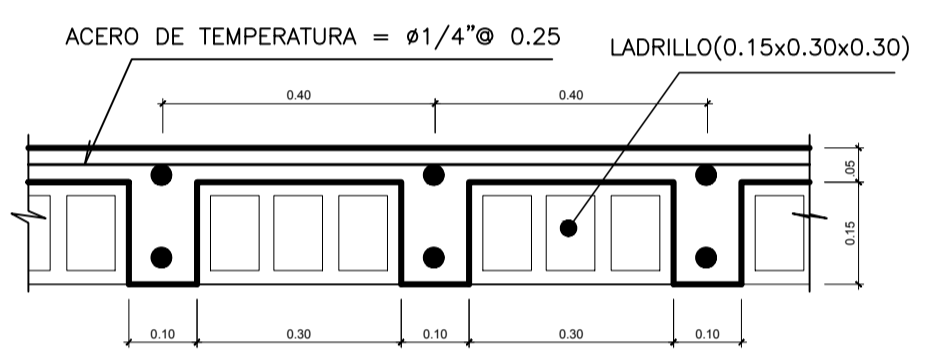
ENCUENTRO DE VIGAS EN PLANTA



ENTREGA DE VIGUETAS

DOBLEZ REFUERZO PRINCIPAL EN VIGAS

Ø (Pulg.)	A (cm.)
Ø 3/8"	20.0
Ø 1/2"	25.0
Ø 5/8"	30.0
Ø 3/4"	40.0



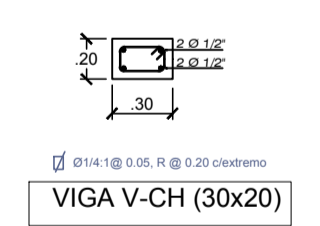
CORTE TÍPICO DE LOSA ALIGERADA

ESC. 1:10

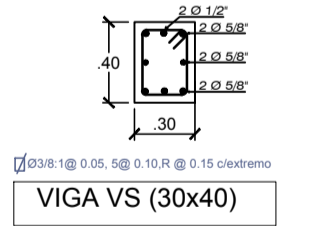
NOTA: EL ALIGERADO DE H=0.17m. ES DONDE CORRESPONDE DONDE NO INDICA EL ALIGERADO ES DE H=0.20 m

CUADRO DE COLUMNAS

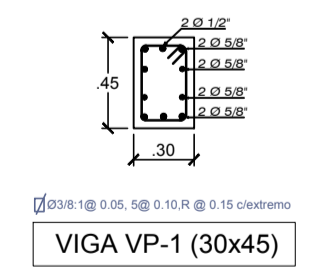
NÚMERO DE ANILLOS	C-1	C-2	C-3
PRIMER Y SEGUNDO NIVEL	 An = 4 Ø 3/8" + 4 Ø 1/2" 1 Ø 3/8" 1 Ø 9 cm. 4 Ø 1/2" 4 Ø 10 cm. Rbo @ 20 cm.	 An = 4 Ø 3/8" + 4 Ø 1/2" 1 Ø 3/8" 1 Ø 9 cm. 4 Ø 1/2" 4 Ø 10 cm. Rbo @ 20 cm.	 An = 4 Ø 3/8" + 4 Ø 1/2" 1 Ø 3/8" 1 Ø 9 cm. 4 Ø 1/2" 4 Ø 10 cm. Rbo @ 20 cm.



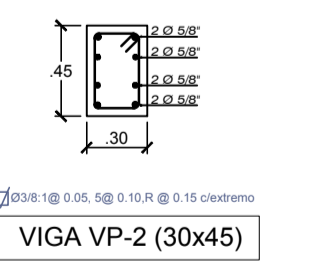
VIGA V-CH (30x20)



VIGA VS (30x40)



VIGA VP-1 (30x45)



VIGA VP-2 (30x45)

R.N.C. NORMA E-060
10.4 CONTROL DE DEFLEXIONES EN ELEMENTOS ARMADOS EN UNA DIRECCION SOMETIDOS A FLEXION
10.4.1 Peraltes minimos para no verificar deflexiones
luces menores a 7.5 m h=L/25
L=4.75 Para nuestro caso h=4.75/25=0.19 se usara h=0.20 m.

PROYECTO:
MEJORAMIENTO DEL LOCAL MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE PIMENTEL.

PLANO:
ESTRUCTURAS LOSA ALIGERADA

PROPIETARIO
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIMENTEL

UBICACION
CALLE LEONCIO PRADO Nº 143 PIMENTEL

PROFESIONAL
E-1

LAMINA

ESCALA
1/50