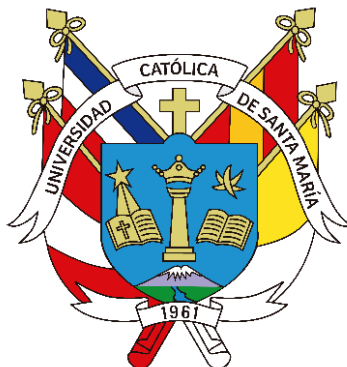


Universidad Católica de Santa María
Facultad Arquitectura e Ingenierías Civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO DEL
REFUERZO TRANSVERSAL EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO
MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL - PUSHOVER EN
PÓRTICOS DE CONCRETO ARMADO**

Tesis presentada por los Bachilleres:

Meléndez Cáceres, Claudia Viani
Quiroz Velazco, Víctor Fernando

Para optar por el título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Bustamante Mora, Boris
André

Arequipa- Perú

2024

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 17 de Octubre del 2023

Dictamen: 006090-C-EPIC-2023

Visto el borrador del expediente 006090, presentado por:

2016700622 - MELENDEZ CACERES CLAUDIA VIANI

2016600961 - QUIROZ VELAZCO VICTOR FERNANDO

Titulado:

**INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO TRANSVERSAL EN EL
DESEMPEÑO SISMICO MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL - PUSHOVER EN
PORTICOS DE CONCRETO ARMADO**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**23884755 - CHAVEZ VEGA OSCAR FELIX
DICTAMINADOR**



**29238311 - GUILLEN MALAGA MILAGROS SOCORRO
DICTAMINADOR**



**42839424 - ROSAS ESPINOZA JORGE
DICTAMINADOR**



INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO TRANSVERSAL EN EL DESEMPEÑO SISMICO MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL - PUSHOVER EN PORTICOS DE CONCRETO ARMADO

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	dspace.vutbr.cz Fuente de Internet	1%
4	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

MELÉNDEZ CÁCERES, CLAUDIA VIANI

DEDICATORIA

A mis padres, Carlos y Luz, quienes guiaron mi desarrollo personal y profesional, y siempre me han apoyado a cumplir mis metas, y por ser un ejemplo de amor, responsabilidad, perseverancia y adversidad ante los problemas.

A mi hermano y amigos, por su apoyo incondicional durante el proceso, por darme ánimos y estar conmigo cuando lo necesitaba.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis docentes, quienes además de inculcarme conocimientos necesarios para mi formación profesional, me brindaron valores durante todos estos años.

A mis seres queridos y amigos que siempre me han apoyado y han estado presentes en todo momento.

QUIROZ VELAZCO, VÍCTOR FERNANDO

DEDICATORIA

A mis padres, por brindarme las mejores oportunidades que tuvieron a su alcance y me que me permitieron ser la persona que soy hoy en día, siempre con amor y su gran ejemplo; y a mi hermana por compartir siempre ese aprendizaje conmigo, con cariño, complicidad y apoyo mutuo. A los docentes que formaron parte de mi formación personal y académica hasta este momento, siendo un ejemplo de ética y moral, que me transmitieron a lo largo de estos años de estudio universitario.

AGRADECIMIENTO

A Dios, mi familia, amigos y seres queridos que me han brindado apoyo incondicional a lo largo de este viaje académico. A mis profesores y mentores, cuyas enseñanzas y guía han sido fundamentales en mi formación. Agradezco a todos aquellos que han contribuido directa o indirectamente en este trabajo, pues cada aporte ha sido invaluable para llegar a este momento.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal determinar la influencia de la variación del espaciamiento del refuerzo transversal en el desempeño sísmico de 12 pórticos de concreto armado de creación propia, mediante el análisis estático no lineal – Pushover. Estos 12 pórticos en estudio variaron en la cantidad de niveles (6, 8 y 10 niveles) y la longitud de la luz entre columnas (5 m y 7.5 m); además de esto, se realizó la variación de la separación del refuerzo transversal de cuatro diferentes formas: 5 cm, 10 cm, 15 cm y 20 cm.

Para alcanzar el objetivo propuesto, se desarrolló el diseño de los pórticos, partiendo de los análisis estáticos y dinámicos de estos. Posteriormente se procedió al ingreso de los datos base (modelos constitutivos y parámetros de modelamiento de rótulas plásticas) al programa, Etabs v20, para realizar el análisis sísmico estático no lineal – Pushover. Para la realización de este análisis se asignó el modelo de análisis de rótulas plásticas a las vigas y el modelo de análisis tipo fibra a las columnas. Una vez realizado el análisis sísmico no lineal – Pushover, se procedió con la evaluación de los resultados, como: diagramas de momento-curvatura, rotación de elementos, curvas de capacidad, espectros de capacidad, punto de desempeño y niveles de desempeño; para los 12 pórticos en estudio con las cuatro separaciones del refuerzo transversal establecidas.

Logrando alcanzar el objetivo de determinar la influencia de la variación del espaciamiento del refuerzo transversal en pórticos de concreto armado; donde se concluyó que la ductilidad de los pórticos aumenta en las separaciones de 5 cm y 10 cm; y disminuye en la de 20 cm; mientras que, la separación de 15 cm tiene un comportamiento especial, la cual depende de las secciones de los elementos estructurales. Como recomendaciones finales, se dieron otras opciones para comprobar los resultados obtenidos con una serie de variaciones durante el análisis de los pórticos (modelos de análisis y resistencia del concreto), también se propuso la comprobación de los resultados mediante un análisis experimental y adicionar a ello una comparativa de costos y metrados.

Palabras clave: Pushover, refuerzo transversal, desempeño sísmico, análisis no lineal.

ABSTRACT

The main objective of this research work is to determine the influence of the variation of the transverse reinforcement spacing on the seismic performance of 12 reinforced concrete frames of our own creation, by means of the non-linear static analysis - Pushover, these 12 frames under study varied in the number of levels (6, 8 and 10 levels) and the length of the span between columns (5 m and 7.5 m); in addition to this, the variation of the transverse reinforcement spacing was performed in four different ways: 5 cm, 10 cm, 15 cm and 20 cm. To achieve the proposed objective, the design of the frames was developed, starting initially from the static and dynamic analysis of these. Subsequently, the base data (constitutive models and modeling parameters of plastic hinges) were entered into the Etabs v20 program to perform the non-linear static seismic analysis - Pushover. For this analysis, plastic hinges were assigned to the beams and the fiber type analysis model was assigned to the columns. Once the nonlinear seismic analysis - Pushover was performed, we proceeded with the evaluation of the results, such as: moment-curvature diagrams, rotation of elements, capacity curves, capacity spectra, performance point and performance levels; for the 12 frames under study with the four established transverse reinforcement spacings.

Achieving the objective of determining the influence of the variation of the spacing of the transverse reinforcement in reinforced concrete frames; where it was concluded that the ductility of the frames increases in the 5 cm and 10 cm spacing; and decreases in the 20 cm spacing; while, the 15 cm spacing has a special behavior, which depends on the sections of the structural elements. As final recommendations, further ideas were given to check the results obtained with a series of variations during the analysis of the frame

Key words: Pushover, transverse reinforcement, seismic performance, nonlinear analysis.

ÍNDICE

DEDICATORIA / AGRADECIMIENTOS

EPÍGRAFE

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN.....9

CAPÍTULO I.....10

1. GENERALIDADES 11

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: 11

1.1.1. Descripción del Problema: 11

1.1.2. Formulación del problema: 11

1.1.2.1. Pregunta principal: 11

1.1.2.2. Preguntas secundarias: 12

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN: 12

1.2.1. Justificación Social: 12

1.2.2. Justificación Ambiental: 12

1.2.3. Justificación Económica: 13

1.2.4. Justificación Institucional: 13

1.2.5. Justificación Tecnológica: 13

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN: 13

1.3.1. Objetivo General: 13

1.3.2. Objetivos Específicos: 14

1.4. HIPÓTESIS: 14

1.4.1. Hipótesis General: 14

1.4.2. Hipótesis Específicas: 14

1.5. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN: 15

1.6. METODOLOGÍA: 18

1.6.1. Determinación de casos de estudio 18

1.6.2. Procedimiento 19

1.6.3. Esquema Metodológico: 20

CAPÍTULO II:21

2. MARCO TEÓRICO 22

2.1. MODELOS CONSTITUTIVOS DE LOS MATERIALES 22

2.1.1.	Modelo Constitutivo del Concreto	22
2.1.1.1.	Modelos para concreto no confinado	22
2.1.1.2.	Modelos para concreto confinado	24
2.1.2.	Modelo Constitutivo del Acero.....	28
2.1.2.1.	Modelo Elastoplástico perfecto.....	28
2.1.2.2.	Modelo Trilineal	29
2.1.2.3.	Modelo Parabólico o con endurecimiento curvo o de Mander.	29
2.2.	DIAGRAMAS MOMENTO – CURVATURA.....	30
2.2.1.	Momento Curvatura en Vigas	31
2.2.2.	Momento Curvatura en Columnas	33
2.3.	MODELOS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	33
2.3.1.	Rótulas Plásticas	34
2.3.1.1.	Rotulas Concentradas para Vigas según ASCE 41-17	34
2.3.2.	Fibras	36
2.3.2.1.	Cálculo de los Criterios Numéricos de Aceptación en Columnas (ASCE 41-13) .	36
2.3.3.	Curva Generalizada Fuerza Deformación	38
2.4.	ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL – PUSHOVER	39
2.5.	CURVA DE CAPACIDAD	40
2.6.	ESPECTRO DE CAPACIDAD	42
2.7.	REPRESENTACIÓN BILINEAL DEL ESPECTRO DE CAPACIDAD.....	43
2.8.	ESPECTRO DE DEMANDA	45
2.8.1.	Espectro de demanda según niveles de daño.....	47
2.9.	PUNTO DE DESEMPEÑO	47
2.10.	NIVELES DE DESEMPEÑO.....	50
2.10.1.	Espectro de Capacidad y desempeño sismorresistente.	51
CAPÍTULO III:.....		53
3.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	54
3.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS PÓRTICOS.....	54
3.2.	PREDIMENSIONAMIENTO	57
3.2.1.	Vigas:	57
3.2.2.	Columnas:.....	57
3.3.	PARÁMETROS SÍSMICOS	57
3.3.1.	Factor de zonificación (Z).....	57
3.3.2.	Factor de uso o importancia (U)	58
3.3.3.	Factor del Suelo (S)	58
3.3.4.	Factor de Amplificación sísmica (C)	59

3.3.5. Factor de reducción sísmica (R)	59
3.4. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL:	60
3.5. MODOS Y PERIODOS DE VIBRACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS:	62
3.6. ANÁLISIS ESTÁTICO:	66
3.6.1. Cortante Estático	67
3.7. ANÁLISIS DINÁMICO:	74
3.7.1. Espectro de Diseño	74
3.7.2. Cortante Dinámico	75
3.8. DERIVAS DE ENTREPISO	82
3.9. COMPARACIÓN DE LA CORTANTE ESTÁTICA CON LA CORTANTE DINÁMICA:	90
3.10. DISEÑO:	91
3.10.1. Diseño de Vigas	91
3.10.1.1. Diseño a Flexocompresión	91
3.10.1.2. Diseño por Cortante	94
3.10.2. Diseño columnas	95
3.10.2.1. Diseño por flexocompresión	95
3.10.2.2. Diseño por cortante:	98
CAPÍTULO IV:	101
4. ANÁLISIS POR DESEMPEÑO SÍSMICO	102
4.1. MOMENTO ROTACIÓN	102
4.1.1. Momento rotación de Vigas	102
4.1.2. Momento Rotación de Columnas	123
4.1.3. Comprobación de los Momentos curvaturas	139
4.1.3.1. Columnas	139
4.1.3.2. Vigas	141
4.2. CURVAS DE CAPACIDAD	142
4.3. ESPECTROS DE CAPACIDAD	146
4.4. LINEALIZACIÓN	151
4.5. DEFINICIÓN DE LOS ESPECTROS DE DEMANDA	151
4.6. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE DESEMPEÑO	152
4.6.1. Punto de desempeño Pórtico 1:	153
4.7. SECTORIZACIÓN	154
4.7.1. Sectorización Pórtico 1:	154
4.7.2. Sectorización Pórtico 2:	156
4.7.3. Sectorización Pórtico 3:	157
4.7.4. Sectorización Pórtico 4:	158

4.7.5. Sectorización Pórtico 5	159
4.7.6. Sectorización Pórtico 6	160
4.7.7. Sectorización Pórtico 7	161
4.7.8. Sectorización Pórtico 8	162
4.7.9. Sectorización Pórtico 9	163
4.7.10. Sectorización Pórtico 10	164
4.7.11. Sectorización Pórtico 11	165
4.7.12. Sectorización Pórtico 12	166
CAPÍTULO V:	167
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	168
5.1. ANÁLISIS DE ROTACIÓN DE ELEMENTOS	168
5.1.1. Vigas.....	168
5.1.2. Columnas.....	168
5.2. COMPARACIÓN DE LOS PUNTOS DE DESEMPEÑO.....	169
CONCLUSIONES	199
RECOMENDACIONES	200
REFERENCIAS	201
.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros de Modelamiento y Criterios Numéricos de Aceptación para Procedimientos No Lineales para Vigas de Concreto Armado.....	35
Tabla 2: Parámetros de Modelamiento y Criterios Numéricos de Aceptación para Procedimientos No Lineales para Columnas de Concreto Armado	37
Tabla 3: Niveles de Sismo.....	47
Tabla 4: Niveles de Desempeño	50
Tabla 5: Límites del Nivel de Daño.....	52
Tabla 6: Pórticos en estudio.	54
Tabla 7: Distribución de Cargas	56
Tabla 8: Factor de Zona Sísmica.....	58
Tabla 9: Factor de Uso	58
Tabla 10: Tipos de Suelo.....	58
Tabla 11: Factor de Suelo.....	59
Tabla 12: Periodos Asociados al Tipo de Suelo	59
Tabla 13: Factor de Reducción Sísmica	60
Tabla 14: Configuración Estructural de los Pórticos	60
Tabla 15: Modos de Vibración de los Pórticos.....	62
Tabla 16: Factores para Determinar la Cortante Basal	66
Tabla 17: Procedimiento para Determinar la Cortante Basal.....	66
Tabla 18: Fuerzas Cortantes Estáticas	67
Tabla 19: Fuerzas Cortantes Estáticas de los Pórticos	67
Tabla 20: Fuerzas Cortantes Dinámicas	75
Tabla 21: Fuerzas Cortantes Dinámicas de los Pórticos	75
Tabla 22: Cálculo de Derivas Pórtico 1	82
Tabla 23: Cálculo de Derivas Pórtico 2	82
Tabla 24: Cálculo de Derivas Pórtico 3	83
Tabla 25: Cálculo de Derivas Pórtico 4	84
Tabla 26: Cálculo de Derivas Pórtico 5	85
Tabla 27: Cálculo de Derivas Pórtico 6	85
Tabla 28: Cálculo de Derivas Pórtico 7	86
Tabla 29: Cálculo de Derivas Pórtico 8	87
Tabla 30: Cálculo de Derivas Pórtico 9	88
Tabla 31: Cálculo de Derivas Pórtico 10	88
Tabla 32: Cálculo de Derivas Pórtico 11	89

Tabla 33: Cálculo de Derivas Pórtico 12	90
Tabla 34: Factor de Amplificación de los Pórticos	91
Tabla 35: Fuerzas Internas de la Columna.....	97
Tabla 36: Puntos para el Diagrama de Iteración	97
Tabla 37: Determinación del Cortante Plástico	98
Tabla 38: Determinación de la Separación de Estribos.....	99
Tabla 39: Verificación de la Separación de Estribos	103
Tabla 40: Valores usados para los Parámetros de Modelamiento de Vigas	104
Tabla 41: Parámetros de Modelamiento de Viga 35x55 - Pórtico 10	104
Tabla 42: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 1	107
Tabla 43: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 2.....	109
Tabla 44: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 3.....	110
Tabla 45: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 4.....	111
Tabla 46: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 5.....	113
Tabla 47: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 6.....	114
Tabla 48: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 7.....	115
Tabla 49: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 8.....	117
Tabla 50: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 9.....	118
Tabla 51: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 10.....	119
Tabla 52: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 11	120
Tabla 53: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 12.....	121
Tabla 54: Resistencia del Concreto en Función de su Deformación Unitaria	123
Tabla 55: Valores para Determinar la Resistencia del Concreto Confinado	125
Tabla 56: Deformación Última de la Columna 65x65	125
Tabla 57: Valores para Determinar los Diagramas Constitutivos de Columnas – Valores Fijos	127
Tabla 58: Valores para Determinar los Diagramas Constitutivos de Columnas – Separación 5 cm ...	127
Tabla 59: Valores para Determinar los Diagramas Constitutivos de Columnas – Separación 10 cm .	128
Tabla 60: Valores para Determinar los Diagramas Constitutivos de Columnas – Separación 15 cm .	129
Tabla 61: Valores para Determinar los Diagramas Constitutivos de Columnas – Separación 20 cm .	130
Tabla 62: Datos de DMC manual – Columna 45 cm x 45 cm	139
Tabla 63: Datos de DMC manual – Columna 60 cm x 60 cm	140
Tabla 64: Datos de DMC manual – Viga 40 cm x 60 cm	141
Tabla 65: Datos de DMC manual – Viga 35 cm x 55 cm	141
Tabla 66: Espectros de demanda según Niveles de Sismo.....	151

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Esquema Metodológico.....	20
Gráfico 2: Modelo de Hognestad.....	22
Gráfico 3: Modelo de CEB.....	23
Gráfico 4: Modelo de Popovic	23
Gráfico 5: Modelo de Kent y Park.....	25
Gráfico 6: Modelos esfuerzo-deformación del concreto confinado y no confinado	26
Gráfico 7: Modelos de concreto confinado.....	28
Gráfico 8: Modelo de Plástico	28
Gráfico 9: Modelo Trilineal.....	29
Gráfico 10: Modelo Parabólico	30
Gráfico 11: Gráfico generalizado de la relación $M-\phi$	31
Gráfico 12: Hipótesis Fundamentales para el Análisis Momento-Curvatura.....	32
Gráfico 13: Idealización de Modelos de Análisis para vigas y columnas.....	34
Gráfico 14: Curva Fuerza Deformación/Rotación	38
Gráfico 15: Esquema del Pushover	40
Gráfico 16: Participación Modal y Coeficiente de Masa Modal.....	41
Gráfico 17: Curva de Capacidad	42
Gráfico 18: Conversión de Curva de Capacidad a Espectro de Capacidad	43
Gráfico 19: Representación Bilineal del Espectro de Capacidad.....	44
Gráfico 20: Espectro de Aceleraciones.....	46
Gráfico 21: Espectro de Respuesta Aceleración-Desplazamiento	46
Gráfico 22: Representación Bilineal para la obtención del Punto de Desempeño	48
Gráfico 23: Obtención del Punto de Desempeño.....	50
Gráfico 24: Sectorización del Espectro de Capacidad	51
Gráfico 25: Distribución de la Carga Muerta – Pórtico 1	55
Gráfico 26: Distribución de la Carga Viva – Pórtico 1	56
Gráfico 27: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 1	67
Gráfico 28: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 2	68
Gráfico 29: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 3	69
Gráfico 30: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 4	69
Gráfico 31: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 5	70
Gráfico 32: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 6	70
Gráfico 33: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 7	71
Gráfico 34: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 8	71

Gráfico 35: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 9	72
Gráfico 36: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 10	72
Gráfico 37: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 11	73
Gráfico 38: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 12	73
Gráfico 39: Espectro de Diseño.....	74
Gráfico 40: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 1	75
Gráfico 41: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 2	76
Gráfico 42: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 3	77
Gráfico 43: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 4	77
Gráfico 44: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 5	78
Gráfico 45: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 6	78
Gráfico 46: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 7	79
Gráfico 47: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 8	79
Gráfico 48: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 9	80
Gráfico 49: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 10	80
Gráfico 50: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 11	81
Gráfico 51: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 12	81
Gráfico 52: Derivas de entrepiso – Pórtico 1.....	82
Gráfico 53: Derivas de entrepiso – Pórtico 2.....	83
Gráfico 54: Derivas de entrepiso – Pórtico 3.....	84
Gráfico 55: Derivas de entrepiso – Pórtico 4.....	84
Gráfico 56: Derivas de entrepiso – Pórtico 5.....	85
Gráfico 57: Derivas de entrepiso – Pórtico 6.....	86
Gráfico 58: Derivas de entrepiso – Pórtico 7.....	87
Gráfico 59: Derivas de entrepiso – Pórtico 8.....	87
Gráfico 60: Derivas de entrepiso – Pórtico 9.....	88
Gráfico 61: Derivas de entrepiso – Pórtico 10.....	89
Gráfico 62: Derivas de entrepiso – Pórtico 11.....	89
Gráfico 63: Derivas de entrepiso – Pórtico 12.....	90
Gráfico 64: Envoltente de Momento Flector de la Viga	92
Gráfico 65: Envoltente de la Viga	92
Gráfico 66: Envoltente de Fuerza Cortante de la Viga	94
Gráfico 67: Sección Transversal de la Viga	95
Gráfico 68: Envoltente de la Fuerza Axial de la Columna.....	96
Gráfico 69: Envoltente del Momento Flector de la Columna	96
Gráfico 70: Diagrama de Iteración de la Columna	98
Gráfico 71: Sección Transversal de la Columna 65 cm x 65 cm	100

Gráfico 72: Parámetros de Modelamiento de la Viga 35x55 – Pórtico 10 para Separación de 5 cm, 10 cm y 15 cm.....	105
Gráfico 73: Parámetros de Modelamiento de la Viga 35x55 – Pórtico 10 para Separación de 20 cm	106
Gráfico 74: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 35 cm x 55 cm – Pórtico 10.....	107
Gráfico 75: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 25 cm x 45 cm – Pórtico 1	108
Gráfico 76: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 25 cm x 50 cm – Pórtico 2.....	110
Gráfico 77: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 35 cm x 55 cm – Pórtico 3.....	111
Gráfico 78: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 35 cm x 60 cm – Pórtico 4.....	112
Gráfico 79: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 40 cm x 60 cm – Pórtico 5.....	114
Gráfico 80: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 45 cm x 60 cm – Pórtico 6.....	115
Gráfico 81: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 30 cm x 50 cm – Pórtico 7.....	116
Gráfico 82: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 30 cm x 50 cm – Pórtico 8.....	118
Gráfico 83: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 35 cm x 55 cm – Pórtico 9.....	119
Gráfico 84: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 45 cm x 60 cm – Pórtico 11.....	121
Gráfico 85: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 45 cm x 60 cm – Pórtico 12.....	122
Gráfico 86: Diagrama Constitutivo del Concreto no Confinado.....	124
Gráfico 87: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 65 cm x 65 cm.....	125
Gráfico 88: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 65 cm x 65 cm – Pórtico 10.....	126
Gráfico 89: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 30 cm x 30 cm.....	131
Gráfico 90: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 35 cm x 35 cm.....	131
Gráfico 91: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 40 cm x 40 cm.....	131
Gráfico 92: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 45 cm x 45 cm.....	132
Gráfico 93: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 50 cm x 50 cm.....	132
Gráfico 94: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 55 cm x 55 cm.....	132
Gráfico 95: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 60 cm x 60 cm.....	133
Gráfico 96: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 65 cm x 65 cm.....	133
Gráfico 97: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 70 cm x 70 cm.....	133
Gráfico 98: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 75 cm x 75 cm.....	134
Gráfico 99: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 80 cm x 80 cm.....	134
Gráfico 100: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 85 cm x 85 cm.....	134
Gráfico 101: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 30 cm x 30 cm.....	135
Gráfico 102: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 35 cm x 35 cm.....	135
Gráfico 103: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 40 cm x 40 cm.....	136
Gráfico 104: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 45 cm x 45 cm.....	136
Gráfico 105: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 50 cm x 50 cm.....	136
Gráfico 106: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 55 cm x 55 cm.....	137
Gráfico 107: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 60 cm x 60 cm.....	137

Gráfico 108: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 65 cm x 65 cm.....	137
Gráfico 109: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 70 cm x 70 cm.....	138
Gráfico 110: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 75 cm x 75 cm.....	138
Gráfico 111: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 80 cm x 80 cm.....	138
Gráfico 112: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 85 cm x 85 cm.....	139
Gráfico 113: DMC (Manual – Etabs v20) – Columna 45 cm x 45 cm - Pórtico 1.....	140
Gráfico 114: DMC (Manual – Etabs v20) – Columna 60 cm x 60 cm - Pórtico 8.....	140
Gráfico 115: DMC (Manual – Etabs v20) – Viga 40 cm x 60 cm - Pórtico 6.....	141
Gráfico 116: DMC (Manual – Etabs v20) – Viga 35 cm x 55 cm - Pórtico 12.....	142
Gráfico 117: Curvas de Capacidad – Pórtico 1 (6 niveles).....	142
Gráfico 118: Curvas de Capacidad – Pórtico 2 (8 niveles).....	143
Gráfico 119: Curvas de Capacidad – Pórtico 3 (10 niveles).....	143
Gráfico 120: Curvas de Capacidad – Pórtico 4 (6 niveles).....	143
Gráfico 121: Curvas de Capacidad – Pórtico 5 (8 niveles).....	144
Gráfico 122: Curvas de Capacidad – Pórtico 6 (10 niveles).....	144
Gráfico 123: Curvas de Capacidad – Pórtico 7 (6 niveles).....	144
Gráfico 124: Curvas de Capacidad – Pórtico 8 (8 niveles).....	145
Gráfico 125: Curvas de Capacidad – Pórtico 9 (10 niveles).....	145
Gráfico 126: Curvas de Capacidad – Pórtico 10 (6 niveles).....	145
Gráfico 127: Curvas de Capacidad – Pórtico 11 (8 niveles).....	146
Gráfico 128: Curvas de Capacidad – Pórtico 12 (10 niveles).....	146
Gráfico 129: Espectro de Capacidad – Pórtico 1 (6 niveles).....	147
Gráfico 130: Espectro de Capacidad – Pórtico 2 (8 niveles).....	147
Gráfico 131: Espectro de Capacidad – Pórtico 3 (10 niveles).....	147
Gráfico 132: Espectro de Capacidad – Pórtico 4 (6 niveles).....	148
Gráfico 133: Espectro de Capacidad – Pórtico 5 (8 niveles).....	148
Gráfico 134: Espectro de Capacidad – Pórtico 6 (10 niveles).....	148
Gráfico 135: Espectro de Capacidad – Pórtico 7 (6 niveles).....	149
Gráfico 136: Espectro de Capacidad – Pórtico 8 (8 niveles).....	149
Gráfico 137: Espectro de Capacidad – Pórtico 9 (10 niveles).....	149
Gráfico 138: Espectro de Capacidad – Pórtico 10 (6 niveles).....	150
Gráfico 139: Espectro de Capacidad – Pórtico 11 (8 niveles).....	150
Gráfico 140: Espectro de Capacidad – Pórtico 12 (10 niveles).....	150
Gráfico 141: Curvas Bilineales – Pórtico 1 (6 niveles).....	151
Gráfico 142: Espectros de Demanda.....	152
Gráfico 143: Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 1 (6 niveles).....	153
Gráfico 144: Desempeño Sísmico $S = 10$ cm – Pórtico 1 (6 niveles).....	153

Gráfico 145: Desempeño Sísmico $S = 15$ cm – Pórtico 1 (6 niveles)	153
Gráfico 146: Desempeño Sísmico $S = 20$ cm – Pórtico 1 (6 niveles)	154
Gráfico 147: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 1 (6 niveles)	154
Gráfico 148: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm – Pórtico 1 (6 niveles)	155
Gráfico 149: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm – Pórtico 1 (6 niveles)	155
Gráfico 150: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm – Pórtico 1 (6 niveles)	155
Gráfico 151: Niveles de Desempeño Sísmico $S=5$ cm – Pórtico 2 (8 niveles)	156
Gráfico 152: Niveles de Desempeño Sísmico $S=10$ cm – Pórtico 2 (8 niveles)	156
Gráfico 153: Niveles de Desempeño Sísmico $S=15$ cm – Pórtico 2 (8 niveles)	156
Gráfico 154: Niveles de Desempeño Sísmico $S=20$ cm – Pórtico 2 (8 niveles)	156
Gráfico 155: Niveles de Desempeño Sísmico $S=5$ cm – Pórtico 3 (10 niveles)	157
Gráfico 156: Niveles de Desempeño Sísmico $S=10$ cm–Pórtico 3 (10 niveles)	157
Gráfico 157: Niveles de Desempeño Sísmico $S=15$ cm–Pórtico 3 (10 niveles)	157
Gráfico 158: Niveles de Desempeño Sísmico $S=20$ cm–Pórtico 3 (10 niveles)	157
Gráfico 159: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 4 (6 niveles)	158
Gráfico 160: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm – Pórtico 4 (6 niveles)	158
Gráfico 161: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm – Pórtico 4 (6 niveles)	158
Gráfico 162: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm – Pórtico 4 (6 niveles)	158
Gráfico 163: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 5 (8 niveles)	159
Gráfico 164: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm – Pórtico 5 (8 niveles)	159
Gráfico 165: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm –Pórtico 5 (8 niveles)	159
Gráfico 166: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm –Pórtico 5 (8 niveles)	159
Gráfico 167: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm– Pórtico 6 (10 niveles)	160
Gráfico 168: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm–Pórtico 6 (10 niveles)	160
Gráfico 169: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm–Pórtico 6 (10 niveles)	160
Gráfico 170: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm –Pórtico 6(10 niveles)	160
Gráfico 171: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 7 (6 niveles)	161
Gráfico 172: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm – Pórtico 7 (6 niveles)	161
Gráfico 173: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm – Pórtico 7 (6 niveles)	161
Gráfico 174: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm – Pórtico 7 (6 niveles)	161
Gráfico 175: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 8 (8 niveles)	162
Gráfico 176: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm – Pórtico 8 (8 niveles)	162
Gráfico 177: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm – Pórtico 8 (8 niveles)	162
Gráfico 178: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm – Pórtico 8 (8 niveles)	162
Gráfico 179: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 9 (10 niveles)	163
Gráfico 180: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm–Pórtico 9 (10 niveles)	163
Gráfico 181: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm –Pórtico 9(10 niveles)	163

Gráfico 182: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm –Pórtico 9(10 niveles)	163
Gráfico 183: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 10 (6 niveles)	164
Gráfico 184: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm–Pórtico 10 (6 niveles)	164
Gráfico 185: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm–Pórtico 10 (6 niveles)	164
Gráfico 186: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm –Pórtico 10(6 niveles)	164
Gráfico 187: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 11 (8 niveles)	165
Gráfico 188: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm–Pórtico 11 (8 niveles)	165
Gráfico 189: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm –Pórtico 11(8 niveles)	165
Gráfico 190: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm–Pórtico 11 (8 niveles)	165
Gráfico 191: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm –Pórtico 12(10 niveles)	166
Gráfico 192:Niveles de Desempeño Sísmico $S= 10$ cm–Pórtico 12(10 niveles)	166
Gráfico 193:Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm–Pórtico 12(10niveles)	166
Gráfico 194:Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm–Pórtico 12(10niveles)	166
Gráfico 195: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 1 (6 niveles)	169
Gráfico 196: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 2 (8 niveles)	171
Gráfico 197: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 3 (10 niveles)	174
Gráfico 198: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 4 (6 niveles)	176
Gráfico 199: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 5 (8 niveles)	179
Gráfico 200: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 6 (10 niveles)	181
Gráfico 201: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 7 (6 niveles)	184
Gráfico 202: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 8 (8 niveles)	186
Gráfico 203: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 9 (10 niveles)	189
Gráfico 204: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 10 (6 niveles)	191
Gráfico 205: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 11 (8 niveles)	194
Gráfico 206: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 12 (10 niveles)	196

INTRODUCCIÓN

En la presente tesis se analizó la influencia de la separación del refuerzo transversal en el desempeño sísmico de doce pórticos de concreto armado de 6, 8 y 10 niveles; todos con una altura de entrepiso de 2.5 m; de 3 y 5 tramos con una luz de 5 m y 7.5 m de longitud. Por medio del análisis estático no lineal – Pushover, se analizaron las diferentes curvas de capacidad de los pórticos por cada una de las separaciones propuestas (5 cm, 10 cm, 15 cm y 20 cm) evaluando, los diferentes puntos de desempeño para diferentes solicitaciones sísmicas y así alcanzar los objetivos trazados.

Esta tesis contiene cinco capítulos, donde en el primer capítulo llamado Generalidades, se menciona la problemática que se está abordando, además de enumerar los objetivos a alcanzar y dar a conocer cómo se da el punto de inicio de la investigación. También se describe la metodología usada para alcanzar los objetivos trazados.

El segundo capítulo, denominado Marco Teórico, engloba la información necesaria para el desarrollo de la investigación: modelos constitutivos de los materiales, la elaboración de los diagramas de momento rotación de los elementos estructurales (vigas y columnas), los modelos de análisis estructuras, la curva de capacidad, espectros de capacidad, determinación del punto de desempeño y su uso en los niveles de desempeño sísmico; todo esto para poder realizar el análisis no lineal, pilar importante en este trabajo de investigación.

Al tercer capítulo se le denominó Análisis Estructural, donde se desarrolla el análisis estático y dinámico de los pórticos, permitiendo realizar el diseño de los mismos.

En el cuarto capítulo se desarrolló el análisis por desempeño sísmico, realizando la variación del refuerzo transversal en los doce pórticos en estudio. Mediante el programa Etabs v20, se obtuvo las curvas y espectros de capacidad, para luego realizar la sectorización de las mismas y así determinar los puntos de desempeño, de acuerdo a las diferentes solicitaciones sísmicas propuestas.

En el quinto y último capítulo denominado Análisis de Resultados, se llevó a cabo el análisis comparativo de los resultados obtenidos, para determinar la influencia de la variación del refuerzo transversal en los doce pórticos en estudio y así dar las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.



1. GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

1.1.1. Descripción del Problema:

Hoy en día existe una gran cantidad de edificaciones construidas informalmente, sin la presencia de un profesional capacitado; lo que trae consigo que la gran mayoría de estas edificaciones no cumplan con la normativa y puedan colapsar o llegar a sufrir daños irreparables frente a un evento sísmico, esto a su vez puede provocar pérdidas de vidas.

El refuerzo transversal, los estribos, influyen en el desempeño sísmico de la estructura, aportándole ductilidad a esta, siempre y cuando se respete las longitudes de separación del diseño. Por ejemplo, en vigas donde se siguen las especificaciones del diseño y están previstas a fallar por flexión, se producirá esta falla; sin embargo, en vigas que no cumplen con el espaciamiento mínimo de estribos tienen un comportamiento inesperado, y son más susceptibles a generarse fisuras inclinadas considerables, y posteriormente, producirse una falla frágil, que corresponde a una falla por corte (Apaza Amau & Monterroso Ortiz de Zeballos, 2017). En caso de columnas, los estribos deben colocarse al espaciamiento estipulado por el diseño; ya que, se ha observado que los estribos colocados a gran espaciamiento pierden su capacidad de retención de carga y por consiguiente, el núcleo de concreto confinado por dichos estribos falla por la degradación de su resistencia a compresión. (San Bartolomé & Labarta, 2007).

Por lo que, a través de un análisis no lineal estático – Pushover, variando la separación de los estribos se podrá determinar la variabilidad del comportamiento de las estructuras y poder determinar su influencia en el desempeño sísmico.

1.1.2. Formulación del problema:

1.1.2.1. *Pregunta principal:*

¿Cuál sería la influencia de la variación del espaciamiento del refuerzo transversal en el desempeño sísmico en pórticos de concreto armado?

1.1.2.2. Preguntas secundarias:

- ¿Cuál sería el desempeño sísmico con una separación de 5 cm en el refuerzo transversal en pórticos de concreto armado?
- ¿Cuál sería el desempeño sísmico con una separación de 10 cm en el refuerzo transversal en pórticos de concreto armado?
- ¿Cuál sería el desempeño sísmico con una separación de 15 cm en el refuerzo transversal en pórticos de concreto armado?
- ¿Cuál sería el desempeño sísmico con una separación de 20 cm en el refuerzo transversal en pórticos de concreto armado?

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

1.2.1. Justificación Social:

En el Perú se viene produciendo un alto crecimiento en el área de construcción principalmente de edificaciones, donde en la etapa constructiva no muchas veces se considera seguir las especificaciones del diseño o inclusive no se cuenta con estas, lo que conlleva a que la estructura no se comporte adecuadamente. Uno de los requerimientos que muchas veces no se cumple es la correcta colocación del refuerzo transversal, poniendo los estribos con un distanciamiento mayor al diseño para “ahorrar”, o en el caso contrario a menor separación con la intención de hacer “más resistente” la estructura; lo que produce que los elementos estructurales y por consiguiente la estructura no se comporte de la manera esperada ocasionando posibles daños o hasta el colapso de esta al ser sometidos a sismos.

1.2.2. Justificación Ambiental:

Desde el punto de vista ambiental, es de fundamental importancia, ya que, al colocar el reforzamiento transversal con la separación más óptima, producirá una reducción de los impactos ambientales asociados al ruido, emisiones de polvo y partículas, desperdicios de acero, etc.

1.2.3. Justificación Económica:

La situación de nuestro país conlleva a que gran parte de las construcciones no se realizan siguiendo la normativa establecida, la separación del refuerzo transversal normalmente se colocan a mayor distancia con la creencia de que el costo disminuirá, esto afecta drásticamente el comportamiento esperado ante los sismos. La presente tesis se basa en obtener la separación más óptima, y así mismo recalcar la importancia del refuerzo transversal.

1.2.4. Justificación Institucional:

Mediante la presente tesis, proporcionaremos información relevante y valiosa, a los ingenieros civiles, no solo de la ciudad de Arequipa, sino también a los de todo el Perú, esto guiándolos durante el diseño, y construcción de edificaciones. Al darles una guía del correcto espaciamiento del refuerzo transversal.

1.2.5. Justificación Tecnológica:

El desarrollo de esta tesis involucra conocer y darle vital importancia al uso de los programas de diseño estructural existentes, (ETABS, SAP2000) para que su uso sea fomentado por todos los profesionales, al realizar los distintos diseños para estructuras, especialmente en edificaciones dónde es de suma importancia la influencia del refuerzo transversal, en los elementos estructurales y siendo una forma rápida de calcular esto, los programas ya mencionados.

1.3.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:

1.3.1. Objetivo General:

Determinar la influencia de la variación del espaciamiento del refuerzo transversal en el desempeño sísmico mediante el análisis estático no lineal - Pushover en pórticos de concreto armado.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Estimar el desempeño sísmico mediante el análisis estático no lineal - Pushover con una separación de 5 cm en el refuerzo transversal en pórticos de concreto armado.
- Estimar el desempeño sísmico mediante el análisis estático no lineal - Pushover con una separación de 10 cm en el refuerzo transversal en pórticos de concreto armado.
- Estimar el desempeño sísmico mediante el análisis estático no lineal - Pushover con una separación de 15 cm en el refuerzo transversal en pórticos de concreto armado.
- Estimar el desempeño sísmico mediante el análisis estático no lineal - Pushover con una separación de 20 cm en el refuerzo transversal en pórticos de concreto armado.

1.4. HIPÓTESIS:

1.4.1. Hipótesis General:

Una separación óptima del refuerzo transversal genera que las estructuras tengan un correcto desempeño sísmico, al usar diferentes separaciones de los estribos se espera que estas variaciones produzcan comportamientos similares o parecidos en el desempeño, con sus respectivas excepciones. Esperando que, a una menor separación, mejor será el comportamiento de las estructuras.

1.4.2. Hipótesis Específicas:

- Al colocar el refuerzo transversal con una separación de 5 cm se tendrá el mejor desempeño de la estructura y sus fallas serán dúctiles.
- Al colocar el refuerzo transversal con una separación de 10 cm el desempeño de la estructura será adecuado, asemejándose al resultado obtenido de la separación de 5 cm y teniendo fallas dúctiles.
- Al colocar el refuerzo transversal con una separación de 15 cm el desempeño de la estructura no será adecuado, oscilando entre los

resultados obtenidos de la separación de 10 cm y 20 cm y se presentarán fallas dúctiles y frágiles.

- Al colocar el refuerzo transversal con una separación de 20 cm el desempeño de la estructura será el más inadecuado y sus fallas serán frágiles.

1.5. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

En el presente apartado se hizo una revisión exhaustiva a las investigaciones que tratan sobre la influencia del refuerzo transversal en los elementos estructurales y el método en el que se evalúa su desempeño mediante el análisis estático no lineal – Pushover. Estas investigaciones fueron realizadas tanto como por métodos empíricos y analíticos.

Una de las primeras investigaciones a la cual haremos referencia es la simulación de dos edificaciones regulares en planta, con 6 y 10 niveles (16.8m y 28.00m de altura respectivamente), con un sistema estructural a base de muros de corte. Estas fueron sometidas al análisis estático no lineal - Pushover con un distanciamiento de estribos de 75, 100, 150 y 200mm en sus elementos estructurales y se evaluó el desempeño sísmico en cada caso resultando un buen comportamiento en la estructura con un espaciamiento de 75 y 100mm; en cambio con 150mm, las estructuras llegan al colapso ante un sismo raro y con el espaciamiento de 200mm el colapso de las estructuras es de manera frágil ante un sismo ocasional. (Choquecota Carpio & Quispe Lope, 2019)

Otra investigación realizada de forma empírica es el ensayo de flexión en la Máquina Universal de 16 vigas con las mismas características, variando el espaciamiento de estribos 85, 100 y 150 mm, identificar los distintos mecanismos de falla y la forma de prevenirlos, a fin de que la rotura sea de tipo dúctil y determinar la influencia de la separación de estribos en resistencia a la fuerza cortante. (Apaza Amau & Monterroso Ortiz de Zeballos, 2017)

El presente artículo quiere dar a conocer la influencia de los estribos en el comportamiento de las columnas de confinamiento sometidas a compresión; en este caso se realizaron ensayos con ayuda de una gata hidráulica otorgando una

carga axial a las columnas, en los que se varió en tipo de confinamiento en 3 tipos y se varió de 2 formas el espaciamiento. (San Bartolomé & Labarta, 2007)

El artículo a mencionar consiste en la influencia de la resistencia del concreto en la cuantía mínima del acero de refuerzo transversal, ya que existen diversas fórmulas basadas en estudios empíricos, llevando a valores muy diferentes de cuantía mínima de refuerzo, principalmente para hormigones de alta resistencia. Esta es una investigación teórica - experimental donde se ensaya de catorce vigas, con armadura transversal aproximadamente en el rango de variación de las obtenidas de las ecuaciones de cuantía mínima. (Abd El Malik Shehata, González García, & Domingues Shehata, 2005)

Estas investigaciones mencionadas tratan específicamente de la influencia del espaciamiento de los estribos en el comportamiento de los elementos estructurales, llegando a concluir que a un espaciamiento adecuado la estructura fallará de manera dúctil en cambio si se los estribos se colocan con un mayor espaciamiento la falla será frágil e inesperada.

Como en la investigación de Choquecota y Quispe el comportamiento de la estructura con una distribución del espaciamiento de 75mm y 100mm, será adecuado; por el contrario, para los espaciamientos de 150mm y 200mm existe una pérdida drástica de ductilidad que ante un sismo. Por lo que con el espaciamiento de 75mm y 100mm garantiza que el concreto confinado resista mayores esfuerzos y tengan mayores deformaciones por el contrario con los espaciamientos de 150mm y 200mm disminuye el área eficazmente confinada y el concreto no desarrolla los esfuerzos y deformaciones adecuadas. (Choquecota Carpio & Quispe Lope, 2019)

Apaza y Monterroso, concluyeron que la colocación de los estribos debe seguir estrictamente el espaciamiento de diseño, para que las vigas tengan el comportamiento dúctil esperado, en caso contrario fallan por tracción diagonal con una falla explosiva y en un menor tiempo de ensayo que las anteriores; con esto último la ductilidad se traduce en un mayor tiempo de vida útil, ante una aplicación de carga considerable. (Apaza Amau & Monterroso Ortiz de Zeballos, 2017)

En relación con el artículo de confinamiento de columnas se concluye que al reducir el espaciamiento en 5 cm se logró tener un mejor comportamiento de las

columnas que con la separación de 10 cm, el ensayo con zunchos los cuales lograron el mejor comportamiento de las columnas frente a la carga a la cual fue afectada por lo que su uso es recomendable para mejorar el comportamiento sísmico de las columnas. (San Bartolomé & Labarta, 2007)

A su vez también tomaremos en cuenta investigaciones acerca del análisis estático no lineal – Pushover, que nos servirán de base en nuestra investigación. Estas sirven tanto para la elaboración de la curva de capacidad como para el análisis en general de estructuras de concreto armado.

Una de estas lleva a cabo la comprobación y exactitud de los resultados de la curva de capacidad hecha por métodos computacionales, aplicada a los elementos verticales (columnas), las cuales fueron calculadas según falla por pandeo, y luego contrastadas con los resultados que se obtuvieron por medio del análisis estático no lineal - Pushover. La forma en la que se realizó la comprobación de los resultados fue la aplicación del Pushover a la edificación en cuestión, en el cual se vio que las columnas fueron las primeras en entrar en el rango no lineal, por lo cual se procedió a calcular las curvas de capacidad de estos elementos estructurales, curvas y datos obtenidos (distorsión-cortante) que luego fueron comparados con los hallados por falla por pandeo. (Diaz Villalobos, 2019)

La presente tesis quiere evaluar el desempeño sísmico de una edificación de concreto armado dual, hallando la curva de capacidad de esta mediante el análisis no lineal - Pushover, procedimiento que se hace aplicando cargas laterales incrementadas cada vez más, hasta que la edificación falla. La edificación fue diseñada bajo la Normativa Peruana Sismorresistente E-030 y los estatutos peruanos de edificaciones, considerando que los refuerzos de los elementos estructurales fue el mismo en los 5 niveles, para luego ser evaluada mediante el análisis estático no lineal - Pushover. (Fuentes Rivera, 2018)

De la primera investigación se llegó a la conclusión que el grado de exactitud entre ambos resultados fue muy bajo, que fue lo que trajo consigo los problemas en la estructura. Hablando de la segunda investigación, por medio del análisis Pushover se logró concluir que se encuentra en un rango de seguridad de vida y para un sismo máximo esperado la estructura de encuentra en el rango de estabilidad estructural, llegando a un desplazamiento máximo de casi 15.70 cm causado por una cortante de 1406 ton.

Todos los documentos consultados, fueron de gran ayuda para saber qué ya era conocido y lo que aún no era conocido, lo que nos sirvió para guiarnos en centrar el tema de nuestra tesis, así como saber qué pasos tendremos que realizar al empezar a hacer nuestra tesis, teniendo presente ciertas consideraciones a tomar en cuenta en este proceso. Logramos relacionar dicha información para llegar a conclusiones que nos favorecieron en el desarrollo y selección de las partes de nuestra tesis.

1.6.METODOLOGÍA:

1.6.1. Determinación de casos de estudio

Inicialmente se realizó la elección de los pórticos de concreto armado, teniendo en cuenta dos factores: la cantidad de niveles y distancias entre columnas, para tener una mayor variedad de resultados. En cambio, al realizar el mismo estudio en edificios supondría una reducción en la cantidad de muestras a analizar.

Para analizar la influencia del refuerzo transversal se consideraron cuatro separaciones de los estribos: 5 cm, 10 cm, 15 cm y 20 cm.

- Primeramente, se eligió la separación de 5 cm; ya que, en elementos estructurales de secciones pequeñas, la NTE establece una separación no mayor a $d/4$ (Artículo 21.5 y 21.6) (E060, 2009), siendo en estos casos valores cercanos a 5 cm. Y si bien esta separación es difícil de construir; se podrá establecer que, usando una mayor separación se lograrán resultados similares o iguales a esta separación.
- La separación de 10 cm para comprobar la idea e hipótesis establecida con respecto a la separación de 5 cm.
- Las separaciones de 15 cm y 20 cm se establecieron para ampliar el rango de estudio y evaluar el desempeño de las estructuras con estas separaciones.

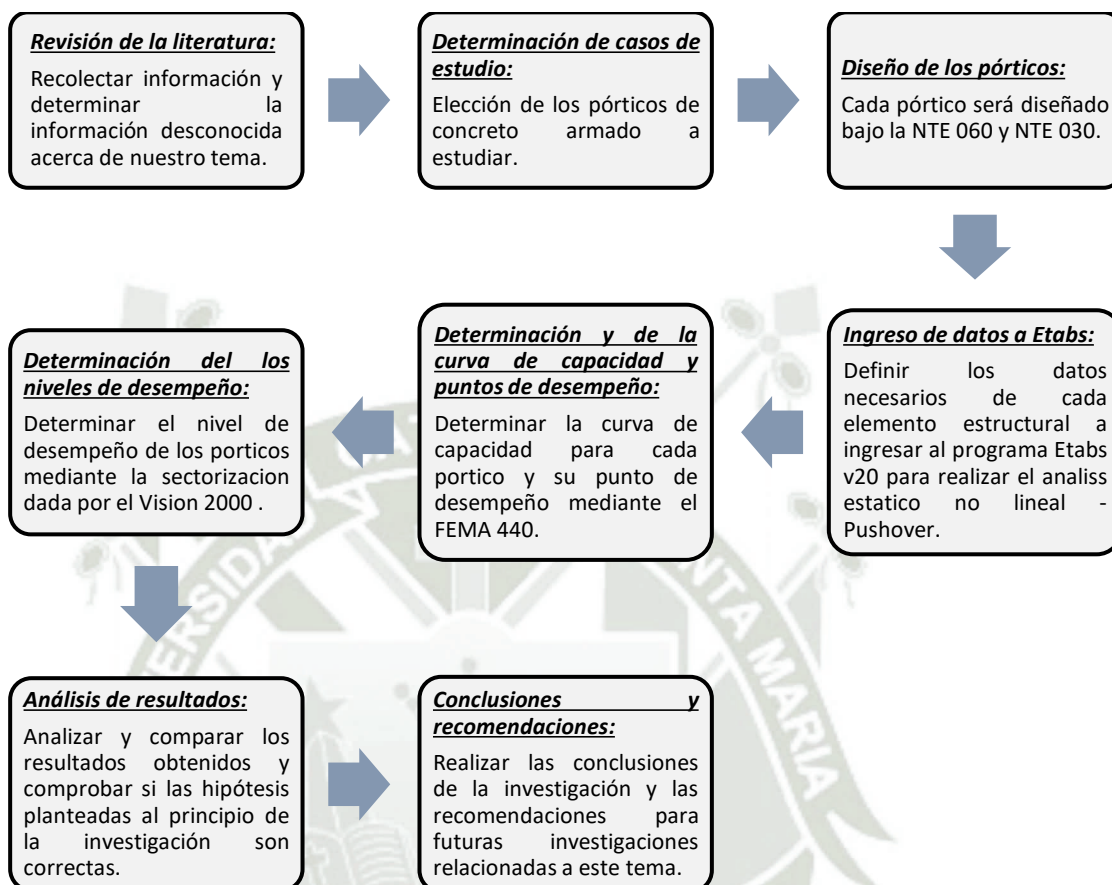
1.6.2. Procedimiento

Primeramente, se realizó el predimensionamiento de cada elemento estructural, para luego realizar el análisis estático y dinámico de los pórticos cumpliendo la normativa peruana y realizar el respectivo diseño de los elementos estructurales. Con esta información, se procedió a definir el comportamiento no lineal de los materiales; usando: Para el concreto el modelo constitutivo de Sakino, por ser un modelo respaldado por ensayos experimentales con diferentes resistencias, concretos y edades, proponiendo una ecuación sustentada en base a lo mencionado. Para el acero se usó el modelo constitutivo de Mander, el cual es incorporado por el programa Etabs v20, además este modelo contempla todos los parámetros característicos que tiene el acero de refuerzo (zona elástica, perfectamente plástica, de endurecimiento y de ablandamiento).

Para realizar el análisis no lineal estático – Pushover, se definieron los modelos de análisis de fibra y rótula plástica para las columnas y vigas respectivamente. Según lo mencionado por Graham Powell, en una conferencia para CSI, menciona que el método de tipo fibra considera la influencia de la carga axial en los elementos estructurales. Sin embargo, en el caso de las vigas, no se toman en cuenta las fuerzas axiales para el análisis en los diafragmas rígidos, esto incurriría en un error al usar este método. Esto se comprueba al momento de asignar el método de análisis tipo fibra en programa Etabs v20; donde, muestra que los elementos estructurales están afectados por una carga axial y dos momentos. Mientras que, al asignar las rótulas plásticas se muestra que estos elementos serán afectados sólo por un momento.

Una vez realizado el análisis no lineal estático - Pushover por el programa, se procedió a realizar el análisis de las curvas de capacidad de los pórticos, los diagramas de momento rotación de los elementos mediante el ASCE 41-17 (vigas) y ASCE 41-13 (columnas), y se procedió a evaluar los puntos de desempeño de los pórticos para cada una de las sollicitaciones sísmicas, siguiendo los parámetros definidos del Vision 2000.

1.6.3. Esquema Metodológico:



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1: Esquema Metodológico



2. MARCO TEÓRICO

2.1. MODELOS CONSTITUTIVOS DE LOS MATERIALES

En el presente acápite se muestran los modelos constitutivos empleados para modelar el acero y el concreto en los análisis deseados. Ya sea para el concreto como para el acero, se mencionan cada una de las características del comportamiento del material, con sus respectivas formulaciones matemáticas.

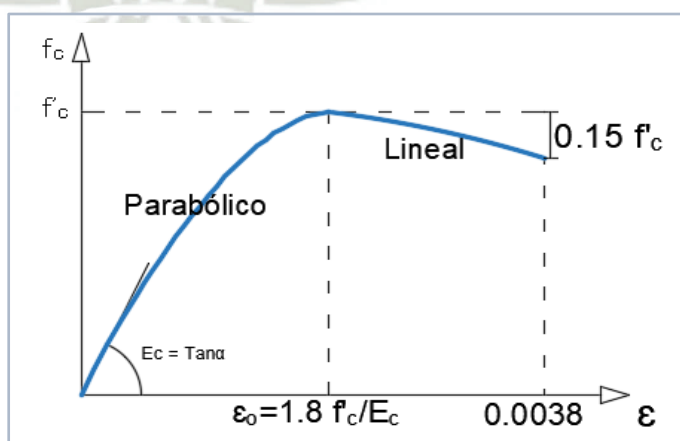
2.1.1. Modelo Constitutivo del Concreto

Los elementos de concreto armado están confinados a través del acero de refuerzo, esta zona que presenta un mejor comportamiento respecto al esfuerzo máximo y a las deformaciones; mientras, la zona que no presenta recubrimiento no presenta dichas mejoras.

2.1.1.1. Modelos para concreto no confinado

A. Modelo de Hognestad

Se compone de un tramo parabólico de segundo grado hasta alcanzar el esfuerzo máximo f'_c (relacionado con la deformación unitaria ϵ_0) y otro lineal decreciente hasta llegar al esfuerzo de agotamiento con una pérdida del 15% del f'_c .

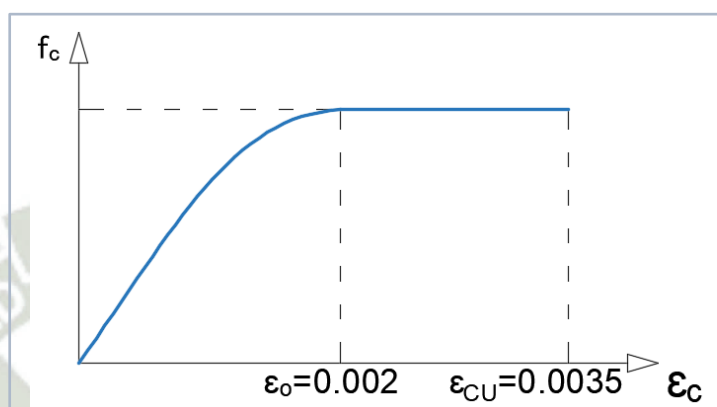


Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: Modelo de Hognestad

B. Modelo del CEB

Propuesta por el comité europeo del concreto (CEB-1978), consiste de una parábola hasta llegar al punto máximo de esfuerzo en el concreto $f_c=0.85f'_c$ y una recta dada bajo un esfuerzo constante hasta llegar a su máxima deformación ($\epsilon_{cu}=0.0035$).

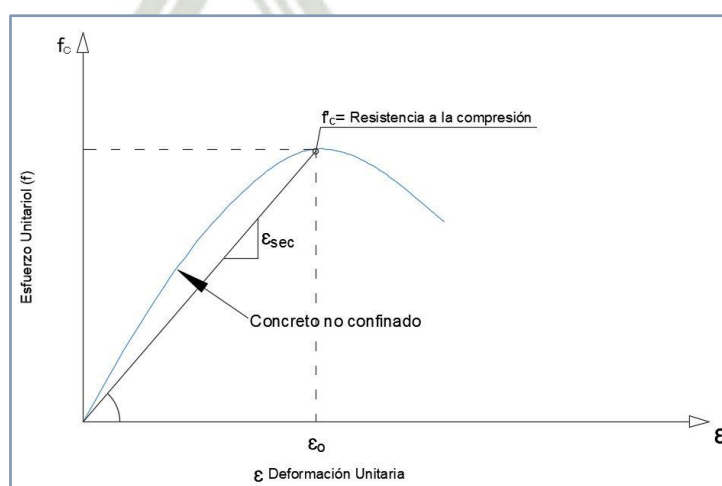


Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3: Modelo de CEB

C. Modelo de Popovic

El propósito de este autor es presentar fórmulas para la estimación del diagrama de esfuerzo-deformación completo de concreto de peso normal no confinado, bajo carga a corto plazo, ya sea únicamente desde el f_0 =resistencia a la compresión y la deformación unitaria ϵ_0 medida en el concreto en el esfuerzo último f_0 .



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4: Modelo de Popovic

La discusión de la curva tensión-deformación del hormigón es oportuna desde un punto de vista teórico; porque, las deformaciones pueden proporcionar información relativa a la estructura interna, así como al mecanismo de fallo del hormigón. El autor da una fórmula que se ajusta a un concreto de resistencia media, esta fórmula sobreestima la tensión para una deformación dada en la rama ascendente del diagrama esfuerzo-deformación para los hormigones de alta resistencia y subestima los hormigones de baja resistencia:

$$f = E * \epsilon_0 \frac{n - 1}{n - 1 + (\epsilon/\epsilon_0)^n}$$

Considerando que:

$$\epsilon = \epsilon_0 * E = (f_0/\epsilon_0)n/(n - 1),$$

$$f = f_0 * \frac{\epsilon}{\epsilon_0} * \frac{n}{n - 1 + \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_0}\right)^n}$$

Donde n,

$$n = \frac{E_i}{E_i - \epsilon_{SEC}} = \frac{E_i}{E_i - \frac{f'_c}{\epsilon_0}}$$

Se tiene:

E: Módulo de elasticidad del concreto

ϵ_0 : Deformación última unitaria del concreto.

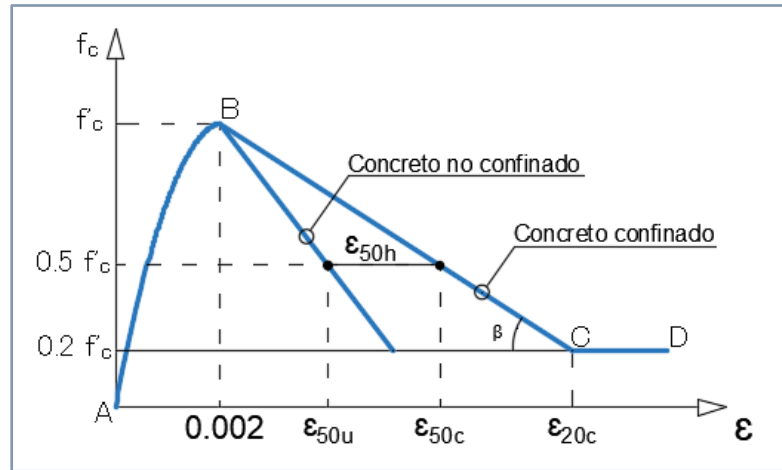
ϵ : Deformación unitaria del concreto causada por un esfuerzo.

ϵ_{SEC} : Pendiente del esfuerzo máximo entre su deformación.

2.1.1.2. Modelos para concreto confinado

A. Modelo Kent y Park

Muy usado cuando se usa estribos rectangulares, este modelo es muy parecido al propuesto en su tramo inicial al de Hognestad (parábola), donde el valor máximo corresponde al f'_c y a una deformación unitaria 0.002, el segundo tramo es lineal descendente y el esfuerzo llega hasta el 20% f'_c (resistencia del concreto); el último tramo es horizontal y no suele considerarse para el análisis sísmico.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5: Modelo de Kent y Park

$$\varepsilon_{50u} = \frac{3 + \varepsilon_0 f'_c}{f'_c - 1000}$$

$$\varepsilon_{50h} = \frac{3}{4} \rho_s \sqrt{\frac{b_c}{s}}$$

Dónde:

ε_c : Deformación unitaria del concreto.

ε_0 : Deformación unitaria asociada a la resistencia máxima del concreto.

ε_{50h} : Efecto del confinamiento de estribos.

b_c : Ancho de la sección.

S : Separación entre los estribos.

ρ_s : Relación entre el volumen de acero y el volumen del concreto.

B. Modelo de Mander

Este modelo está definido por una única expresión continua (curva continua), considerando el efecto del confinamiento (cuantía), este se puede aplicar a distintas secciones ya sean circulares, rectangulares o cuadradas.

En el modelo, la deformación unitaria (de falla) se da cuando el refuerzo transversal (estribos) falla y ya no cumple la función de confinar el elemento, por lo que las deformaciones transversales serán grandes.

$$f_c = \frac{xr f_{cc}}{r - 1 + x^r}$$

$$x = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{cc}}$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - E_{sec}} \quad \epsilon_{cc} = \epsilon_{co} \left[1 + 5 \left(\frac{f_{cc}}{f'_c} - 1 \right) \right]$$

Dónde:

f_{cc} : Resistencia máxima del concreto confinado.

f'_c : Resistencia máxima del concreto no confinado.

ϵ_{cu} : Deformación unitaria última del concreto.

ϵ_c : Deformación unitaria del concreto.

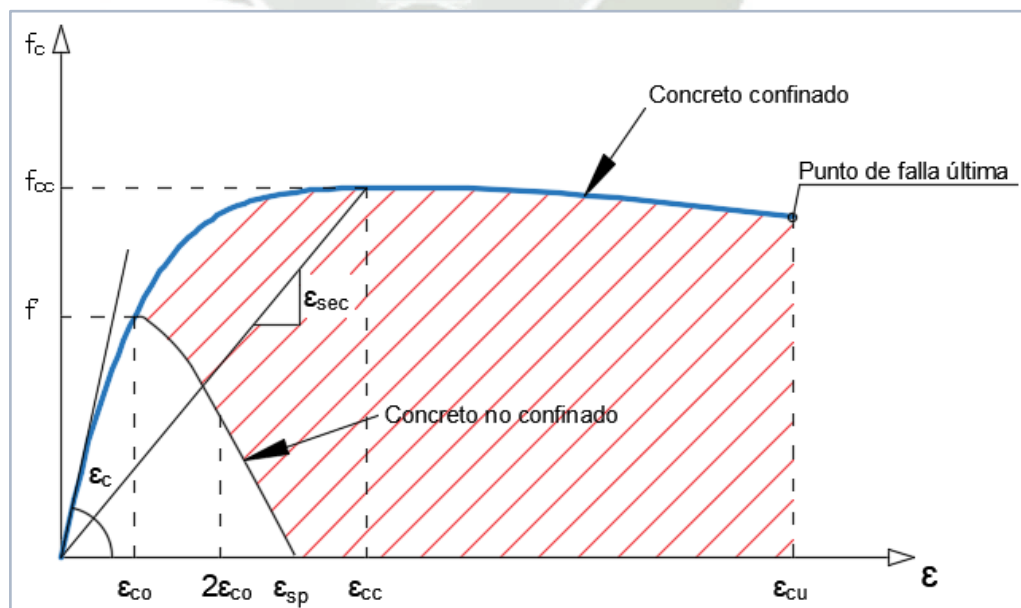
ϵ_{co} : Deformación asociada a la resistencia máxima del concreto.

ϵ_{sp} : Deformación unitaria última asociada al recubrimiento del concreto.

ϵ_{cc} : Deformación unitaria del concreto simple asociada al esfuerzo máximo.

E_c : Módulo de elasticidad del concreto no confinado.

E_{sec} : Módulo secante del concreto confinado asociado al esfuerzo máximo confinante.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6: Modelos esfuerzo-deformación del concreto confinado y no confinado

C. Modelo de Sakino

Sakino propone una fórmula para calcular la resistencia del concreto confinado restringido por estribos:

$$f'_{cc} = f'_c + k_e \sigma_{re}$$

$$f'_{cc} = f'_c + k_e \frac{1}{2} \rho_h \sigma_{hs} \left(\frac{d_b}{C} \right) \left(1 - \frac{s}{2D_c} \right)$$

Donde:

f'_c : Resistencia a la compresión del concreto

f'_{cc} : Resistencia a la compresión del concreto confinado

k_e : Coeficiente de restricción

d_b : Diámetro del estribo

ρ_h : Esfuerzo lateral en relación al volumen efectivo de concreto

σ_{hs} : Factor de presión lateral efectivo

C : Separación mínima entre varillas longitudinales

D_c : Separación entre extremos del estribo

s : Separación entre estribos

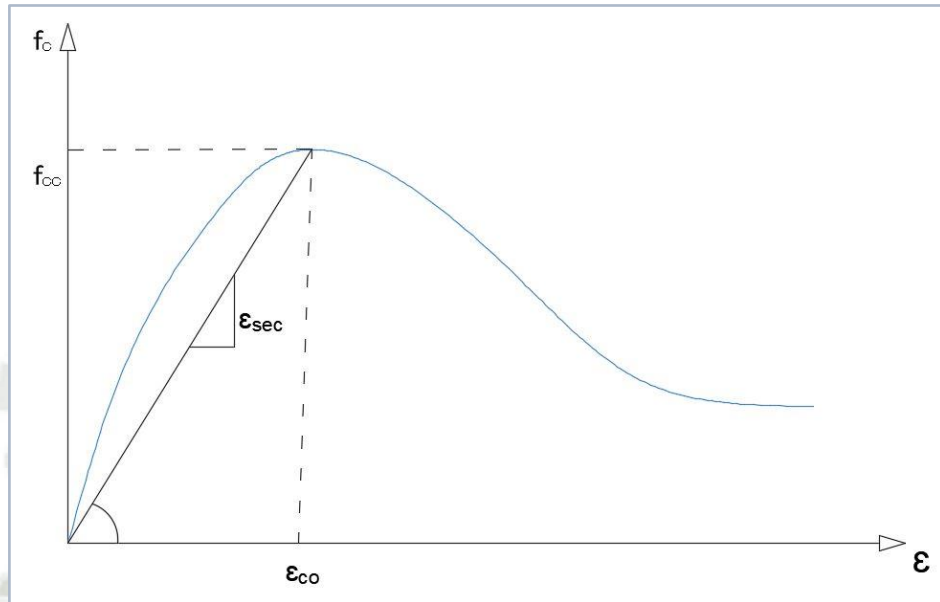
Además de eso da una fórmula para el cálculo de la deformación unitaria del concreto confinado:

$$\frac{\epsilon_{co}}{\epsilon_o} = \begin{cases} 1 + 4.7(K - 1), & K \leq 1.5 \\ 3.35 + 20(K - 1.5), & K > 1.5 \end{cases}$$

Donde, K lo define como una relación entre la resistencia a la compresión del concreto confinado y no confinado:

$$K = \frac{f'_{cc}}{f'_c}$$

Finalmente, para dibujar la curva de concreto confinado se usan las fórmulas dadas en el modelo de concreto no confinado de Popovic mencionadas anteriormente y para lo cual dará como resultado una curva con esta forma:



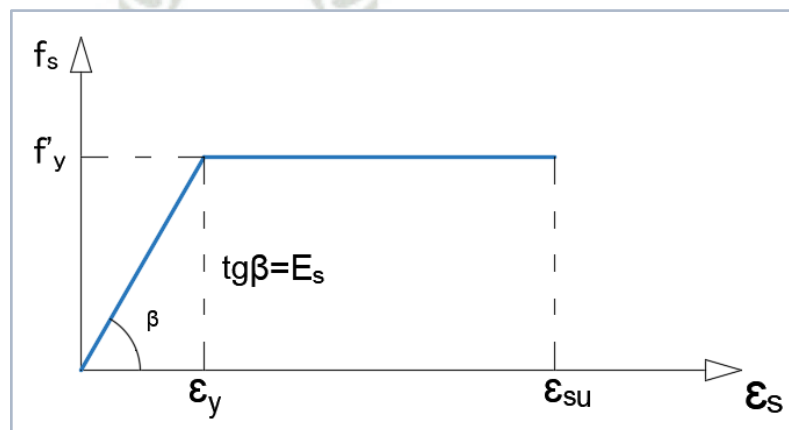
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7: Modelos de concreto confinado

2.1.2. Modelo Constitutivo del Acero

2.1.2.1. Modelo Elastoplástico perfecto

En este modelo la tensión de fluencia del material se mantiene constante para cualquier deformación superior a la del límite plástico, a partir de la fluencia, los esfuerzos se mantienen constantes a medida que la deformación aumenta. Este modelo no evalúa el desempeño sísmico, a partir de que no muestra los esfuerzos del acero cuando este sobrepasa la fluencia.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Modelo de Plástico

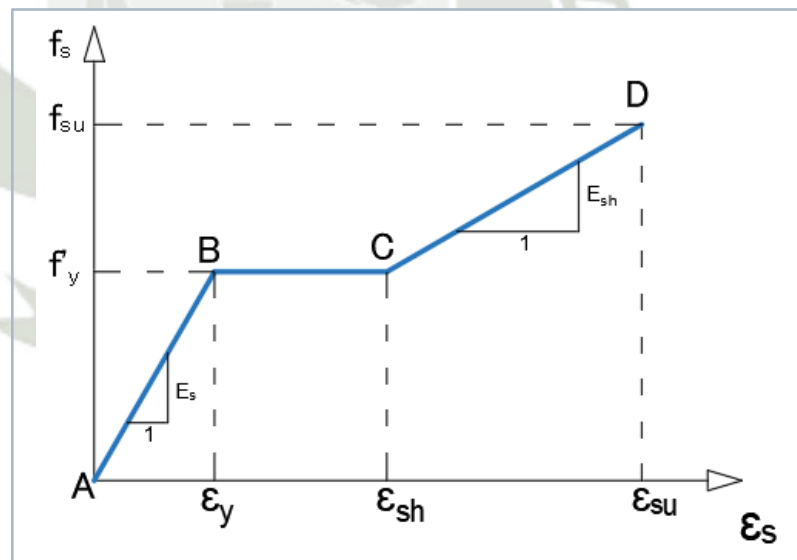
2.1.2.2. Modelo Trilineal

En este modelo se contempla un incremento en resistencia del acero en la zona de endurecimiento, es decir que en este caso no se subestima el esfuerzo del acero a altas deformaciones. El tramo AB corresponde al rango elástico, el tramo BC corresponde a la fluencia f_y y la deformación aumenta hasta ϵ_{sh} y el tramo CD corresponde a la zona de endurecimiento por deformación, teniendo que la pendiente para este tramo es E_{sh} (Park & Paulay, 1988).

$$\text{Para } 0 \leq \epsilon_s \leq \epsilon_y: \quad f_s = \frac{f'_y \cdot \epsilon_s}{\epsilon_y} \quad \dots \text{Tramo AB}$$

$$\text{Para } \epsilon_y \leq \epsilon_s \leq \epsilon_{sh}: \quad f_s = f'_y \quad \dots \text{Tramo BC}$$

$$\text{Para } \epsilon_{sh} \leq \epsilon_s \leq \epsilon_{su}: \quad f_s = f'_y + E_{sh}(\epsilon_s - \epsilon_{sh}) \quad \dots \text{Tramo CD}$$



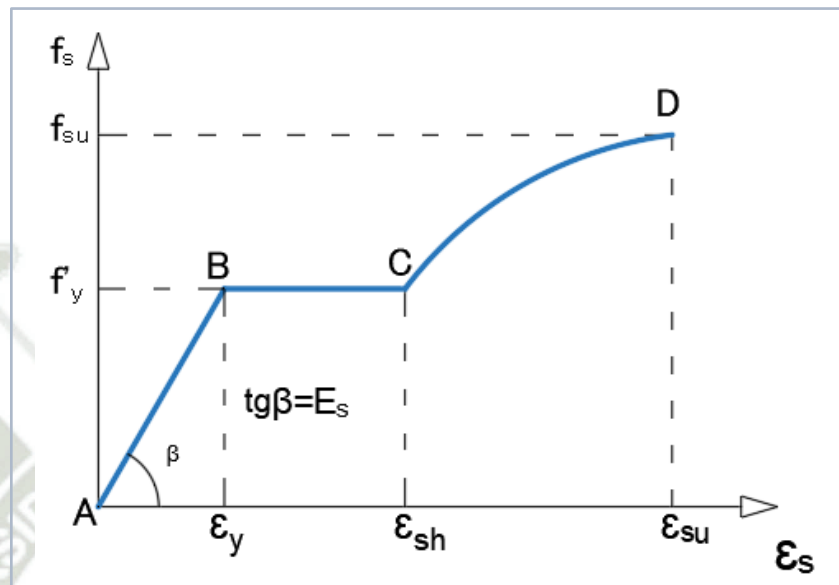
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9: Modelo Trilineal

2.1.2.3. Modelo Parabólico o con endurecimiento curvo o de Mander.

El presente modelo se representa por dos rectas (rango elástico y fluencia) y una curva (endurecimiento), esta última generalmente de

segundo o tercer grado. Este modelo es el que representa mejor el comportamiento del acero, sin embargo, no es muy usado.



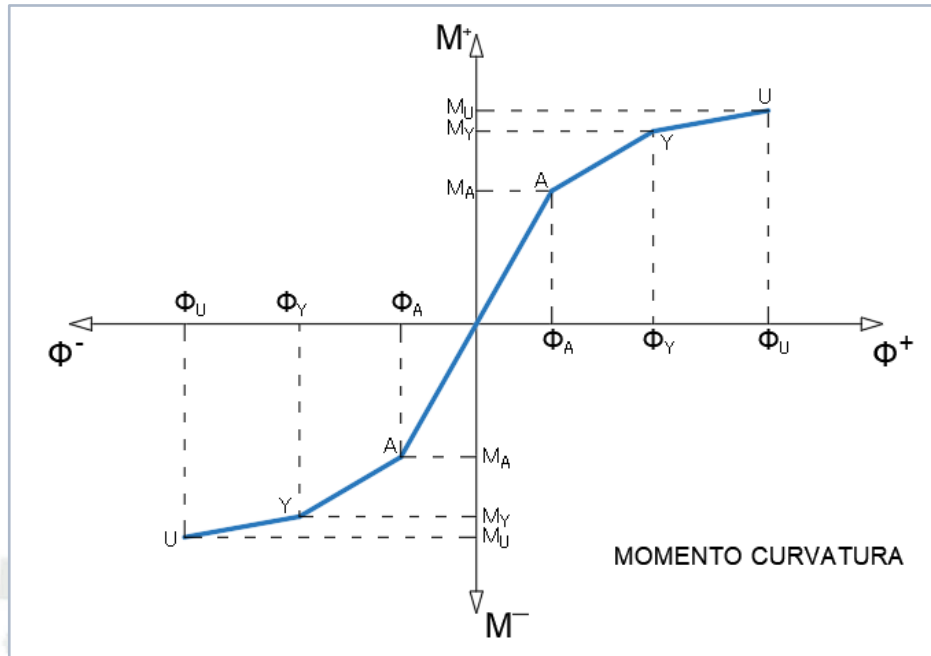
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: Modelo Parabólico

2.2. DIAGRAMAS MOMENTO – CURVATURA

La gráfica Momento Curvatura proporciona puntos de momento resistente interno y su curvatura correspondiente para un diagrama de deformaciones que cumpla con el equilibrio de fuerzas internas. Los puntos más resaltantes de la gráfica son: el momento del agrietamiento del concreto a tensión (punto A), el momento cuando el acero empieza a fluir (punto Y) y el momento cuando el elemento falla por la compresión del concreto (punto U).

El comportamiento de los elementos sometidos a flexión antes de la falla, permite determinar la curvatura del elemento en el estado de servicio (deformación del acero en tensión). Además, permite analizar la influencia del acero en compresión antes y después del agrietamiento, así como después de la fluencia del acero hasta llegar a la falla del elemento.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11: Gráfico generalizado de la relación $M-\phi$

Del anterior gráfico, el primer cuadrante representa cuando el acero inferior de las vigas trabaja a tracción y el superior a compresión. En el tercer cuadrante se da a representar que el acero inferior trabaja a compresión y el acero superior a tracción.

El punto de fallo (U), está gobernado por una de las siguientes fallas:

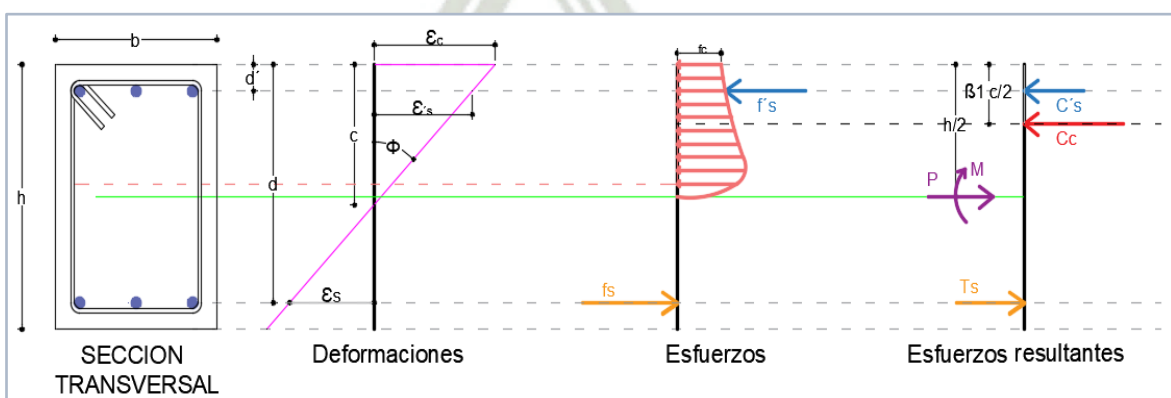
- ◆ Cuando el acero alcance la máxima deformación ϵ_{su} ;
- ◆ Cuando el concreto llegue a ϵ_u ;
- ◆ Cuando se presente el pandeo del refuerzo longitudinal. Se llega al punto U con la primera de estas tres fallas.

2.2.1. Momento Curvatura en Vigas

Las vigas son elementos sometidos principalmente a flexión, rara vez sometidos a fuerzas de compresión. Es necesario que estos elementos absorban y disipen el mayor porcentaje de energía interna generada por los sismos.

Para realizar el diagrama $M-\phi$ se debe de seguir los siguientes pasos:

1. El primer punto del diagrama $M-\phi$ se determina al asumir un valor de la deformación unitaria del concreto ϵ_c en la parte superior de la sección.
2. Se asume el valor “ c ” (distancia entre la parte superior al eje neutro) y por compatibilidad de deformaciones se halla la deformación unitaria del acero en la parte inferior ϵ_s , y del acero en la parte superior ϵ_s' .
3. Con las deformaciones obtenidas se procede a determinar sus esfuerzos con la curva de esfuerzo-deformación obtenido de los modelos constitutivos de los materiales.
4. Verificar el valor “ c ” asumido, igualando las fuerzas internas de compresión y tracción por medio del equilibrio de fuerzas. En caso de no obtener el equilibrio, volver a asumir el valor “ c ” y seguir con los pasos.
5. Determinar el momento flector interno, por medio del equilibrio de momentos (sumatoria de los productos de cada fuerza con su respectivo brazo).
6. Luego, se determina el valor de la curvatura ϕ , que es la relación entre la deformación unitaria del concreto ϵ_c y el eje neutro “ c ”.
7. Con el momento flector interno M y la curvatura ϕ , ya se tiene un punto del diagrama, para los demás puntos se asume otro ϵ_c y se repite el proceso.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12: Hipótesis Fundamentales para el Análisis Momento-Curvatura.

2.2.2. Momento Curvatura en Columnas

Para determinar el Momento Curvatura ($M-\phi$) en columnas se debe seguir los siguientes pasos:

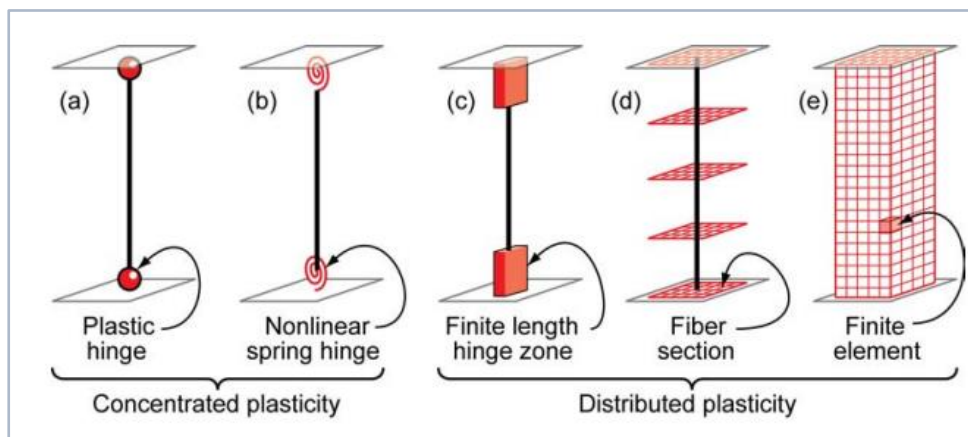
1. Dar una deformación para el concreto en la fibra más extrema asumiendo un valor del eje neutro “c”, y calcular las deformaciones en las diferentes capas del acero que se obtendrán por medio de la compatibilidad de deformaciones.

$$\varepsilon_{si} = \left(\frac{c - d_i}{c} \right) \varepsilon_c$$

2. Determinar los esfuerzos del acero y concreto en función de las deformaciones calculadas ε_{si} y ε_c , con los modelos constitutivos del concreto y acero.
3. Verificar si el valor asumido de “c” es correcto, mediante el equilibrio de fuerzas; caso contrario, asumir otro valor para “c” y volver a comprobar.
4. Una vez que se determina el valor del eje neutro c, se procede a calcular el momento y la curvatura, y se procede a determinar otros puntos para realizar la curva.

2.3. MODELOS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Los modelos de componentes estructurales inelásticos se pueden diferenciar por la forma en que la plasticidad se distribuye a través de la sección transversal y a lo largo de su longitud. El siguiente gráfico es una comparación de cinco tipos de modelos idealizados para simulación de la respuesta inelástica de vigas-columnas. Varios tipos de elementos estructurales (por ejemplo, vigas, columnas, riostras, y algunas paredes de flexión) se pueden modelar usando los conceptos ilustrados a continuación:



Fuente: NIST (National Institute of Standards and Technology).

Gráfico 13: Idealización de Modelos de Análisis para vigas y columnas.

Dentro de estos cinco modelos para la simulación de la respuesta inelástica de vigas y columnas, a continuación se mencionan las que se usaron en la presente tesis:

2.3.1. Rótulas Plásticas

Los modelos más simples concentran las deformaciones inelásticas al inicio y final del elemento, a través de una rótula plástica (Gráfico 13a). Las rótulas plásticas se pueden definir como mecanismos localizados en zonas específicas de los elementos estructurales que permiten la disipación de energía, logrando así la redistribución de acciones y junto a esto un mejor comportamiento global de la estructura. Las rótulas plásticas aparecen en el instante en que el momento al que es sometida la sección sobrepasa el momento plástico de dicha sección. Se debe tener en cuenta que para la aplicación de este modelo, es necesario conocer el momento curvatura de los elementos estructurales.

2.3.1.1. Rotulas Concentradas para Vigas según ASCE 41-17

El ASCE 43-17 nos brinda la tabla 1 para calcular los parámetros de modelamiento (Rótula Plásticas) y criterios de aceptación para procedimientos no lineales de Vigas de concreto reforzado, dentro de esta tabla se usaron los valores de la Condición i, al ser esta para vigas controladas por flexión.

Tabla 1: Parámetros de Modelamiento y Criterios Numéricos de Aceptación para Procedimientos No Lineales para Vigas de Concreto Armado

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

Fuente: ASCE 41-17.

En la tabla se indican los valores a calcular y consideraciones a tener en cuenta, como:

- f'_c se encuentra en lb/pulg² y los valores entre paréntesis están en MPa.
- Los valores a calcular entre los indicados en la tabla deberán ser calculados mediante interpolación lineal.
- “C” y “NC” son abreviaciones para el refuerzo transversal Conforme y No Conforme respectivamente. Donde el refuerzo transversal es Conforme si, dentro de la región de la rótula plástica por flexión, los estribos tienen una separación $\leq d/3$; y si, para componentes de demanda de ductilidad moderada y alta, la fuerza proporcionada por los estribos (V_s) es al menos 3/4 del corte de diseño. De lo contrario, el refuerzo transversal se considera No Conforme.

ρ' : Cuantía a compresión

ρ : Cuantía a tracción

ρ_{bal} : Cuantía balanceada

- V : Cortante de diseño del NSP o del NDP
- d : Distancia desde la fibra a compresión al centroide del refuerzo a tracción
- b_w : Ancho de la viga

2.3.2. Fibras

Los modelos de formulación de fibra (Gráfico 13d), distribuyen plasticidad por integraciones numéricas a través de secciones transversales y a lo largo de la longitud del elemento estructural.

La tensión calculada y las demandas pueden ser bastante sensibles al gradiente de momento, longitud del elemento, método de integración y endurecimiento por deformación; por lo que, los criterios numéricos de aceptación deben ser comparados con el del modelo de rótula plástica, donde dichos criterios de rotación se calculan mediante el ASCE 41-13, igualmente que en el modelo de rótula plástica. Este tipo de modelado se usó en las columnas de los pórticos en estudio.

2.3.2.1. *Cálculo de los Criterios Numéricos de Aceptación en Columnas (ASCE 41-13)*

El ASCE 43-13 nos brinda la tabla 2 para calcular los parámetros de modelamiento y criterios de aceptación para procedimientos no lineales de Columnas de concreto reforzado, para los cuales sólo tomaremos en cuenta los Criterios de Aceptación. Al momento de evaluar los resultados, se tomará también la Condición ii, la cual es para columnas sometidas a flexión y cortante.

Tabla 2: Parámetros de Modelamiento y Criterios Numéricos de Aceptación para Procedimientos No Lineales para Columnas de Concreto Armado

Conditions	Modeling Parameters ^a			Acceptance Criteria ^a				
	Plastic Rotations Angle (radians)	Residual Strength Ratio	c	Plastic Rotations Angle (radians)				
				Performance Level				
	a	b		IO	LS	CP		
Condition i. ^b								
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_v}{b_w s}$							
≤ 0.1	≥ 0.006		0.035	0.060	0.2	0.005	0.045	0.060
≥ 0.6	≥ 0.006		0.010	0.010	0.0	0.003	0.009	0.010
≤ 0.1	$= 0.002$		0.027	0.034	0.2	0.005	0.027	0.034
≥ 0.6	$= 0.002$		0.005	0.005	0.0	0.002	0.004	0.005
Condition ii. ^b								
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_v}{b_w s}$	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$						
≤ 0.1	≥ 0.006	$\leq 3 (0.25)$	0.032	0.060	0.2	0.005	0.045	0.060
≤ 0.1	≥ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	0.025	0.060	0.2	0.005	0.045	0.060
≥ 0.6	≥ 0.006	$\leq 3 (0.25)$	0.010	0.010	0.0	0.003	0.009	0.010
≥ 0.6	≥ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	0.008	0.008	0.0	0.003	0.007	0.008
≤ 0.1	≤ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	0.012	0.012	0.2	0.005	0.010	0.012
≤ 0.1	≤ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	0.006	0.006	0.2	0.004	0.005	0.006
≥ 0.6	≤ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	0.004	0.004	0.0	0.002	0.003	0.004
≥ 0.6	≤ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: ASCE 41-13.

En la tabla se indican valores a calcular y consideraciones a tener en cuenta como:

- f'_c se encuentra en lb/pulg² y los valores entre paréntesis están en MPa.
- Los valores a calcular que se encuentren entre los indicados en la tabla deberán ser calculados mediante interpolación lineal.
- Donde $P > A_g f'_c$, los ángulos de rotación de plástico deben tomarse como cero para todos los niveles de rendimiento, a menos que, la columna tenga un refuerzo transversal que consista en estribos con ganchos de 135 grados con una separación $\leq d/3$ y la resistencia proporcionada por los aros (V_s) sea al menos $3/4$ de la cizalla de diseño. La carga axial P debe basarse sobre las cargas axiales máximas esperadas causadas por la gravedad y las cargas sísmicas.

P: Carga a Tracción

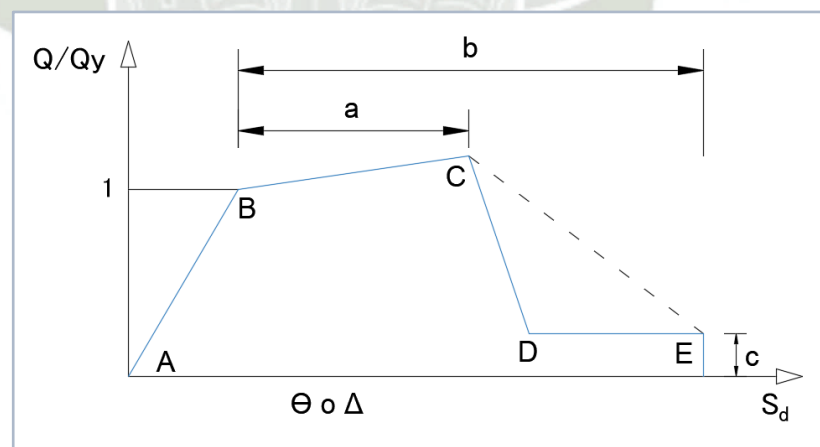
A_v : Área de los Estribos

A_g : Área del Acero Longitudinal

- V: Cortante de Diseño del NSP o del NDP
d: Distancia desde un extremo columna hasta el centro de la varilla de acero en el otro extremo
s: Separación de los estribos
bw: Ancho de la columna

2.3.3. Curva Generalizada Fuerza Deformación

Para especificar los parámetros de fuerza y deformación de modelos de componentes no lineales, el ASCE 41 define la relación fuerza-deformación. Esta tiene por objeto representar la envoltura cíclica que refleja la degradación de la resistencia debido a la carga cíclica. Esto contrasta con la curva monótona que representa la respuesta bajo carga monótona. Refiriéndose al gráfico 14, estos puntos incluyen: rendimiento efectivo (punto B), resistencia máxima (punto C), resistencia residual (punto D) y deformación final (punto E). El ASCE 41 normalmente proporciona valores específicos para definir los puntos B, C y E; la pendiente descendente entre el punto C y D está menos definido.



Fuente: NIST (National Institute of Standards and Technology).

Gráfico 14: Curva Fuerza Deformación/Rotación

Ya que en la mayoría de los casos la pendiente es más gradual de lo que se muestra en el gráfico 14, puede ser más razonable esta pendiente descendente entre el punto C y E, como se ilustra en la figura como la línea discontinua lo muestra.

2.4. ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL – PUSHOVER

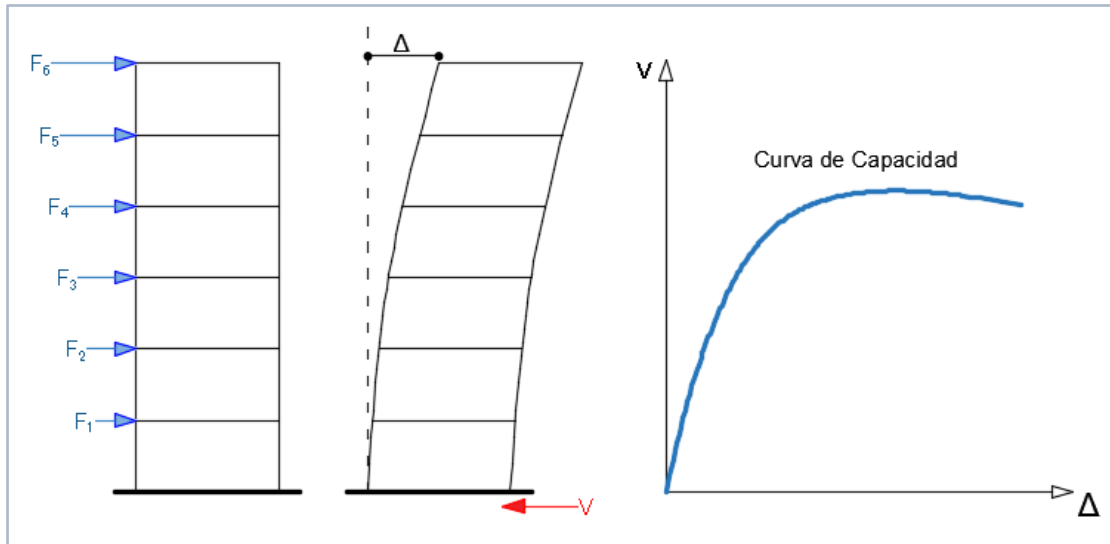
El análisis estático no lineal - Pushover, representa el comportamiento de las edificaciones ante sismos severos; pues consiste en discretizar el comportamiento no lineal a través de rótulas que se ubican en las zonas donde se espera un comportamiento inelástico. Así como también permite determinar la capacidad resistente de la estructura y compararla con la demanda posible ante un evento sísmico.

Este tipo de análisis toma en cuenta el rango inelástico de los elementos que conforman la estructura; ya que, diseñar estructuras que permanezcan elásticas en eventos sísmicos severos es muy costoso y se considera poco realista. Este procedimiento de análisis tiene mayor aceptación y uso; a pesar de que, no tiene resultados muy exactos, puesto que solo toma en cuenta el aporte del primer modo de vibración, el cual representa un sentido en la dirección de la fuerza sísmica.

Al realizar el Análisis Estático No Lineal – Pushover se lleva la estructura al colapso o hasta llegar a un valor de carga deseado, mediante la aplicación de cargas gravitacionales constantes y un patrón de cargas laterales que van incrementando. Las más comunes según la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) son:

- Un patrón de cargas uniforme, con fuerzas laterales proporcionales a la masa de cada nivel, sin tomar en cuenta la elevación.
- Una distribución de fuerzas proporcionales al producto de la masa y la deformación modal relacionada con el primer modo de vibración del edificio, este es un patrón modal que se determina utilizando un número suficiente de modos de vibración

El patrón de cargas se va aplicando e incrementando, la sumatoria de las fuerzas distribuidas en cada nivel es la cortante basal; este junto al desplazamiento en el nivel superior va generando la curva de capacidad. Al incrementar las cargas se van generando rótulas plásticas en la estructura, hasta llegar al colapso de esta.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 15: Esquema del Pushover

2.5. CURVA DE CAPACIDAD

La curva de capacidad es aquella que define la relación que existe entre la resistencia a la carga lateral de una estructura y el desplazamiento lateral del último nivel de esta. Esta se obtiene mediante un análisis estático no lineal - Pushover, siendo el objetivo identificar la capacidad de fluencia y la capacidad última de la estructura, para conseguir una estructura que soporte los desplazamientos generados por un sismo severo, y así evitar el colapso.

La representación de una curva de capacidad se describe de la siguiente manera:

- El cortante en la base en el eje de las ordenadas
- El eje de las abscisas, representa el desplazamiento lateral en el último piso del edificio.

Para el cálculo se toma en cuenta los efectos de la respuesta inelástica de los materiales; por lo que, las fuerzas calculadas serán aproximadas a las fuerzas esperadas en el sismo de diseño.

Para determinar la curva de Capacidad, las fuerzas laterales serán distribuidas con un patrón de cargas provenientes del análisis modal, calculado con las siguientes ecuaciones:

$$F_i = \left[\frac{w_i \phi_i}{\sum_{i=1}^n w_i \phi_i} \right] V_m$$

F_i : Fuerza lateral para el nivel “i” del modo “m”

$$V_m = \alpha_m S_{am} W$$

V_m : Fuerza cortante total correspondiente al modo “m”

S_{am} : Aceleración espectral correspondiente al modo “m”

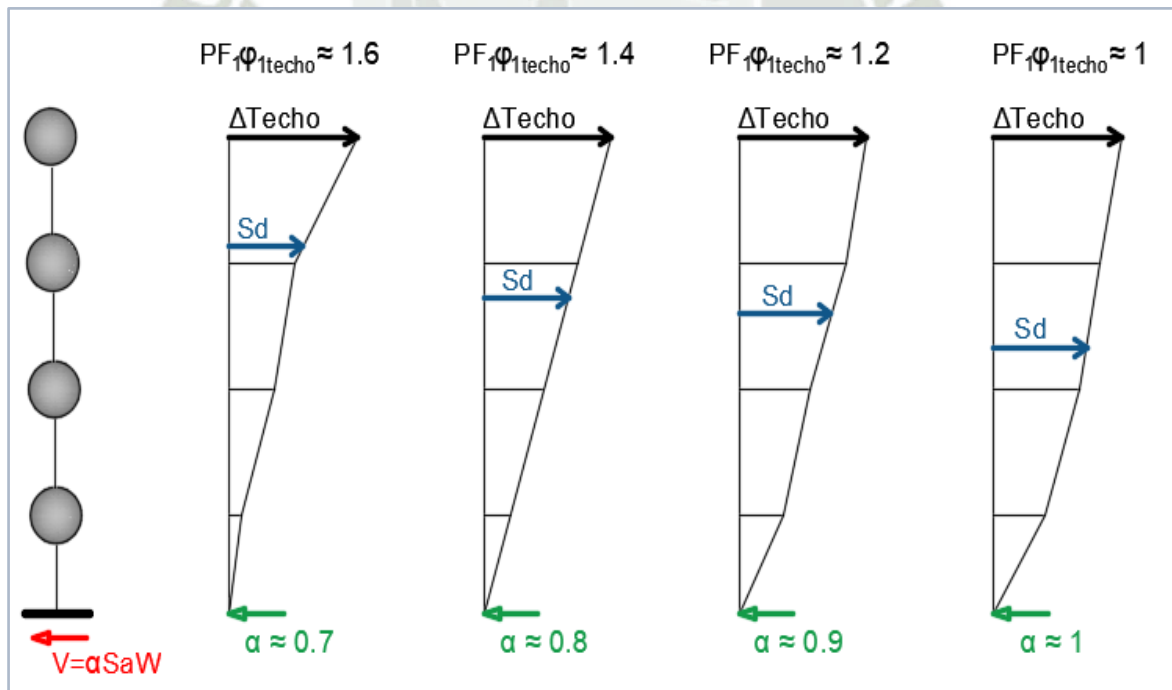
$$\alpha_m = \frac{[\sum_{i=1}^n w_i \phi_{im}]^2}{[\sum_{i=1}^n w_i][\sum_{i=1}^n w_i \phi_{im}^2]}$$

ϕ_{im} : Amplitud del modo “m” en el nivel “i”.

w_i : Peso del piso “i”

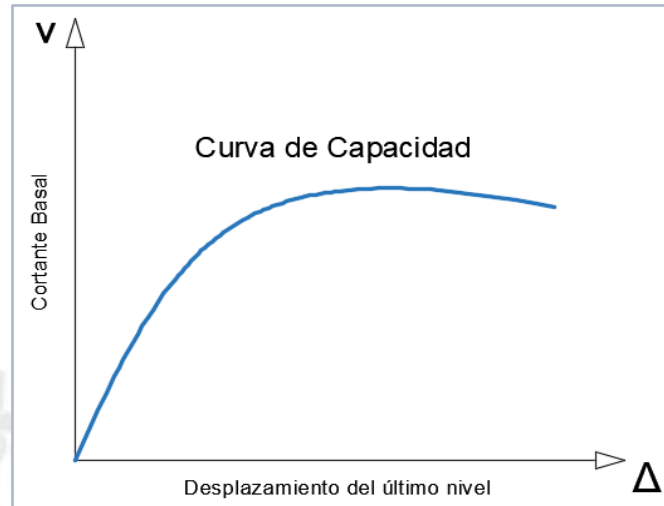
α_m : Coeficiente efectivo de masa

Obtenida la distribución de las fuerzas laterales, se realiza el análisis Pushover, para obtener la Curva Capacidad.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 16: Participación Modal y Coeficiente de Masa Modal



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 17: Curva de Capacidad

2.6. ESPECTRO DE CAPACIDAD

El espectro de capacidad es la representación de la curva de capacidad en un espacio de coordenadas espectrales conocido como ADRS (ADRS: Acceleration Displacement Response Spectra) o como curva AD (Aceleración - Desplazamiento). Esta curva relaciona la aceleración espectral con el desplazamiento espectral.

Para obtener un espectro de capacidad de una estructura, se necesita transformar (punto a punto) la curva de capacidad a coordenadas espectrales.

Para llevar a cabo la transformación de la curva de capacidad al espectro de capacidad, se necesita conocer las propiedades dinámicas de la estructura: modos de vibración y el factor de participación modal.

Por consiguiente, el primer paso es hacer un análisis modal de la estructura, una forma de transformar la curva de capacidad a espectro de capacidad es por medio de las siguientes ecuaciones:

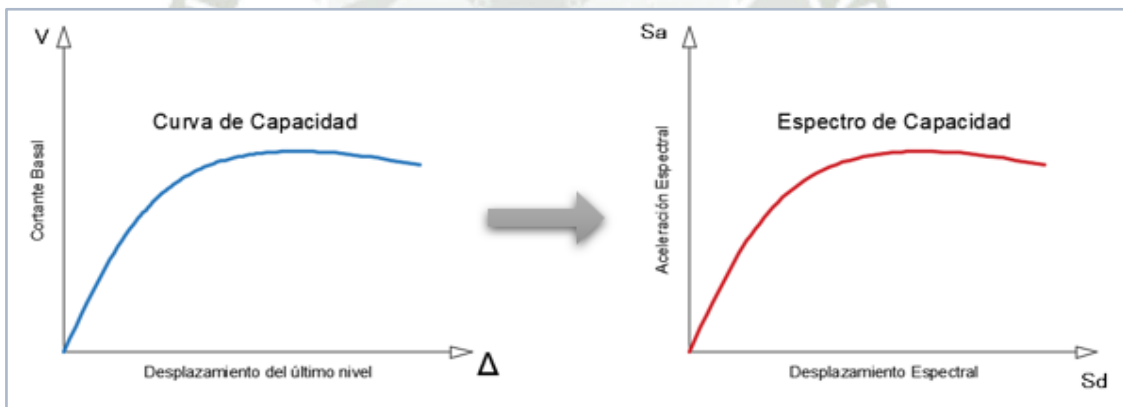
$$Sa = \frac{V/W}{\alpha_1}$$

$$Sd = \frac{\Delta_{techo}}{PF_1 \times \varphi_{1,techo}}$$

Donde:

- Sa: Aceleración espectral
- Sd: Desplazamiento espectral
- V: Cortante en la base
- W: Masa total
- α_1 : Masa efectiva del primer modo de vibración
- Δ_{techo} : Desplazamiento en el último piso
- PF1: Factor de participación modal
- $\phi_{1, techo}$: Desplazamiento modal en la última planta.

En estas ecuaciones, Sa representa la aceleración sufrida por la masa desplazada según el modo fundamental y Sd es el desplazamiento generalizado del primer modo cuando el desplazamiento del techo es Δ_{techo} .



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 18: Conversión de Curva de Capacidad a Espectro de Capacidad

2.7. REPRESENTACIÓN BILINEAL DEL ESPECTRO DE CAPACIDAD

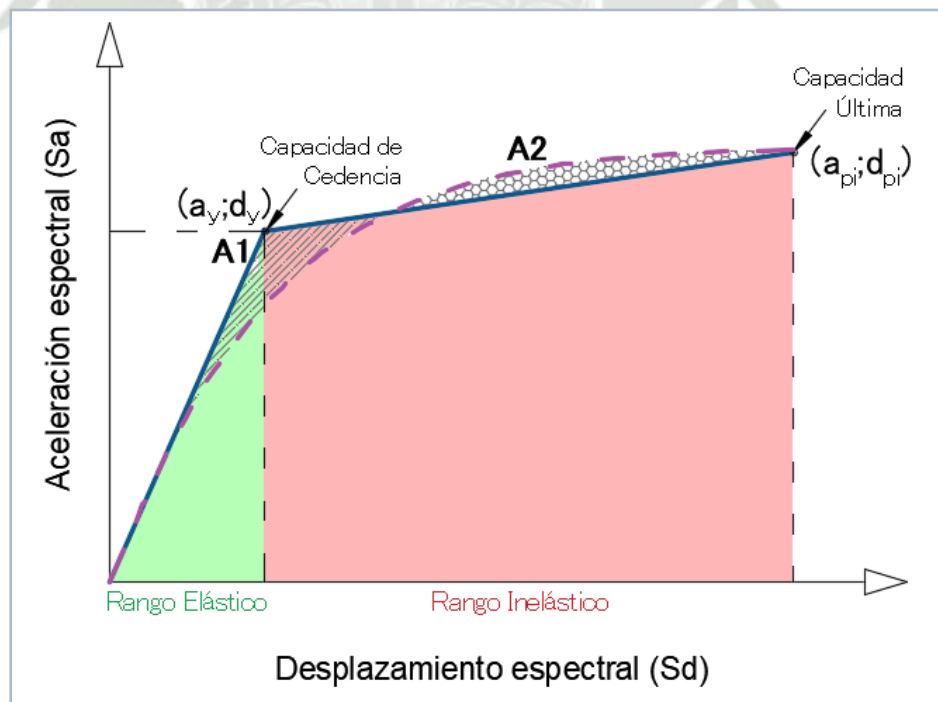
Es común representar la curva de capacidad en forma bilineal. Ya que, facilita su estudio. Para realizar la representación lineal es necesario conocer el punto en el que la curva de capacidad deja de ser lineal. En la formación de la primera rótula plástica se inicia el comportamiento no lineal de la estructura, pero eso no genera un cambio notorio en la pendiente de la curva de capacidad; por lo que es necesario encontrar el punto de fluencia donde se produce un cambio notorio del comportamiento de la estructura, este punto se denomina “capacidad de cedencia”.

Mediante el criterio de áreas iguales (que se basa en la absorción de energía), se iguala el área bajo la curva de capacidad con el área bajo la curva del modelo bilineal.

Para definir el punto de capacidad de cedencia:

1. Se realiza el trazo de una línea siguiendo la rigidez inicial de la estructura en la curva de capacidad (tangente en el origen).
2. Luego, se ubica el punto capacidad última; desde este punto se dibuja una segunda línea hasta que interseque la primera línea.
3. Se itera el procedimiento hasta lograr que las áreas debajo de cada curva sean aproximadamente iguales ($A1=A2$).

El punto de capacidad de cedencia será el punto de las dos líneas trazadas. Y se definirán los rangos de desplazamientos elásticos e inelásticos de la estructura; el rango elástico será desde el origen hasta el punto de capacidad de cedencia y el rango inelástico, desde el punto de capacidad de cedencia hasta el punto de capacidad última.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 19: Representación Bilineal del Espectro de Capacidad

2.8. ESPECTRO DE DEMANDA

El espectro de demanda, según la NTE E - 030 corresponde a un sismo de diseño con un porcentaje de amortiguamiento efectivo del 5% de amortiguamiento (usualmente usado) para estructuras de concreto armado. Este espectro se obtiene al graficar la aceleración espectral normada y el periodo de la estructura:

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

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

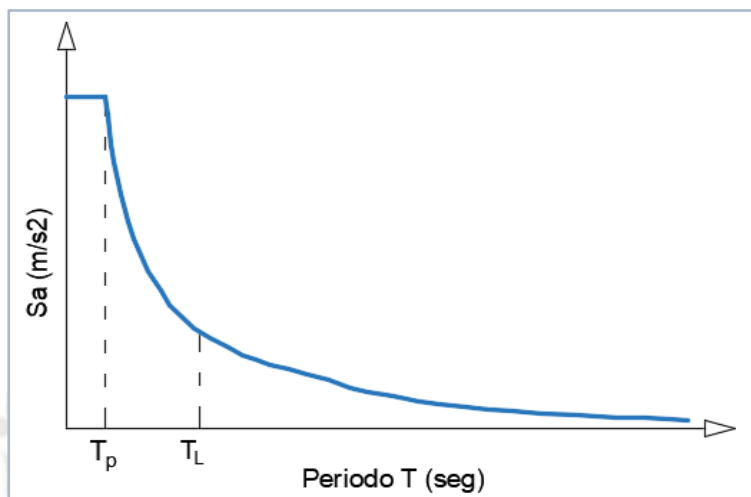
$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

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

Donde:

- Z: Factor de Zona.
- U: Factor de Importancia.
- C: Factor de Amplificación Sísmica.
- S: Factor de Suelo
- R: Coeficiente de Reducción.
- g: Gravedad.
- T: Período Fundamental de Vibración
- T_P: Período que define la plataforma del factor C
- T_L: Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.

Este cambiará dependiendo del tipo de suelo, el uso de la estructuración, la zona en que se encontrará ubicado, el sistema de estructura, el periodo de esta, etc. Y puede variar según el eje en que se analiza.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 20: Espectro de Aceleraciones

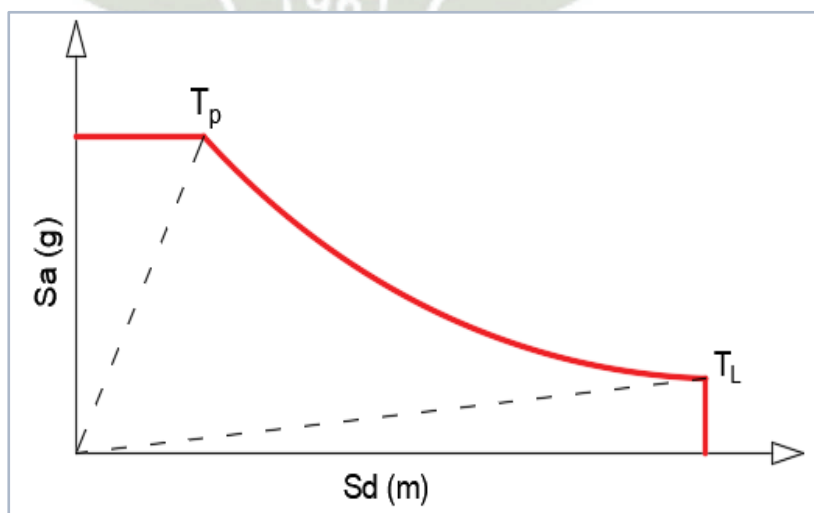
Para convertir el Espectro de Aceleraciones a Espectro de respuesta aceleración-desplazamiento (ADRS), se usa la siguiente ecuación:

$$S_{di} = \frac{T_i^2}{4\pi^2} S_{ai} * g$$

Donde:

Sa: Espectro de pseudo aceleraciones.

Sd: Desplazamientos en el último nivel de la estructura.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 21: Espectro de Respuesta Aceleración-Desplazamiento

2.8.1. Espectro de demanda según niveles de daño

La conversión del espectro sísmico se lleva a cabo según la fórmula propuesta por el código FEMA; sin embargo, existen niveles de daño (frecuente, ocasional, raro y muy raro) que seleccionados por criterios basados en investigaciones sísmicas. Estos criterios están basados en estudios de investigadores peruanos como Muñoz (2002), Silva (2002) y Zegarra (2002), (AGUILAR FALCONI, 2003).

Tabla 3: Niveles de Sismo

FRECUENTE	$Sa1 = Sae/3$
OCASIONAL	$Sa2 = 1.4 Sa1$
RARO	$Sa3 = Sae$
MUY RARO	$Sa4 = 1.3 Sae$

Fuente: Elaboración Propia

Donde Sae es la aceleración dada por la NTE E - 030.

2.9.PUNTO DE DESEMPEÑO

El punto de desempeño es el punto de intersección del Espectro de Capacidad y el Espectro de Demanda de la NTE E - 030. Este punto representa el nivel de desempeño esperado (medido mediante el máximo desplazamiento estructural), ante una determinada demanda sísmica.

Para determinar el punto de desempeño según FEMA 440 – Procedimiento C, se utiliza el Espectro de aceleración para múltiples soluciones (api, dpi) y las ductilidades correspondientes a generar ubicaciones de posibles puntos de desempeño. El punto de desempeño real se encuentra en la intersección de esta ubicación y el espectro de capacidad.

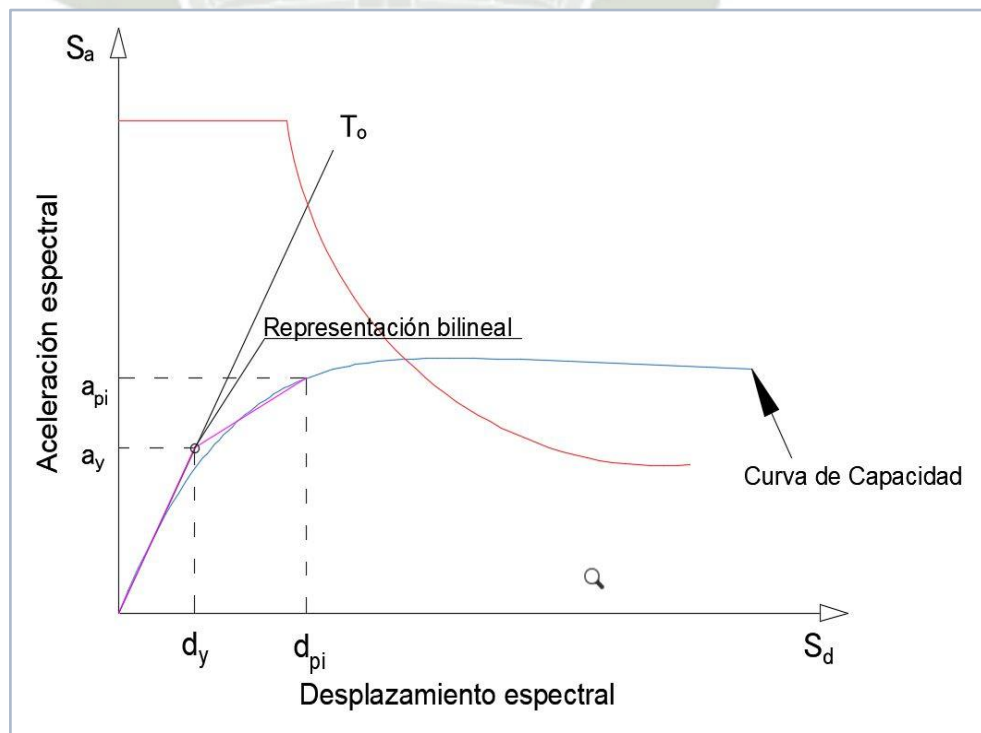
Los pasos para obtener el punto de desempeño son los siguientes:

1. Seleccionar una representación espectral del suelo con amortiguación inicial, β_i (normalmente 5%). Esto puede ser un espectro de diseño de ATC-40 o FEMA 356.
2. Convertir el espectro seleccionado a una relación aceleración-desplazamiento en conformidad con el ATC-40. Este es el espectro inicial de Demanda ADRS.

3. Generar una curva de capacidad para que la estructura sea analizada. Esta curva debe tener la relación fundamental de aceleración y desplazamiento espectral.
4. Seleccione un punto de rendimiento inicial (máximo aceleración, a_{pi} y desplazamiento, d_{pi}). Esto puede basarse en una aproximación de igual desplazamiento o cualquier otro punto basado en juicio de ingeniería.
5. Desarrollar una representación bilineal en conformidad con los procedimientos de ATC-40. Esto define el período inicial, T_0 , rendimiento desplazamiento, d_y , y aceleración del rendimiento, a_y . Tener en cuenta que estos parámetros pueden variar para diferentes supuestos a_{pi} y d_{pi} .
6. Para la representación bilineal desarrollada en el paso 5, calcular los valores de rigidez no elástica, α y ductilidad, μ , según se indica en el siguiente gráfico:

$$\alpha = \frac{\left(\frac{a_{pi}-a_y}{d_{pi}-d_y}\right)}{\left(\frac{a_y}{d_y}\right)}$$

$$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y}$$



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 22: Representación Bilineal para la obtención del Punto de Desempeño

Utilizando los valores calculados para rigidez no elástica, α y ductilidad, μ , a partir del paso 6, calcular el amortiguamiento efectivo correspondiente (β_{eff}), que se puede dar de estas 3 formas:

Para $1.0 < \mu < 4.0$:

$$\beta_{eff} = 4.9(\mu - 1)^2 - 1.1(\mu - 1)^3 + \beta_o$$

Para $4.0 < \mu < 6.5$:

$$\beta_{eff} = 14 + 0.32(\mu - 1) + \beta_o$$

Para $\mu > 6.5$:

$$\beta_{eff} = 19 \left[\frac{0.64(\mu - 1) - 1}{[0.64(\mu - 1)]^2} \right] \left(\frac{T_{eff}}{T_o} \right) + \beta_o$$

7. Del mismo modo, se calcula el período efectivo correspondiente, T_{eff} .

$$\left(\frac{T_o}{T_{sec}} \right)^2 = \frac{1 + \alpha(\mu - 1)}{\mu}$$

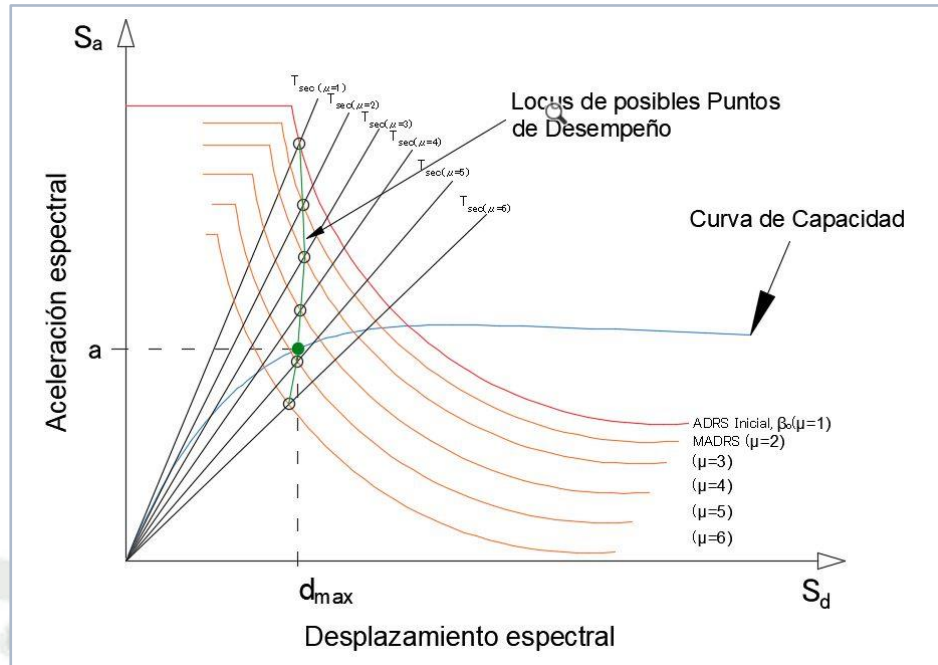
8. Utilizando la amortiguación efectiva determinada a partir del Paso 7, se ajusta el ADRS inicial a β_{eff} .

$$(S_a)_\beta = \frac{(S_a)_0}{B(\beta_{eff})}$$

9. Donde B, corresponde a la siguiente expresión:

$$B = \frac{4}{5.6 - \ln \beta_{eff} (in\%)}$$

10. Teniendo en cuenta lo ya mencionado, se tiene un posible punto de desempeño, que es generado por la intersección del período secante radial (T_{sec}), con el MADRS. Aumentar o disminuir la ductilidad (μ) genera una serie de posibles puntos de desempeño, donde el punto de rendimiento real se define mediante la intersección del locus (diferentes ubicaciones) de puntos de desempeño tanteados y el espectro de capacidad.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 23: Obtención del Punto de Desempeño

2.10. NIVELES DE DESEMPEÑO

El nivel de desempeño de una edificación luego de un sismo se clasifica en función del nivel de daño que sufre el sistema estructural, las instalaciones y su contenido en general luego de un evento sísmico. Para esto, el Comité VISION 2000 (SEAOC, 1995) define cuatro niveles de desempeño, identificados a través de los siguientes clasificadores:

Tabla 4: Niveles de Desempeño

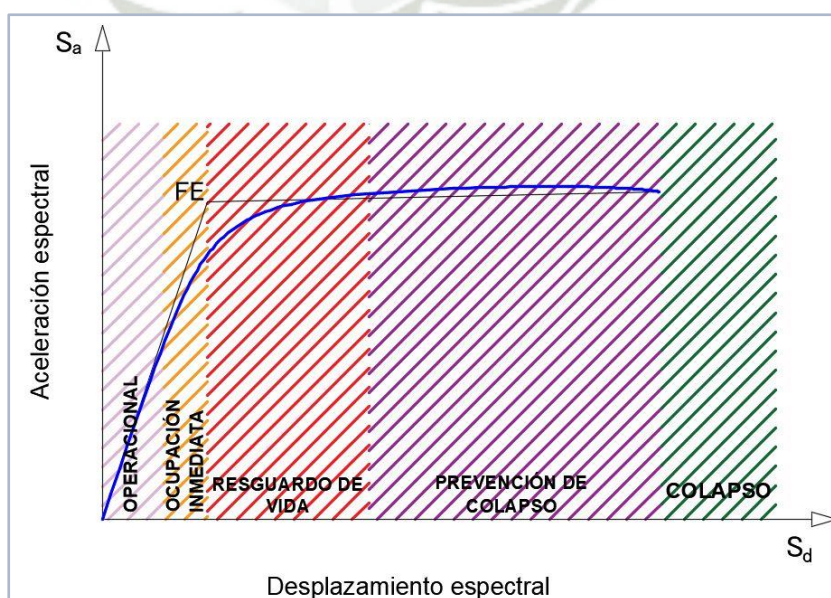
NIVELES DE DESEMPEÑO	DESCRIPCIÓN
Operacional (O)	No hay daño. El edificio es seguro. Todas las instalaciones y servicios operan normalmente. La estructura conserva su rigidez y resistencia. No es necesario hacer reparaciones
Ocupación Inmediata (OI)	Daño reducido en componentes no estructurales sin compromiso para la seguridad de los ocupantes. Daño muy reducido en elementos estructurales sin compromiso de la seguridad general. La estructura mantiene casi íntegramente su resistencia y rigidez. Luego del sismo, las instalaciones y servicios están operativos o podrían estar parcialmente interrumpidos, pero podrían ser fácilmente recuperados.

NIVELES DE DESEMPEÑO	DESCRIPCIÓN
Resguardo de Vida (LS)	Daño estructural y no estructural moderado. La estructura ha perdido una parte importante de su rigidez y resistencia, pero conserva un margen de seguridad contra el colapso. Luego del sismo, es baja la probabilidad de derrumbes. Los ascensores podrían estar fuera de servicio, pero las rutas de evacuación están seguras. El edificio podría repararse, aunque no siempre resulte económicamente aconsejable.
Prevención de Colapso (CP)	Daño importante y extendido. La estructura ha sido seriamente afectada en su capacidad de resistir acciones laterales y cargas de gravedad, pero aún conserva un pequeño margen contra el colapso. Componentes no estructurales desplomados o en peligro de hacerlo. Probablemente, no es técnica o económicamente posible reparar el edificio. Las réplicas podrían ocasionar el colapso.

Fuente: Elaboración Propia

2.10.1. Espectro de Capacidad y desempeño sismorresistente.

Una alternativa para facilitar la calificación del desempeño consiste en asignar cada nivel de desempeño a un sector del espectro de capacidad. El siguiente gráfico muestra la sectorización propuesta por el SEAOC sobre la base del desplazamiento inelástico disponible en la estructura:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 24: Sectorización del Espectro de Capacidad

La sectorización de la curva Espectro de Capacidad se realiza según el siguiente cuadro:

Tabla 5: Límites del Nivel de Daño

Damage Grade	Definition	Displacement Limits (AUFh)	Spectral Displacement Limits (UNIGE, CIMNE)
0	No damage	$\Delta < 0.7\Delta$	$D < 0.7D_y$
1	Slight damage	$0.7\Delta_y < \Delta < 0.7\Delta_y + 0.5\Delta_{uy}$	$0.7D_y \leq D < 1D_y$
2	Moderate Damage	$0.7\Delta_y + 0.5\Delta_{uy} < \Delta < 0.7\Delta_y + 0.2\Delta_{uy}$	$1D_y \leq D < D_y + D_{uy}$
3	Extensive damage	$0.7\Delta_y + 0.2\Delta_{uy} < \Delta < 0.7\Delta_y + 0.5\Delta_{uy}$	$D_y + D_{uy} \leq D < D_u$
4	Very heavy damage	$0.7\Delta_y + 0.5\Delta_{uy} < \Delta < 0.7\Delta_y + 1\Delta_{uy}$	$D_u \leq D$
		$\Delta_{uy} = 0.9\Delta_u - 0.7\Delta_y$	$D_{uy} = 0.25(D_u - D_y)$

Fuente: VISION 2000

De la tabla anterior se tiene:

D_y : Desplazamiento de fluencia

D_u : Desplazamiento último

Ambos puntos son hallados en la representación bilineal de la curva Espectro de Capacidad.



3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para realizar el diseño por desempeño se necesita realizar el diseño de cada pórtico mediante la NTE Sismo-resistente E 030 y NTE de Concreto Armado E 060.

Para realizar el análisis de los pórticos se usó el programa Etabs v20, dónde se realizaron el análisis dinámico modal espectral y el método estático.

3.1.DESCRIPCIÓN DE LOS PÓRTICOS

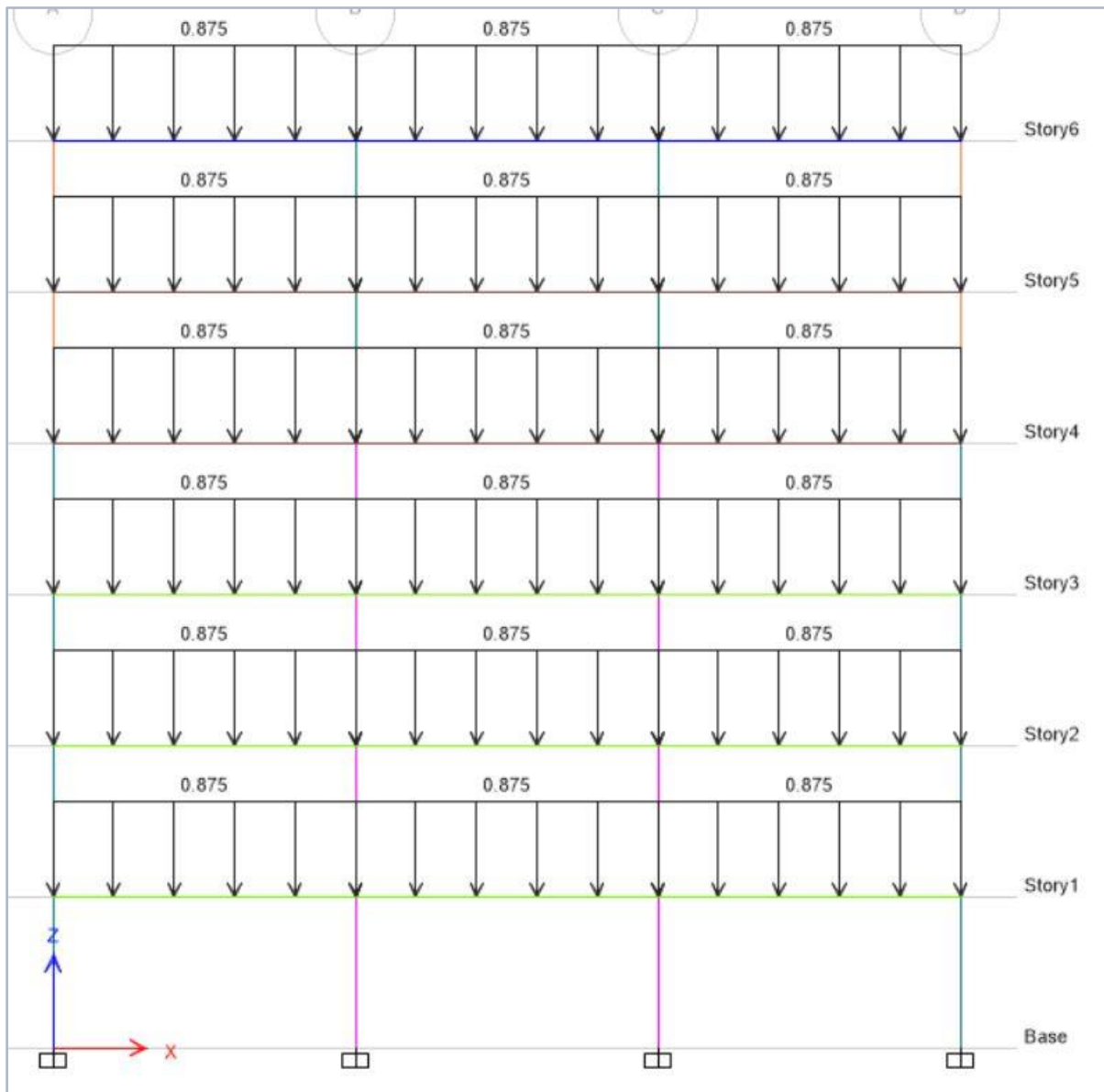
Los 12 pórticos de estudio son de 6, 8 y 10 niveles (dirección Z), con altura de entrepiso de 2.50 m cada uno. La distribución del eje X son luces de 5 m y 7.5 m de longitud en 3 y 5 tramos, tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 6: Pórticos en estudio.

PÓRTICO	CARACTERÍSTICAS			
	NIVELES	TRAMOS	ALTURA	LUZ
1	6	3	2.5 m	5 m
2	8	3	2.5 m	5 m
3	10	3	2.5 m	5 m
4	6	3	2.5 m	7.5 m
5	8	3	2.5 m	7.5 m
6	10	3	2.5 m	7.5 m
7	6	5	2.5 m	5 m
8	8	5	2.5 m	5 m
9	10	5	2.5 m	5 m
10	6	5	2.5 m	7.5 m
11	8	5	2.5 m	7.5 m
12	10	5	2.5 m	7.5 m

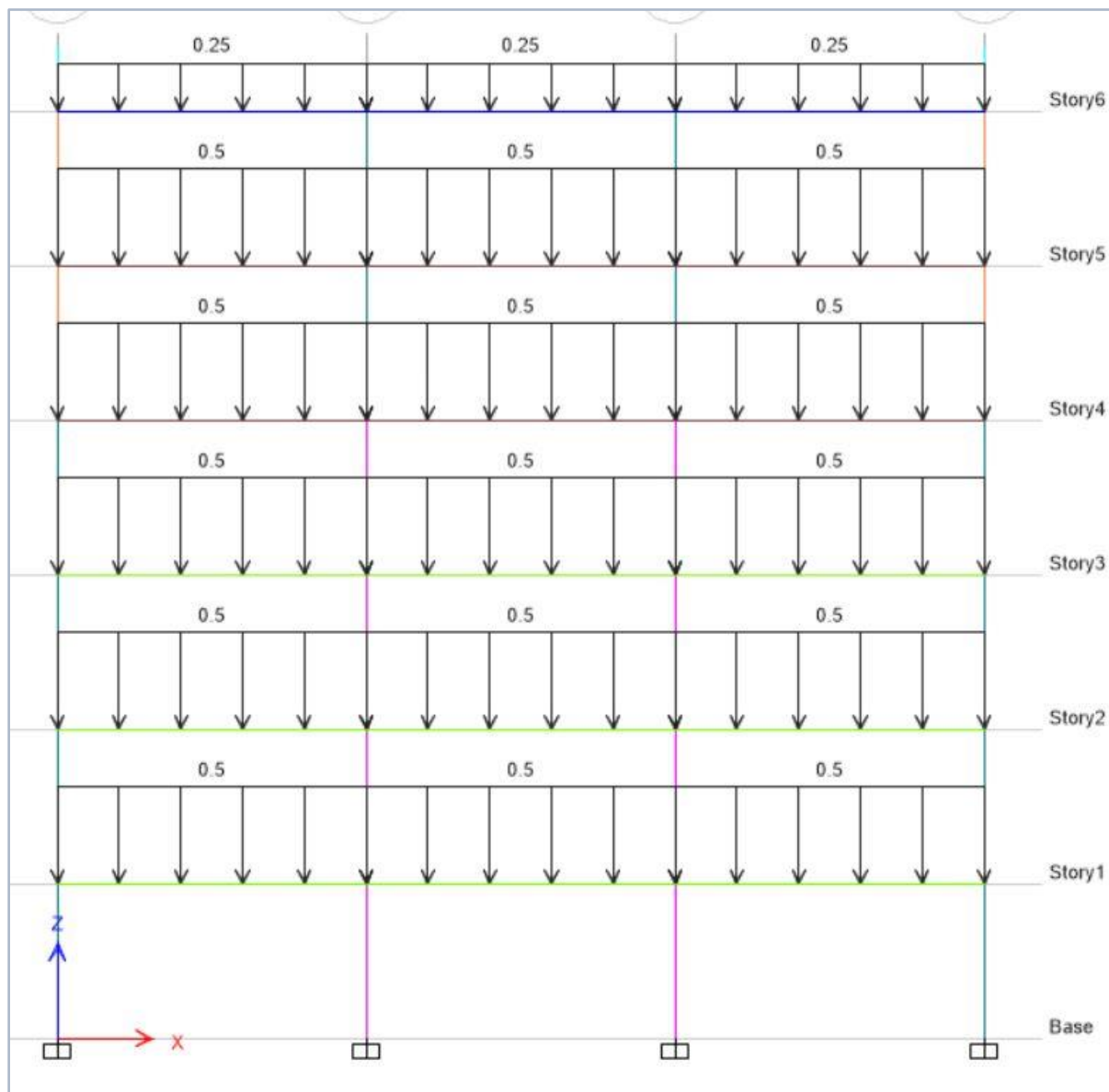
Fuente: Elaboración propia.

El sistema estructural será a base de pórticos (vigas y columnas), sistema estructural sometido a las siguientes cargas estáticas distribuidas en cada piso.



Fuente: Etabs v20

Gráfico 25: Distribución de la Carga Muerta – Pórtico 1



Fuente: Etabs v20

Gráfico 26: Distribución de la Carga Viva – Pórtico 1

Las cargas mencionadas corresponden a la siguiente distribución que será utilizada en todos los pórticos en estudio:

Tabla 7: Distribución de Cargas

	CARGAS	
	CARGA MUERTA	CARGA VIVA
Piso Típico	0.875 tonf/m	0.5 tonf/m
Ultimo Piso	0.875 tonf/m	0.25 tonf/m

Fuente: Elaboración propia.

3.2.PREDIMENSIONAMIENTO

3.2.1. Vigas:

Se usó el criterio de predimensionamiento de vigas, basado en:

$$w = 0.1 \left(\frac{f_y}{f'_c} \right)$$

$$K_U = \phi * f'_c * w * \left(1 - \frac{w}{1.70} \right)$$

$$bd^2 = \frac{M_U}{K_U * 1000}$$

Donde:

$$\beta = 0.85$$

$$\phi = 0.9$$

Con la última expresión (bd^2), se consideran diferentes secciones, donde b es la base de la viga y d es la altura efectiva de la misma.

3.2.2. Columnas:

Para el predimensionamiento de las columnas se tiene en cuenta que la carga axial sea mayor a:

$$Nu > 0.1 * b * h * f'_c$$

Donde se usan valores de b y h que cumplan con la premisa mencionada.

3.3.PARÁMETROS SÍSMICOS

3.3.1. Factor de zonificación (Z)

El factor de zona (Z) representa un porcentaje de la aceleración de la gravedad horizontal que se presentará en una zona debido a un sismo con cierto periodo de retorno.

De acuerdo con la norma NTE E - 030, el Perú tiene 4 zonas sísmicas. Dicho factor (Z) define un coeficiente asociado a la sismicidad de la zona donde está proyectada una edificación.

Por consiguiente, se consideró la ubicación de los pórticos a evaluar en la presente tesis la ciudad de Arequipa, la cual pertenece a la zona 3 con un factor “Z” de 0.35.

Tabla 8: Factor de Zona Sísmica

ZONA SÍSMICA	FACTOR Z
ZONA 1	0.10
ZONA 2	0.25
ZONA 3	0.35
ZONA 4	0.45

Fuente: (E030, 2018)

3.3.2. Factor de uso o importancia (U)

Este factor define la importancia o categoría de la edificación, en la presente tesis se usó el factor de uso común.

Tabla 9: Factor de Uso

CATEGORIA	FACTOR U
Edificaciones Esencial (A)	1.5
Edificaciones Importante (B)	1.3
Edificaciones Común (C)	1
Edificaciones Temporales (D)	Según criterio

Fuente: (E030, 2018)

3.3.3. Factor del Suelo (S)

Este factor define las características geotécnicas del terreno de fundación del proyecto según el Estudio de mecánica de suelos (EMS).

Tabla 10: Tipos de Suelo

PERFIL	SUELO
S ₀	Roca Dura
S ₁	Roca o Suelos muy rígidos
S ₂	Suelos Intermedios
S ₃	Suelos Blandos
S ₄	Condiciones Excepcionales

Fuente: (E030, 2018)

Tabla 11: Factor de Suelo

ZONA SISMICA	SUELO			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
ZONA 4	0.80	1.00	1.05	1.10
ZONA 3	0.80	1.00	1.15	1.20
ZONA 2	0.80	1.00	1.20	1.40
ZONA 1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: (E030, 2018)

Este factor "S" define a su vez el periodo predominante del terreno (Tp) y el periodo asociado a la zona de desplazamiento espectrales constantes (TL).

Tabla 12: Periodos Asociados al Tipo de Suelo

	PERFIL DE SUELO			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T _L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: (E030, 2018)

3.3.4. Factor de Amplificación sísmica (C)

Este factor está asociado al comportamiento del terreno (Periodo Predominante del Suelo), al periodo fundamental de la estructura y al periodo en la zona de desplazamientos espectrales constantes.

3.3.5. Factor de reducción sísmica (R)

Este factor depende del sistema de estructuración sismorresistente, la presente tesis se trata de un sistema estructural de concreto armado de configuración a base de pórticos.

Este valor "R", reduce la demanda del sismo de diseño en el rango elástico, para que la estructura pueda incursionar en el rango inelástico.

Tabla 13: Factor de Reducción Sísmica

FACTOR PARA CONCRETO ARMADO	SUELO
Sistema Aporticado	8
Sistema Dual	7
Muros Estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4

Fuente: (E030, 2018)

3.4.CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL:

En las siguientes tablas se muestran las dimensiones de los elementos estructurales, estas cumplen con las derivas máximas establecidas en la NTE – E 030:

Tabla 14: Configuración Estructural de los Pórticos

PÓRTICO 1

Columnas	a (m)	b (m)	Vigas	b (m)	h (m)
C1	0.45	0.45	V1	0.25	0.45
C2	0.35	0.35	V2	0.2	0.35
C3	0.3	0.3			

PÓRTICO 2

Columnas	a (m)	b (m)	Vigas	b (m)	h (m)
C1	0.6	0.6	V1	0.25	0.45
C2	0.45	0.45	V2	0.35	0.5
C3	0.3	0.3	V3	0.2	0.35

PÓRTICO 3

Columnas	a (m)	b (m)	Vigas	b (m)	h (m)
C1	0.7	0.7	V1	0.25	0.45
C2	0.6	0.6	V2	0.35	0.55
C3	0.5	0.5	V3	0.35	0.5
C3	0.4	0.4	V4	0.25	0.5
			V5	0.2	0.35

PÓRTICO 4

Columnas	a (m)	b (m)	Vigas	b (m)	h (m)
C1	0.55	0.55	V1	0.35	0.5
C2	0.5	0.5	V2	0.35	0.6
C3	0.4	0.4	V3	0.25	0.45

PÓRTICO 5

Columnas	a (m)	b (m)	Vigas	b (m)	h (m)
C1	0.8	0.8	V1	0.25	0.5
C2	0.7	0.7	V2	0.4	0.6
C3	0.6	0.6			
C4	0.55	0.55			

PÓRTICO 6

Columnas	a (m)	b (m)	Vigas	b (m)	h (m)
C1	0.85	0.85	V1	0.25	0.45
C2	0.8	0.8	V2	0.4	0.6
C3	0.7	0.7	V3	0.45	0.6
C4	0.6	0.6	V4	0.35	0.55

PÓRTICO 7

Columnas	a (m)	b (m)	Vigas	b (m)	h (m)
C1	0.45	0.45	V1	0.25	0.45
C2	0.4	0.4	V2	0.3	0.5
C3	0.3	0.3	V3	0.25	0.5
			V4	0.2	0.35

PÓRTICO 8

Columnas	a (m)	b (m)	Vigas	b (m)	h (m)
C1	0.6	0.6	V1	0.25	0.5
C2	0.45	0.45	V2	0.3	0.5
C3	0.35	0.35	V3	0.2	0.4

PÓRTICO 9

Columnas	a (m)	b (m)	Vigas	b (m)	h (m)
C1	0.6	0.6	V1	0.25	0.45
C2	0.5	0.5	V2	0.35	0.55
C3	0.35	0.35	V3	0.3	0.5
			V4	0.25	0.5
			V5	0.2	0.35

PÓRTICO 10

Columnas	a (m)	b (m)	Vigas	b (m)	h (m)
C1	0.65	0.65	V1	0.25	0.5
C2	0.55	0.55	V2	0.35	0.55
C3	0.4	0.4	V3	0.3	0.5
			V4	0.25	0.4

PÓRTICO 11

Columnas	a (m)	b (m)	Vigas	b (m)	h (m)
C1	0.75	0.75	V1	0.25	0.5
C2	0.65	0.65	V2	0.45	0.6
C3	0.6	0.6	V3	0.35	0.6
C4	0.45	0.45	V4	0.3	0.5

PÓRTICO 12

Columnas	a (m)	b (m)	Vigas	b (m)	h (m)
C1	0.85	0.85	V1	0.25	0.5
C2	0.75	0.75	V2	0.45	0.6
C3	0.6	0.6	V3	0.35	0.55
C4	0.45	0.45	V4	0.25	0.45

Fuente: Elaboración Propia

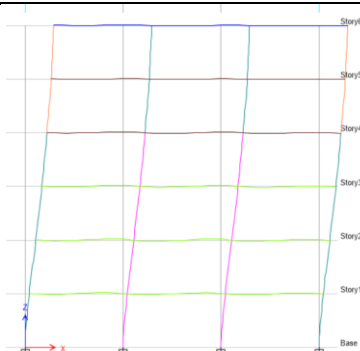
3.5.MODOS Y PERIODOS DE VIBRACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS:

Para diseñar una estructura se necesita conocer las propiedades dinámicas y sus modos de vibración que dependen del amortiguamiento, su masa, rigidez y su configuración estructural. A continuación, presentan los modos fundamentales de vibración de los pórticos:

Tabla 15: Modos de Vibración de los Pórticos

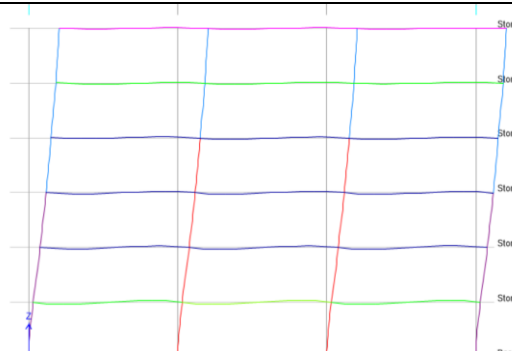
PORTICO 01		
Modo	Periodo	Ux
1	0.293	0.802
2	0.103	0.105
3	0.059	0.047
4	0.042	0.020
5	0.031	0.019
6	0.024	0.008

T = 0.293 s. Masa Participativa del 80.2%,
traslacional en la dirección X



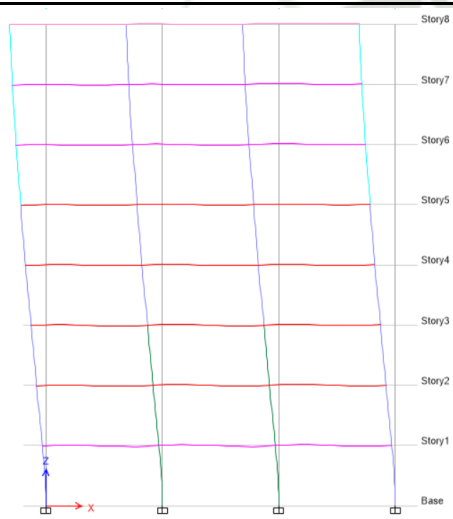
PORTICO 04		
Modo	Periodo	Ux
1	0.295	0.809
2	0.109	0.096
3	0.060	0.044
4	0.041	0.018
5	0.030	0.020
6	0.022	0.013

T = 0.295 s. Masa Participativa del 80.9%,
traslacional en la dirección X



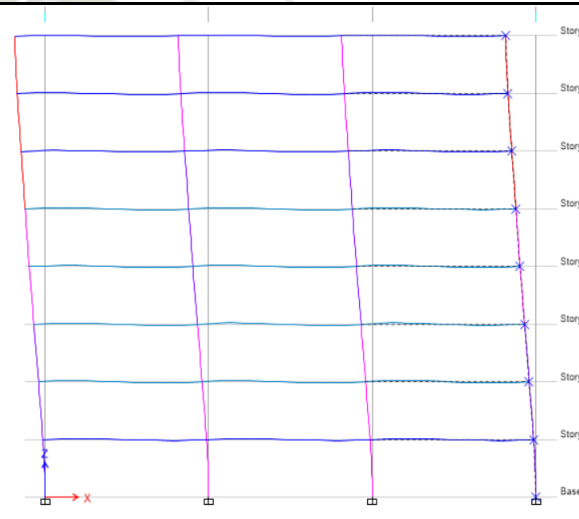
PORTICO 02		
Modo	Periodo	Ux
1	0.333	0.773
2	0.130	0.115
3	0.073	0.048
4	0.049	0.016
5	0.036	0.017
6	0.028	0.009
7	0.024	0.007
8	0.018	0.014

T = 0.333 s. Masa Participativa del 77.3%,
traslacional en la dirección X



PORTICO 05		
Modo	Periodo	Ux
1	0.362	0.750
2	0.138	0.122
3	0.069	0.056
4	0.041	0.025
5	0.028	0.018
6	0.020	0.012
7	0.017	0.005
8	0.014	0.013

T = 0.362 s. Masa Participativa del 75 %,
traslacional en la dirección X



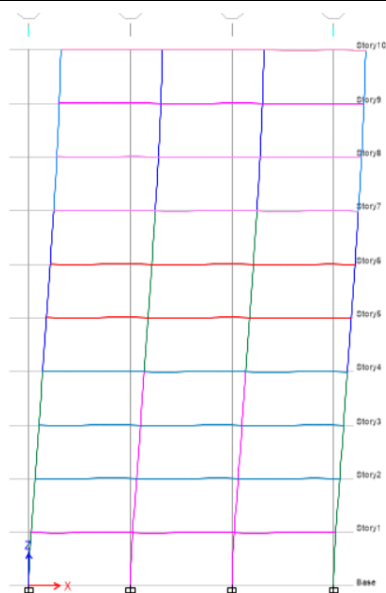
PORTICO 03		
Modo	Periodo	Ux
1	0.392	0.749
2	0.153	0.129
3	0.086	0.045
4	0.056	0.022
5	0.040	0.017
6	0.030	0.010
7	0.024	0.007
8	0.020	0.008
9	0.017	0.006
10	0.014	0.007

T = 0.392 s. Masa Participativa del 74.9%,
traslacional en la dirección X

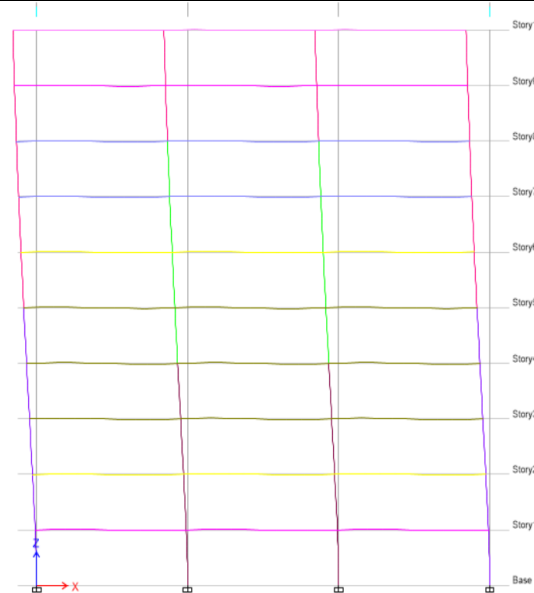
PORTICO 06		
Modo	Periodo	Ux
1	0.451	0.751
2	0.172	0.116
3	0.092	0.049
4	0.057	0.029
5	0.038	0.018
6	0.027	0.012
7	0.021	0.007
8	0.017	0.005
9	0.015	0.006
10	0.012	0.008

T = 0.3451 s. Masa Participativa del 75.1%,
traslacional en la dirección X

PORTICO 03

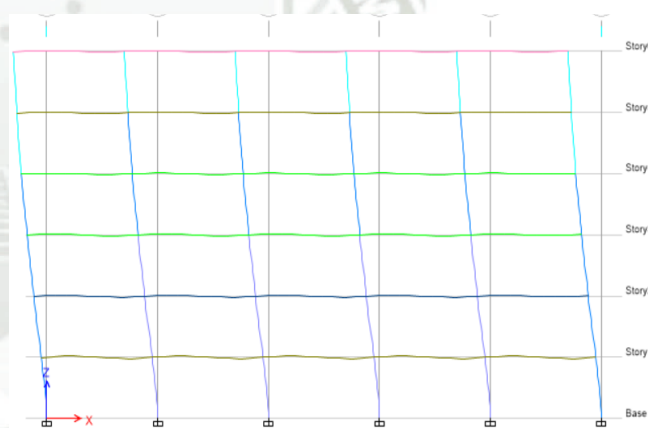


PORTICO 06



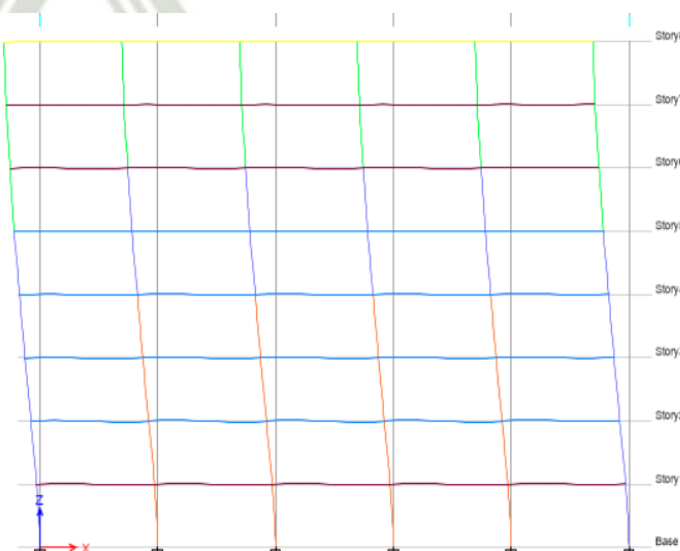
PORTICO 07		
Modo	Periodo	Ux
1	0.265	0.815
2	0.099	0.100
3	0.061	0.035
4	0.041	0.022
5	0.030	0.018
6	0.024	0.011

T = 0.265 s. Masa Participativa del 81.5%, traslacional en la dirección X



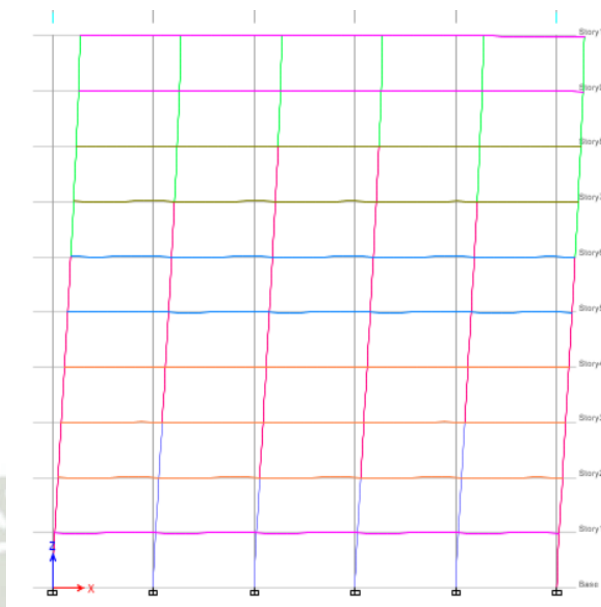
PORTICO 08		
Modo	Periodo	Ux
1	0.324	0.763
2	0.124	0.114
3	0.071	0.047
4	0.048	0.025
5	0.037	0.016
6	0.029	0.012
7	0.022	0.015
8	0.017	0.008

T = 0.324 s. Masa Participativa del 76.31 %, traslacional en la dirección X



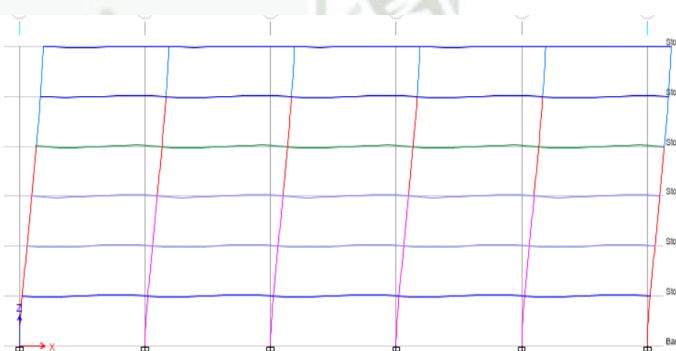
PORTICO 09		
Modo	Periodo	Ux
1	0.388	0.762
2	0.156	0.125
3	0.092	0.042
4	0.063	0.020
5	0.047	0.014
6	0.037	0.007
7	0.030	0.008
8	0.025	0.007
9	0.021	0.004
10	0.018	0.011

T = 0.388 s. Masa Participativa del 76.2%, traslacional en la dirección X



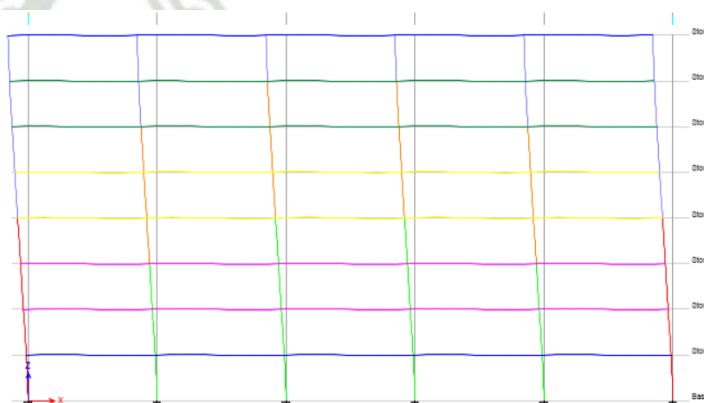
PORTICO 10		
Modo	Periodo	Ux
1	0.287	0.769
2	0.106	0.121
3	0.056	0.045
4	0.035	0.030
5	0.024	0.018
6	0.017	0.017

T = 0.287 s. Masa Participativa del 76.9%, traslacional en la dirección X

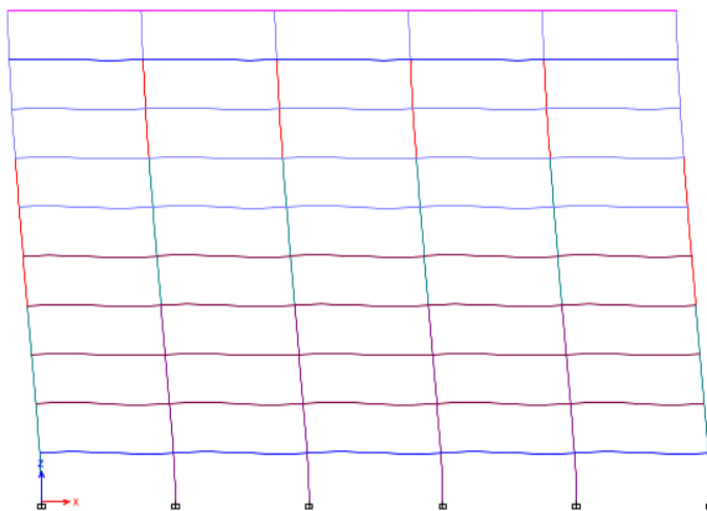


PORTICO 11		
Modo	Periodo	Ux
1	0.349	0.748
2	0.138	0.135
3	0.073	0.047
4	0.046	0.021
5	0.033	0.016
6	0.024	0.010
7	0.020	0.009
8	0.015	0.014

T = 0.349 s. Masa Participativa del 74.8 %, traslacional en la dirección X



PORTICO 12		
Modo	Periodo	Ux
1	0.430	0.744
2	0.165	0.126
3	0.091	0.044
4	0.059	0.031
5	0.040	0.015
6	0.029	0.012
7	0.023	0.007
8	0.018	0.008
9	0.015	0.006
10	0.012	0.009



T = 0.43 s. Masa Participativa del 74.4%, traslacional en la dirección X

Fuente: Elaboración propia.

3.6. ANÁLISIS ESTÁTICO:

Tabla 16: Factores para Determinar la Cortante Basal

Z	0.35	Tp	0.6	s
U	1	Tl	2	s
C	2.5	H	15.0	m
S	1.15	Ct	35	
Ro	8	T	0.4286	s
la	1	C/R	0.313	OK
lp	1			
R	8			
Z.U.C.S/R	0.12578			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17: Procedimiento para Determinar la Cortante Basal

NIVEL	ALTURA	Hi ^k	PESO (tnf)	PiHi	αi	Fi	V	M
6	2.5	15.0	17.694	265.406	0.2433	3.9427	3.9427	9.8568
5	2.5	12.5	21.337	266.716	0.2445	3.9622	7.9049	19.7622
4	2.5	10.0	21.945	219.455	0.2012	3.2601	11.1650	27.9124
3	2.5	7.5	22.621	169.660	0.1555	2.5204	13.6853	62.1258
2	2.5	5.0	22.621	113.107	0.1037	1.6802	15.3656	100.5397
1	2.5	2.5	22.621	56.553	0.0518	0.8401	16.2057	141.0540
	15.0		128.840	1090.896	1.0000	16.2057		
V	16.2057	tnf						
%	12.58%							

Fuente: Elaboración propia.

3.6.1. Cortante Estático

Tabla 18: Fuerzas Cortantes Estáticas

CORTANTES PORTICO 01	
Piso	Estático
Piso 6	3.943
Piso 5	7.905
Piso 4	11.165
Piso 3	13.685
Piso 2	15.366
Piso 1	16.206

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 27: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 1

Tabla 19: Fuerzas Cortantes Estáticas de los Pórticos

Piso	Pórtico 1 (tnf)	Pórtico 4 (tnf)	Pórtico 7 (tnf)	Pórtico 10 (tnf)
Piso 6	3.943	6.459	6.510	10.531
Piso 5	7.905	13.062	13.117	20.982
Piso 4	11.165	18.718	18.690	30.038
Piso 3	13.685	23.111	22.968	37.470
Piso 2	15.366	26.080	25.960	42.533
Piso 1	16.206	27.499	27.380	44.855

Piso	Pórtico 2 (tnf)	Pórtico 5 (tnf)	Pórtico 8 (tnf)	Pórtico 11 (tnf)
Piso 8	4.351	7.520	7.228	11.918
Piso 7	8.997	15.194	14.836	24.176
Piso 6	12.958	21.865	21.471	34.946
Piso 5	16.633	28.389	27.374	44.743
Piso 4	19.628	33.606	32.312	52.788
Piso 3	21.923	37.611	36.142	59.501
Piso 2	23.485	40.338	38.658	63.981
Piso 1	24.191	41.513	39.849	65.837

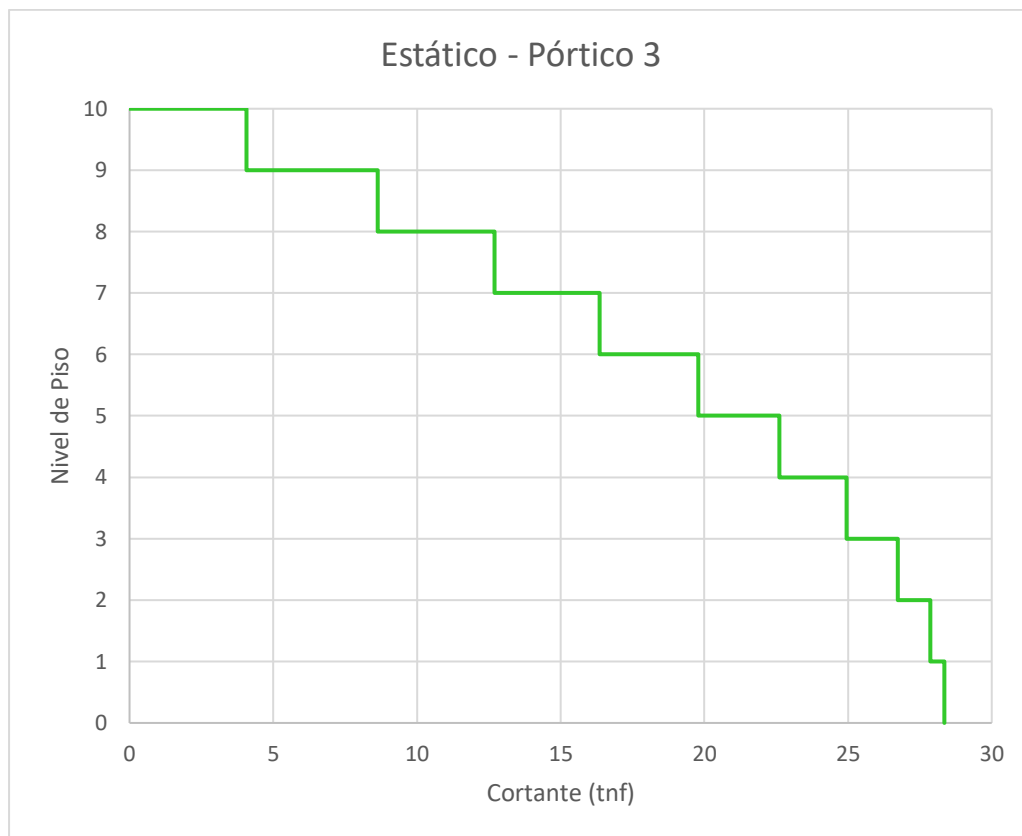
Piso	Pórtico 3 (tnf)	Pórtico 6 (tnf)	Pórtico 9 (tnf)	Pórtico 12 (tnf)
Piso 10	4.076	6.689	6.338	10.515
Piso 9	8.627	13.741	13.150	21.570
Piso 8	12.691	20.717	19.360	32.549
Piso 7	16.358	26.848	24.924	42.464
Piso 6	19.795	32.304	29.961	51.240
Piso 5	22.603	37.065	34.154	59.051
Piso 4	24.943	41.010	37.607	65.370
Piso 3	26.727	43.959	40.151	70.146
Piso 2	27.866	45.788	41.819	73.195
Piso 1	28.353	46.534	42.533	74.413

Fuente: Elaboración Propia



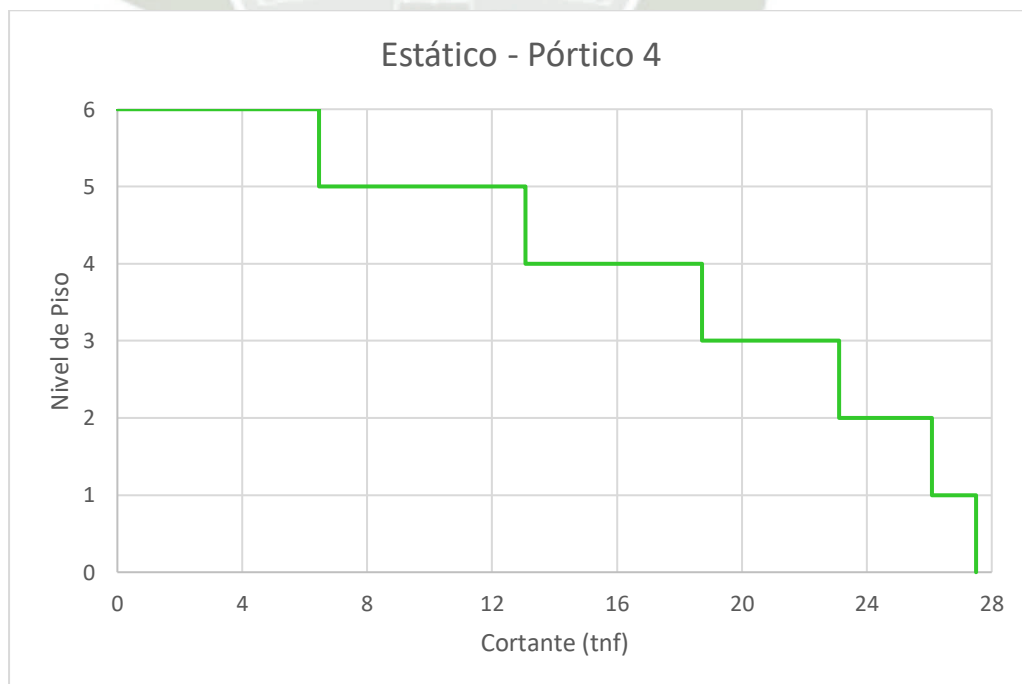
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 28: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 2



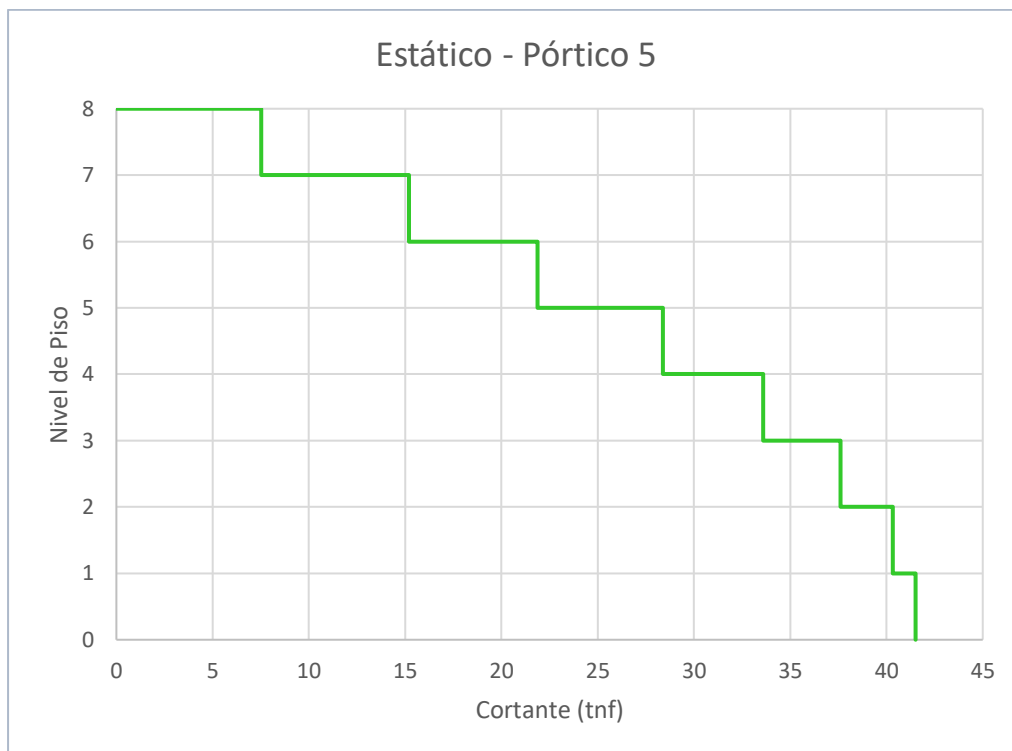
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 29: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 3



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 30: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 4



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 31: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 5



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 32: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 6



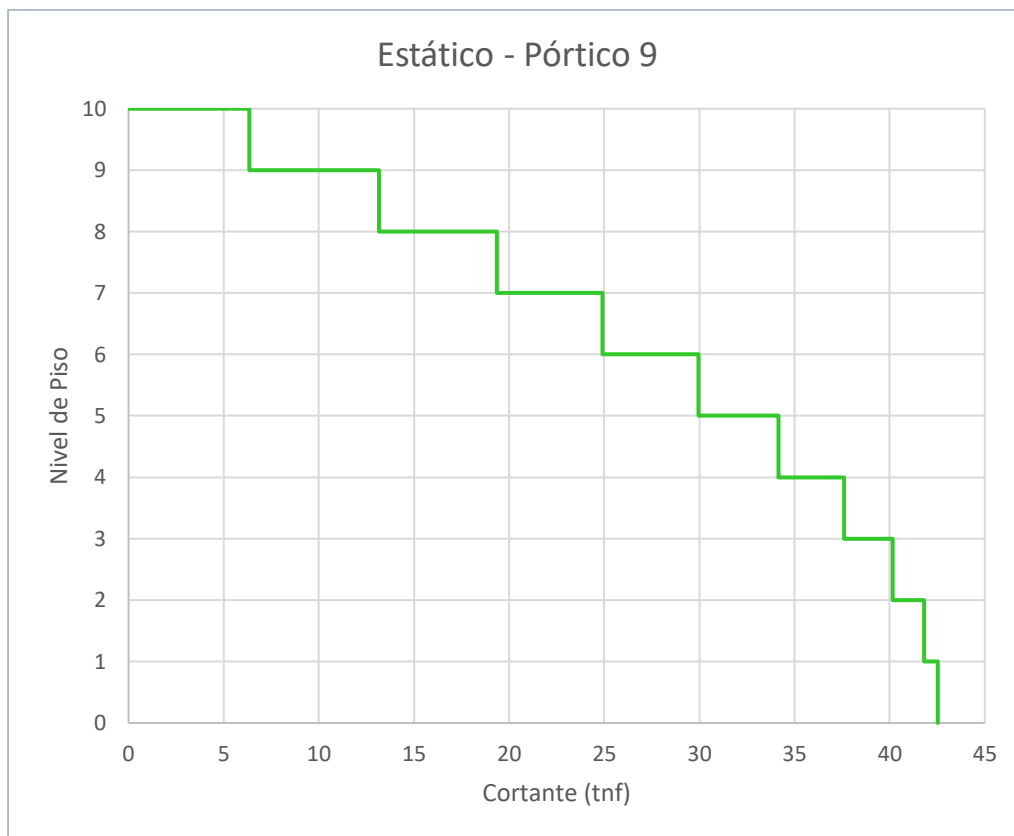
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 33: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 7



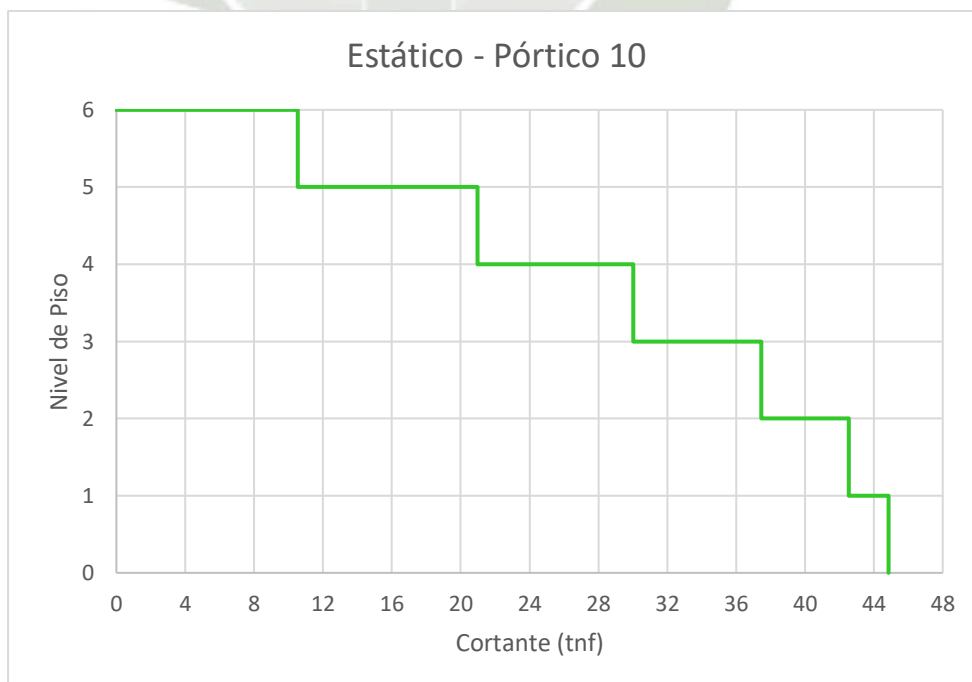
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 34: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 8



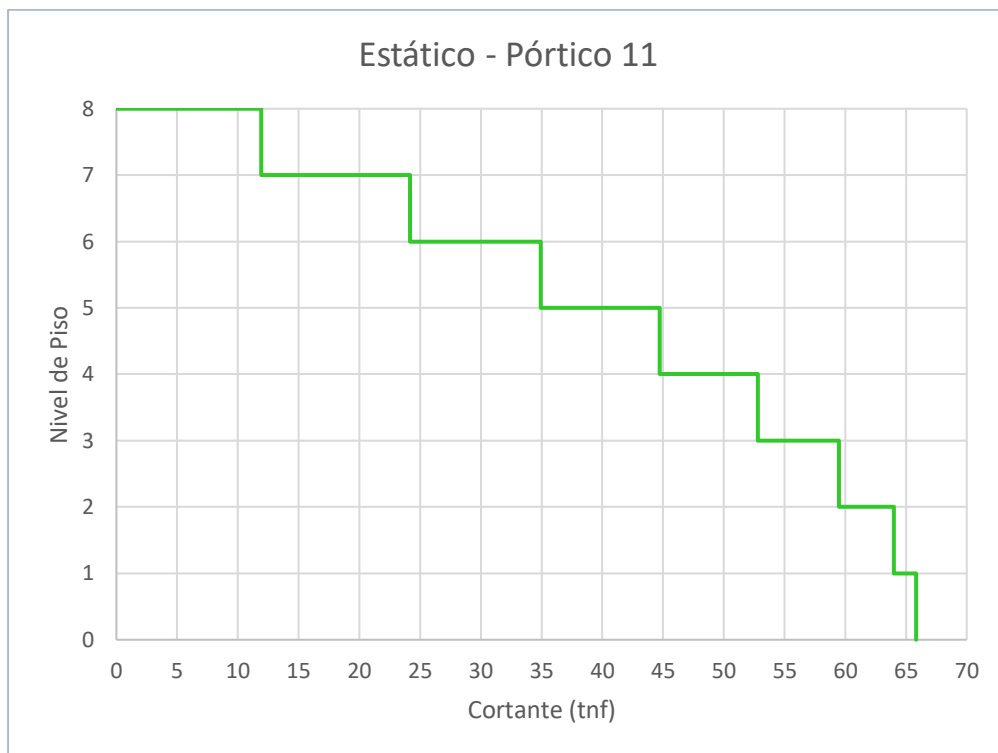
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 35: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 9



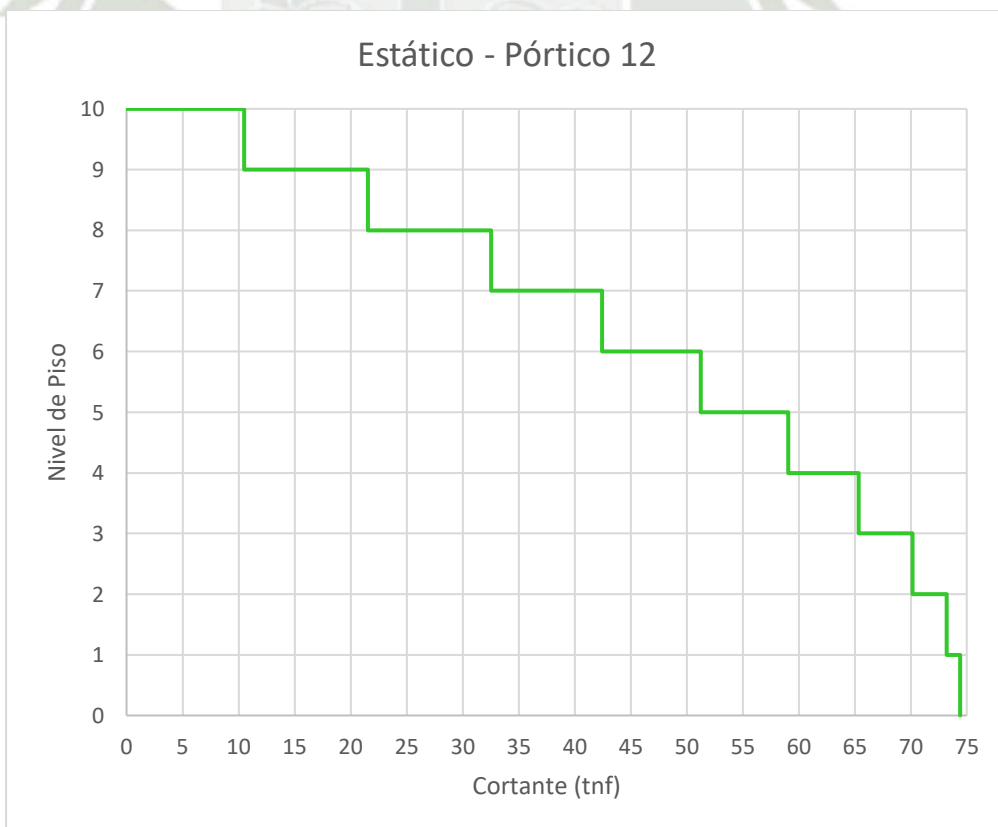
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 36: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 10



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 37: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 11



Fuente: Elaboración Propia

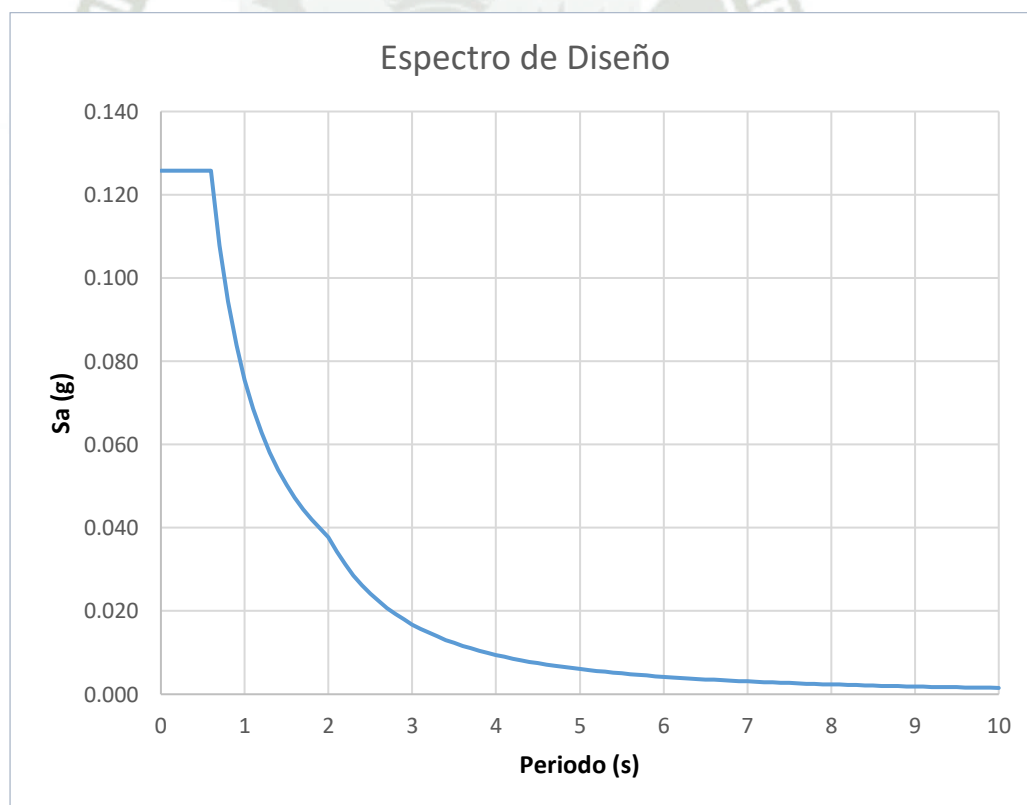
Gráfico 38: Diagrama de Fuerza Cortante Estática – Pórtico 12

3.7. ANÁLISIS DINÁMICO:

El análisis dinámico de la estructura se realiza con el método Modal-Espectral, este análisis se realizó con el software Etabs v20.

3.7.1. Espectro de Diseño

Z =	0.35	Zona Sísmica 3 (Arequipa)
U =	1	Uso Común
C =	2.1	
S =	1.15	Perfil de Suelo Intermedio
T =	0.7143	
T _p =	0.6	
T _l =	2	
R =	8	Factor de Reducción Sísmica



Fuente: Elaboración Propia

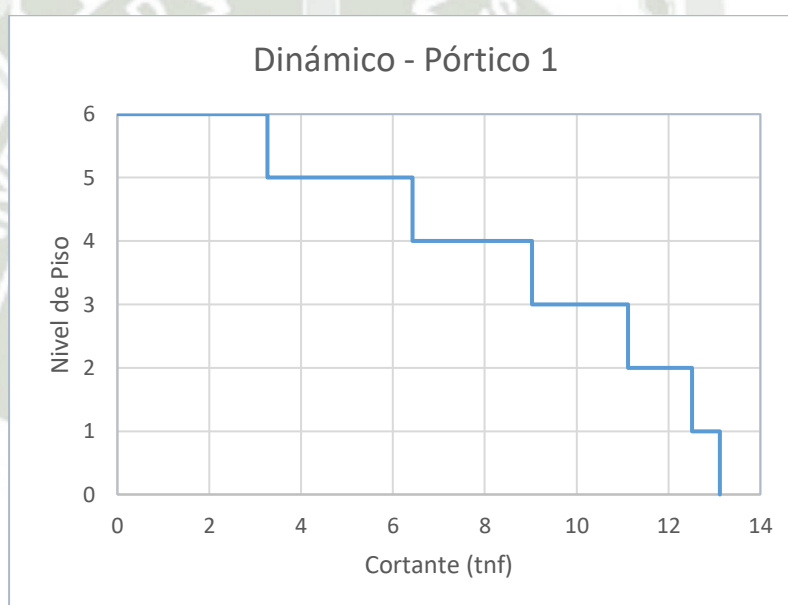
Gráfico 39: Espectro de Diseño

3.7.2. Cortante Dinámico

Tabla 20: Fuerzas Cortantes Dinámicas

CORTANTES PORTICO 01	
Piso	Dinámico
Piso 6	3.2687
Piso 5	6.4314
Piso 4	9.0244
Piso 3	11.1149
Piso 2	12.5113
Piso 1	13.118

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 40: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 1

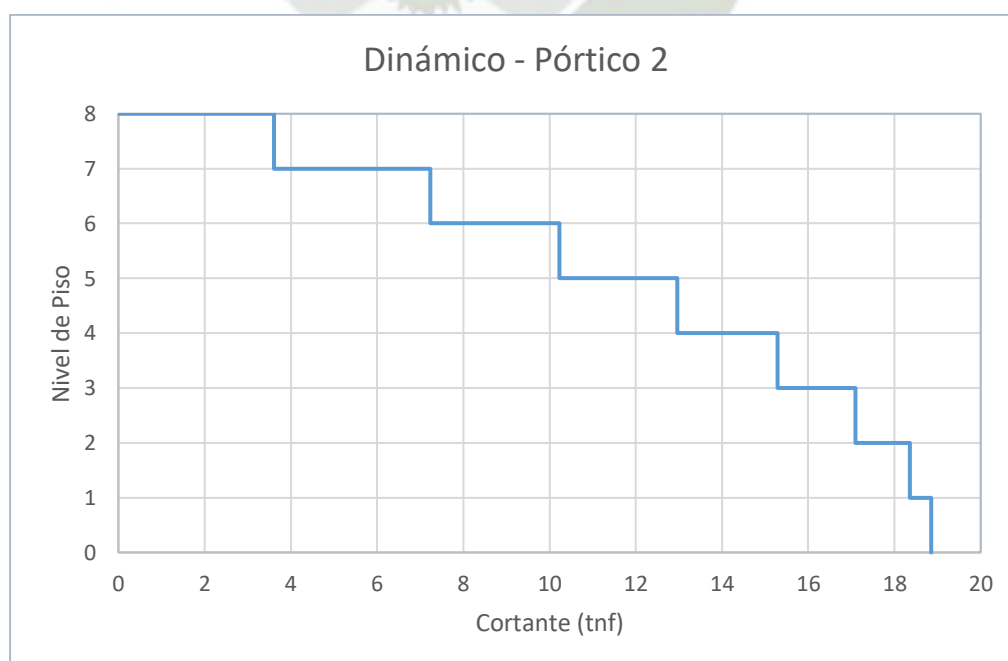
Tabla 21: Fuerzas Cortantes Dinámicas de los Pórticos

Piso	Pórtico 1 (tnf)	Pórtico 4 (tnf)	Pórtico 7 (tnf)	Pórtico 10 (tnf)
Piso 6	3.2687	5.4602	5.5554	9.2244
Piso 5	6.4314	10.6962	10.6588	17.254
Piso 4	9.0244	15.1109	15.1045	24.0262
Piso 3	11.1149	18.7031	18.6044	29.5205
Piso 2	12.5113	21.2137	21.1601	33.2265
Piso 1	13.118	22.2463	22.2544	34.6233

Piso	Pórtico 2 (tnf)	Pórtico 5 (tnf)	Pórtico 8 (tnf)	Pórtico 11 (tnf)
Piso 8	3.6144	6.4091	5.9526	10.1113
Piso 7	7.2325	12.3554	11.862	19.6576
Piso 6	10.2259	17.254	16.8268	27.5866
Piso 5	12.9688	21.9929	21.3138	34.6662
Piso 4	15.2929	25.8635	25.0873	40.4758
Piso 3	17.0954	28.8435	28.1078	45.4347
Piso 2	18.362	30.8218	30.066	48.7845
Piso 1	18.8519	31.5067	30.8352	49.9282

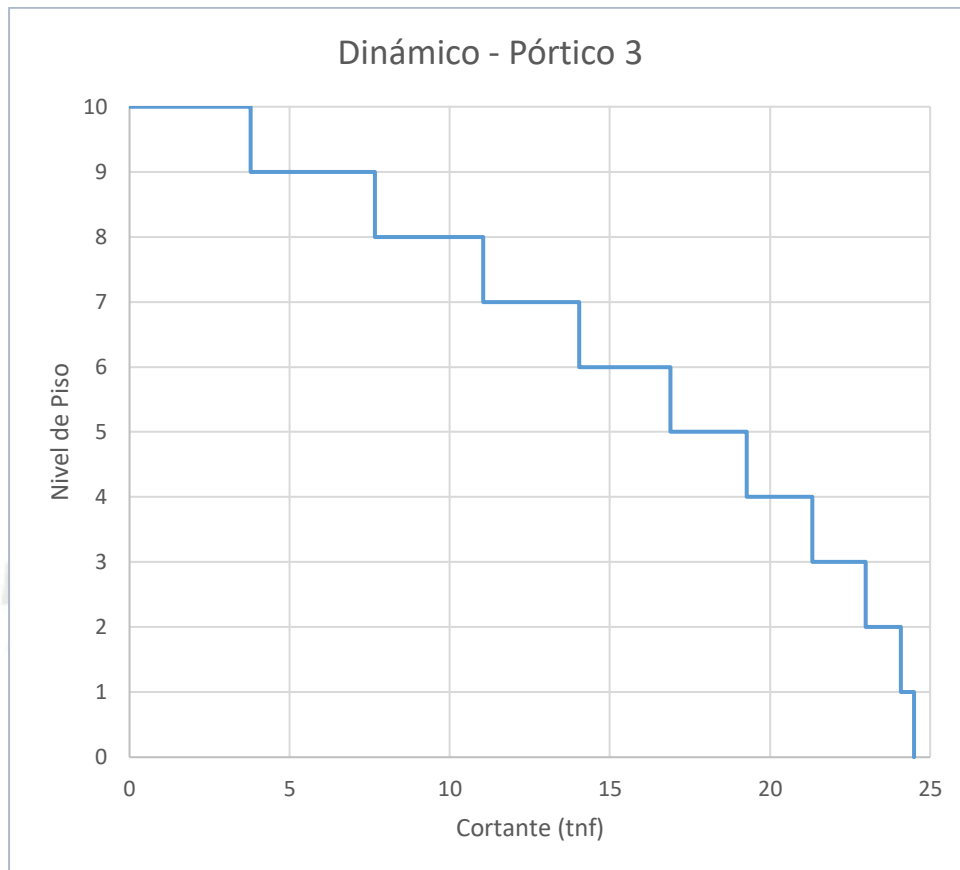
Piso	Pórtico 3 (tnf)	Pórtico 6 (tnf)	Pórtico 9 (tnf)	Pórtico 12 (tnf)
Piso 10	3.7861	5.9987	5.6416	9.5277
Piso 9	7.6656	11.5367	11.175	18.2863
Piso 8	11.0522	16.7968	15.9484	26.7304
Piso 7	14.0431	21.4103	20.1767	34.2131
Piso 6	16.8885	25.5749	24.0684	40.8549
Piso 5	19.2712	29.3327	27.4079	46.9274
Piso 4	21.3217	32.5695	30.2981	52.0439
Piso 3	22.9865	35.0749	32.6051	56.0637
Piso 2	24.0893	36.622	34.2745	58.6383
Piso 1	24.4984	37.147	34.927	59.5049

Fuente: Elaboración Propia



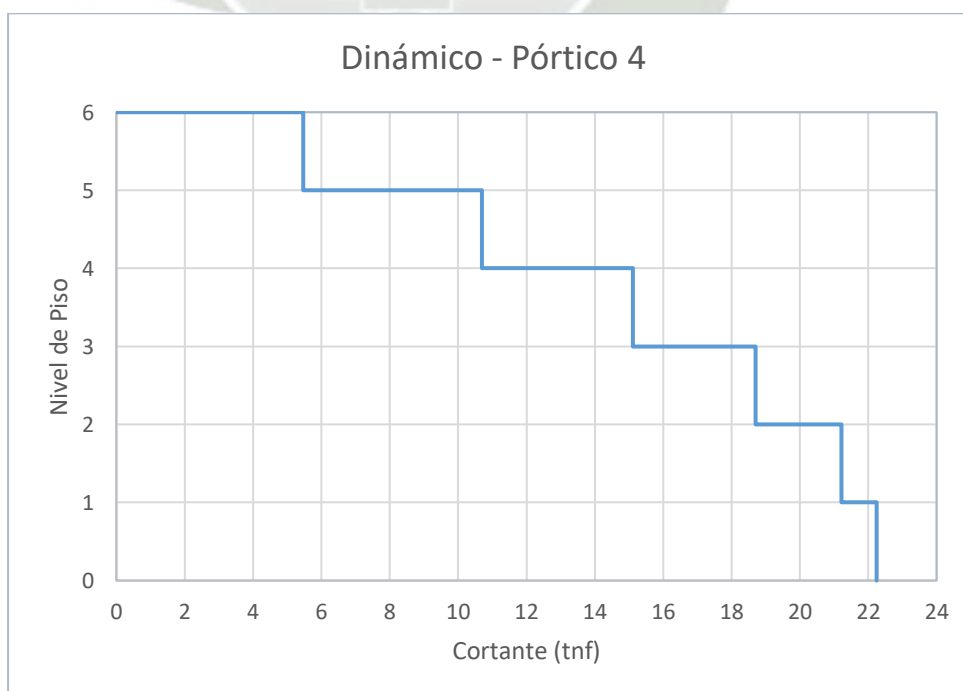
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 41: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 2



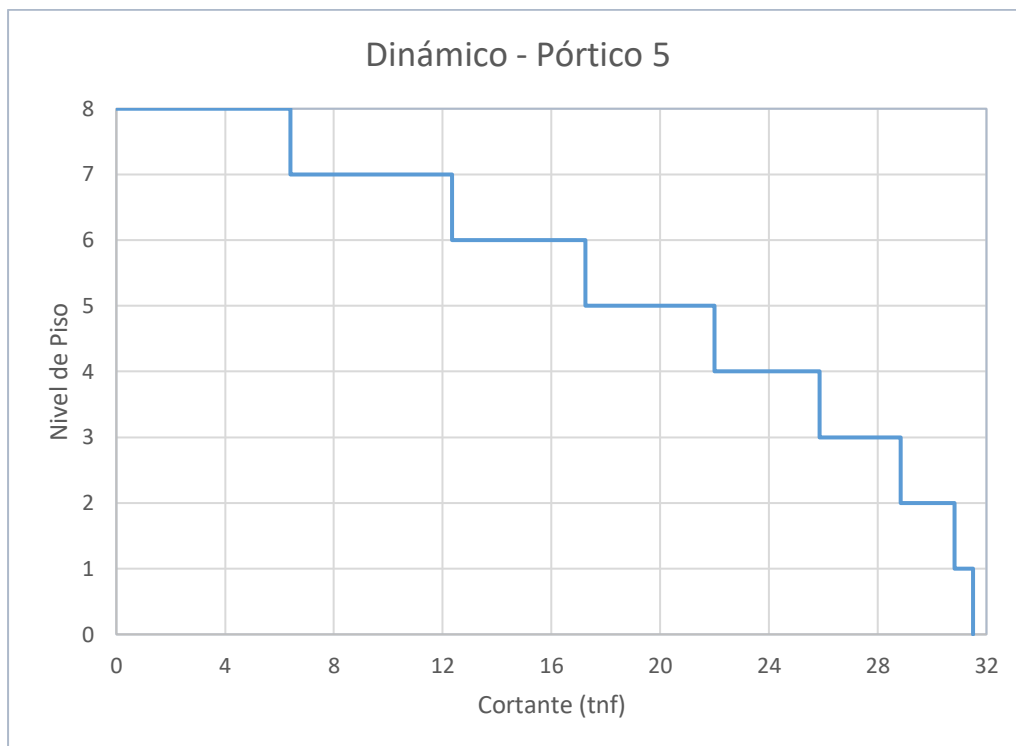
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 42: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 3



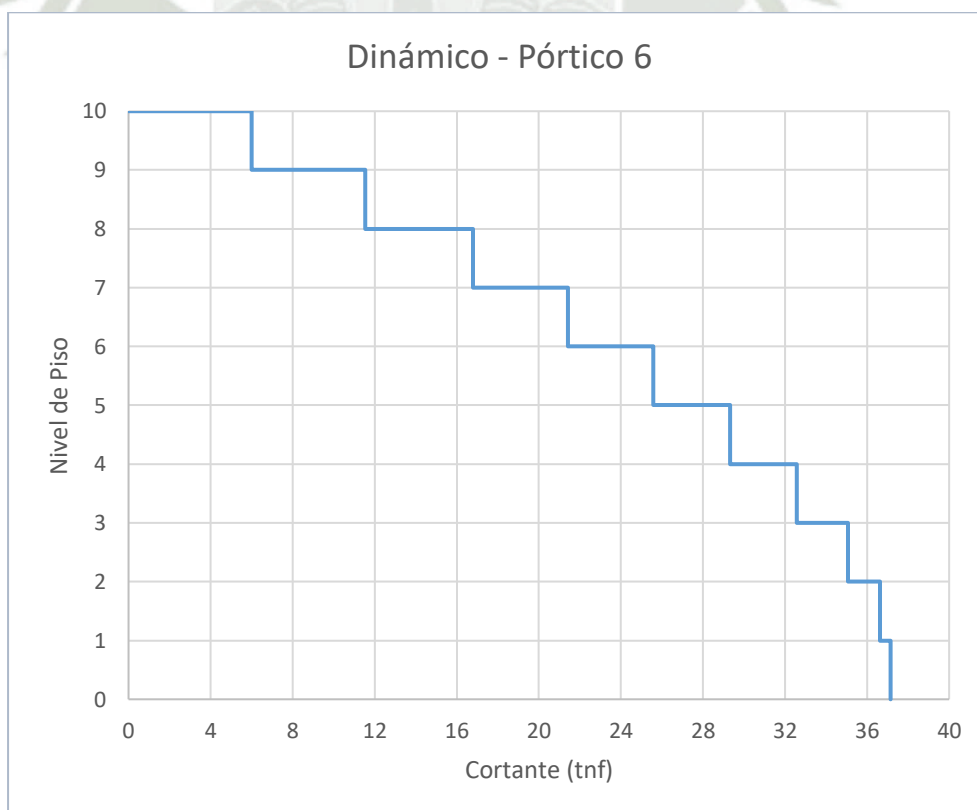
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 43: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 4



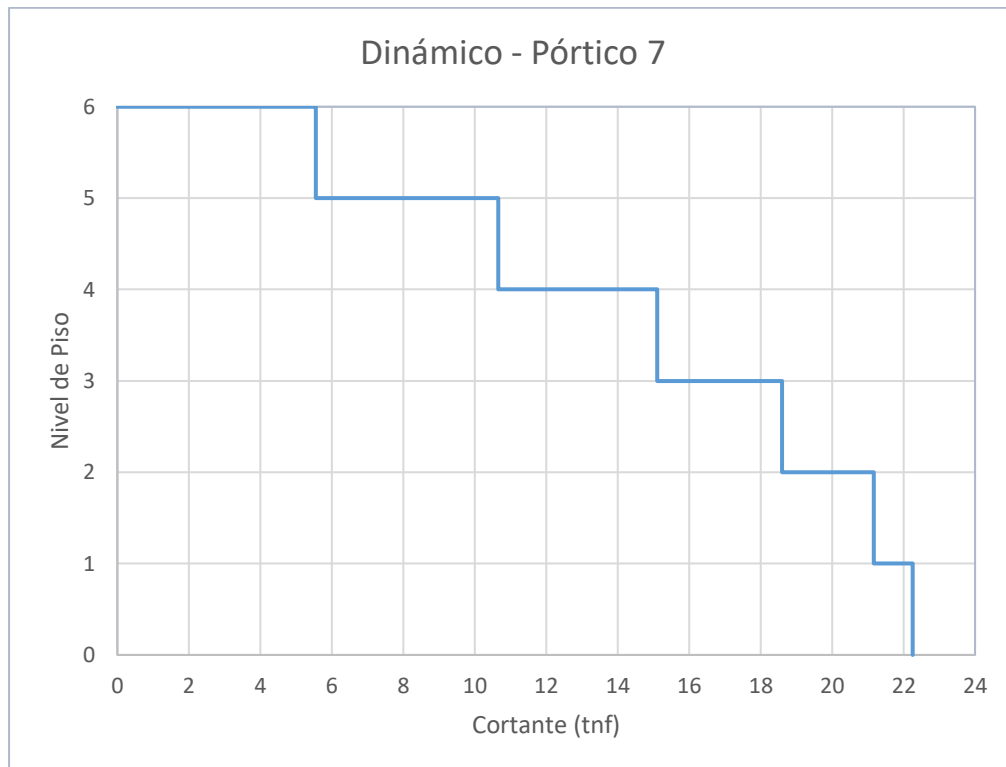
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 44: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 5



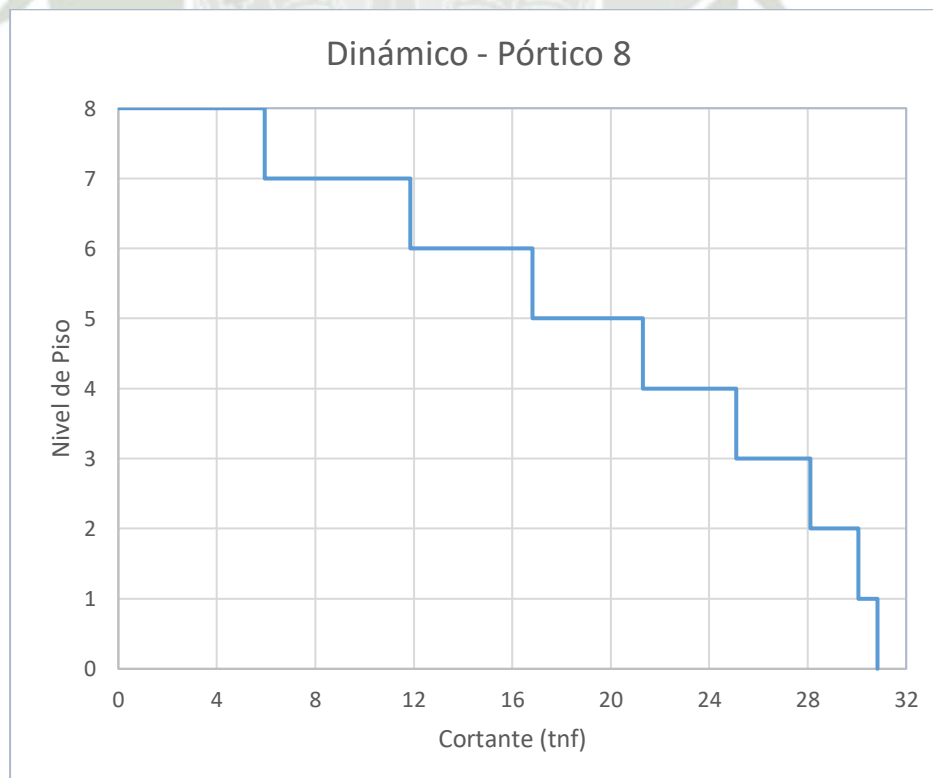
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 45: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 6



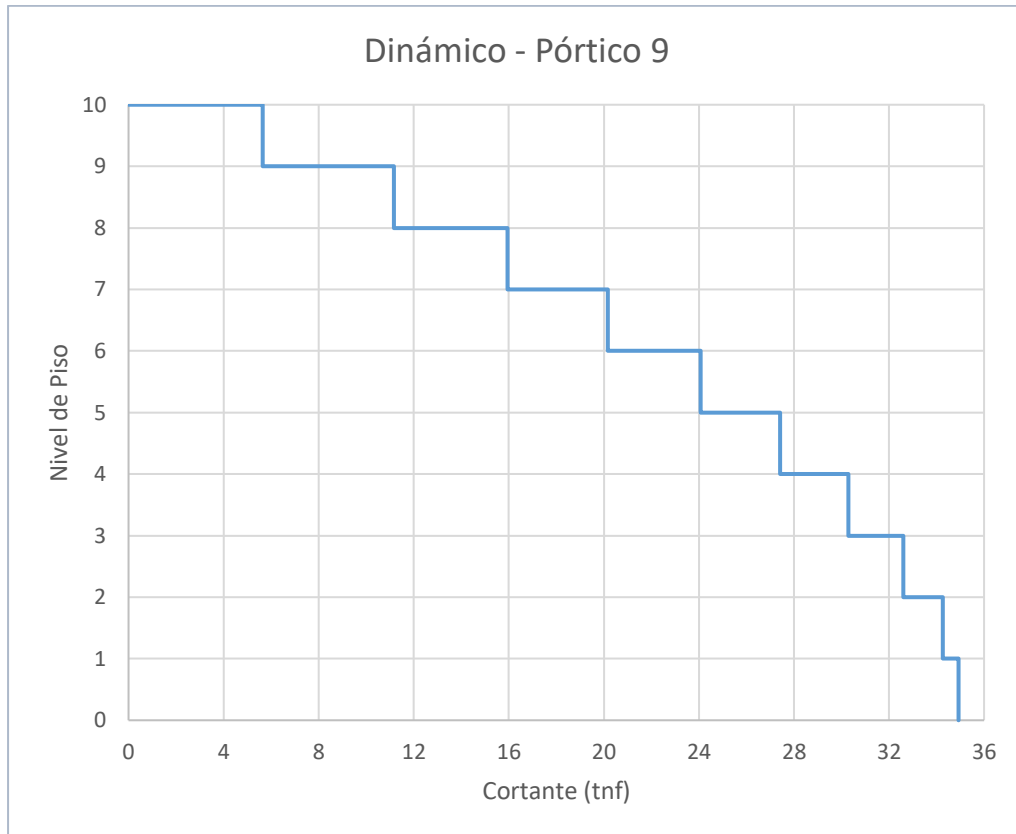
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 46: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 7



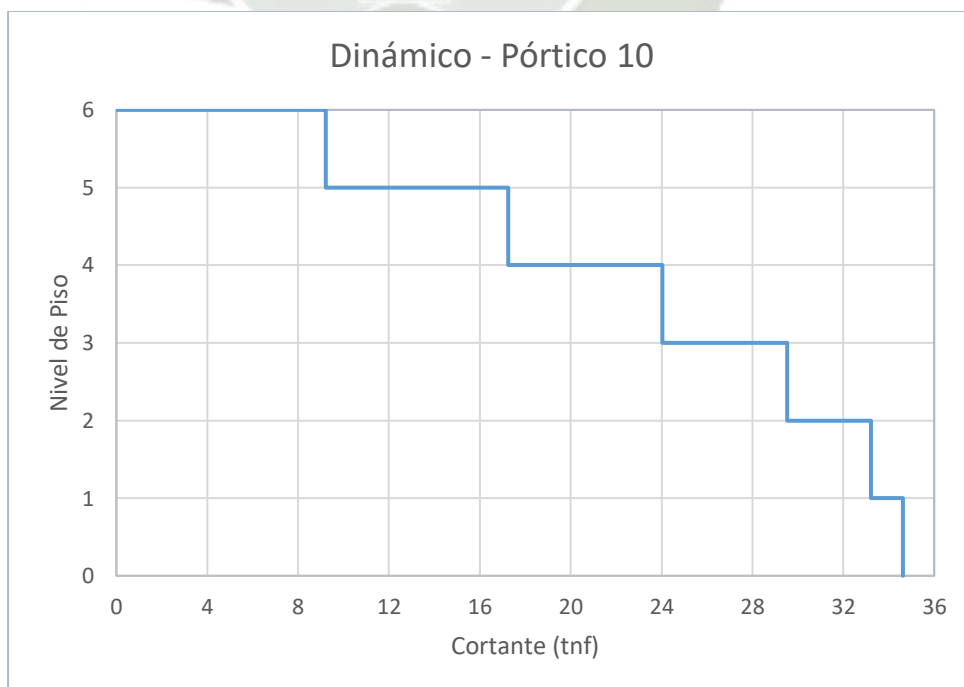
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 47: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 8



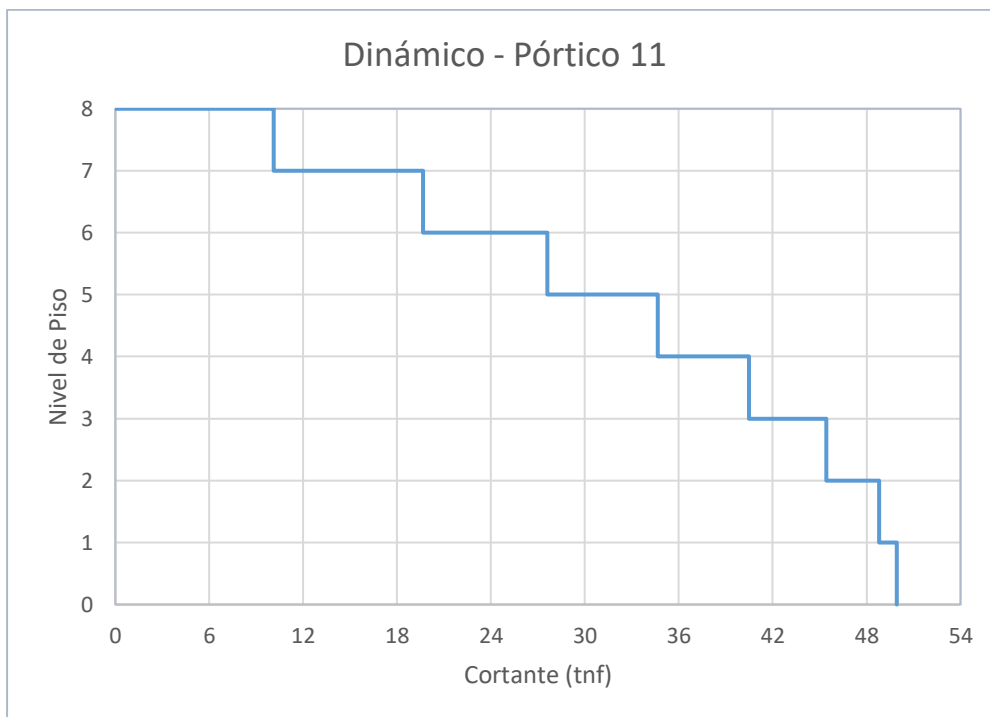
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 48: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 9



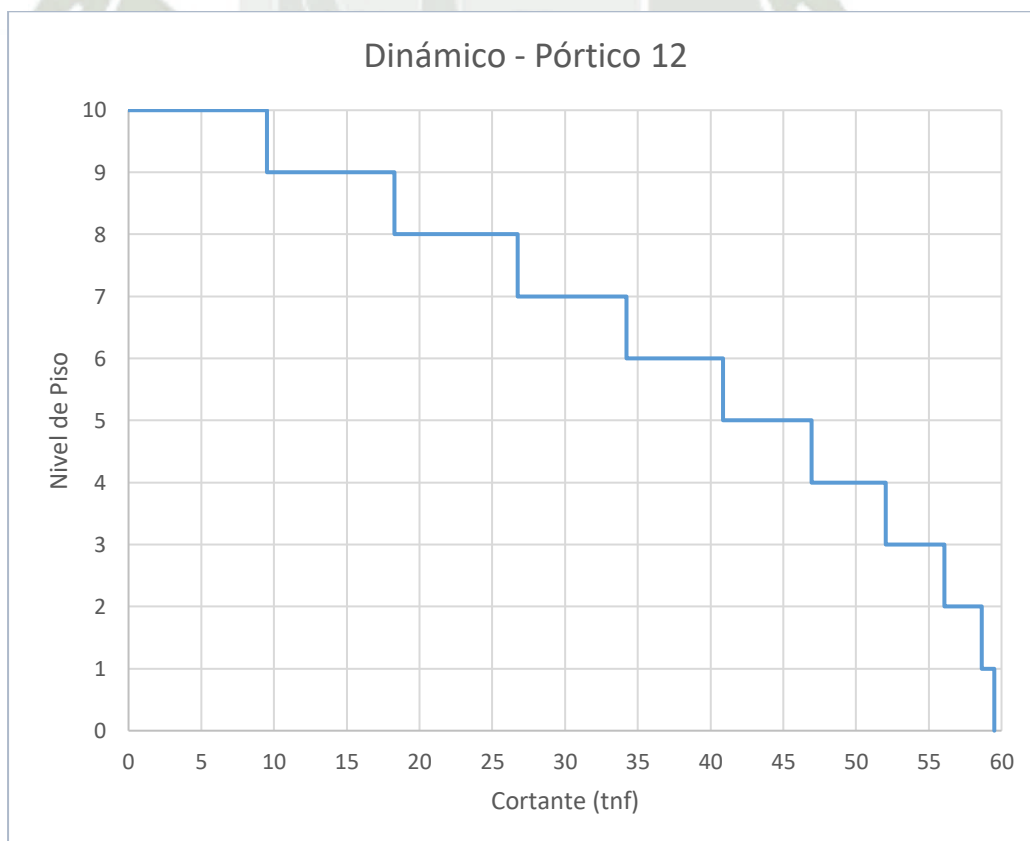
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 49: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 10



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 50: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 11



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 51: Diagrama de Fuerza Cortante Dinámica – Pórtico 12

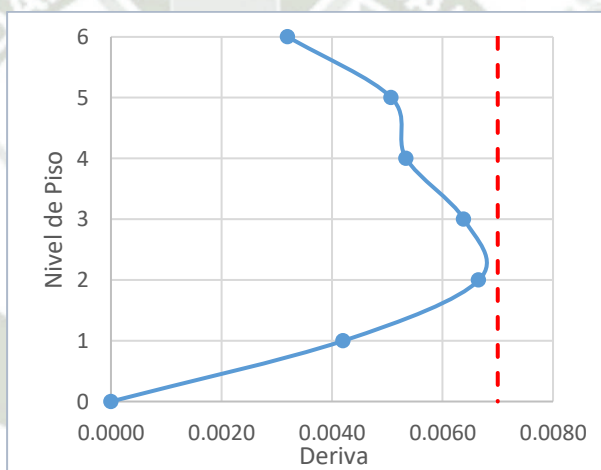
3.8.DERIVAS DE ENTREPISO

- PÓRTICO 01

Tabla 22: Cálculo de Derivas Pórtico 1

Piso	Desplazamiento δ (cm)	Desplazamiento Relativo $\delta_i - \delta_{i-1}$ (cm)	Altura de piso (m)	Deriva Elástica Δ	Deriva Inelástica $\Delta*0.75*R$
6	1.2865	0.1335	2.5	0.0005	0.0032
5	1.153	0.2114	2.5	0.0008	0.0051
4	0.9416	0.2226	2.5	0.0009	0.0053
3	0.719	0.2662	2.5	0.0011	0.0064
2	0.4528	0.2775	2.5	0.0011	0.0067
1	0.1753	0.1753	2.5	0.0007	0.0042

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

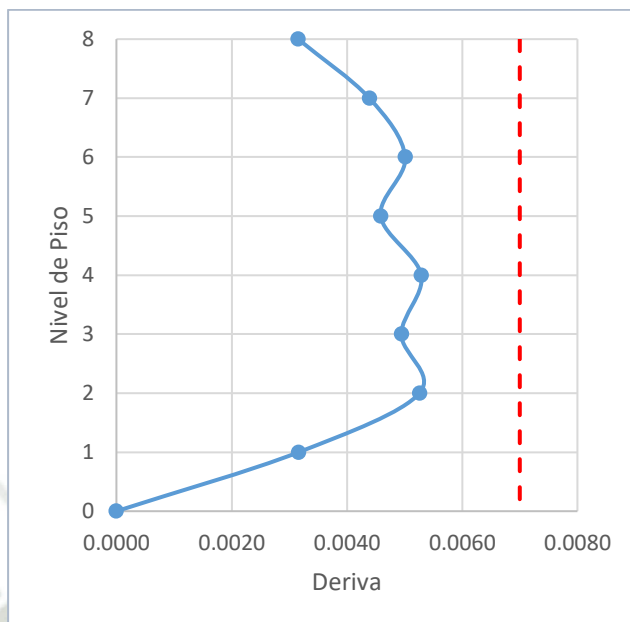
Gráfico 52: Derivas de entrepiso – Pórtico 1

- PÓRTICO 02

Tabla 23: Cálculo de Derivas Pórtico 2

Piso	Desplazamiento δ (cm)	Desplazamiento Relativo $\delta_i - \delta_{i-1}$ (cm)	Altura de piso (m)	Deriva Elástica Δ	Deriva Inelástica $\Delta*0.75*R$
8	1.4915	0.1314	2.5	0.0005	0.0032
7	1.3601	0.1829	2.5	0.0007	0.0044
6	1.1772	0.2088	2.5	0.0008	0.0050
5	0.9684	0.1911	2.5	0.0008	0.0046
4	0.7773	0.2204	2.5	0.0009	0.0053
3	0.5569	0.206	2.5	0.0008	0.0049
2	0.3509	0.2191	2.5	0.0009	0.0053
1	0.1318	0.1318	2.5	0.0005	0.0032

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

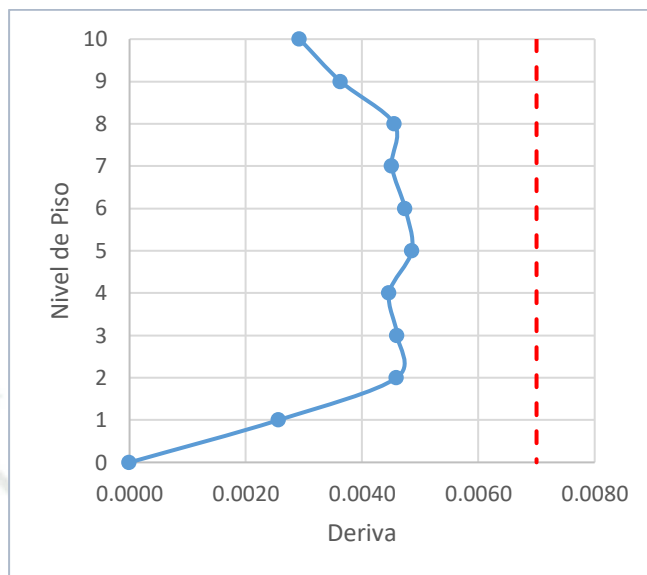
Gráfico 53: Derivas de entrepiso – Pórtico 2

- PÓRTICO 03

Tabla 24: Cálculo de Derivas Pórtico 3

Piso	Desplazamiento δ (cm)	Desplazamiento Relativo $\delta_i - \delta_{i-1}$ (cm)	Altura de piso (m)	Deriva Elástica Δ	Deriva Inelástica $\Delta * 0.75 * R$
10	1.7268	0.1219	2.5	0.0005	0.0029
9	1.6049	0.1513	2.5	0.0006	0.0036
8	1.4536	0.1897	2.5	0.0008	0.0046
7	1.2639	0.188	2.5	0.0008	0.0045
6	1.0759	0.1975	2.5	0.0008	0.0047
5	0.8784	0.2023	2.5	0.0008	0.0049
4	0.6761	0.1861	2.5	0.0007	0.0045
3	0.49	0.1918	2.5	0.0008	0.0046
2	0.2982	0.1914	2.5	0.0008	0.0046
1	0.1068	0.1068	2.5	0.0004	0.0026

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

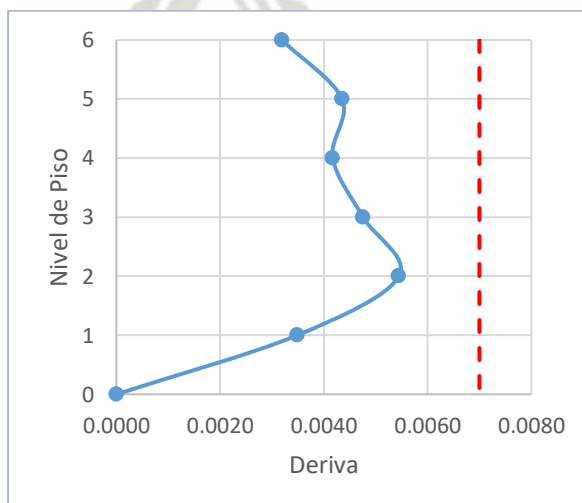
Gráfico 54: Derivas de entrepiso – Pórtico 3

- PÓRTICO 04

Tabla 25: Cálculo de Derivas Pórtico 4

Piso	Desplazamiento δ (cm)	Desplazamiento Relativo $\delta_i - \delta_{i-1}$ (cm)	Altura de piso (m)	Deriva Elástica Δ	Deriva Inelástica $\Delta * 0.75 * R$
6	1.0585	0.133	2.5	0.0005	0.0032
5	0.9255	0.1813	2.5	0.0007	0.0044
4	0.7442	0.1738	2.5	0.0007	0.0042
3	0.5704	0.1981	2.5	0.0008	0.0048
2	0.3723	0.227	2.5	0.0009	0.0054
1	0.1453	0.1453	2.5	0.0006	0.0035

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

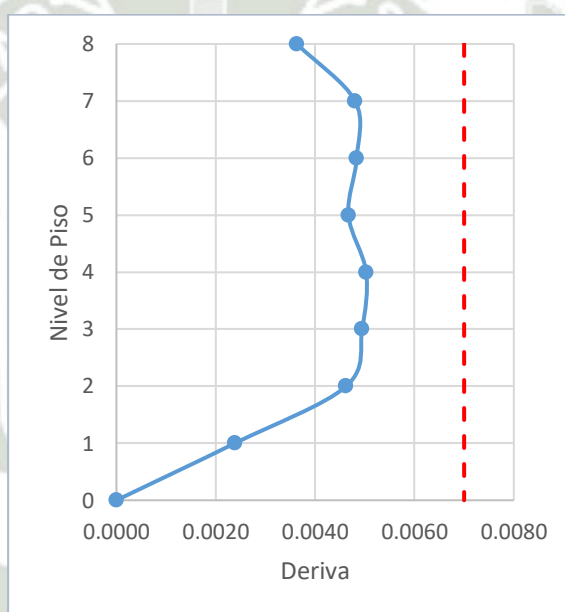
Gráfico 55: Derivas de entrepiso – Pórtico 4

- PÓRTICO 05

Tabla 26: Cálculo de Derivas Pórtico 5

Piso	Desplazamiento δ (cm)	Desplazamiento Relativo $\delta_i - \delta_{i-1}$ (cm)	Altura de piso (m)	Deriva Elástica Δ	Deriva Inelástica $\Delta*0.75*R$
8	1.4555	0.1514	2.5	0.0006	0.0036
7	1.3041	0.2002	2.5	0.0008	0.0048
6	1.1039	0.2016	2.5	0.0008	0.0048
5	0.9023	0.1946	2.5	0.0008	0.0047
4	0.7077	0.2095	2.5	0.0008	0.0050
3	0.4982	0.2061	2.5	0.0008	0.0049
2	0.2921	0.1927	2.5	0.0008	0.0046
1	0.0994	0.0994	2.5	0.0004	0.0024

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 56: Derivas de entrepiso – Pórtico 5

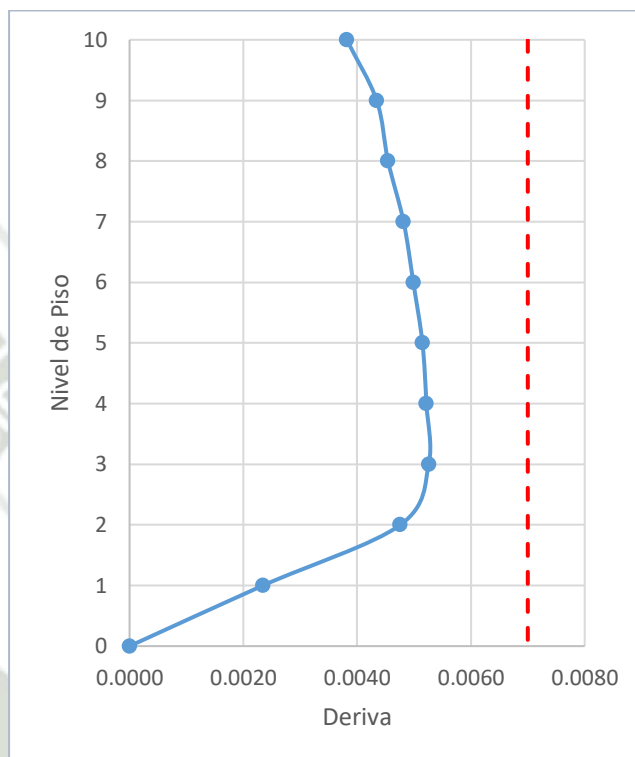
- PÓRTICO 06

Tabla 27: Cálculo de Derivas Pórtico 6

Piso	Desplazamiento δ (cm)	Desplazamiento Relativo $\delta_i - \delta_{i-1}$ (cm)	Altura de piso (m)	Deriva Elástica Δ	Deriva Inelástica $\Delta*0.75*R$
10	1.8849	0.1591	2.5	0.0006	0.0038
9	1.7258	0.1810	2.5	0.0007	0.0043
8	1.5448	0.1893	2.5	0.0008	0.0045
7	1.3555	0.2007	2.5	0.0008	0.0048
6	1.1548	0.2078	2.5	0.0008	0.0050
5	0.9470	0.2145	2.5	0.0009	0.0051

4	0.7325	0.2174	2.5	0.0009	0.0052
3	0.5151	0.2191	2.5	0.0009	0.0053
2	0.2960	0.1983	2.5	0.0008	0.0048
1	0.0977	0.0977	2.5	0.0004	0.0023

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

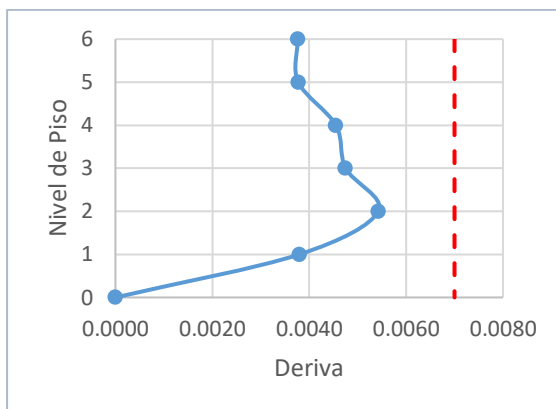
Gráfico 57: Derivas de entrepiso – Pórtico 6

- PÓRTICO 07

Tabla 28: Cálculo de Derivas Pórtico 7

Piso	Desplazamiento δ (cm)	Desplazamiento Relativo $\delta_i - \delta_{i-1}$ (cm)	Altura de piso (m)	Deriva Elástica Δ	Deriva Inelástica $\Delta * 0.75 * R$
6	1.0861	0.1568	2.5	0.0006	0.0038
5	0.9293	0.1573	2.5	0.0006	0.0038
4	0.772	0.1897	2.5	0.0008	0.0046
3	0.5823	0.198	2.5	0.0008	0.0048
2	0.3843	0.2261	2.5	0.0009	0.0054
1	0.1582	0.1582	2.5	0.0006	0.0038

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

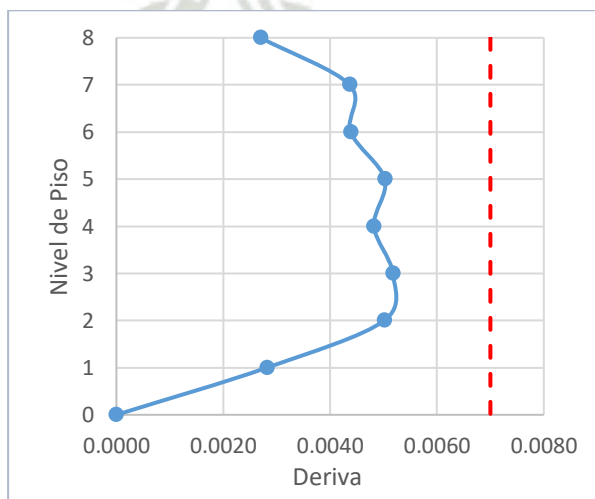
Gráfico 58: Derivas de entrepiso – Pórtico 7

- PÓRTICO 08

Tabla 29: Cálculo de Derivas Pórtico 8

Piso	Desplazamiento δ (cm)	Desplazamiento Relativo $\delta_i - \delta_{i-1}$ (cm)	Altura de piso (m)	Deriva Elástica Δ	Deriva Inelástica $\Delta * 0.75 * R$
8	1.4292	0.1125	2.5	0.0005	0.0027
7	1.3167	0.1819	2.5	0.0007	0.0044
6	1.1348	0.1827	2.5	0.0007	0.0044
5	0.9521	0.2093	2.5	0.0008	0.0050
4	0.7428	0.2009	2.5	0.0008	0.0048
3	0.5419	0.2156	2.5	0.0009	0.0052
2	0.3263	0.2089	2.5	0.0008	0.0050
1	0.1174	0.1174	2.5	0.0005	0.0028

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

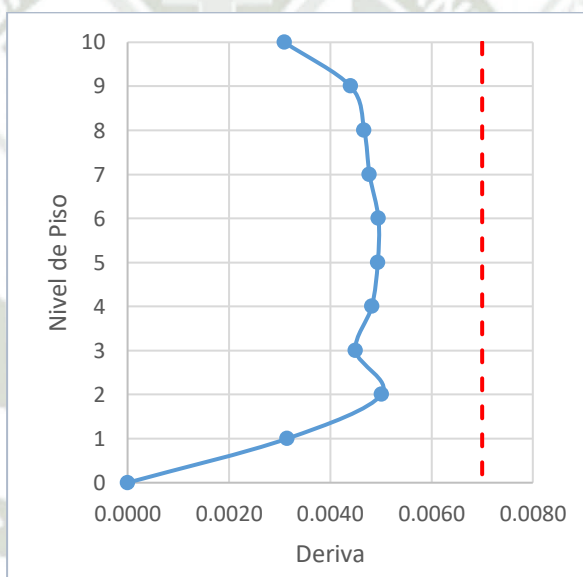
Gráfico 59: Derivas de entrepiso – Pórtico 8

- PÓRTICO 09

Tabla 30: Cálculo de Derivas Pórtico 9

Piso	Desplazamiento δ (cm)	Desplazamiento Relativo $\delta_i - \delta_{i-1}$ (cm)	Altura de piso (m)	Deriva Elástica Δ	Deriva Inelástica $\Delta * 0.75 * R$
10	1.8468	0.1290	2.5	0.0005	0.0031
9	1.7178	0.1834	2.5	0.0007	0.0044
8	1.5344	0.1947	2.5	0.0008	0.0047
7	1.3397	0.1990	2.5	0.0008	0.0048
6	1.1407	0.2064	2.5	0.0008	0.0050
5	0.9343	0.2058	2.5	0.0008	0.0049
4	0.7285	0.2009	2.5	0.0008	0.0048
3	0.5276	0.1876	2.5	0.0008	0.0045
2	0.3400	0.2088	2.5	0.0008	0.0050
1	0.1312	0.1312	2.5	0.0005	0.0031

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

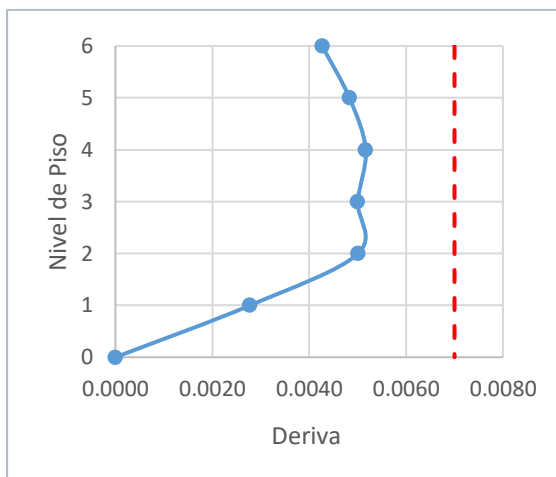
Gráfico 60: Derivas de entrepiso – Pórtico 9

- PÓRTICO 10

Tabla 31: Cálculo de Derivas Pórtico 10

Piso	Desplazamiento δ (cm)	Desplazamiento Relativo $\delta_i - \delta_{i-1}$ (cm)	Altura de piso (m)	Deriva Elástica Δ	Deriva Inelástica $\Delta * 0.75 * R$
6	1.1275	0.1779	2.5	0.0007	0.0043
5	0.9496	0.2013	2.5	0.0008	0.0048
4	0.7483	0.2153	2.5	0.0009	0.0052
3	0.533	0.2085	2.5	0.0008	0.0050
2	0.3245	0.2087	2.5	0.0008	0.0050
1	0.1158	0.1158	2.5	0.0005	0.0028

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

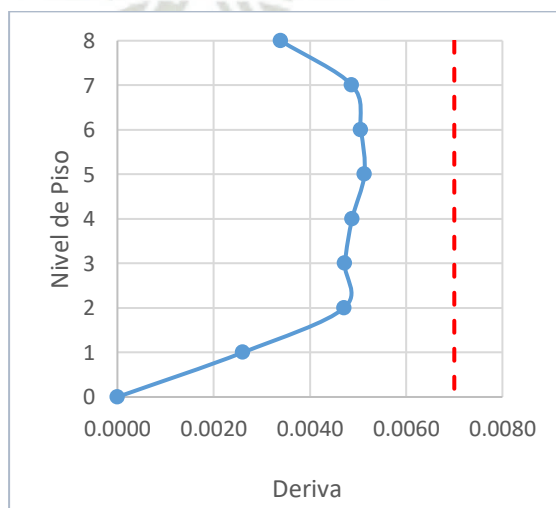
Gráfico 61: Derivas de entrepiso – Pórtico 10

- PÓRTICO 11

Tabla 32: Cálculo de Derivas Pórtico 11

Piso	Desplazamiento δ (cm)	Desplazamiento Relativo $\delta_i - \delta_{i-1}$ (cm)	Altura de piso (m)	Deriva Elástica Δ	Deriva Inelástica $\Delta * 0.75 * R$
8	1.4742	0.1413	2.5	0.0006	0.0034
7	1.3329	0.2031	2.5	0.0008	0.0049
6	1.1298	0.2108	2.5	0.0008	0.0051
5	0.919	0.2139	2.5	0.0009	0.0051
4	0.7051	0.2032	2.5	0.0008	0.0049
3	0.5019	0.197	2.5	0.0008	0.0047
2	0.3049	0.1963	2.5	0.0008	0.0047
1	0.1086	0.1086	2.5	0.0004	0.0026

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

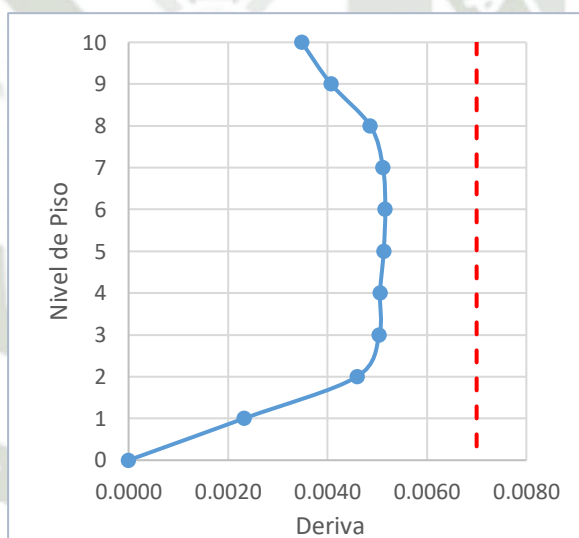
Gráfico 62: Derivas de entrepiso – Pórtico 11

- PÓRTICO 12

Tabla 33: Cálculo de Derivas Pórtico 12

Piso	Desplazamiento δ (cm)	Desplazamiento Relativo $\delta_i - \delta_{i-1}$ (cm)	Altura de piso (m)	Deriva Elástica Δ	Deriva Inelástica $\Delta * 0.75 * R$
10	1.8688	0.1451	2.5	0.0006	0.0035
9	1.7237	0.1698	2.5	0.0007	0.0041
8	1.5539	0.2026	2.5	0.0008	0.0049
7	1.3513	0.2132	2.5	0.0009	0.0051
6	1.1381	0.2151	2.5	0.0009	0.0052
5	0.9230	0.2138	2.5	0.0009	0.0051
4	0.7092	0.2107	2.5	0.0008	0.0051
3	0.4985	0.2101	2.5	0.0008	0.0050
2	0.2884	0.1915	2.5	0.0008	0.0046
1	0.0969	0.0969	2.5	0.0004	0.0023

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 63: Derivas de entrepiso – Pórtico 12

3.9.COMPARACIÓN DE LA CORTANTE ESTÁTICA CON LA CORTANTE DINÁMICA:

Como se menciona en la NTE E - 030, es necesario asegurar que la Cortante Dinámica no sea menor al 80% de la Cortante Estática en estructuras regulares, en caso de no cumplir lo mencionado, se debe de calcular un factor de

escalamiento, para así poder escalar las fuerzas de la Cortante Dinámica, excepto los desplazamientos.

Tabla 34: Factor de Amplificación de los Pórticos

Pórtico	Cortante Estática V_{est} (tonf)	Cortante Dinámica V_{din} (tonf)	Factor de Amplificación ($0.8 V_{est}/V_{din}$)
1	16.21	13.12	1.00
2	24.19	18.85	1.03
3	28.35	24.50	1.00
4	27.50	22.25	1.00
5	41.51	31.51	1.05
6	46.53	37.15	1.00
7	27.38	22.25	1.00
8	39.85	30.84	1.03
9	42.53	34.93	1.00
10	44.85	34.62	1.04
11	65.84	49.93	1.05
12	74.41	59.50	1.00

Fuente: Elaboración Propia

3.10.DISEÑO:

3.10.1. Diseño de Vigas

Para el diseño de las vigas se consideraron las combinaciones de carga de la NTE -E 060, que con ayuda del programa Etabs, brinda los datos de una manera más sencilla. En este caso se realizó el diseño de la viga de 35 cm x 55 cm del Pórtico 10 ubicada en el Segundo Piso.

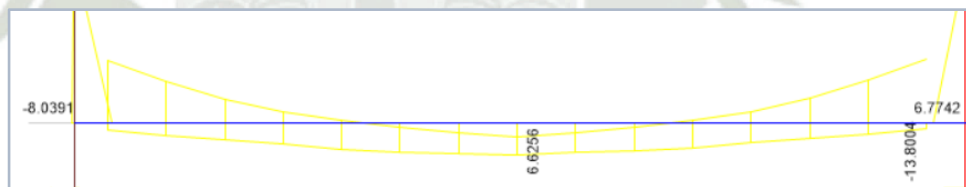
3.10.1.1. Diseño a Flexocompresión

- Para el diseño por flexocompresión, se debe tener en cuenta el momento de la envolvente que nos da el programa ETABS.



Fuente: Etabs v20

Gráfico 64: Envolverte de Momento Flector de la Viga



Fuente: Etabs v20

Gráfico 65: Envolverte de la Viga

- Se debe tener en cuenta el momento de la envolvente que nos da el programa ETABS.
- Considerando los siguientes datos:

$$f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$M_U = 13.81 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\beta = 0.85$$

$$\phi = 0.9$$

$$\text{Base} = b = 35 \text{ cm}$$

$$\text{Altura} = h = 55 \text{ cm}$$

$$\text{Diámetro acero longitudinal} = \phi_{long} = 1.905 \text{ cm}$$

$$\text{Diámetro del estribo} = \phi_{estribo} = 0.9525 \text{ cm}$$

- Conociendo los datos anteriores, se procedió a realizar el cálculo de las cuantías mínima, balanceada y máxima:

$$\text{Altura efectiva} = d = h - \left(r + \phi_{\text{estribo}} + \frac{\phi_{\text{long}}}{2} \right) = 49.095 \text{ cm}$$

- ♦ Cuantía Mínima:

$$\rho_{\min} = \frac{0.7 * \sqrt{f'_c}}{f_y} = 0.0028$$

- ♦ Cuantía Balanceada:

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{0.59 * \beta * 0.85 * f'_c}{f_y} = 0.0284$$

- ♦ Cuantía Máxima:

$$\rho_{\max} = 0.5 * \rho_{\text{bal}} = 0.0142$$

- Luego se realizó el cálculo del acero mínimo, máximo y el acero necesario para la sección:

- ♦ Acero Mínimo:

$$A_{s_{\min}} = b * d * \rho_{\min} = 4.7612 \text{ cm}^2$$

- ♦ Acero Máximo:

$$A_{s_{\max}} = b * d * \rho_{\max} = 24.2581 \text{ cm}^2$$

- ♦ Acero de la Sección:

$$k = 0.85 * f'_c * b * d = 408961.35 \text{ kgf}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\phi * k * d}} \right) = 7.8 \text{ cm}^2$$

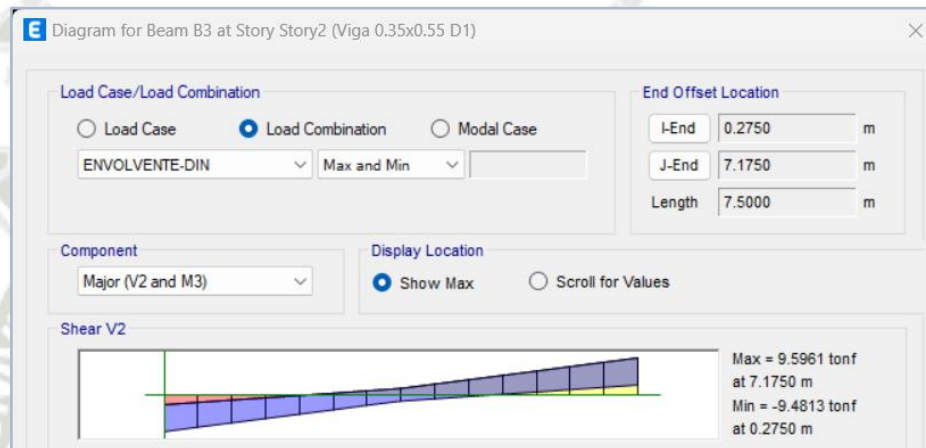
Dentro de este paso, es importante tener en cuenta cumplir que: $A_{s_{\min}} < A_s$ y $A_{s_{\max}} > A_s$; de no cumplirse lo mencionado, se debe de modificar la sección escogida.

- Teniendo en cuenta lo mencionado, se procede a iterar los aceros para que cumplan con el área de acero calculado. Para el momento requerido, este fue de 7.8 cm^2 .
- El acero para esta sección es de $2 \phi 1/2''$ y $2 \phi 3/4''$, con un área de acero de 8.26 cm^2 , la cual es mayor a la calculada (7.8 cm^2).

- Con el acero positivo se siguió el mismo proceso; en este caso se usó el acero mínimo de la sección, según lo calculado fue 4.76 cm^2 , usando $1 \text{ } \varnothing 1/2''$ y $2 \text{ } \varnothing 5/8''$, con un área total de 5.27 cm^2 .

3.10.1.2. Diseño por Cortante

- Teniendo en consideración los datos diseño por Flexocompresión, la cortante a la que está sometida la viga es de 9.5961 tonf .



Fuente: Etabs v20

Gráfico 66: Envoltura de Fuerza Cortante de la Viga

- Teniendo en cuenta las secciones de la viga a diseñar, se realizó el cálculo de la cortante del concreto, fórmula que nos da la NTE – E 060:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 15.21 \text{ tonf}$$

Aquí tenemos que $V_c > 9.60 \text{ tonf}$ por lo que se recurre a comprobar que nos encontramos en el caso b de la norma para calcular el área de estribo a utilizar:

$$\frac{V_c * \phi_c}{2} \leq V_u \leq V_c * \phi_c$$

$$\frac{A_v}{S_{min}} = \left[3.5 * \left(\frac{b_w}{f_y} \right); 0.2 * \sqrt{f'_c} * \left(\frac{b_w}{f_y} \right) \right]$$

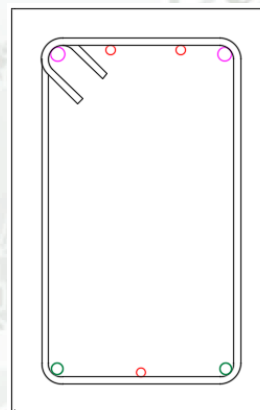
Donde $\phi = 0.85$.

- Al realizar el cálculo de estas alternativas, tenemos como resultados de 0.671 cm^2 y 0.641 cm^2 respectivamente, al ser estas áreas muy pequeñas, se toma en cuenta las indicaciones de la NTE

E - 060 en el capítulo 21; donde se indica que, los estribos serán como mínimo de $3/8''$ para barras longitudinales de hasta $1''$ de diámetro y de $1/2''$ para barras longitudinales de mayor diámetro (E060, 2009).

- La separación de dichos estribos no debe ser mayor a:
 - a) $d/4$: 12.25 cm
 - b) **ocho veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas: $8 \times 1.27 = 10.16$ cm**
 - c) 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento: $24 \times 0.9525 = 22.86$ cm.
 - d) 30 cm.

Teniendo en consideración lo mencionado se tuvo un estribo de $3/8''$ de diámetro con una separación de 10 cm.



Fuente: Etabs v20

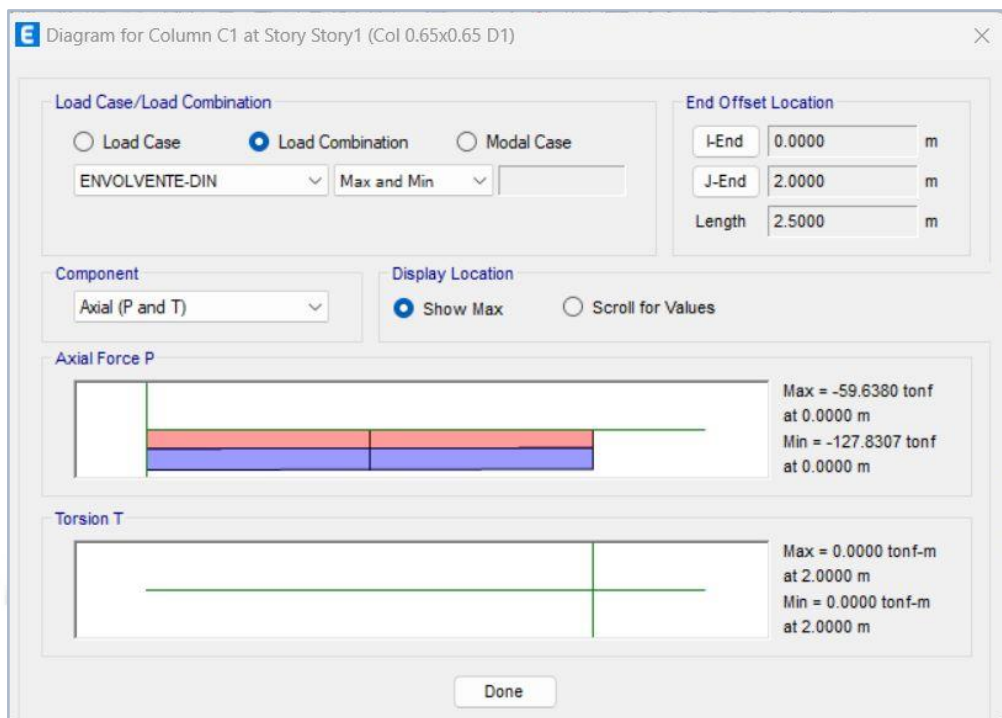
Gráfico 67: Sección Transversal de la Viga

3.10.2. Diseño columnas

Las columnas se diseñaron por flexocompresión y por cortante, considerando las combinaciones de carga de la NTE – E 060. A continuación se muestra el procedimiento seguido con la columna del eje C del pórtico 10:

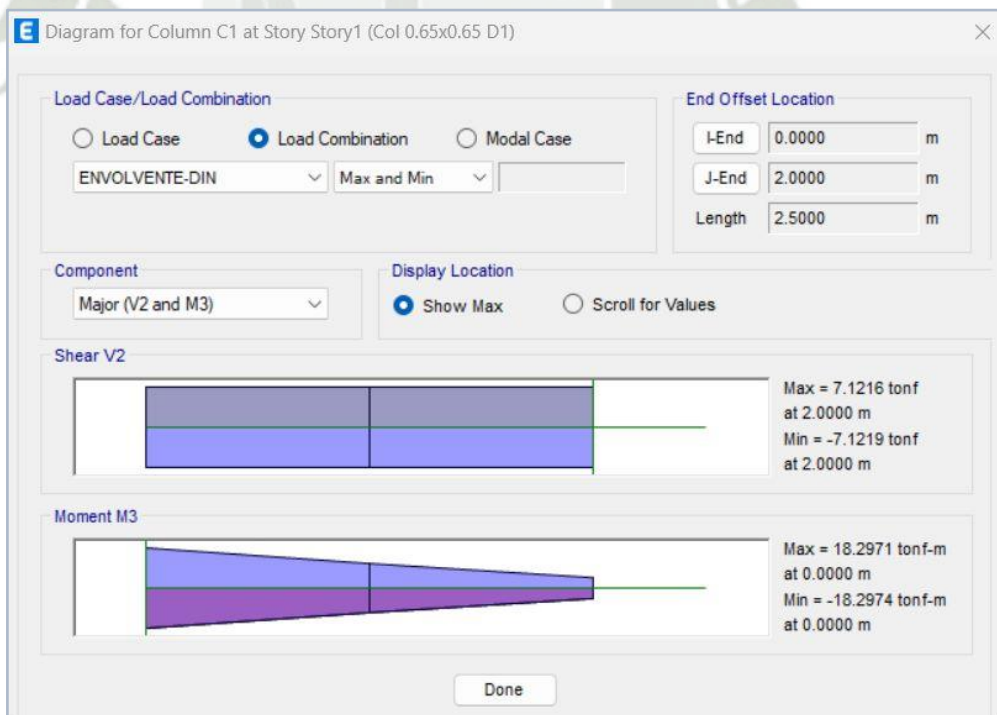
3.10.2.1. Diseño por flexocompresión

- Mediante el programa Etabs se obtuvieron las fuerzas internas de los elementos del pórtico, las fuerzas de la columna son:



Fuente: Etabs v20

Gráfico 68: Envolvente de la Fuerza Axial de la Columna



Fuente: Etabs v20

Gráfico 69: Envolvente del Momento Flector de la Columna

Tabla 35: Fuerzas Internas de la Columna

Combinaciones	N (ton)	M (ton.m)	V (ton)
1.4CM + 1.7CV	127.8307	0	0
1.25(CM+CV) + Sx	108.6122	18.2974	7.1219
1.25(CM+CV) - Sx	108.6122	18.2974	7.1219
0.9CM + Sx	59.641	18.2972	7.1217
0.9CM - Sx	59.641	18.2872	7.1217

Fuente: Elaboración Propia

- Para el diseño por flexocompresión, se consideró que la carga axial sea mayor a:

$$Nu > 0.1 * b * h * f'c$$

$$127\ 830.7 > 0.1 * 65 * 65 * 280$$

$$127\ 830.7 > 118\ 300 \quad OK$$

La columna tendrá dimensiones de 65 cm x 65 cm.

- Definidas las dimensiones de la columna, se procede a determinar la cantidad de acero requerido, usando una cuantía mínima de 1%:

$$As = 0.01 * b * h$$

$$As = 0.01 * 65 * 65$$

$$As = 42.25 \text{ cm}^2$$

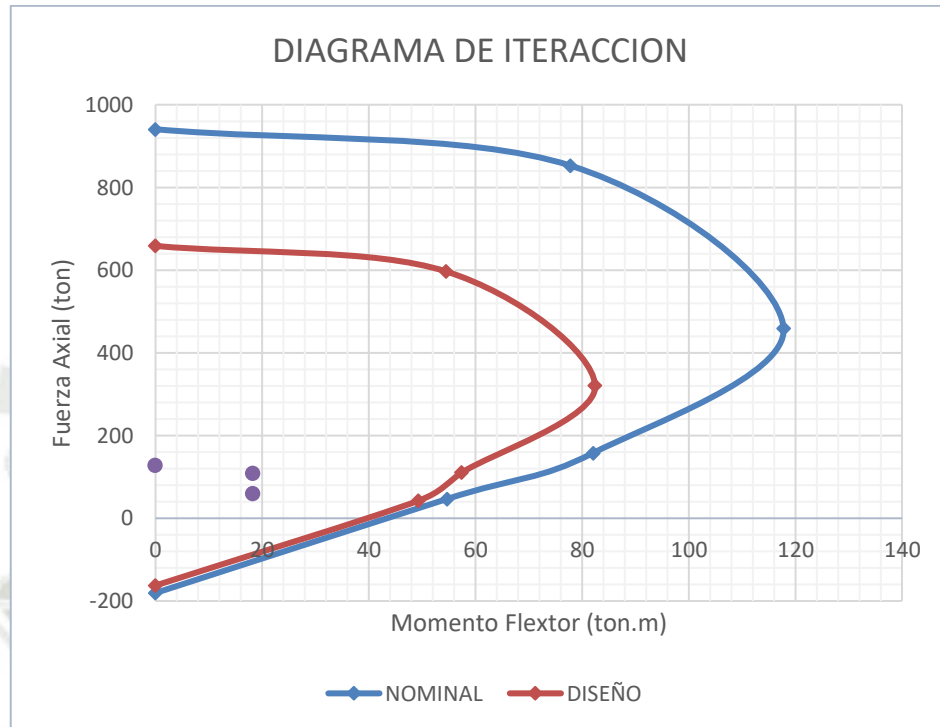
4 \varnothing 1" y 8 \varnothing 3/8" (43 cm²), equivalente al área de acero requerido.

- Definida la sección de la columna, se procedió a realizar su diagrama de interacción, y se graficaron los puntos de las diferentes combinaciones de carga obtenidas mediante Etabs v20. Estos puntos deben estar dentro del diagrama de interacción; de estar fuera, se debe realizar nuevamente todo el procedimiento con una nueva sección diseñada.

Tabla 36: Puntos para el Diagrama de Iteración

	Pn	Mn	Pu	Mu
1	940.73	0	658.51	0
2	852.67	77.86	596.87	54.5
3	459.7	117.79	321.79	82.45
4	157.91	82.07	110.54	57.45
5	46.93	54.73	42.24	49.26
6	-180.6	0	-162.54	0

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 70: Diagrama de Iteración de la Columna

3.10.2.2. Diseño por cortante:

- Se ingresaron las fuerzas axiales al diagrama de interacción para obtener los momentos nominales (M_{ni}), y se halló el cortante plástico:

$$V_p = \frac{2M_{pr}}{H_n}$$

Tabla 37: Determinación del Cortante Plástico

Combinaciones	N_u (ton)	M_{ni} (ton.m)	$M_{pr} = 1.25M_{ni}$	V_p (ton)
1.4CM + 1.7CV	127.8307	60	75	60
1.25(CM+CV) + S_x	108.6122	57.5	71.875	57.5
1.25(CM+CV) - S_x	108.6122	57.5	71.875	57.5
0.9CM + S_x	59.641	52.5	65.625	52.5
0.9CM - S_x	59.641	52.5	65.625	52.5

Fuente: Elaboración Propia

- Se determinó la resistencia nominal al cortante del concreto:

$$V_c = 0.17\sqrt{f'_c} * b_w * d \left(1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right) \leq 26\ 952.17 \text{ kg}$$

- La resistencia de los estribos al cortante es:

$$V_s = \frac{A_v * f_y * d}{s}$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y * d}$$

- La fuerza cortante debe cumplir con:

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_s \leq \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

Tabla 38: Determinación de la Separación de Estribos

Vp =Vu (ton)	Nu (ton)	Nu/14Ag (MPa)	Vc (ton)	Vs (ton)	Av/s (cm)	s (cm)
60	127.8307	0.0216113	11.1450	39.8550	0.160835	16.04
57.5	108.6122	0.0183622	11.1095	37.7655	0.152403	16.93
57.5	108.6122	0.0183622	11.1095	37.7655	0.152403	16.93
52.5	59.641	0.0100830	11.0192	33.6058	0.135617	19.02
52.5	59.641	0.0100830	11.0192	33.6058	0.135617	19.02

Fuente: Elaboración Propia

- La separación de los estribos en la zona de confinamiento es el menor valor entre:
 - El calculado (16 cm)
 - Ocho veces del menor diámetro del acero del refuerzo longitudinal (15 cm)
 - La mitad de la menor dimensión de la sección transversal (32 cm)
 - 10 cm**
- La longitud de la zona de confinamiento es el mayor valor entre:
 - La sexta parte de la luz libre (41 cm)
 - La mayor dimensión de la sección transversal (65 cm)**
 - 50 cm

- La separación fuera de la zona de confinamiento es el menor valor entre:

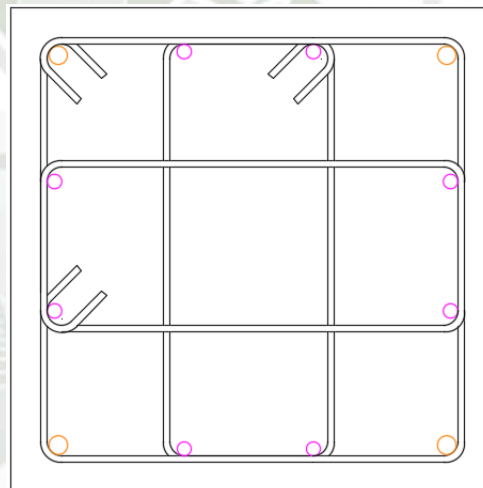
a) **Diez veces del menor diámetro del acero del refuerzo longitudinal (20 cm)**

b) La menor dimensión de la sección transversal (65 cm)

c) 25 cm

- La separación de los estribos es:

Estribo de $\varnothing 1/2''$: 1 @ 5 cm, 6 @ 10 cm, rto @ 20 cm en cada extremo de la columna.



Fuente: Etabs v20

Gráfico 71: Sección Transversal de la Columna 65 cm x 65 cm



4. ANÁLISIS POR DESEMPEÑO SÍSMICO

Realizado el diseño de los pórticos, se realizó el análisis estático no lineal - Pushover para determinar la curva de capacidad de cada pórtico con las distintas separaciones del refuerzo transversal, para obtener el punto de desempeño ante distintos niveles de sollicitación sísmica.

4.1. MOMENTO ROTACIÓN

Para realizar un análisis no lineal, es necesario definir el rango inelástico de cada elemento. Por lo que se debe ingresar al programa cada sección de los elementos estructurales y su respectivo diagrama de momento rotación. Generar las rótulas ya mencionadas en el ítem 2.3.1 (rótulas plásticas), en caso de vigas y 2.3.2 (análisis tipo fibra), en caso de columnas.

4.1.1. Momento rotación de Vigas

Al usar rótulas plásticas en las vigas de los pórticos en estudio, se introdujo al programa el diseño de cada viga; además de la relación del diagrama momento-rotación por cada sección de viga, esta relación varía de acuerdo a cada separación del refuerzo transversal, la cual se explicó en el ítem 2.3.1.. Para la generación de rótulas plásticas se usaron los parámetros dados en el ASCE 41-17 (Tabla 1).

A continuación, se muestra el procedimiento para obtener el diagrama de momento-rotación de la viga de 35 cm x 55 cm del Pórtico 10; la misma que se usó como demostración del diseño estructural.

- Para la primera condición de la Tabla 1, requiere las dimensiones y refuerzo de la sección:

$$b = 35 \text{ cm}$$

$$d = 49 \text{ cm}$$

$$A_s = 2 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2'' \text{ y } 2 \text{ } \varnothing \text{ } 3/4'' \text{ (} 8.26 \text{ cm}^2 \text{)}$$

$$A_s' = 1 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2'' \text{ y } 2 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8'' \text{ (} 5.27 \text{ cm}^2 \text{)}$$

$$\rho_{bal} = \frac{0.59 * 0.85 * 0.85 * 280}{4200} = 0.0284$$

$$\rho = \frac{8.26}{35 * 49} = 0.004816$$

$$\rho' = \frac{5.27}{35 * 49} = 0.003073$$

$$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}} = \frac{0.004826 - 0.003073}{0.0284} = 0.06156$$

$$0 \leq \frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}} \leq 0.5$$

- Otra condición del ASCE 41-17 (Tabla 1), requiere la fuerza cortante de la viga, en este caso se tomó la carga más crítica (la carga mayor), $V = 9.5961$ tnf. Luego, se convierten los datos al sistema inglés:

$$\begin{aligned} V &= 9.5961 \text{ tnf} && 21.325 \text{ klb} \\ b &= 35 \text{ cm} && 13.780 \text{ pul} \\ d &= 49 \text{ cm} && 19.291 \text{ pul} \end{aligned}$$

$$\frac{V}{b * d * \sqrt{f'c}} = \frac{21\,325}{13.78 * 19.291 * \sqrt{280}} = 1.266$$

$$\frac{V}{b * d * \sqrt{f'c}} \leq 3$$

- El refuerzo transversal puede ser Conforme (C) o No Conforme (NC), lo cual está condicionado por la tercera parte de la distancia entre el extremo de la viga al centroide del refuerzo longitudinal ($d/3=16.33$ cm); si esta distancia es mayor a la separación de los estribos, el reforzamiento es Conforme (C), si es menor es No Conforme (NC).

Tabla 39: Verificación de la Separación de Estribos

Separación	Reforzamiento Transversal
5 cm	C
10 cm	C
15 cm	C
20 cm	NC

Fuente: Elaboración Propia

- En la siguiente Tabla, se resaltaron los valores en los que se encuentran los parámetros a hallados; por lo que se realizó una interpolación, donde el color azul corresponde al reforzamiento conforme (C) y el color rojo al no conforme (NC).

Tabla 40: Valores usados para los Parámetros de Modelamiento de Vigas

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

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

Note: f'_{cE} in lb/in.² (MPa) units.
^a Values between those listed in the table should be determined by linear interpolation.
^b Where more than one of conditions i, ii, iii, and iv occur for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.
^c "C" and "NC" are abbreviations for conforming and nonconforming transverse reinforcement, respectively. Transverse reinforcement is conforming if, within the flexural plastic hinge region, hoops are spaced at ≤ d/3, and if, for components of moderate and high ductility demand, the strength provided by the hoops (V_h) is at least 3/4 of the design shear. Otherwise, the transverse reinforcement is considered nonconforming.
^d V is the design shear force from NSP or NDP.

Fuente: ASCE 41-17.

- Luego de realizar la interpolación, se obtienen los parámetros de modelamiento, estos fueron puestos al programa Etabs para definir la rótula.

Tabla 41: Parámetros de Modelamiento de Viga 35x55 - Pórtico 10

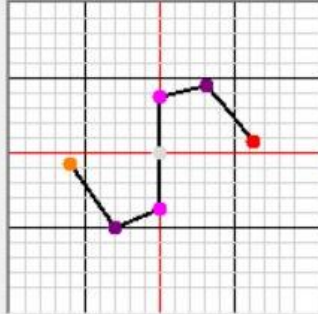
Separación	Reforzamiento Transversal	a	b	c
5 cm	C	0.02438	0.04754	0.2
10 cm	C	0.02438	0.04754	0.2
15 cm	C	0.02438	0.04754	0.2
20 cm	NC	0.01877	0.02815	0.2

Fuente: Elaboración Propia

E Hinge Property Data for V0.35x0.55 D1 - Moment M3

Displacement Control Parameters

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0.2	-0.04754
D-	-0.2	-0.04754
C-	-1.3451	-0.02438
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1.2159	0.025
D	0.2	0.05
E	0.2	0.05



Symmetric

Additional Backbone Curve Points

BC - Between Points B and C

CD - Between Points C and D

Scaling for Moment and Rotation

Use Yield Moment Moment SF Positive: 11.7074 Negative: 15.7501 tonf-m

Use Yield Rotation (Steel Objects Only) Rotation SF Positive: 1 Negative: 1

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

	Positive	Negative
■ Immediate Occupancy	0.01	-0.00938
■ Life Safety	0.025	-0.02438
■ Collapse Prevention	0.05	-0.04754

Show Acceptance Criteria on Plot

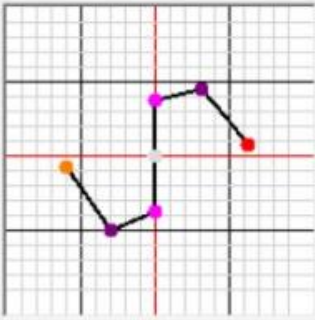
Fuente: Etabs v20

Gráfico 72: Parámetros de Modelamiento de la Viga 35x55 – Pórtico 10 para Separación de 5 cm, 10 cm y 15 cm

E Hinge Property Data for V0.35x0.55 D1 - Moment M3

Displacement Control Parameters

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0.2	-0.04754
D-	-0.2	-0.04754
C-	-1.3451	-0.02438
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1.2159	0.025
D	0.2	0.05
E	0.2	0.05



Symmetric

Additional Backbone Curve Points

BC - Between Points B and C

CD - Between Points C and D

Scaling for Moment and Rotation

Use Yield Moment

Use Yield Rotation (Steel Objects Only)

	Positive	Negative	Unit
Moment SF	11.7074	15.7501	tonf-m
Rotation SF	1	1	

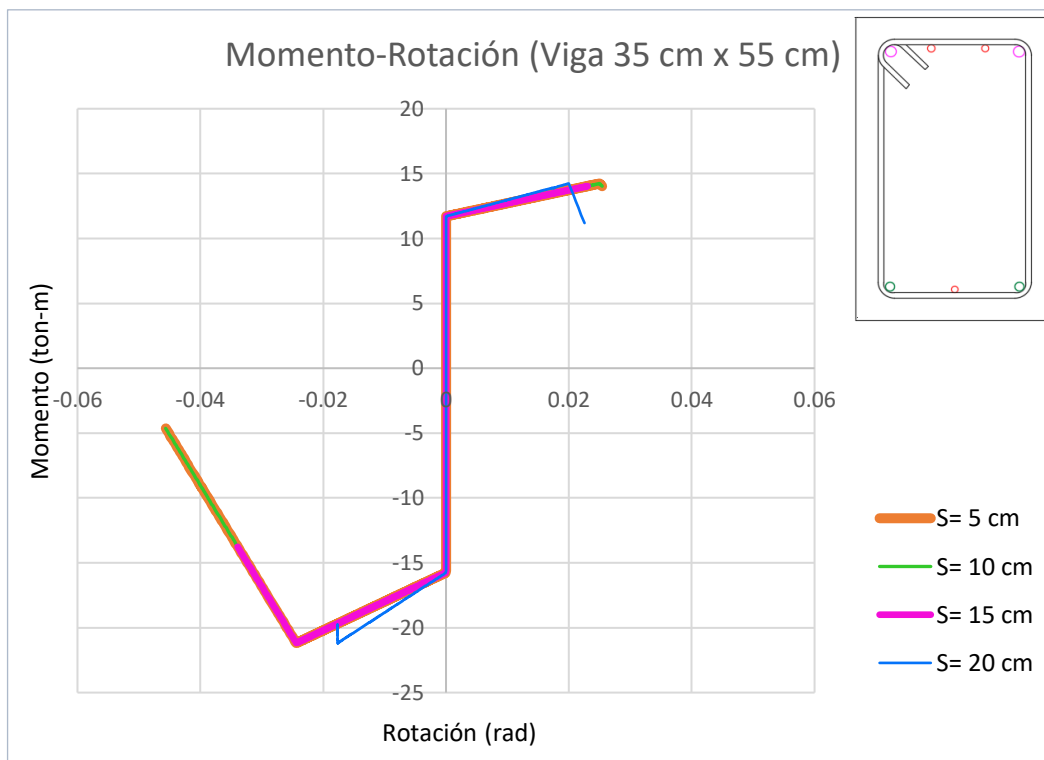
Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

	Positive	Negative
Immediate Occupancy	0.01	-0.00938
Life Safety	0.025	-0.02438
Collapse Prevention	0.05	-0.04754

Show Acceptance Criteria on Plot

Fuente: Etabs v20

Gráfico 73: Parámetros de Modelamiento de la Viga 35x55 – Pórtico 10 para Separación de 20 cm



Fuente: Etabs v20

Gráfico 74: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 35 cm x 55 cm – Pórtico 10

El mismo procedimiento se realizó con todas las vigas de los pórticos de estudio, las cuales se presentan en las siguientes tablas, además se presenta el diagrama de momento rotación de la viga con mayores cargas.

Tabla 42: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 1

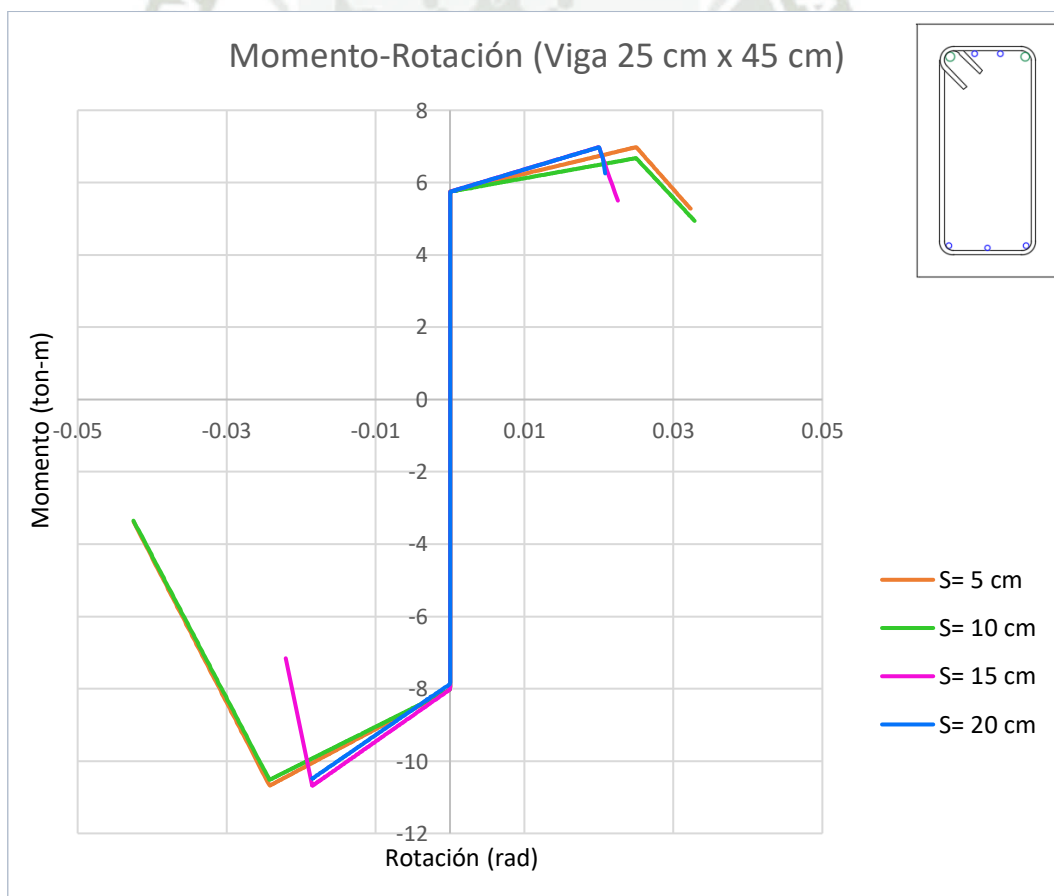
PORTICO 1	VIGA 25x45 D1	VIGA 25x45 D2	VIGA 20x35 D1
bw	25	25	20
d	39	39	29
As	5.4	5.27	3.87
As'	3.29	3.29	1.42
V	6443.2	6044.9	4674.3
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	0.07641	0.07170	0.14915
$\frac{\rho' - \rho}{\rho_{bal}}$	-0.07641	-0.07170	-0.14915
$\frac{V}{b * d * \sqrt{f'c}}$	1.49536	1.40292	1.82363
d/3	13	13	9.6667

Separación	C / NC	C / NC	C / NC
5 cm	C	C	C
10 cm	C	C	NC
15 cm	NC	NC	NC
20 cm	NC	NC	NC

CONFORME (C)	VIGA 25x45 D1	VIGA 25x45 D2	VIGA 20x35 D1
a	0.02424	0.02428	0.02351
b	0.04694	0.04713	0.04403
c	0.2	0.2	0.2

NO CONFORME (NC)	VIGA 25x45 D1	VIGA 25x45 D2	VIGA 20x35 D1
a	0.01847	0.01857	0.01702
b	0.02771	0.02785	0.02553
c	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Etabs v20

Gráfico 75: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 25 cm x 45 cm – Pórtico 1

Tabla 43: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 2

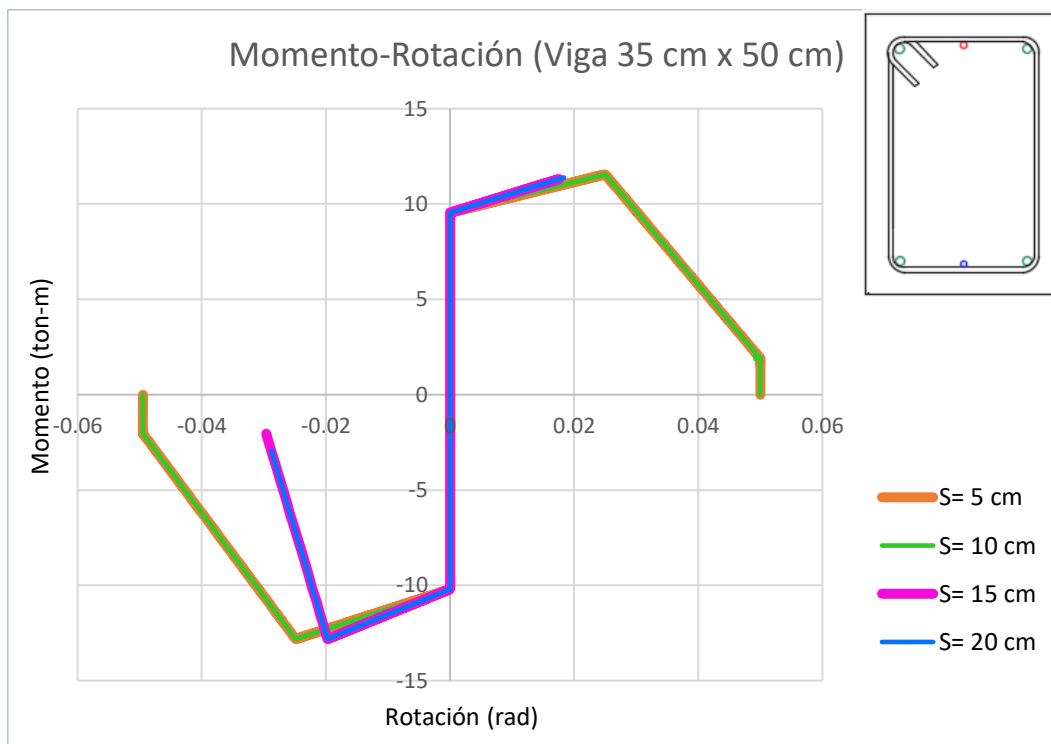
PORTICO 2	VIGA 25x45 D1	VIGA 25x45 D2	VIGA 35x50 D1	VIGA 20x35 D1
bw	25	25	35	20
d	39	39	44	29
As	5.27	3.87	5.27	3.98
As'	3.29	3.29	4.71	2.58
V	6154.6	5867.6	7641.7	4585.1
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	0.07170	0.02100	0.01284	0.08523
$\frac{\rho' - \rho}{\rho_{bal}}$	-0.07170	-0.02100	-0.01284	-0.08523
$\frac{V}{b * d * \sqrt{f'c}}$	1.42838	1.36177	1.12284	1.78883
d/3	13	13	14.667	9.667

Separación	C / NC	C / NC	C / NC	C / NC
5 cm	C	C	C	C
10 cm	C	C	C	NC
15 cm	NC	NC	NC	NC
20 cm	NC	NC	NC	NC

CONFORME (C)	VIGA 25x45 D1	VIGA 25x45 D2	VIGA 35x50 D1	VIGA 20x35 D1
a	0.02428	0.02479	0.02487	0.02415
b	0.04713	0.04916	0.04949	0.04659
c	0.2	0.2	0.2	0.2

NO CONFORME (NC)	VIGA 25x45 D1	VIGA 25x45 D2	VIGA 35x50 D1	VIGA 20x35 D1
a	0.01857	0.01958	0.01974	0.01830
b	0.02785	0.02937	0.02961	0.02744
c	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Etabs v20

Gráfico 76: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 25 cm x 50 cm – Pórtico 2

Tabla 44: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 3

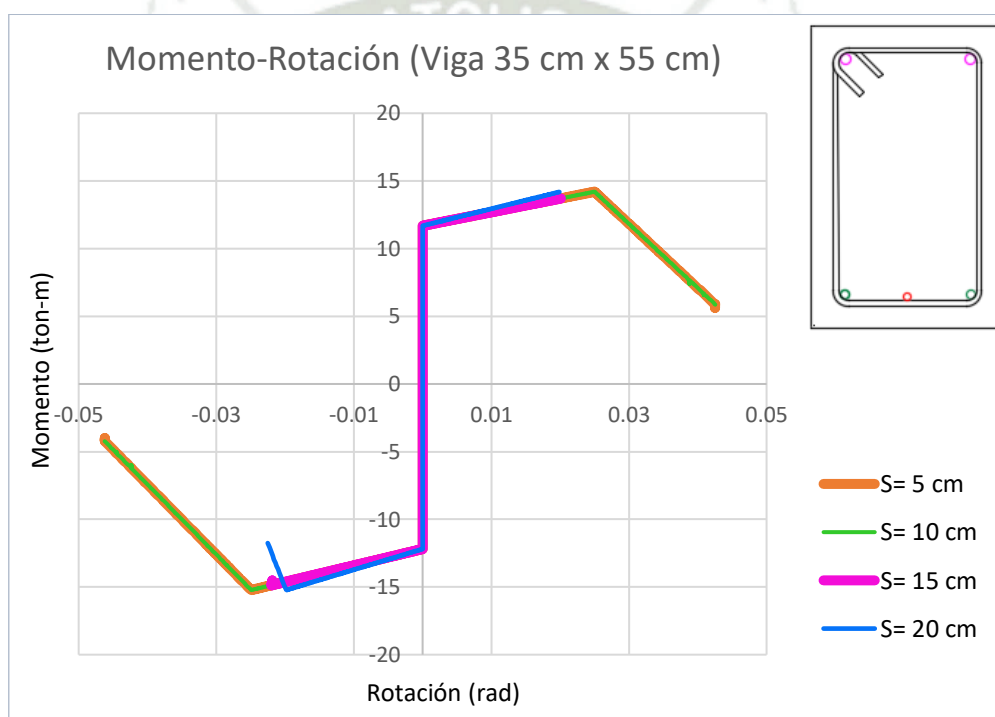
PORTICO 3	VIGA 25x45 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 35x50 D1	VIGA 25x50 D1	VIGA 20x35 D1
bw	25	35	35	25	20
d	39	49	44	44	29
As	3.98	5.68	5.27	3.98	3.98
As'	3.29	5.27	4.71	3.87	2.58
V	5720.2	8063.1	7964.8	6190.1	4315.1
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	0.02499	0.00844	0.01284	0.00353	0.08523
$\frac{\rho' - \rho}{\rho_{bal}}$	-0.02499	-0.00844	-0.01284	-0.00353	-0.08523
$\frac{V}{b * d * \sqrt{f'c}}$	1.32756	1.06386	1.17031	1.27337	1.68349
d/3	13	16.333	14.667	14.667	9.667

Separación	C / NC	C / NC	C / NC	C / NC	C / NC
5 cm	C	C	C	C	C
10 cm	C	C	C	C	NC
15 cm	NC	C	NC	NC	NC
20 cm	NC	NC	NC	NC	NC

CONFORME (C)	VIGA 25x45 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 35x50 D1	VIGA 25x50 D1	VIGA 20x35 D1
a	0.02475	0.02492	0.02487	0.02496	0.02415
b	0.04900	0.04966	0.04949	0.04986	0.04659
c	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

NO CONFORME (NC)	VIGA 25x45 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 35x50 D1	VIGA 25x50 D1	VIGA 20x35 D1
a	0.01950	0.01983	0.01974	0.01993	0.01830
b	0.02925	0.02975	0.02961	0.02989	0.02744
c	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Etabs v20

Gráfico 77: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 35 cm x 55 cm – Pórtico 3

Tabla 45: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 4

PORTICO 4	VIGA 35x50 D1	VIGA 35x60 D1	VIGA 25x45 D1
bw	35	35	25
d	44	54	39
As	5.97	8.52	6.56
As'	4.69	5.97	2.58
V	9451.8	10198.4	7489.2
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	0.02935	0.04764	0.14413

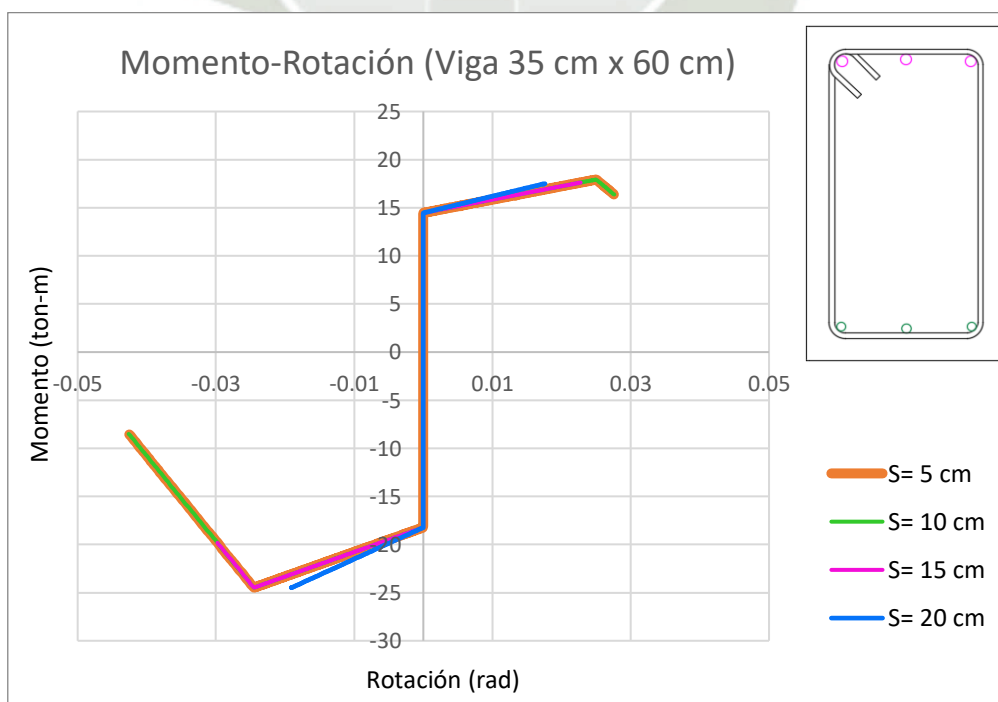
PORTICO 4	VIGA 35x50 D1	VIGA 35x60 D1	VIGA 25x45 D1
$\frac{\rho' - \rho}{\rho_{bal}}$	-0.02935	-0.04764	-0.14413
$\frac{V}{b * d * \sqrt{f'c}}$	1.38881	1.22101	1.73812
d/3	14.667	18	13.0000

Separación	C / NC	C / NC	C / NC
5 cm	C	C	C
10 cm	C	C	C
15 cm	NC	C	NC
20 cm	NC	NC	NC

CONFORME (C)	VIGA 35x50 D1	VIGA 35x60 D1	VIGA 25x45 D1
a	0.02471	0.02452	0.02356
b	0.04883	0.04809	0.04423
c	0.2	0.2	0.2

NO CONFORME (NC)	VIGA 35x50 D1	VIGA 35x60 D1	VIGA 25x45 D1
a	0.01941	0.01905	0.01712
b	0.02912	0.02857	0.02568
c	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Etabs v20

Gráfico 78: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 35 cm x 60 cm – Pórtico 4

Tabla 46: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 5

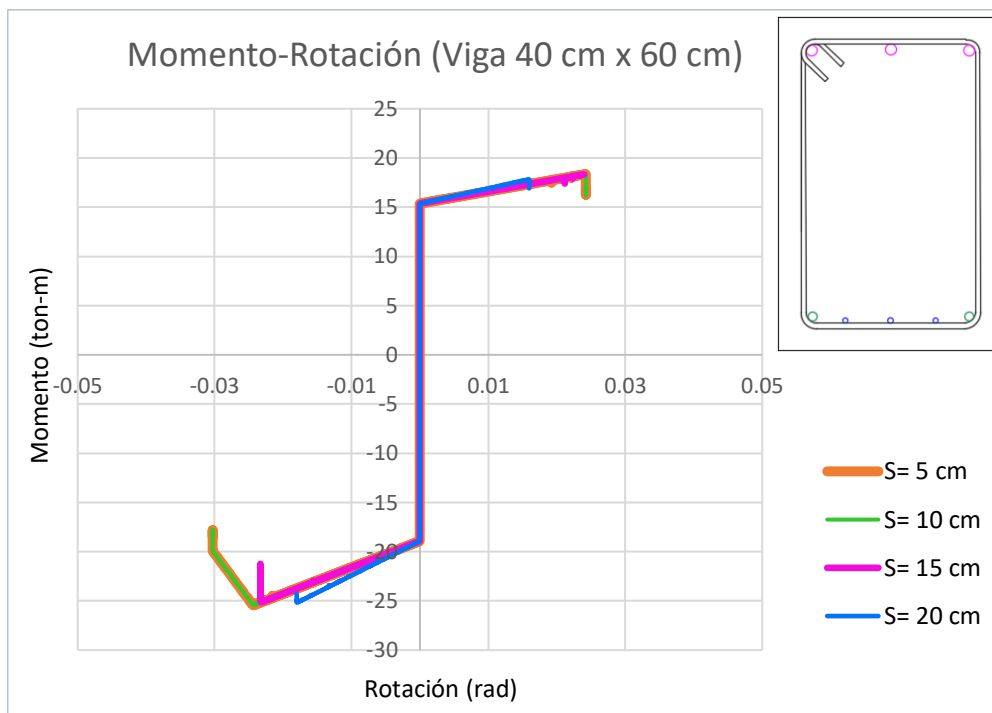
PORTICO 5	VIGA 25x50 D1	VIGA 25x50 D2	VIGA 40x60 D1	VIGA 40x60 D2
bw	25	25	40	40
d	44	44	54	54
As	5.97	6.97	8.52	8.26
As'	4.69	3.29	4.71	4.71
V	8452.3	8664.4	10747.9	10559.3
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	0.04109	0.11812	0.06228	0.05803
$\frac{\rho' - \rho}{\rho_{bal}}$	-0.04109	-0.11812	-0.06228	-0.05803
$\frac{V}{b * d * \sqrt{f'c}}$	1.73872	1.78236	1.12595	1.10619
d/3	14.667	14.667	18.000	18.000

Separación	C / NC	C / NC	C / NC	C / NC
5 cm	C	C	C	C
10 cm	C	C	C	C
15 cm	NC	NC	C	C
20 cm	NC	NC	NC	NC

CONFORME (C)	VIGA 25x50 D1	VIGA 25x50 D2	VIGA 40x60 D1	VIGA 40x60 D2
a	0.02459	0.02382	0.02438	0.02442
b	0.04836	0.04528	0.04751	0.04768
c	0.2	0.2	0.2	0.2

NO CONFORME (NC)	VIGA 25x50 D1	VIGA 25x50 D2	VIGA 40x60 D1	VIGA 40x60 D2
a	0.01918	0.01764	0.01875	0.01884
b	0.02877	0.02646	0.02813	0.02826
c	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Etabs v20

Gráfico 79: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 40 cm x 60 cm – Pórtico 5

Tabla 47: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 6

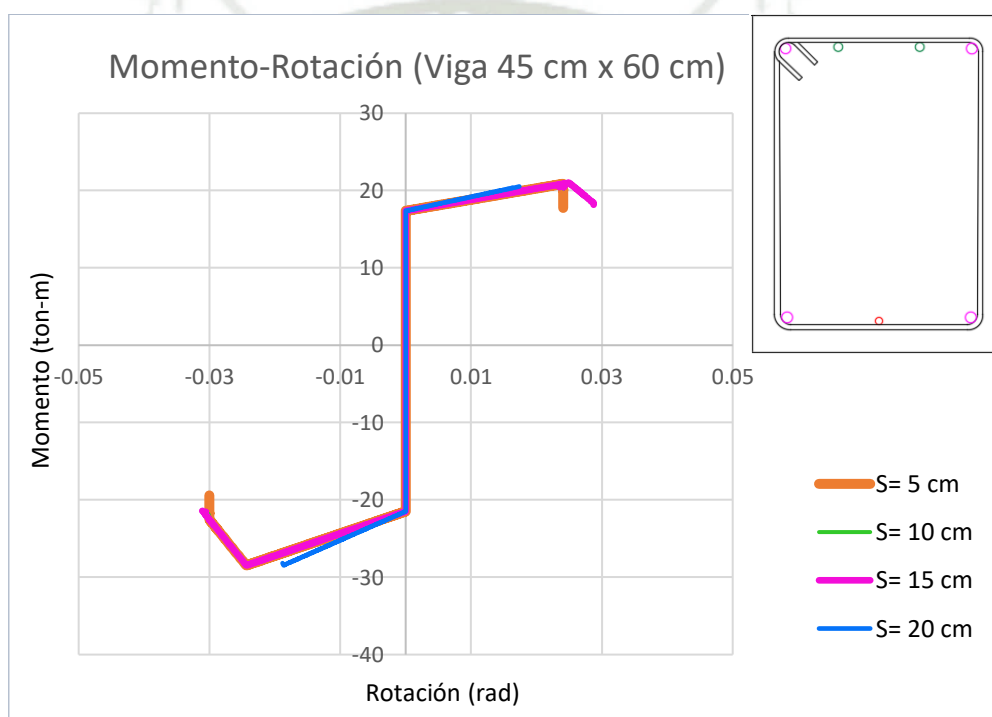
PORTICO 6	VIGA 25x45 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 40x60 D1	VIGA 45x60 D1
bw	25	35	40	45
d	39	49	54	54
As	6.56	17.33	8.52	9.66
As'	3.29	5.27	5.97	5.27
V	8521.3	9517.2	10780.6	11381
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	0.11842	0.24829	0.04168	0.06379
$\frac{\rho' - \rho}{\rho_{bal}}$	-0.11842	-0.24829	-0.04168	-0.06379
$\frac{b * d * \sqrt{f'c}}{V}$	1.97765	1.25572	1.12937	1.05980
d/3	13	16.333	18	18

Separación	C / NC	C / NC	C / NC	C / NC
5 cm	C	C	C	C
10 cm	C	C	C	C
15 cm	NC	C	C	C
20 cm	NC	NC	NC	NC

CONFORME (C)	VIGA 25x45 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 40x60 D1	VIGA 45x60 D1
a	0.02382	0.02252	0.02458	0.02436
b	0.04526	0.04007	0.04833	0.04745
c	0.2	0.2	0.2	0.2

NO CONFORME (NC)	VIGA 25x45 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 40x60 D1	VIGA 45x60 D1
a	0.01763	0.01503	0.01917	0.01872
b	0.02645	0.02255	0.02875	0.02809
c	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Etabs v20

Gráfico 80: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 45 cm x 60 cm – Pórtico 6

Tabla 48: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 7

PORTICO 7	VIGA 25x45 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 25x50 D1	VIGA 20x35 D1
bw	25	30	25	20
d	39	44	44	29
As	4.69	4.69	3.98	3.87
As'	3.29	3.87	3.29	2.13
V	6257.3	6823.9	6240.4	4687.2
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	0.05070	0.02193	0.02215	0.10592

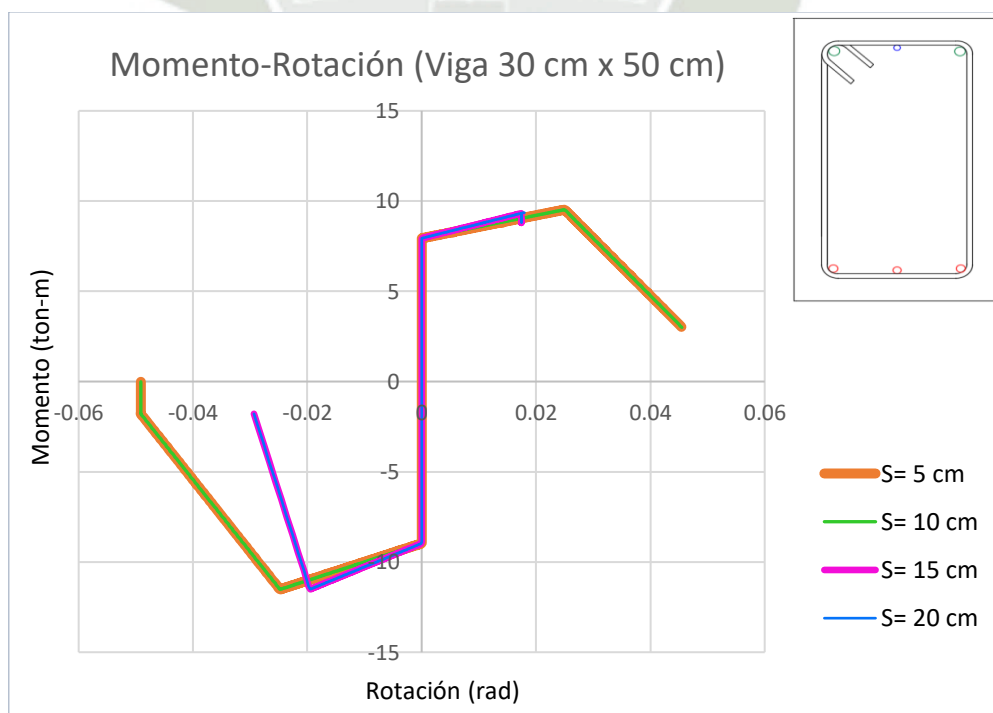
PORTICO 7	VIGA 25x45 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 25x50 D1	VIGA 20x35 D1
$\frac{\rho' - \rho}{\rho_{bal}}$	-0.05070	-0.02193	-0.02215	-0.10592
$\frac{V}{b * d * \sqrt{f'c}}$	1.45221	1.16979	1.28371	1.82866
d/3	13.000	14.667	14.667	9.667

Separación	C / NC	C / NC	C / NC	C / NC
5 cm	C	C	C	C
10 cm	C	C	C	C
15 cm	NC	NC	NC	NC
20 cm	NC	NC	NC	NC

CONFORME (C)	VIGA 25x45 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 25x50 D1	VIGA 20x35 D1
a	0.02449	0.02478	0.02478	0.02394
b	0.04797	0.04912	0.04911	0.04576
c	0.2	0.2	0.2	0.2

NO CONFORME (NC)	VIGA 25x45 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 25x50 D1	VIGA 20x35 D1
a	0.01899	0.01956	0.01956	0.01788
b	0.02848	0.02934	0.02934	0.02682
c	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Etabs v20

Gráfico 81: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 30 cm x 50 cm – Pórtico 7

Tabla 49: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 8

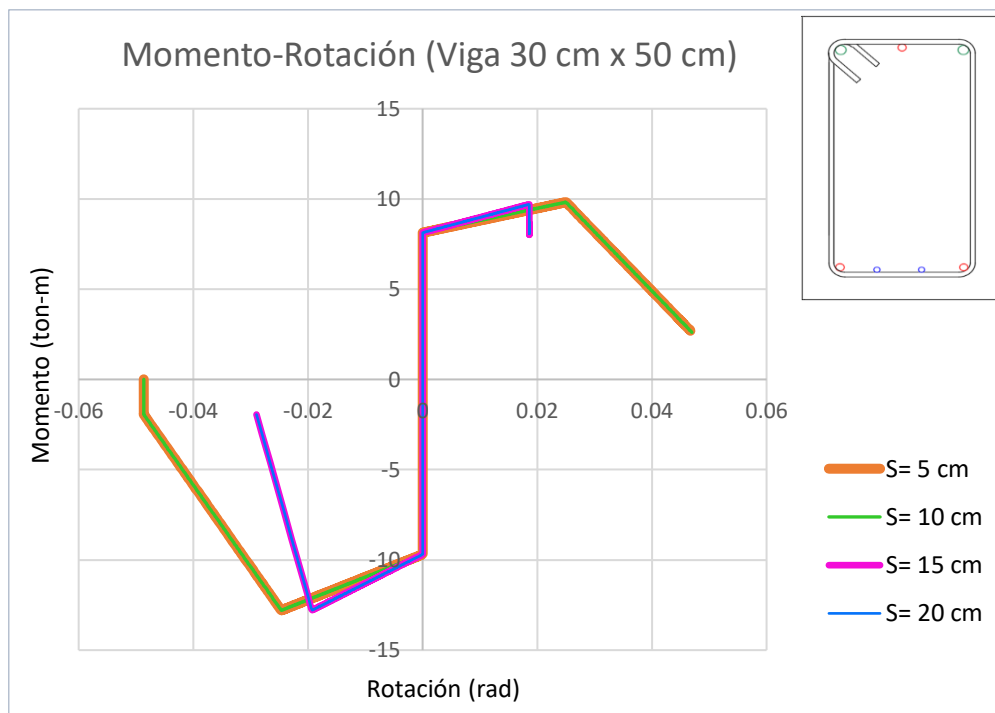
PORTICO 8	VIGA 25x50 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 30x50 D2	VIGA 20x40 D1
bw	25	30	30	20
d	44	44	44	29
As	4.69	5.27	4.69	3.29
As'	3.29	4	4	2.13
V	6530.7	7159.1	6805.9	4675.6
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	0.04494	0.03397	0.01846	0.07062
$\frac{\rho' - \rho}{\rho_{bal}}$	-0.04494	-0.03397	-0.01846	-0.07062
$\frac{V}{b * d * \sqrt{f'c}}$	1.34343	1.22725	1.16670	1.82414
d/3	14.667	14.667	14.667	9.667

Separación	C / NC	C / NC	C / NC	C / NC
5 cm	C	C	C	C
10 cm	C	C	C	NC
15 cm	NC	NC	NC	NC
20 cm	NC	NC	NC	NC

CONFORME (C)	VIGA 25x50 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 30x50 D2	VIGA 20x40 D1
a	0.02455	0.02466	0.02482	0.02429
b	0.04820	0.04864	0.04926	0.04718
c	0.2	0.2	0.2	0.2

NO CONFORME (NC)	VIGA 25x50 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 30x50 D2	VIGA 20x40 D1
a	0.01910	0.01932	0.01963	0.01859
b	0.02865	0.02898	0.02945	0.02788
c	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Etabs v20

Gráfico 82: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 30 cm x 50 cm – Pórtico 8

Tabla 50: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 9

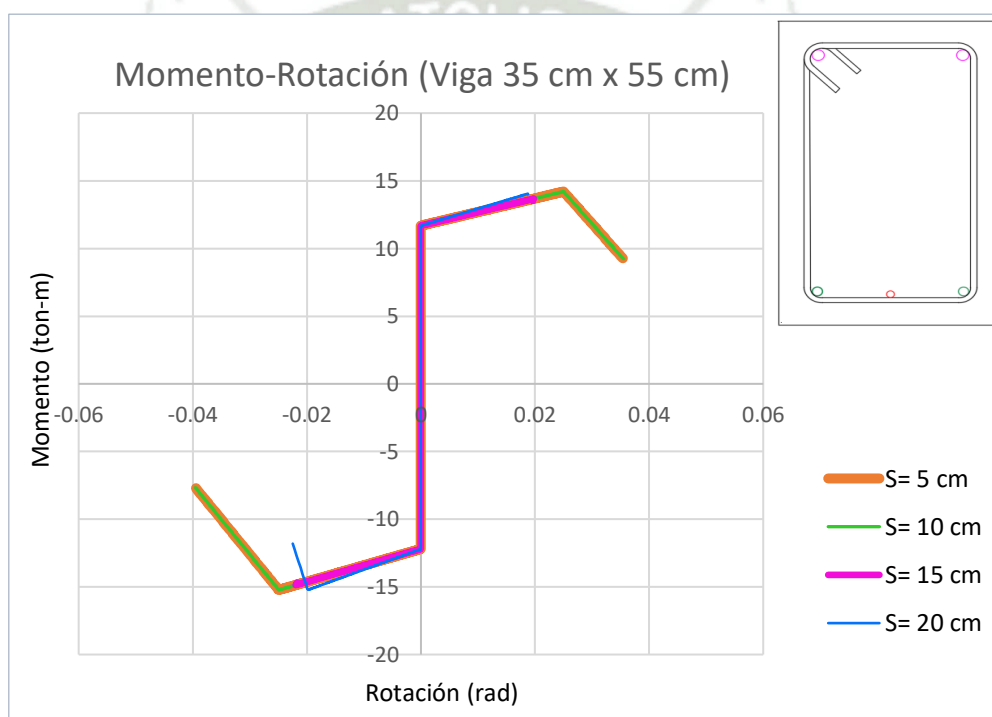
PORTICO 9	VIGA 25x45 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 25x50 D1	VIGA 20x35 D1
bw	25	35	30	25	20
d	39	49	44	44	29
As	4.69	5.68	5.27	3.98	2.58
As'	3.29	5.27	3.87	3.29	2.13
V	6254.6	8152.5	6780.2	6326.4	4471.1
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	0.05070	0.00844	0.03745	0.02215	0.02739
$\frac{\rho' - \rho}{\rho_{bal}}$	-0.05070	-0.00844	-0.03745	-0.02215	-0.02739
$\frac{b * d * \sqrt{f'c}}{V}$	1.45159	1.07566	1.16230	1.30140	1.74435
d/3	13	16.333	14.667	14.667	9.667

Separación	C / NC	C / NC	C / NC	C / NC	C / NC
5 cm	C	C	C	C	C
10 cm	C	C	C	C	NC
15 cm	NC	C	NC	NC	NC
20 cm	NC	NC	NC	NC	NC

CONFORME (C)	VIGA 25x45 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 25x50 D1	VIGA 20x35 D1
a	0.02449	0.02492	0.02463	0.02478	0.02473
b	0.04797	0.04966	0.04850	0.04911	0.04890
c	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

NO CONFORME (NC)	VIGA 25x45 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 25x50 D1	VIGA 20x35 D1
a	0.01899	0.01983	0.01925	0.01999	0.01945
b	0.02848	0.02975	0.02888	0.02998	0.02918
c	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Etabs v20

Gráfico 83: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 35 cm x 55 cm – Pórtico 9

Tabla 51: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 10

PORTICO 10	VIGA 25x50 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 25x40 D1
bw	25	35	30	25
d	44	49	44	34
As	6.97	8.26	7.67	9.66
As'	3.29	5.27	3.87	2.58
V	8890.1	9596.1	9084.5	7284.6
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	0.11812	0.06156	0.10164	0.29410

PORTICO 10	VIGA 25x50 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 25x40 D1
$\frac{\rho' - \rho}{\rho_{bal}}$	-0.11812	-0.06156	-0.10164	-0.29410
$\frac{V}{b * d * \sqrt{f'c}}$	1.82878	1.26613	1.55731	1.93926
d/3	14.667	16.333	14.667	11.333

Separación	C / NC	C / NC	C / NC	C / NC
5 cm	C	C	C	C
10 cm	C	C	C	C
15 cm	NC	C	NC	NC
20 cm	NC	NC	NC	NC

CONFORME (C)	VIGA 25x50 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 25x40 D1
a	0.02382	0.02438	0.02398	0.02206
b	0.04528	0.04754	0.04593	0.03824
c	0.2	0.2	0.2	0.2

NO CONFORME (NC)	VIGA 25x50 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 25x40 D1
a	0.01764	0.01877	0.01797	0.01412
b	0.02646	0.02815	0.02695	0.02118
c	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 11

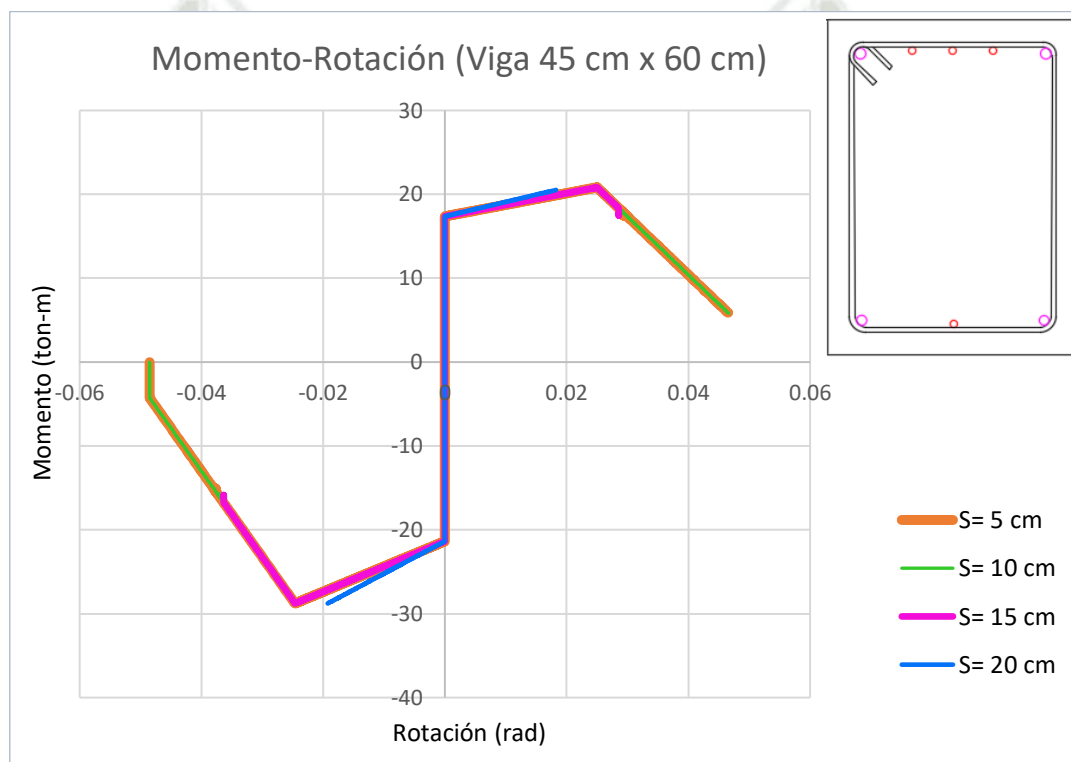
PORTICO 11	VIGA 25x50 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 35x60 D1	VIGA 45x60 D1
bw	25	30	35	45
d	44	44	54	54
As	6.97	7.67	8.26	9.55
As'	3.87	3.98	5.27	6.97
V	8502.7	9184.9	10230	11274.4
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	0.09951	0.09870	0.05586	0.03749
$\frac{\rho' - \rho}{\rho_{bal}}$	-0.09951	-0.09870	-0.05586	-0.03749
$\frac{V}{b * d * \sqrt{f'c}}$	1.74909	1.57452	1.22479	1.04987
d/3	14.667	14.667	18.000	18.000

Separación	C / NC	C / NC	C / NC	C / NC
5 cm	C	C	C	C
10 cm	C	C	C	C
15 cm	NC	NC	C	C
20 cm	NC	NC	NC	NC

CONFORME (C)	VIGA 25x50 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 35x60 D1	VIGA 45x60 D1
a	0.02400	0.02401	0.02444	0.02463
b	0.04602	0.04605	0.04777	0.04850
c	0.2	0.2	0.2	0.2

NO CONFORME (NC)	VIGA 25x50 D1	VIGA 30x50 D1	VIGA 35x60 D1	VIGA 45x60 D1
a	0.01801	0.01803	0.01888	0.01925
b	0.02701	0.02704	0.02832	0.02888
c	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Etabs v20

Gráfico 84: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 45 cm x 60 cm – Pórtico 11

Tabla 53: Datos para el Diagrama de Momento Rotación de Vigas – Pórtico 12

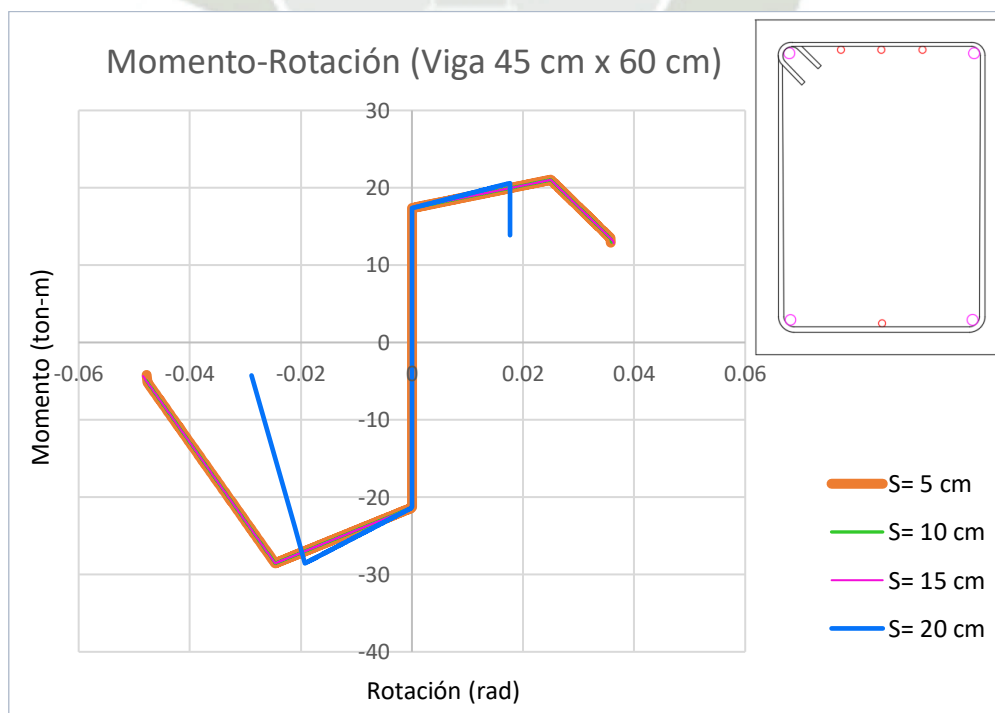
PORTICO 12	VIGA 25x50 D1	VIGA 45x60 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 25x45 D1
bw	25	45	35	25
d	44	54	49	39
As	6.97	9.55	9.55	5.97
As'	3.87	6.97	5.27	3.29
V	8727.3	11258.6	9658	7341.8
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	0.09951	0.03749	0.08812	0.09705

PORTICO 12	VIGA 25x50 D1	VIGA 45x60 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 25x45 D1
$\frac{\rho' - \rho}{\rho_{bal}}$	-0.09951	-0.03749	-0.08812	-0.09705
$\frac{V}{b * d * \sqrt{f'c}}$	1.79529	1.04840	1.27430	1.70391
d/3	14.667	18	16.333	13.000
Separación	C / NC	C / NC	C / NC	C / NC
5 cm	C	C	C	C
10 cm	C	C	C	C
15 cm	NC	C	C	NC
20 cm	NC	NC	NC	NC

CONFORME (C)	VIGA 25x50 D1	VIGA 45x60 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 25x45 D1
a	0.02400	0.02463	0.02412	0.02403
b	0.04602	0.04850	0.04648	0.04612
c	0.2	0.2	0.2	0.2

NO CONFORME (NC)	VIGA 25x50 D1	VIGA 45x60 D1	VIGA 35x55 D1	VIGA 25x45 D1
a	0.01801	0.01925	0.01824	0.01806
b	0.02701	0.02888	0.02736	0.02709
c	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Etabs v20

Gráfico 85: Diagrama de Momento Rotación de la Viga 45 cm x 60 cm – Pórtico 12

4.1.2. Momento Rotación de Columnas

Al usar el modelo de análisis estructural tipo fibra en Columnas, es importante tener en cuenta los esfuerzos del acero y concreto. Calculados con los modelos constitutivos del concreto y el acero. En este caso, se usó un mismo modelo constitutivo del acero; mientras que, el para el concreto se usó el modelo constitutivo de concreto confinado y se consideró los diferentes reforzamientos y cada una de las separaciones del refuerzo transversal estudiadas.

A continuación, se muestra el procedimiento para obtener el diagrama de momento-rotación de la columna de 65 cm x 65 cm del Pórtico 10, la misma que se usó como demostración del diseño estructural.

- Primero se define el modelo constitutivo del concreto no confinado, donde:

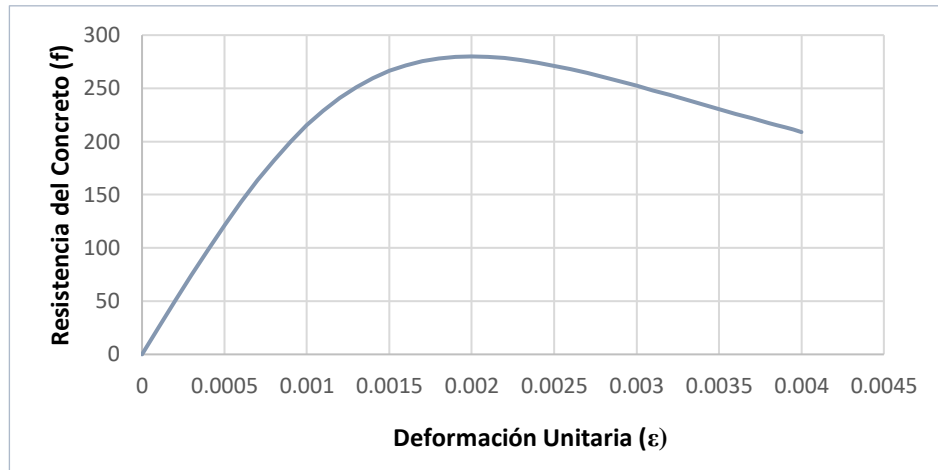
$$\begin{aligned}
 F \text{ confinado} &= 280 \\
 E &= 250998.008 \\
 \varepsilon_o &= 0.002 \\
 E_{sec} &= \frac{f'c}{\varepsilon_o} = 140000 \\
 n &= \frac{E}{E - E_{sec}} = 2.26128 \\
 f &= f_o * \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} * \frac{n}{n - 1 + \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_o}\right)^n}
 \end{aligned}$$

- De la anterior ecuación se realiza la siguiente tabla:

Tabla 54: Resistencia del Concreto en Función de su Deformación Unitaria

ε	f	ε	f
0	0	0.0022	278.390
0.0002	49.982	0.0024	274.140
0.0004	98.351	0.0026	268.008
0.0006	143.142	0.0028	260.606
0.0008	182.570	0.003	252.407
0.001	215.379	0.0032	243.770
0.0012	241.004	0.0034	234.961
0.0014	259.540	0.0036	226.168
0.0016	271.591	0.0038	217.524
0.0018	278.069	0.004	209.120
0.002	280.000		

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 86: Diagrama Constitutivo del Concreto no Confinado

- Para realizar el diagrama constitutivo del concreto confinado se necesita contar con la sección de la columna reforzada, se tiene:

$$\begin{aligned}
 b &= 65 \text{ cm} \\
 h &= 65 \text{ cm} \\
 r &= 4 \text{ cm} \\
 d \text{ estribo} &= 1.26 \text{ cm} \\
 A \text{ estribo} &= 1.2469 \text{ cm}^2 \\
 d \text{ barra} &= 2.54 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

- Según las ecuaciones del ítem 2.1.1.2 (C), se determinan sus componentes:

$$r_{\text{confinado}} = r + \frac{\phi_{\text{barra}}}{2} = 6.53 \text{ cm}$$

$$d = h - r_{\text{confinado}} = 58.47 \text{ cm}$$

$$A_{\text{confinado}} = (h - r_{\text{conf}}) * (b - r_{\text{conf}}) = 2697.764 \text{ cm}^2$$

$$C = \frac{h - 2r - 2\phi_{\text{est}} - \#barras * \phi_{\text{barra}}}{\#barras - 1} = 15.2 \text{ cm}$$

$$Dc = h - 2r - \phi_{\text{est}} = 55.74 \text{ cm}$$

$$f'c = 280$$

$$\rho_h = 2((h - 2r) + (b - 2r)) * \frac{A_{\text{est}}}{s * A_{\text{conf}}}$$

$$F_{\text{conf}} = f'c + \rho_h * \sigma_{hs} * \frac{\phi_{\text{est}}}{2C} \left(1 - \frac{s}{2Dc}\right) * 23$$

Tabla 55: Valores para Determinar la Resistencia del Concreto Confinado

Separación	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm
ρ_h	0.02108	0.01054	0.00703	0.00527
F confinado	360.6004	326.999	304.344	297.312
E	284 842.21	267 659.78	261 681.70	258 640.86
K	1.28786	1.13717	1.08694	1.06183
eco	0.004706	0.00329	0.00282	0.00258
$E_{sec}=f_c/em$	76 627.783	96 797.996	108 028.616	115 184.678
n	1.36802	1.56653	1.70307	1.80293

Fuente: Elaboración Propia

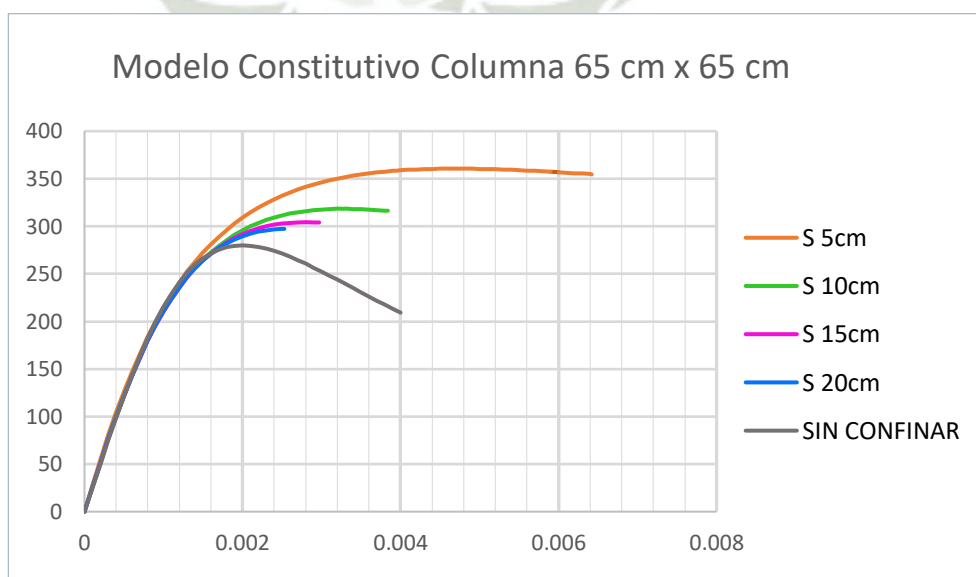
- Cumpliendo con la ecuación del ítem 2.1.1.2 (C) para la resistencia a la compresión del concreto confinado se obtiene la deformación unitaria última de la sección:

Tabla 56: Deformación Última de la Columna 65x65

Separación	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm
ϵ	0.00642	0.00384	0.00297	0.00253

Fuente: Elaboración Propia

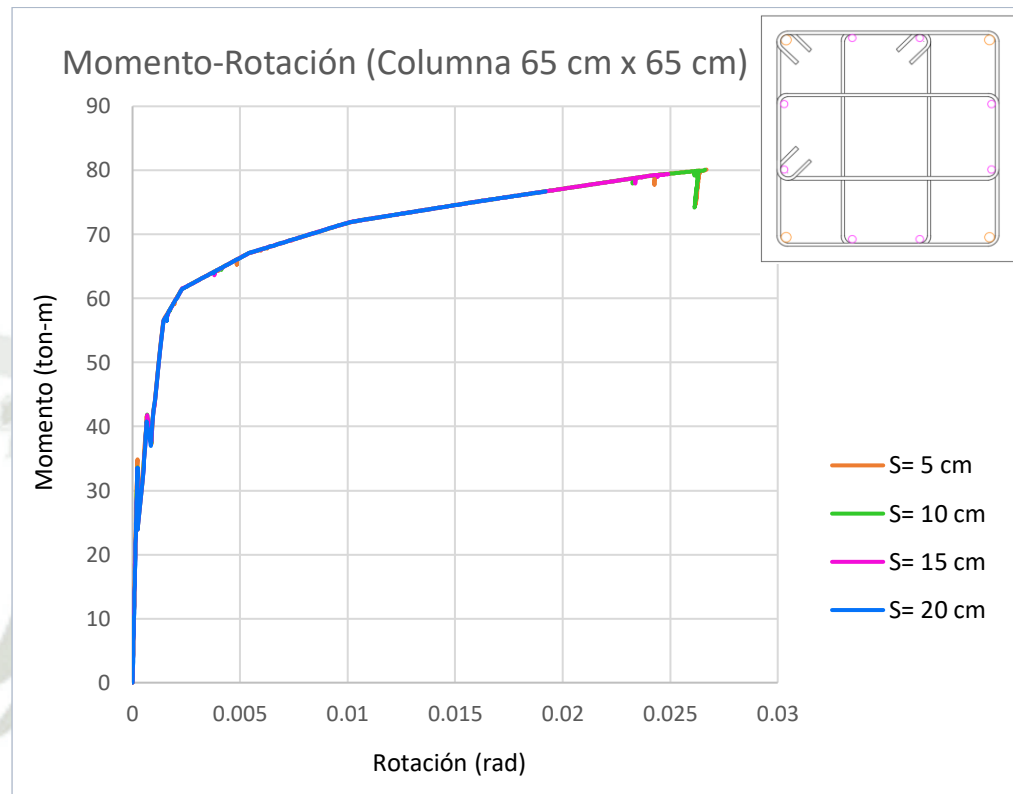
- Se realizó el mismo procedimiento para el concreto no confinado y se obtuvo el diagrama constitutivo, en el siguiente gráfico se detallan los diagramas constitutivos para la columna 65 cm x 65 cm para las separaciones de 5 cm, 10 cm, 15 cm y 20 cm.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 87: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 65 cm x 65 cm

- En base a lo mencionado se ingresaron los datos de deformaciones al programa Etabs v20.
- El programa nos brinda el diagrama momento rotación de la sección:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 88: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 65 cm x 65 cm – Pórtico 10

El mismo procedimiento se sigue en todas las columnas usadas; a continuación, se presentan los datos y los diagramas constitutivos de todas estas:

Tabla 57: Valores para Determinar los Diagramas Constitutivos de Columnas – Valores Fijos

VALORES FIJOS	Columna	30x30	35x35	40x40	45x45	50x50	55x55	60x60	65x65	70x70	75x75	80x80	85x85
	b/h	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
	d estribo	0.80	0.95	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
	A estribo	0.50	0.71	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
	d barra	1.26	1.59	1.91	1.91	1.91	1.91	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54
	d	24.57	29.25	33.79	38.79	43.79	48.79	53.47	58.47	63.47	68.47	73.47	78.47
	r confinado	5.43	5.75	6.21	6.21	6.21	6.21	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53
	A confinada	366.34	552.60	760.38	1061.13	1411.88	1812.63	2203.36	2697.76	3242.16	3836.56	4480.96	5175.36
	σ_{hs}	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
	C	8.31	10.33	12.21	9.38	10.83	7.13	13.74	15.2	16.86	19.77	14.67	16.56
	Dc	21.20	26.05	30.74	35.74	40.74	45.74	50.74	55.74	60.74	65.74	70.74	75.74
	eo	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	esm	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Fy (kg/cm ²)	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
	ey	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58: Valores para Determinar los Diagramas Constitutivos de Columnas – Separación 5 cm

SEPERACIÓN 5	Columna	30x30	35x35	40x40	45x45	50x50	55x55	60x60	65x65	70x70	75x75	80x80	85x85
	F confinado	379.05	392.14	472.22	489.88	436.52	488.70	379.13	360.60	346.02	331.59	344.14	332.74
	ph	0.02415	0.02785	0.04198	0.03478	0.02967	0.02586	0.02354	0.02108	0.01908	0.01742	0.01603	0.01484
	E	292036.9	297037.0	325960.0	331999.2	313394.4	331599.2	292070.7	284842.2	279024.7	273142.3	278266.0	2736178.0
	K	1.354	1.400	1.687	1.750	1.559	1.745	1.354	1.288	1.236	1.184	1.229	1.188
eco	0.0053	0.0058	0.0142	0.0167	0.0091	0.0165	0.0053	0.0047	0.0042	0.0037	0.0042	0.0038	

	Columna	30x30	35x35	40x40	45x45	50x50	55x55	60x60	65x65	70x70	75x75	80x80	85x85
SEPERACIÓN 5 cm	Esec=fc/em	71180.59	68024.89	33348.38	29363.90	48183.70	29592.12	71157.65	76627.78	82064.98	88854.13	82859.06	88246.21
	n	1.322	1.297	1.114	1.097	1.182	1.098	1.322	1.368	1.417	1.482	1.424	1.476
	ecu	0.0415	0.0458	0.0563	0.0458	0.0440	0.0351	0.0405	0.0384	0.0364	0.0349	0.0314	0.0302
	0.2f'c	75.81	78.43	94.44	97.98	87.30	97.74	75.83	72.12	69.20	66.32	68.83	66.55
	Econfinada	0.8768	0.8768	0.8767	0.8768	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767
	Esin confinar	2.294	2.701	4.528	3.781	3.054	2.757	2.238	1.942	1.717	1.530	1.456	1.327
	110ps	27.09	31.24	47.09	39.01	33.28	29.01	26.41	23.64	21.40	19.54	17.98	16.65
	E disponible	25.67	29.42	43.44	36.11	31.11	27.13	25.05	22.58	20.56	18.89	17.40	16.20
	e total	0.00716	0.00805	0.01139	0.00964	0.00845	0.0075	0.00701	0.00642	0.00594	0.00554	0.00519	0.0049
	Einelastica	21.26	25.01	39.03	31.70	26.70	22.72	20.64	18.17	16.15	14.48	12.99	11.79
	e plastico	0.00506	0.00595	0.00929	0.00754	0.00635	0.00540	0.00491	0.00432	0.00384	0.00344	0.00309	0.00280
	E aplicada	21.25	24.99	39.02	31.67	26.67	22.68	20.62	18.14	16.13	14.45	12.98	11.76

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59: Valores para Determinar los Diagramas Constitutivos de Columnas – Separación 10 cm

	Columna	30x30	35x35	40x40	45x45	50x50	55x55	60x60	65x65	70x70	75x75	80x80	85x85
SEPERACIÓN 10 cm	F confinado	322.90	330.12	367.60	377.05	353.14	378.32	327.00	318.41	311.59	304.77	310.90	305.47
	ph	0.01207	0.01393	0.02099	0.01739	0.01484	0.01293	0.01177	0.01054	0.00954	0.00871	0.00801	0.00742
	E	269542.4	272536.4	287594.4	291266.0	281881.0	291755.9	271246.5	267659.8	264780.2	261866.3	264483.7	262165.7
	K	1.153	1.179	1.313	1.347	1.261	1.351	1.168	1.137	1.113	1.088	1.110	1.091
	eco	0.0034	0.0037	0.0049	0.0053	0.0045	0.0053	0.0036	0.0033	0.0031	0.0028	0.0030	0.0029
	Esec=fc/em	93858.79	89645.33	74399.28	71708.77	79260.24	71371.69	91396.31	96798.00	101806.6	107630.3	102361.8	106991.9
	n	1.534	1.490	1.349	1.327	1.391	1.324	1.508	1.567	1.625	1.698	1.631	1.689
	ecu	0.0260	0.0288	0.0376	0.0311	0.0287	0.0241	0.0252	0.0235	0.0220	0.0208	0.0192	0.0183

	0.2f'c	64.58	66.02	73.52	75.41	70.63	75.66	65.40	63.68	62.32	60.95	62.18	61.09
	Econfinada	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767
	Esin conf	1.083	1.248	1.960	1.662	1.376	1.254	1.065	0.954	0.866	0.795	0.750	0.696
	110ps	13.54	15.62	23.54	19.51	16.64	14.51	13.20	11.82	10.70	9.77	8.99	8.32
	E disponible	13.34	15.25	22.46	18.72	16.14	14.13	13.01	11.74	10.71	9.85	9.12	8.50
	e total	0.00422	0.00468	0.00639	0.0055	0.00489	0.00441	0.00414	0.00384	0.00359	0.00339	0.00322	0.00306
	Einelastica	8.93	10.84	18.05	14.31	11.73	9.72	8.60	7.33	6.30	5.44	4.71	4.09
	e plástico	0.00212	0.00258	0.00429	0.00340	0.00279	0.00231	0.00204	0.00174	0.00149	0.00129	0.00112	0.00096
	E aplicada	8.90	10.84	18.02	14.28	11.72	9.70	8.57	7.31	6.26	5.42	4.70	4.03

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60: Valores para Determinar los Diagramas Constitutivos de Columnas – Separación 15 cm

	Columna	30x30	35x35	40x40	45x45	50x50	55x55	60x60	65x65	70x70	75x75	80x80	85x85	
SEPERACIÓN 15 cm	F confinado	304.19	309.44	332.73	339.44	325.35	341.52	309.62	304.34	300.12	295.84	299.81	296.38	
	ρh	0.00805	0.00928	0.01399	0.01159	0.00989	0.00862	0.00785	0.00703	0.00636	0.00581	0.00534	0.00495	
	E	261614.8	263864.6	273613.1	276357.3	270562.0	277205.2	263940.3	261681.7	259858.6	257998.1	259727.1	258235.5	
	K	1.086	1.105	1.188	1.212	1.162	1.220	1.106	1.087	1.072	1.057	1.071	1.059	
	eco	0.0028	0.0030	0.0038	0.0040	0.0035	0.0041	0.0030	0.0028	0.0027	0.0025	0.0027	0.0025	
	Esec=fc/em	108174.1	103547.2	88252.4	84957.2	92364.1	84006.9	103400.3	108028.6	112177.5	116856.1	112492.6	116231.7	
	n	1.705	1.646	1.476	1.444	1.518	1.435	1.644	1.703	1.760	1.828	1.764	1.819	
	ecu	0.0196	0.0216	0.0287	0.0241	0.0219	0.0188	0.0189	0.0176	0.0165	0.0155	0.0145	0.0138	
	0.2f'c	60.84	61.89	66.55	67.89	65.07	68.30	61.92	60.87	60.02	59.17	59.96	59.28	
	Econfinada	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8767	0.8768	0.8767	0.8768	0.8767	0.8768	0.8768	0.8767
	Esin conf	0.746	0.844	1.258	1.071	0.913	0.825	0.733	0.668	0.616	0.572	0.538	0.508	
	110ps	9.03	10.41	15.70	13.00	11.09	9.67	8.80	7.88	7.13	6.51	5.99	5.55	
	E disponible	9.16	10.45	15.32	12.81	11.06	9.72	8.95	8.09	7.39	6.82	6.33	5.92	

	Columna	30x30	35x35	40x40	45x45	50x50	55x55	60x60	65x65	70x70	75x75	80x80	85x85
S 15 cm	e total	0.00323	0.00353	0.00469	0.00409	0.00368	0.00336	0.00317	0.00297	0.00281	0.00267	0.00255	0.00245
	Einelastica	4.75	6.04	10.91	8.40	6.65	5.31	4.54	3.68	2.98	2.41	1.92	1.51
	e plastico	0.00113	0.00143	0.00259	0.00199	0.00158	0.00126	0.00107	0.00087	0.00071	0.00057	0.00045	0.00035
	E aplicada	4.75	6.01	10.88	8.36	6.64	5.29	4.49	3.65	2.98	2.39	1.89	1.47

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61: Valores para Determinar los Diagramas Constitutivos de Columnas – Separación 20 cm

	Columna	30x30	35x35	40x40	45x45	50x50	55x55	60x60	65x65	70x70	75x75	80x80	85x85	
SEPERACIÓN 20 cm	F confinado	294.83	299.11	315.29	320.63	311.45	323.13	300.93	297.31	294.38	291.37	294.27	291.84	
	ph	0.00604	0.00696	0.01049	0.00870	0.00742	0.00647	0.00589	0.00527	0.00477	0.00436	0.00401	0.00371	
	E	257559.5	259419.9	266347.3	268592.8	264721.2	269635.5	260210.2	258640.9	257362.5	256042.1	257315.9	256247.7	
	K	1.053	1.068	1.126	1.145	1.112	1.154	1.075	1.062	1.051	1.041	1.051	1.042	
	eco	0.0025	0.0026	0.0032	0.0034	0.0031	0.0034	0.0027	0.0026	0.0025	0.0024	0.0025	0.0024	
	Esec=fc/em	118032.2	113237.8	98998.3	95311.0	101916.6	93719.6	111345.8	115184.7	118570.0	122340.7	118698.3	121733.8	
	n	1.846	1.775	1.592	1.550	1.626	1.533	1.748	1.803	1.854	1.915	1.856	1.905	
	ecu	0.0160	0.0177	0.0236	0.0199	0.0180	0.0158	0.0155	0.0144	0.0135	0.0128	0.0120	0.0115	
	0.2f'c	58.97	59.82	63.06	64.13	62.29	64.63	60.19	59.46	58.88	58.27	58.85	58.37	
	Econfinada	0.8768	0.8768	0.8767	0.8768	0.8767	0.8768	0.8767	0.8767	0.8769	0.8767	0.8769	0.8768	0.8768
	Esin confinar	0.590	0.661	0.946	0.810	0.704	0.636	0.581	0.532	0.495	0.465	0.439	0.416	
	110ps	6.77	7.81	11.77	9.75	8.32	7.25	6.60	5.91	5.35	4.89	4.49	4.16	
	E disponible	7.06	8.03	11.70	9.82	8.49	7.49	6.90	6.26	5.73	5.30	4.93	4.62	
	e total	0.00273	0.00296	0.00383	0.00338	0.00307	0.00283	0.00269	0.00253	0.00241	0.00231	0.00222	0.00214	
	Einelastica	2.65	3.62	7.29	5.41	4.08	3.08	2.49	1.85	1.32	0.89	0.52	0.21	
	e plastico	0.00063	0.00086	0.00173	0.00128	0.00097	0.00073	0.00059	0.00043	0.00031	0.00021	0.00012	0.00004	
E aplicada	2.65	3.61	7.27	5.38	4.07	3.07	2.48	1.81	1.30	0.88	0.50	0.17		

Fuente: Elaboración Propia

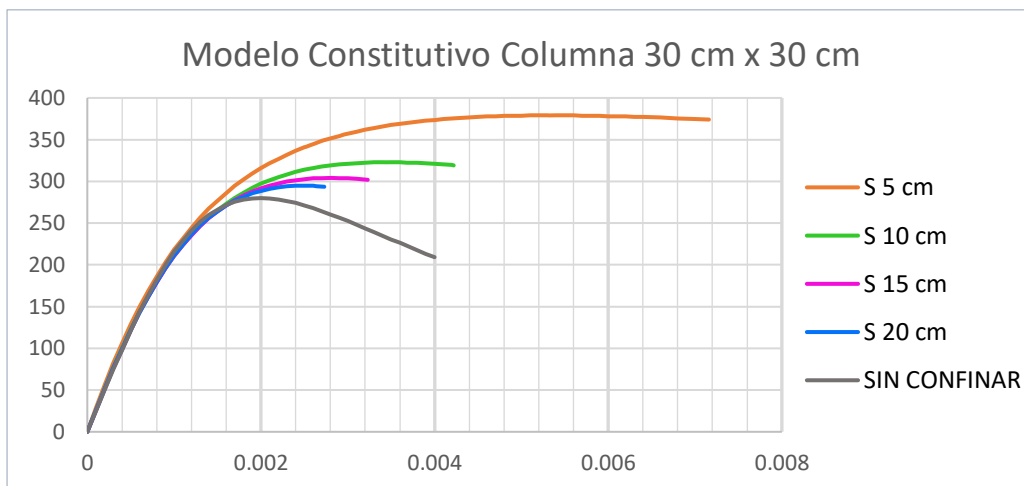


Gráfico 89: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 30 cm x 30 cm

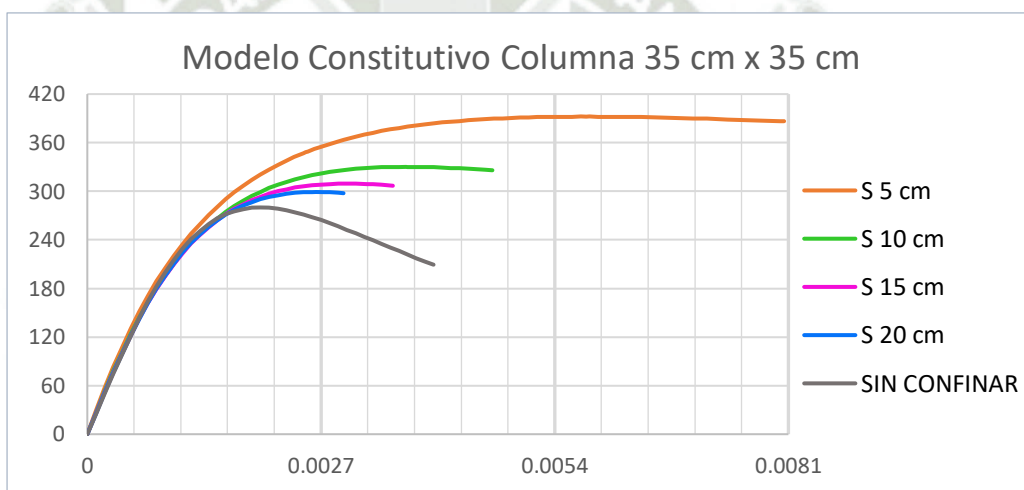


Gráfico 90: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 35 cm x 35 cm

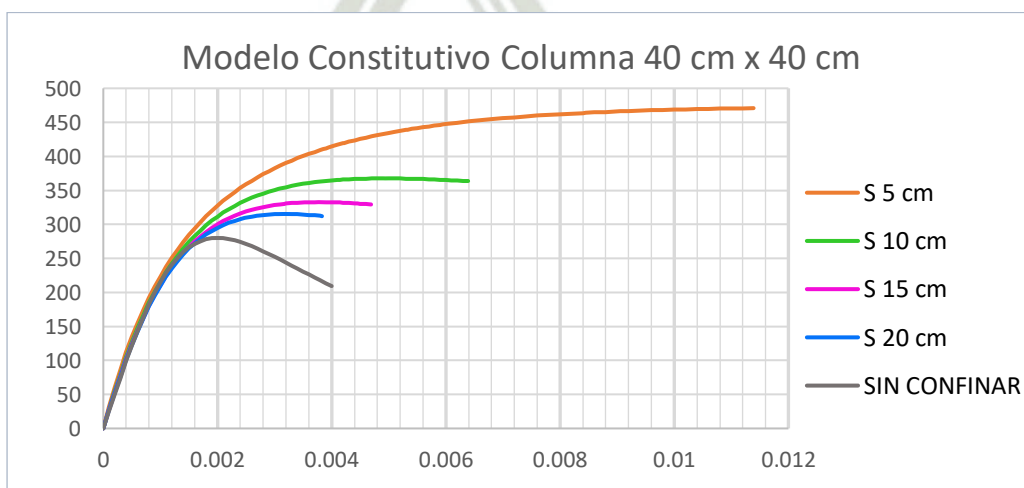


Gráfico 91: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 40 cm x 40 cm

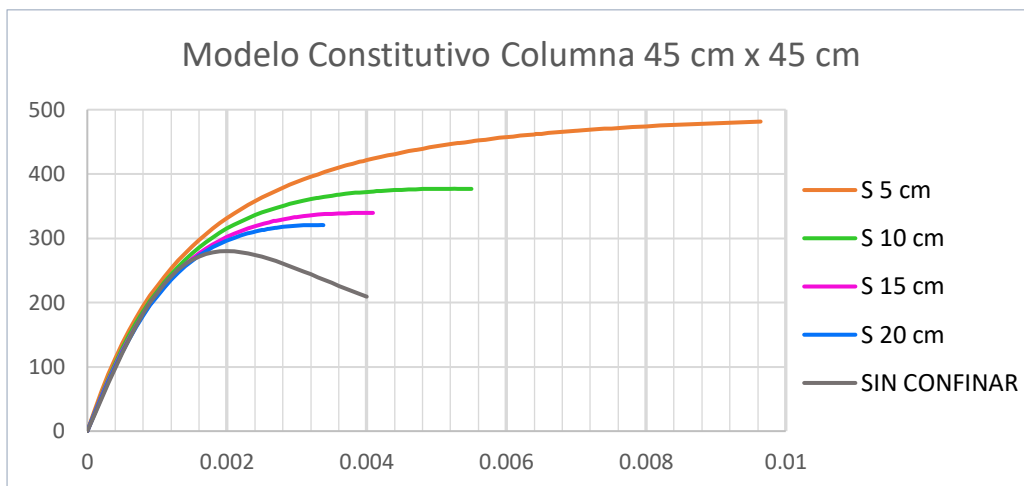


Gráfico 92: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 45 cm x 45 cm

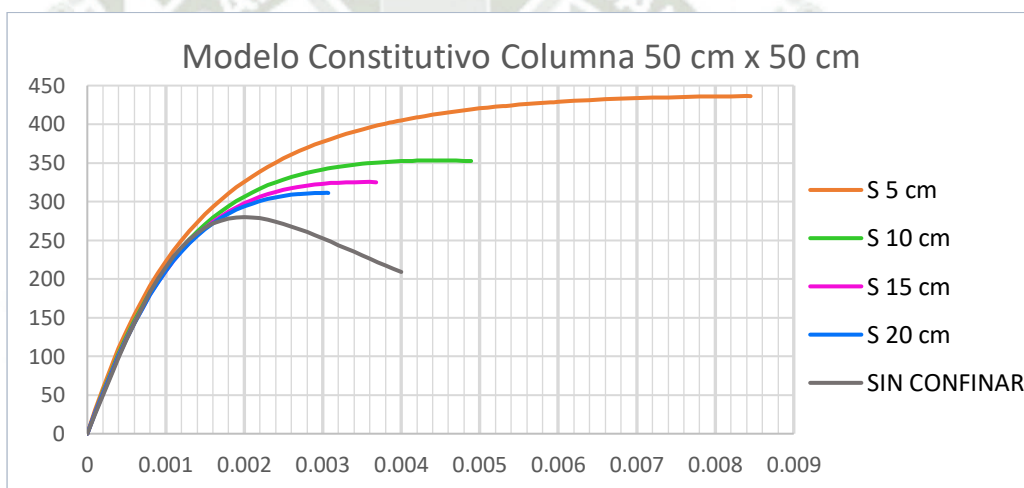


Gráfico 93: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 50 cm x 50 cm

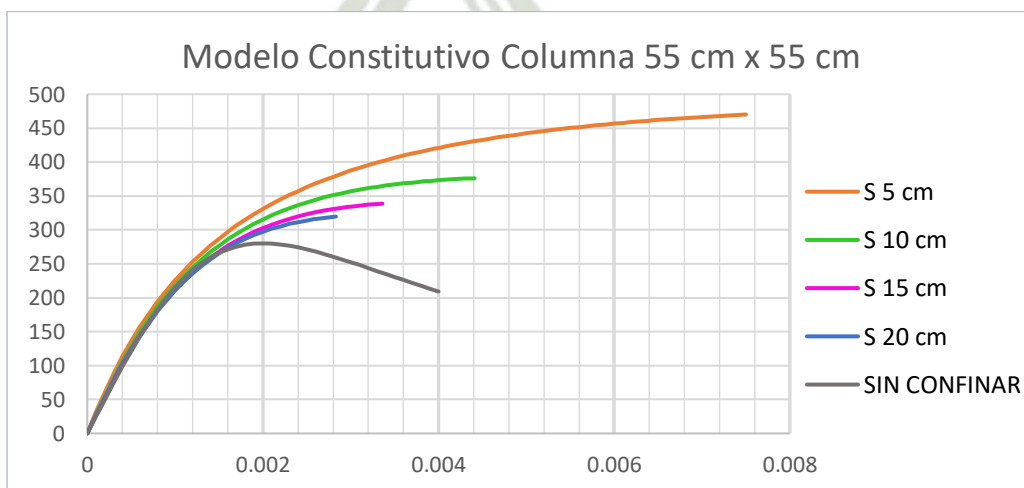


Gráfico 94: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 55 cm x 55 cm

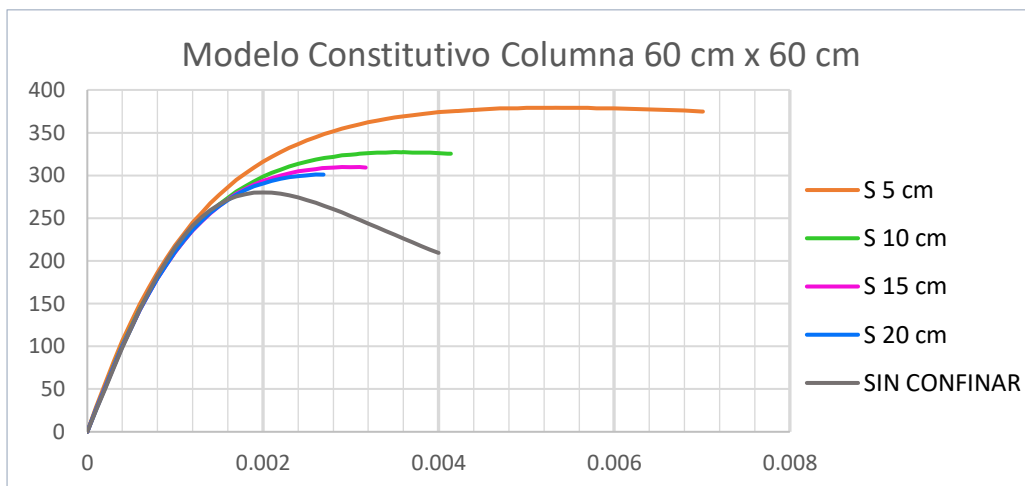


Gráfico 95: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 60 cm x 60 cm

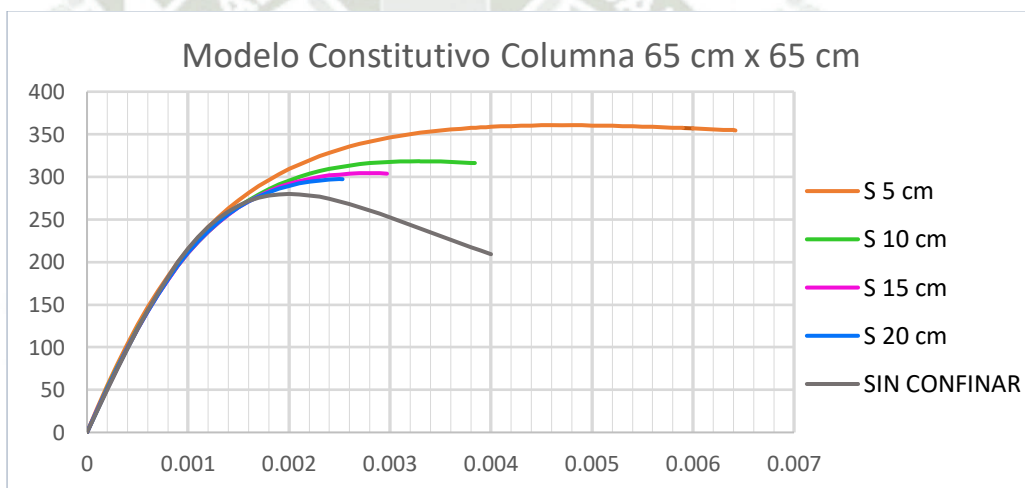


Gráfico 96: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 65 cm x 65 cm

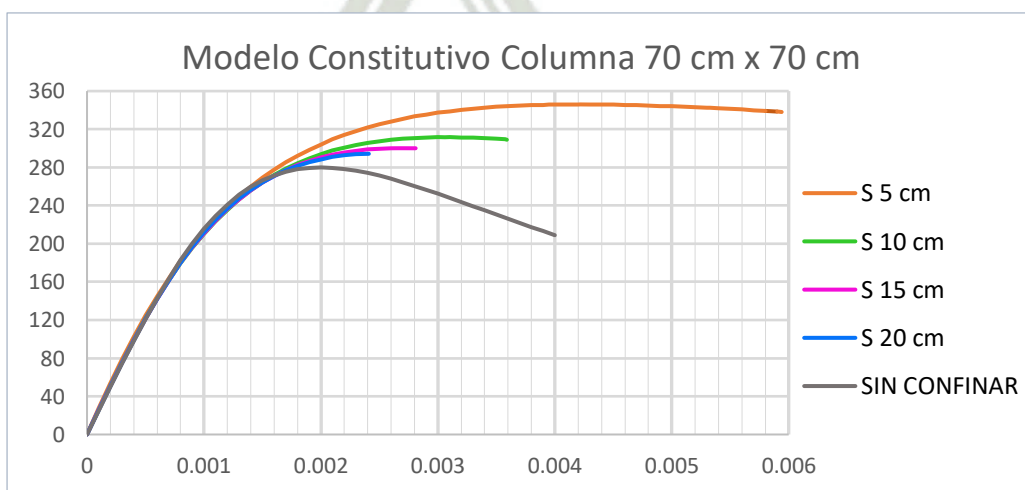


Gráfico 97: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 70 cm x 70 cm

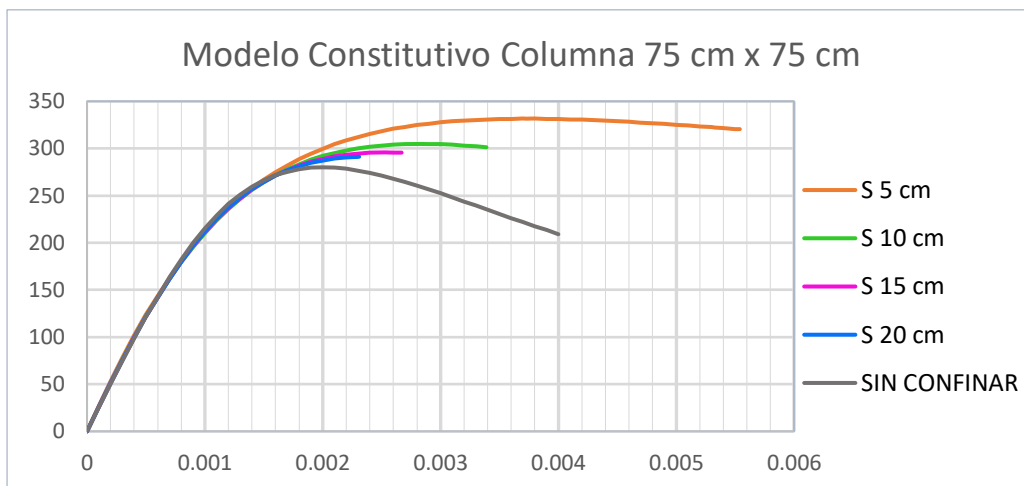


Gráfico 98: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 75 cm x 75 cm

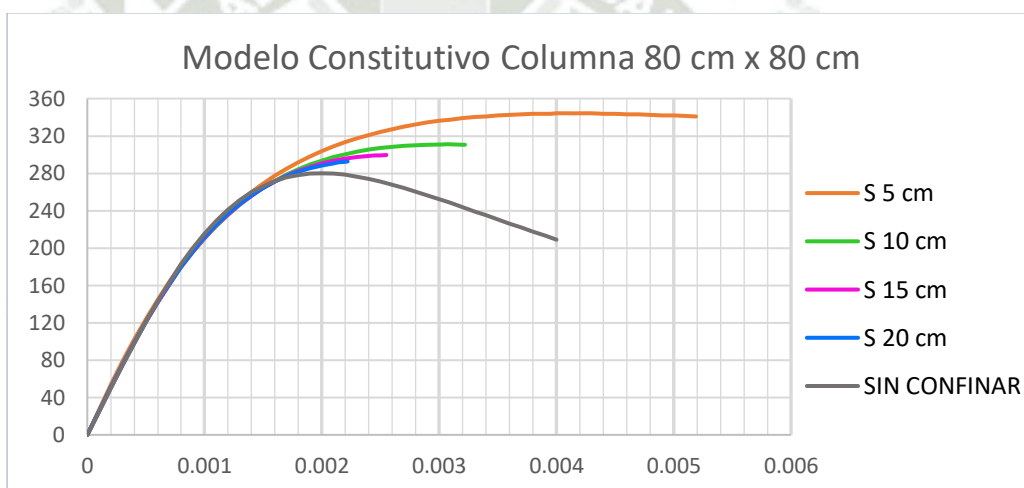


Gráfico 99: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 80 cm x 80 cm

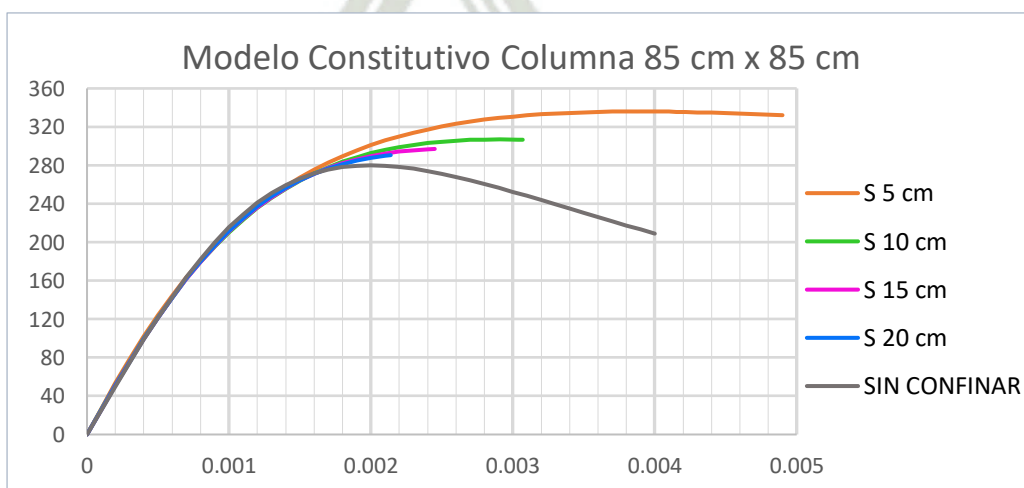
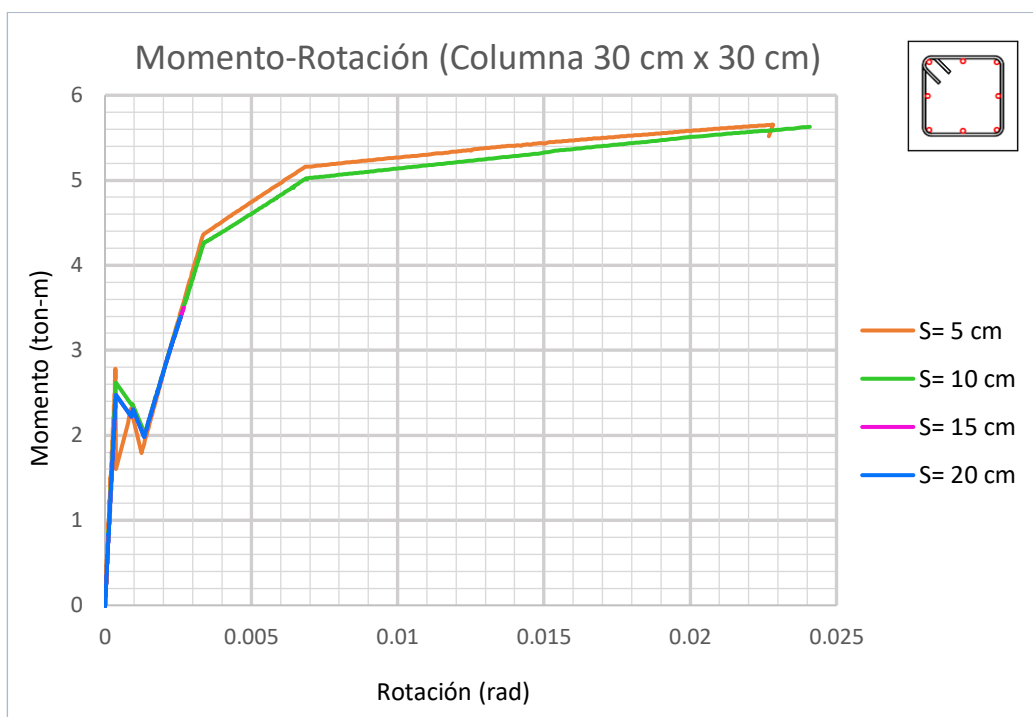


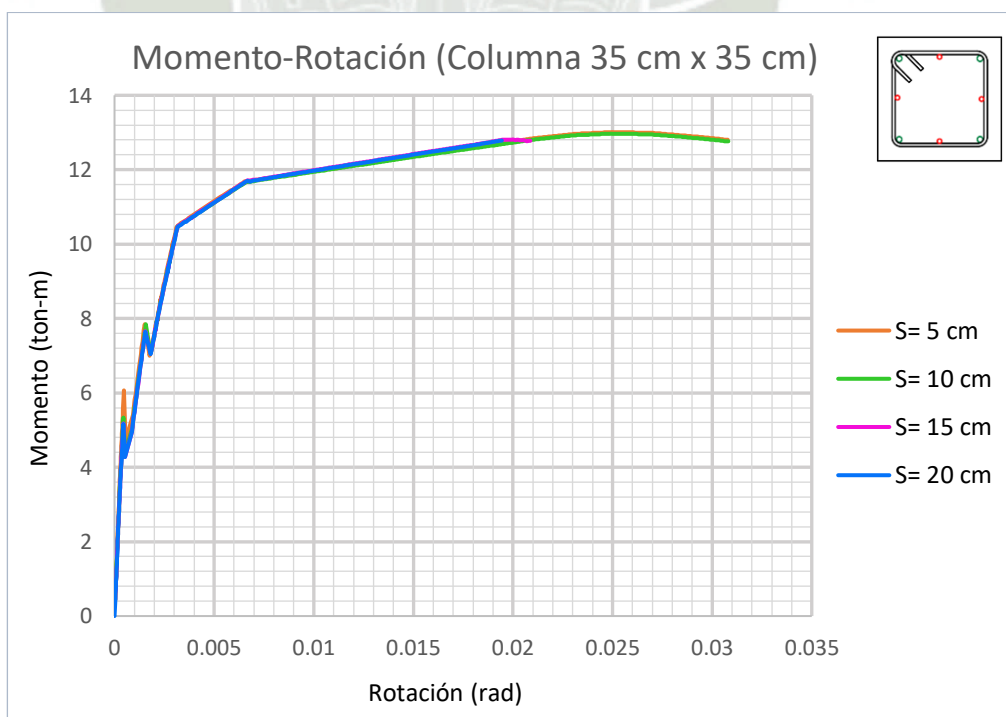
Gráfico 100: Diagrama Constitutivo del Concreto Confinado - Columna 85 cm x 85 cm

Los Diagramas Momento Rotación se presentan a continuación:



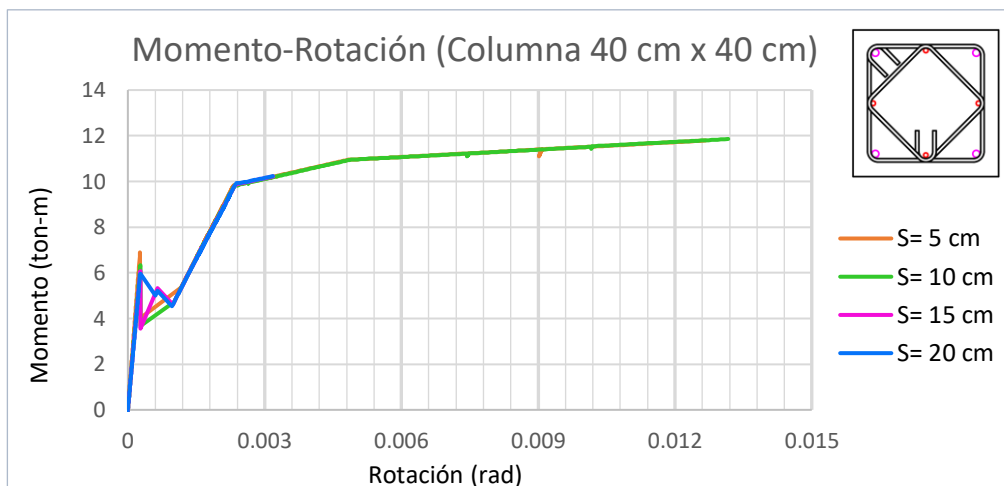
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 101: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 30 cm x 30 cm



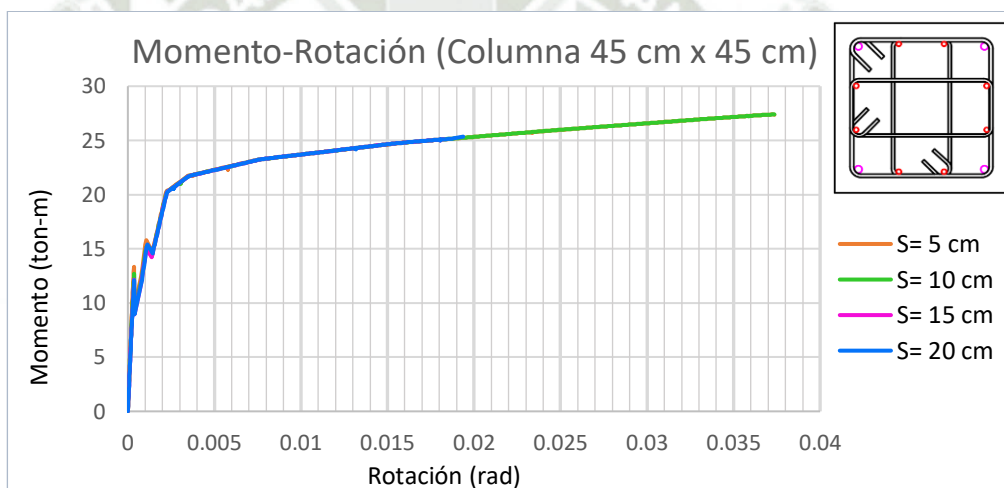
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 102: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 35 cm x 35 cm



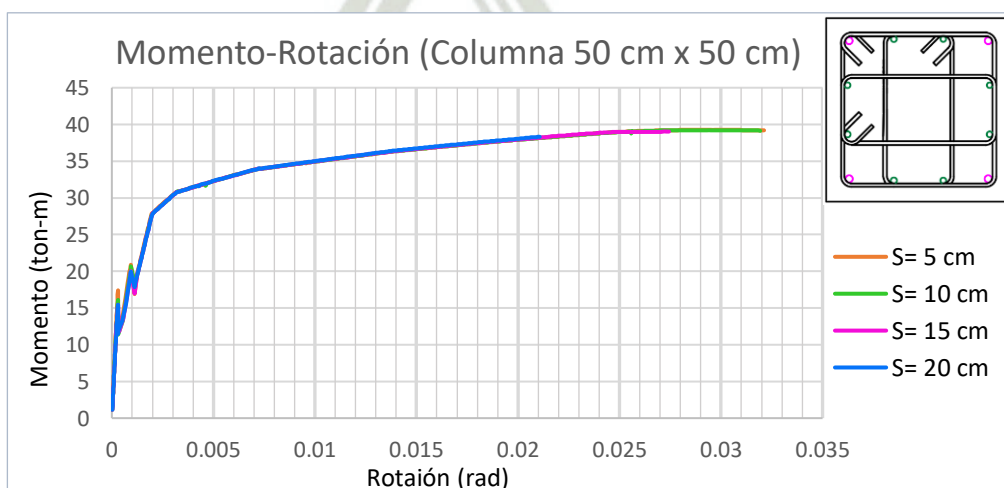
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 103: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 40 cm x 40 cm



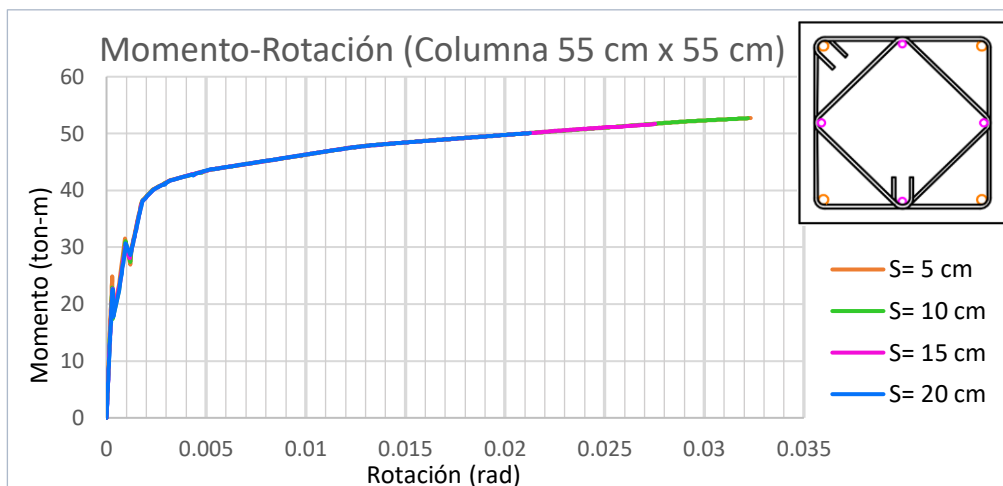
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 104: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 45 cm x 45 cm



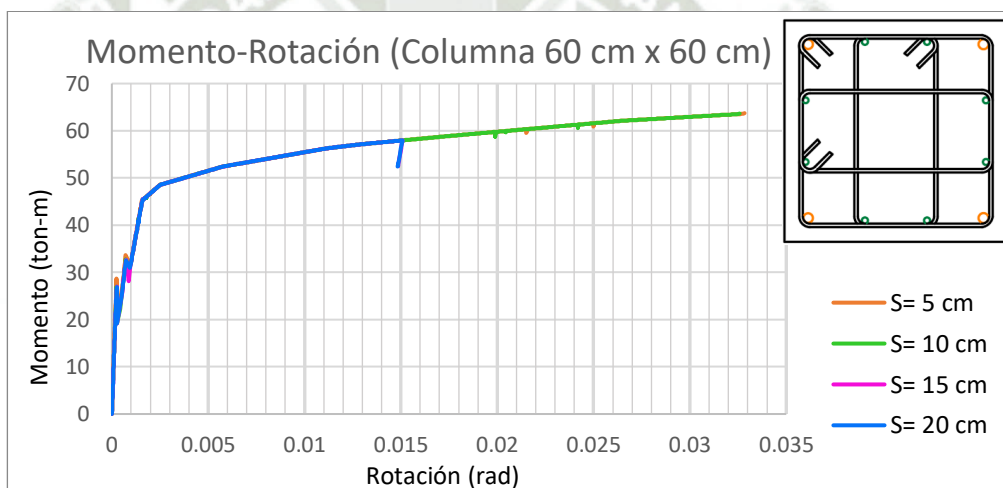
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 105: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 50 cm x 50 cm



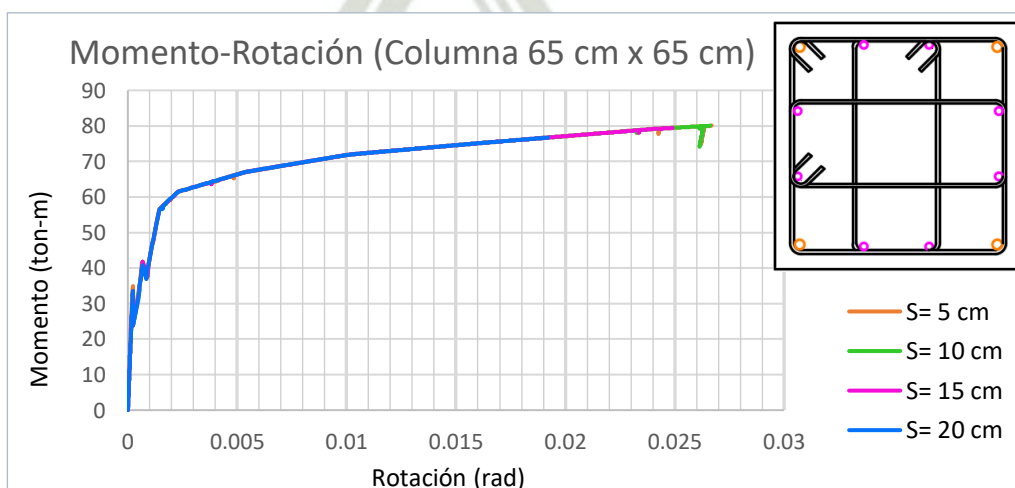
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 106: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 55 cm x 55 cm



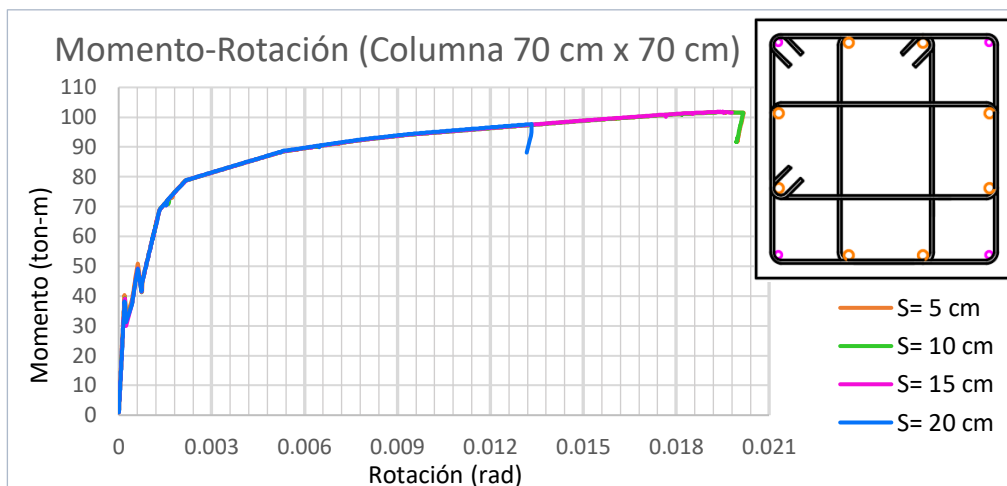
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 107: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 60 cm x 60 cm



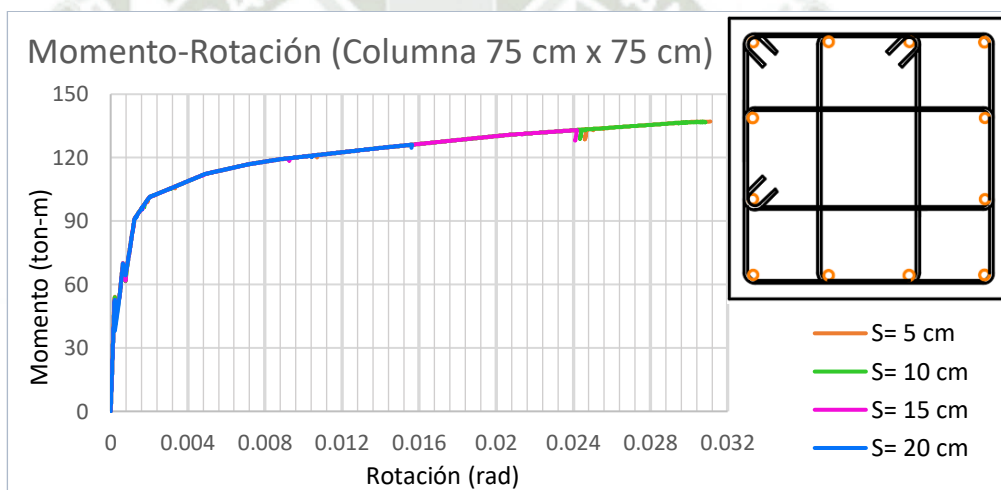
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 108: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 65 cm x 65 cm



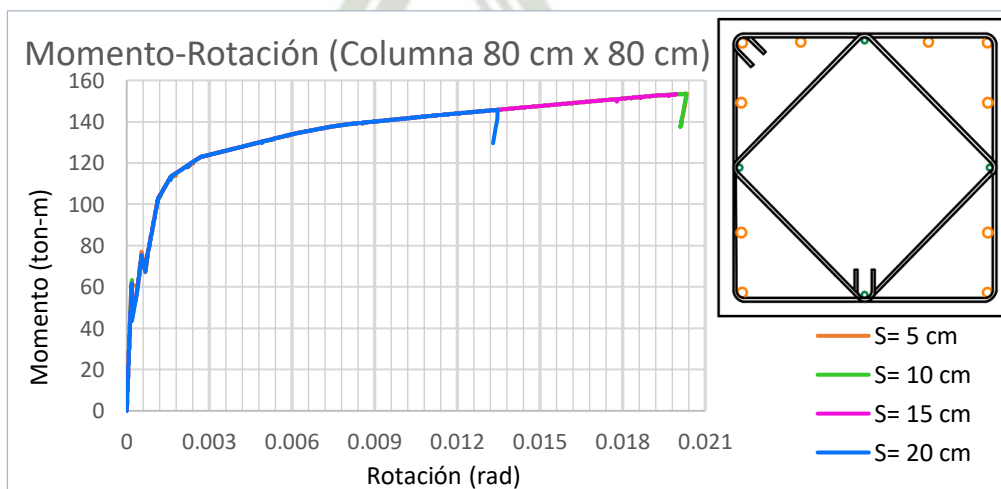
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 109: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 70 cm x 70 cm



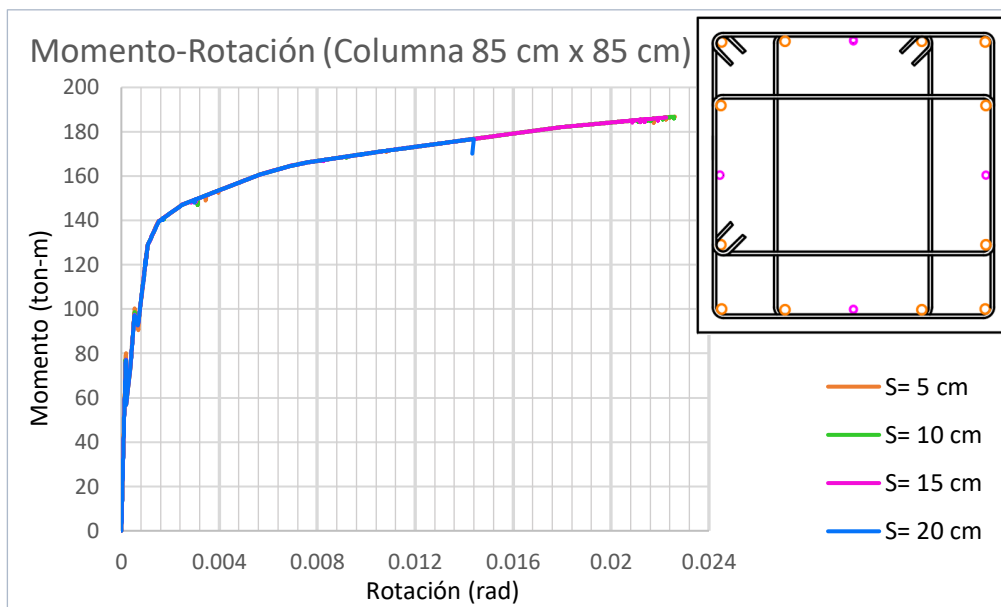
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 110: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 75 cm x 75 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 111: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 80 cm x 80 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 112: Diagrama Momento-Rotación de la Columna 85 cm x 85 cm

4.1.3. Comprobación de los Momentos curvaturas

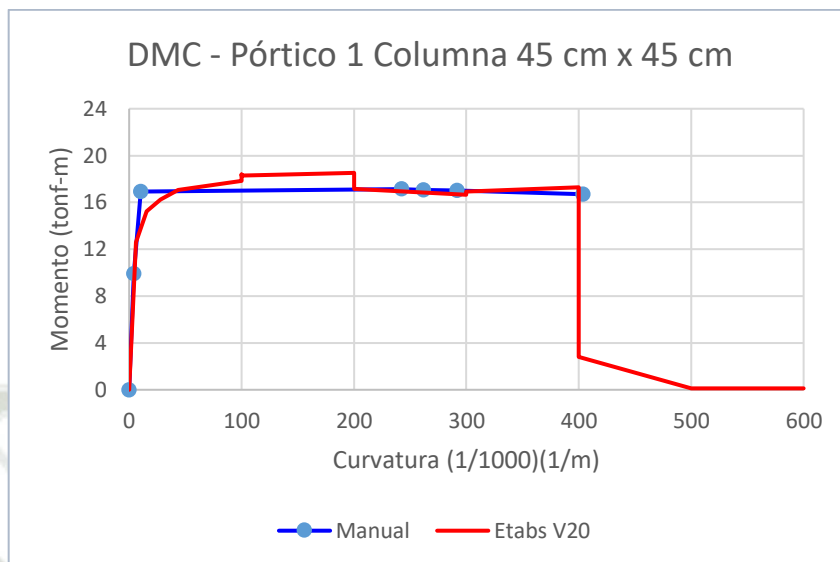
Para demostrar la confiabilidad de los DMC, generados por el programa Etabs v20; se procedió a comprobar los DMC generados para las secciones diseñadas y dibujadas en el programa (vigas y columnas) en el apartado del Section Designer, proporcionado por el programa.

4.1.3.1. Columnas

Tabla 62: Datos de DMC manual – Columna 45 cm x 45 cm

ec	Curvatura (1/m)(1/1000)	Mtotal (tonf-m)
0.0005	4.3753	9.9069
0.001	10.1868	16.9046
0.0167	242.4428	17.1368
0.018	261.8899	17.0819
0.02	291.7276	17.0127
0.03	403.8419	16.7036

Fuente: Elaboración Propia



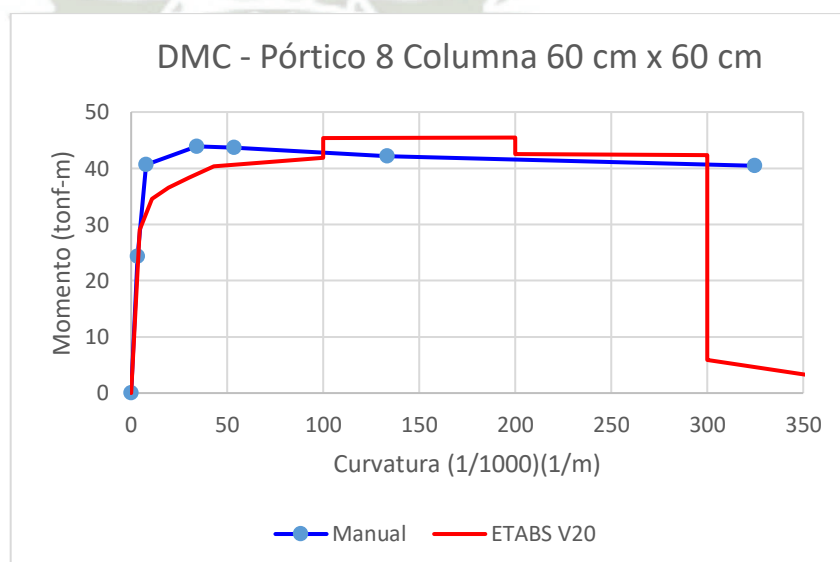
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 113: DMC (Manual – Etabs v20) – Columna 45 cm x 45 cm - Pórtico 1

Tabla 63: Datos de DMC manual – Columna 60 cm x 60 cm

ec	Curvatura (1/m)(1/1000)	Mtotal (tonf-m)
0.0005	3.2222	24.2911
0.001	7.8885	40.5822
0.00270	34.2734	43.8972
0.004	53.6757	43.6688
0.01	133.3100	42.1665
0.03	324.8562	40.4348

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

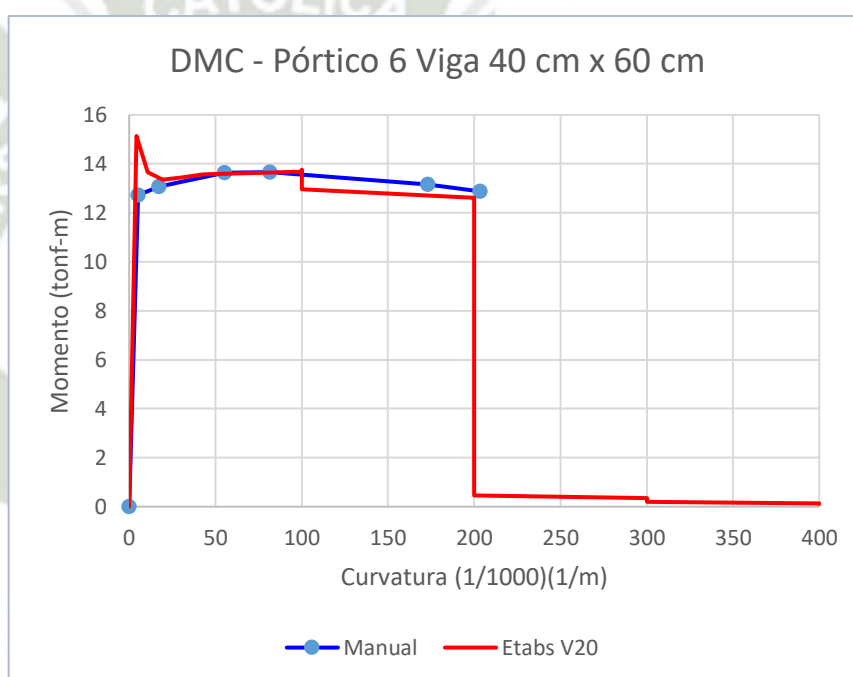
Gráfico 114: DMC (Manual – Etabs v20) – Columna 60 cm x 60 cm - Pórtico 8

4.1.3.2. Vigas

Tabla 64: Datos de DMC manual – Viga 40 cm x 60 cm

ec	Curvatura (1/m)(1/1000)	Mtotal (tonf-m)
0.0005	5.1578	12.7289
0.001	17.3292	13.0698
0.00259	55.2268	13.6352
0.004	81.5797	13.6644
0.01	173.0104	13.1650
0.012	203.4333	12.8708

Fuente: Elaboración Propia



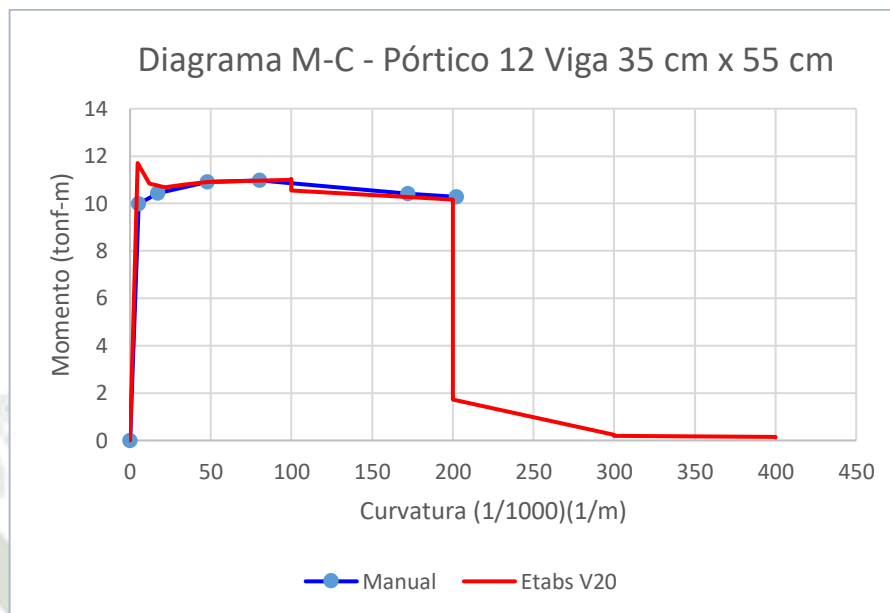
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 115: DMC (Manual – Etabs v20) – Viga 40 cm x 60 cm - Pórtico 6

Tabla 65: Datos de DMC manual – Viga 35 cm x 55 cm

ec	Curvatura (1/m)(1/1000)	Mtotal (tonf-m)
0.0005	5.2461	9.9922
0.001	17.2275	10.4471
0.00229	47.9957	10.9089
0.004	80.3173	10.9749
0.01	172.2042	10.4080
0.012	202.3582	10.2682

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

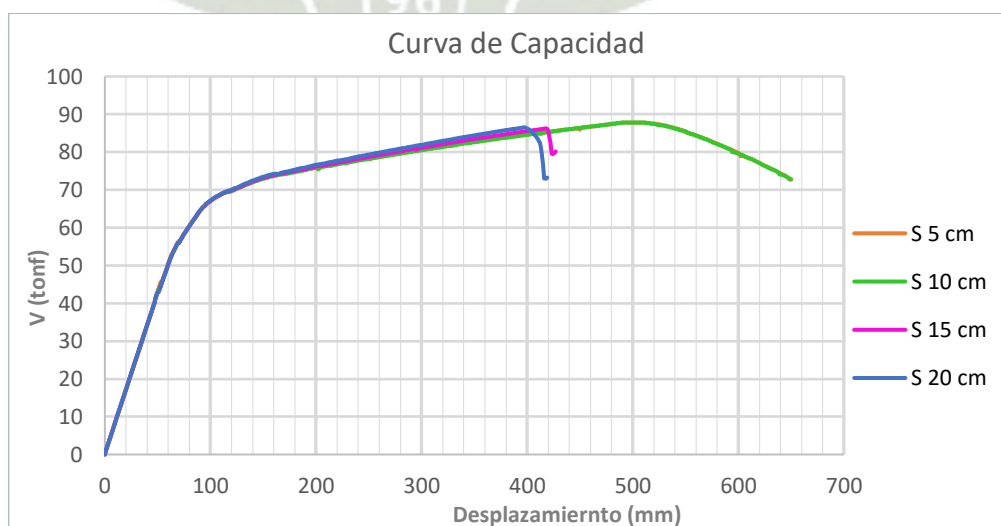
Gráfico 116: DMC (Manual – Etabs v20) – Viga 35 cm x 55 cm - Pórtico 12

4.2.CURVAS DE CAPACIDAD

Una vez definidos los diagramas momento rotación de todos los elementos estructurales, se procedió a realizar las curvas de capacidad de todos los pórticos, mediante el programa Etabs v20.

En los siguientes gráficos se visualiza las curvas de capacidad de cada pórtico considerando las separaciones de estribos estudiados:

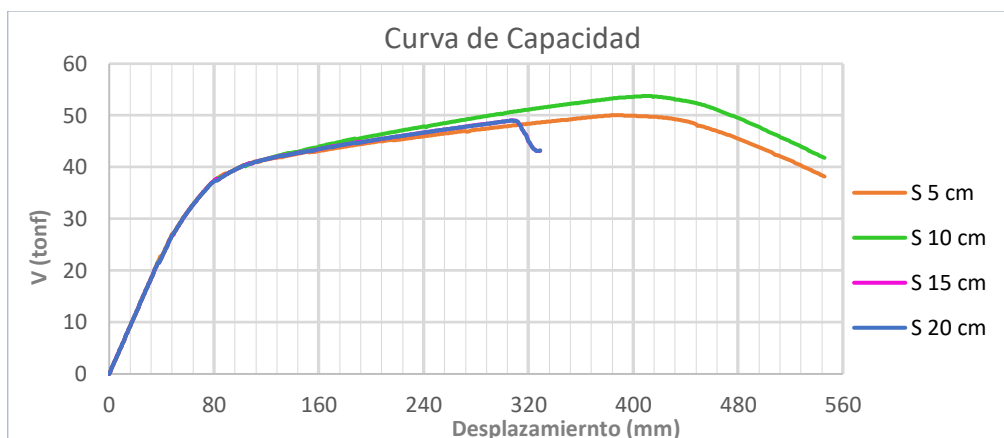
- Pórtico 1:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 117: Curvas de Capacidad – Pórtico 1 (6 niveles)

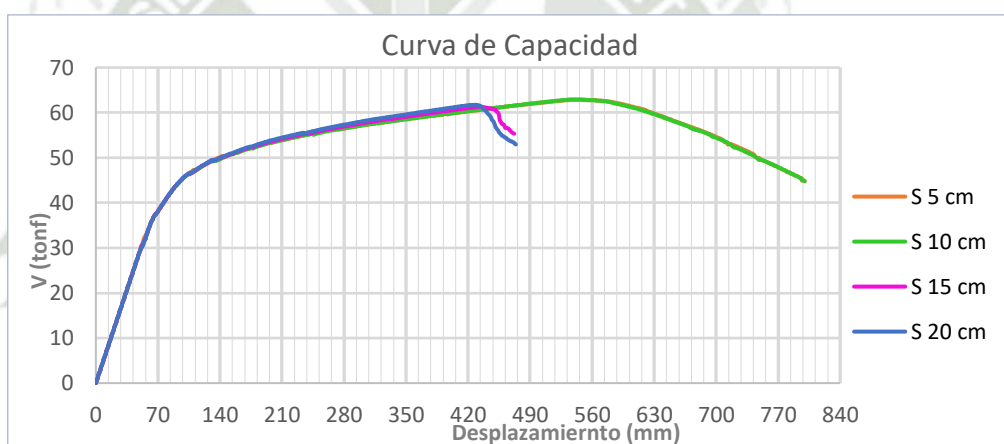
- Pórtico 2:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 118: Curvas de Capacidad – Pórtico 2 (8 niveles)

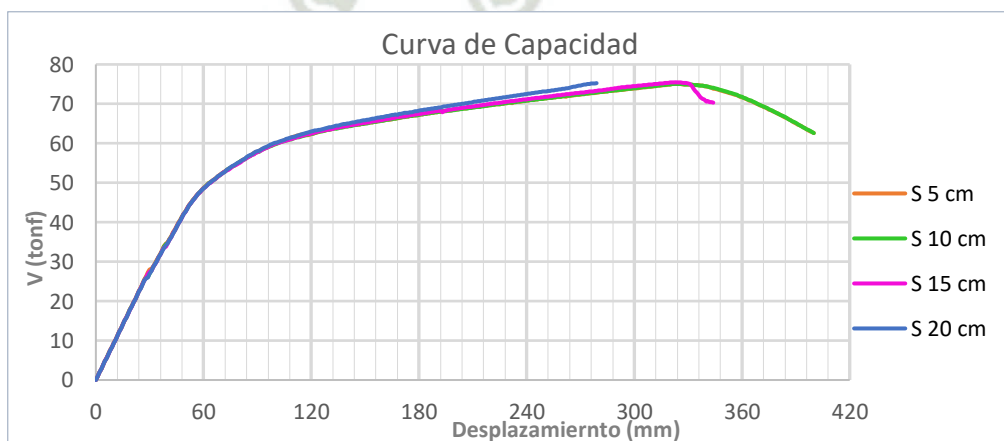
- Pórtico 3:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 119: Curvas de Capacidad – Pórtico 3 (10 niveles)

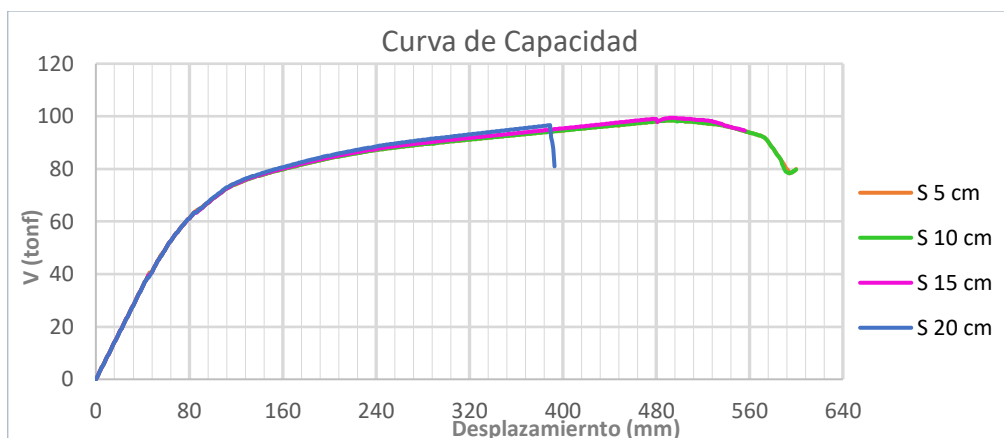
- Pórtico 4:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 120: Curvas de Capacidad – Pórtico 4 (6 niveles)

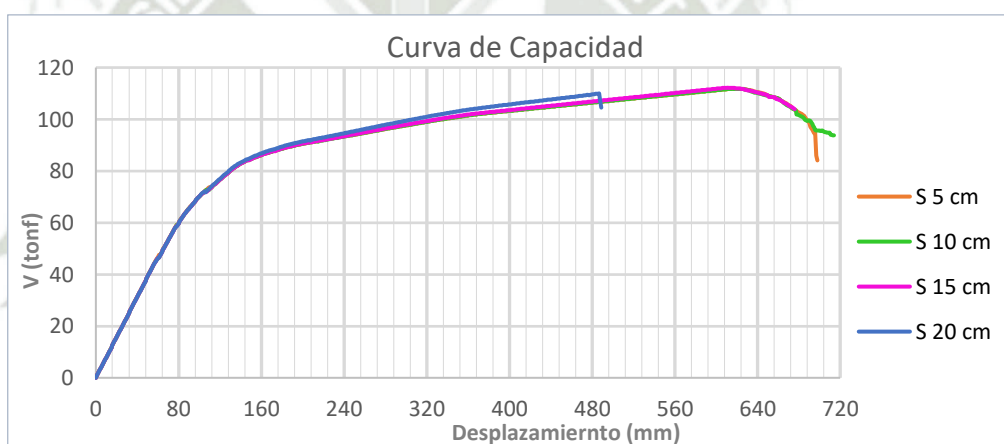
- Pórtico 5:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 121: Curvas de Capacidad – Pórtico 5 (8 niveles)

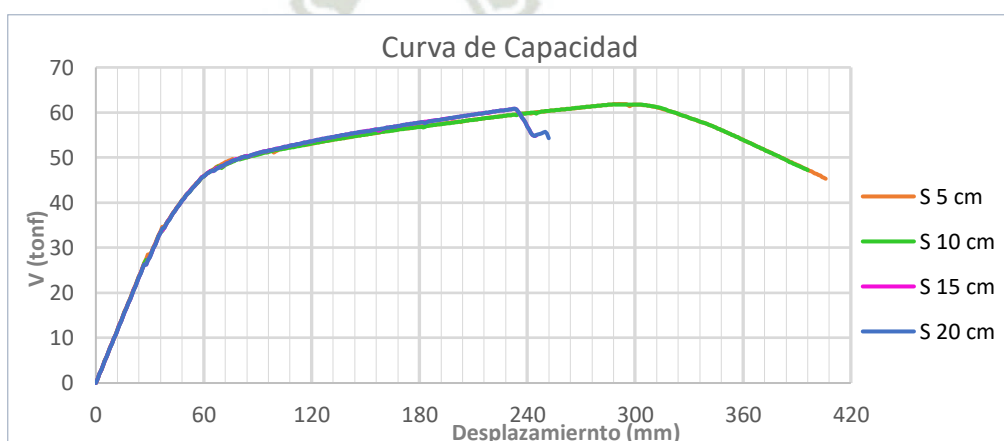
- Pórtico 6:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 122: Curvas de Capacidad – Pórtico 6 (10 niveles)

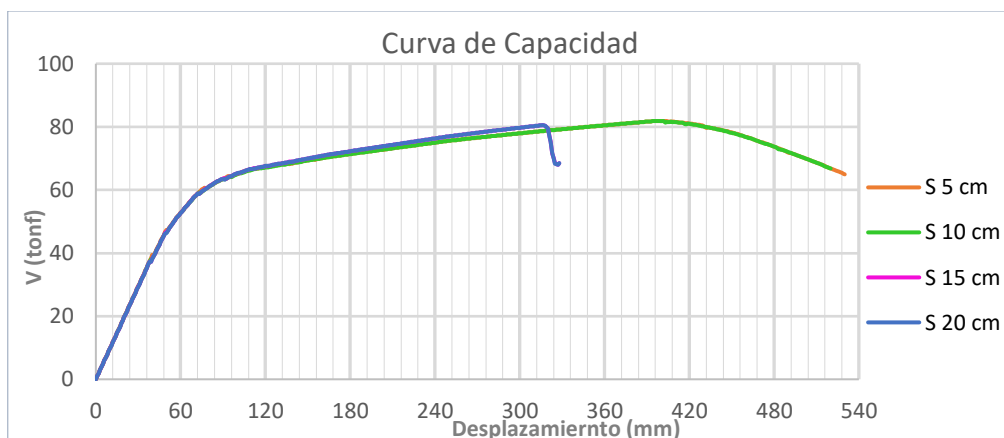
- Pórtico 7:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 123: Curvas de Capacidad – Pórtico 7 (6 niveles)

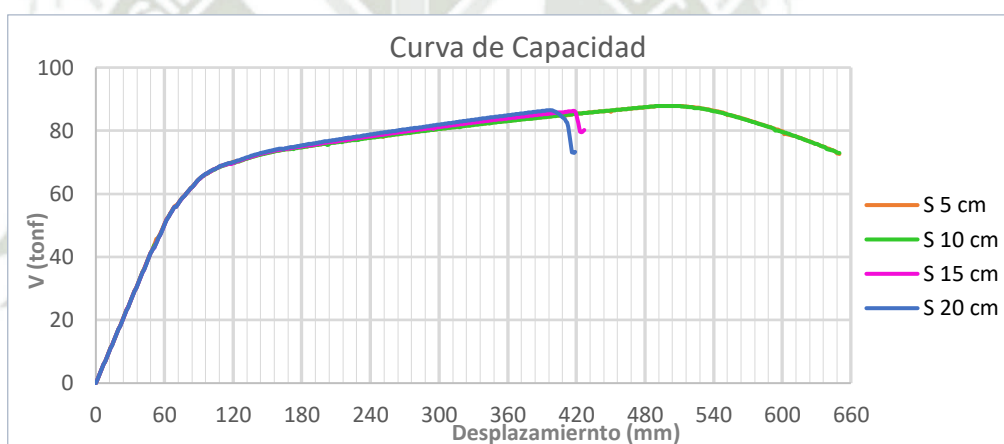
- Pórtico 8:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 124: Curvas de Capacidad – Pórtico 8 (8 niveles)

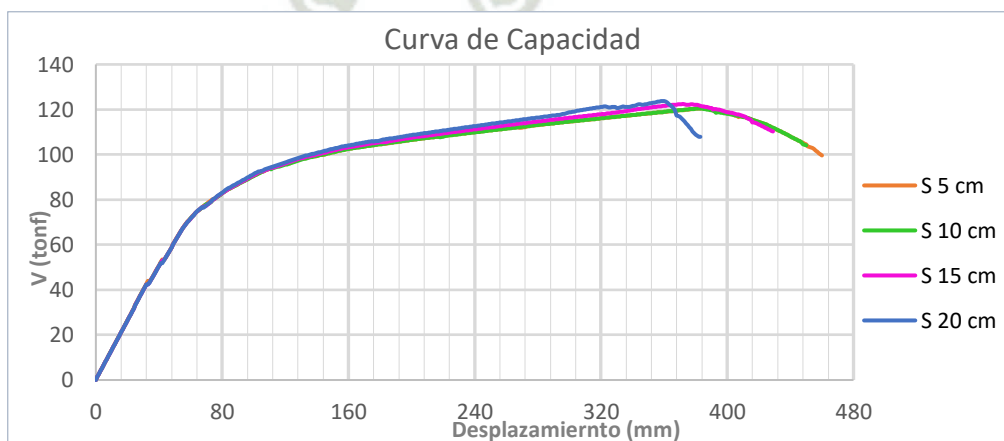
- Pórtico 9:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 125: Curvas de Capacidad – Pórtico 9 (10 niveles)

- Pórtico 10:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 126: Curvas de Capacidad – Pórtico 10 (6 niveles)

- Pórtico 11:

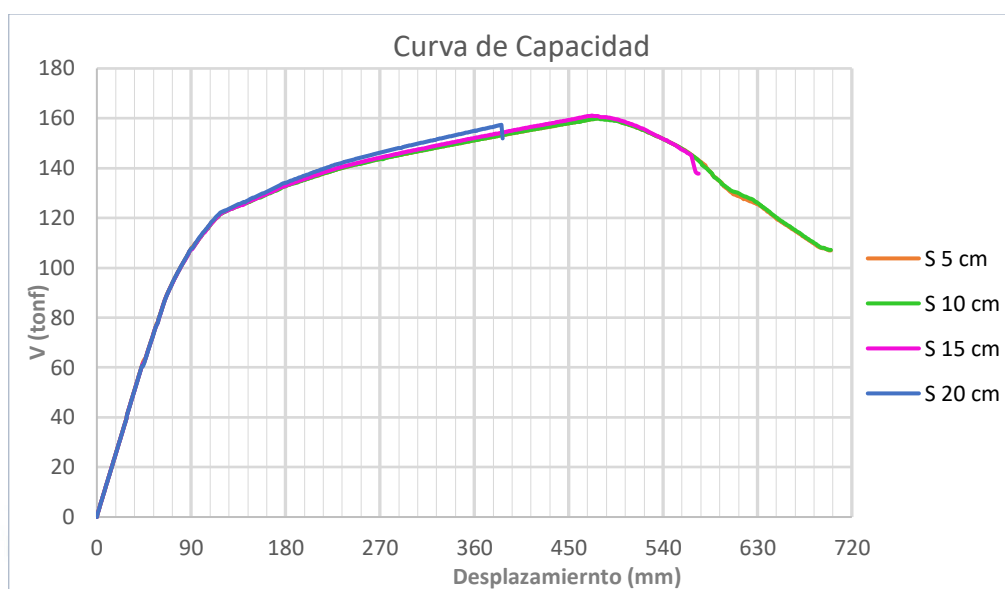


Gráfico 127: Curvas de Capacidad – Pórtico 11 (8 niveles)

- Pórtico 12:

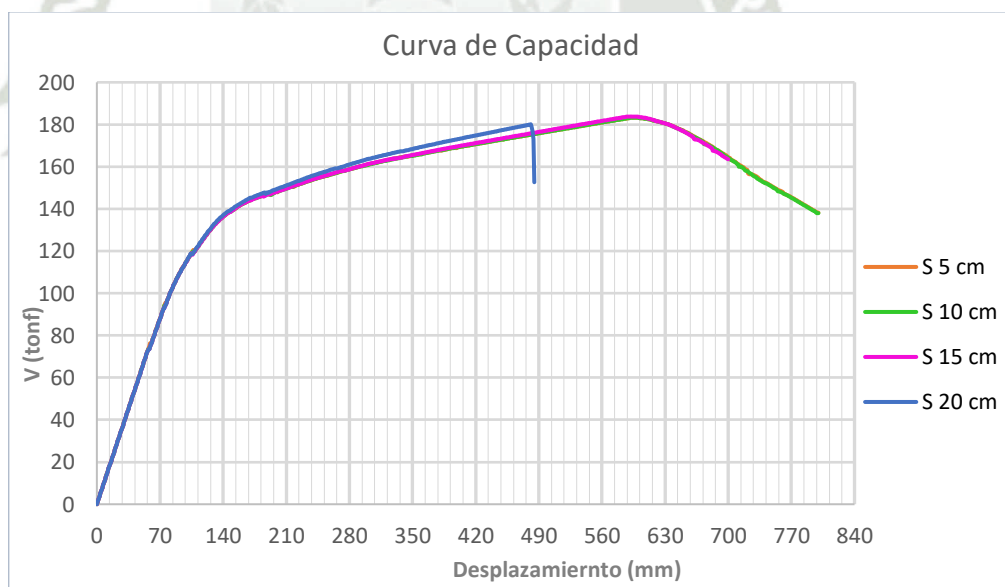
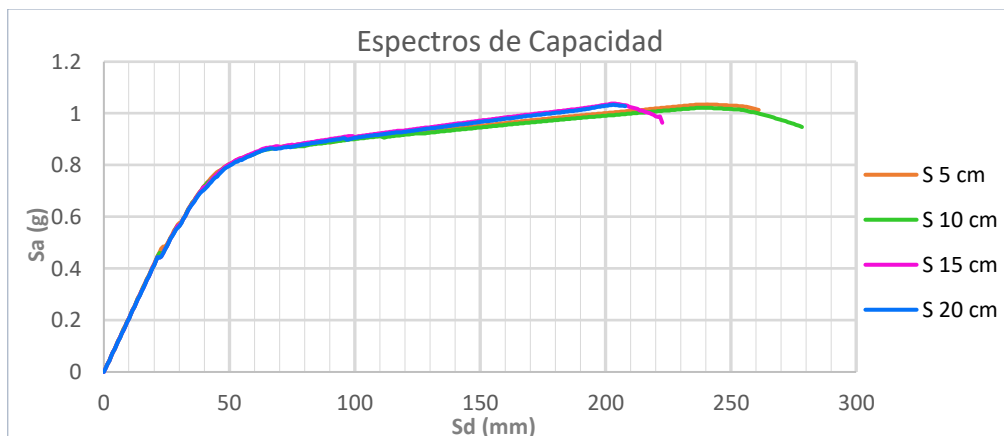


Gráfico 128: Curvas de Capacidad – Pórtico 12 (10 niveles)

4.3. ESPECTROS DE CAPACIDAD

Las curvas de capacidad se convirtieron a espectros de capacidad con las coordenadas espectrales ADRS con las consideraciones descritas en el ítem 3.1.

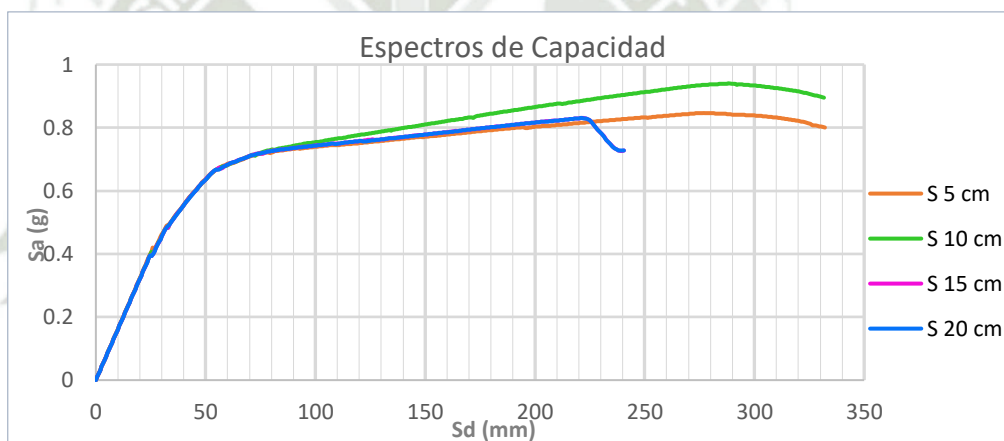
- Pórtico 1:



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 129: Espectro de Capacidad – Pórtico 1 (6 niveles)

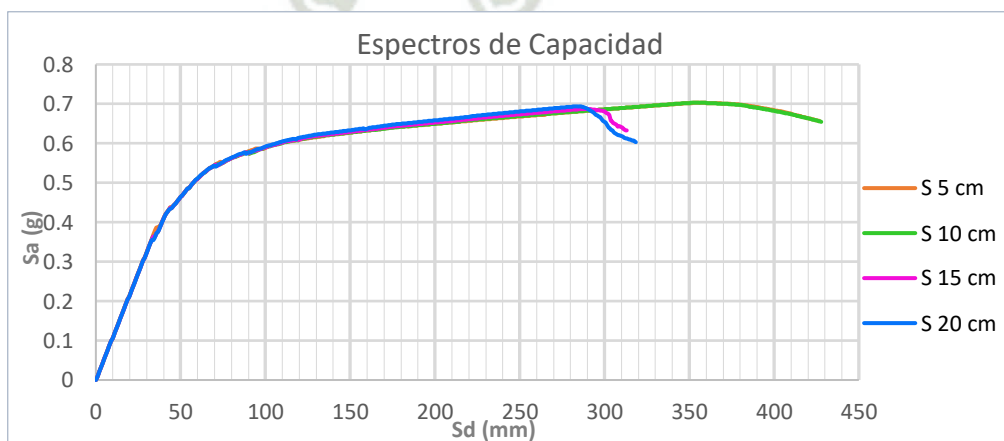
- Pórtico 2:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 130: Espectro de Capacidad – Pórtico 2 (8 niveles)

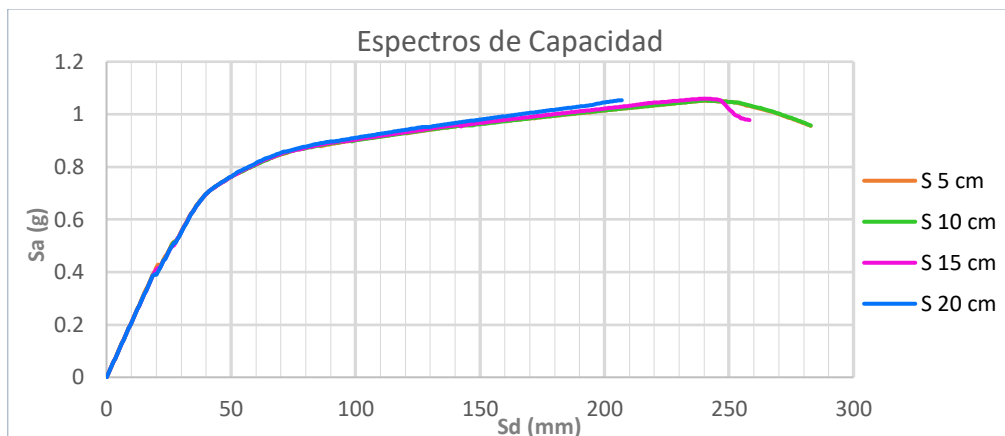
- Pórtico 3:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 131: Espectro de Capacidad – Pórtico 3 (10 niveles)

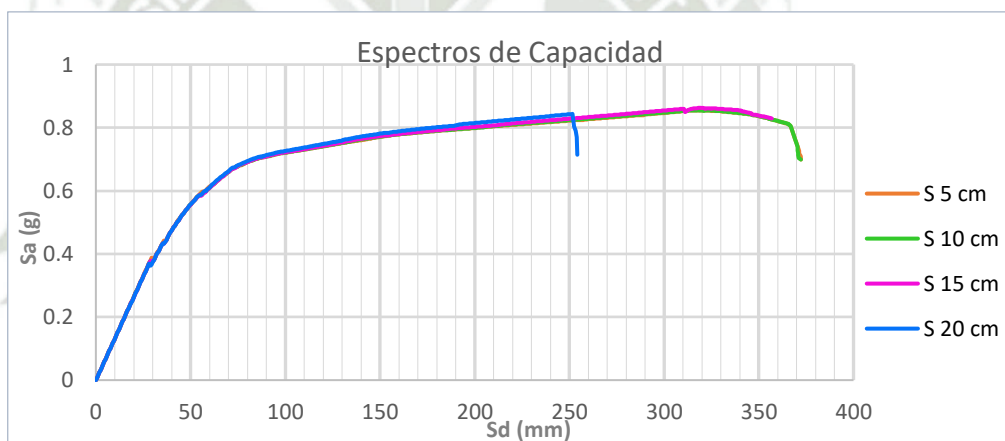
- Pórtico 4:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 132: Espectro de Capacidad – Pórtico 4 (6 niveles)

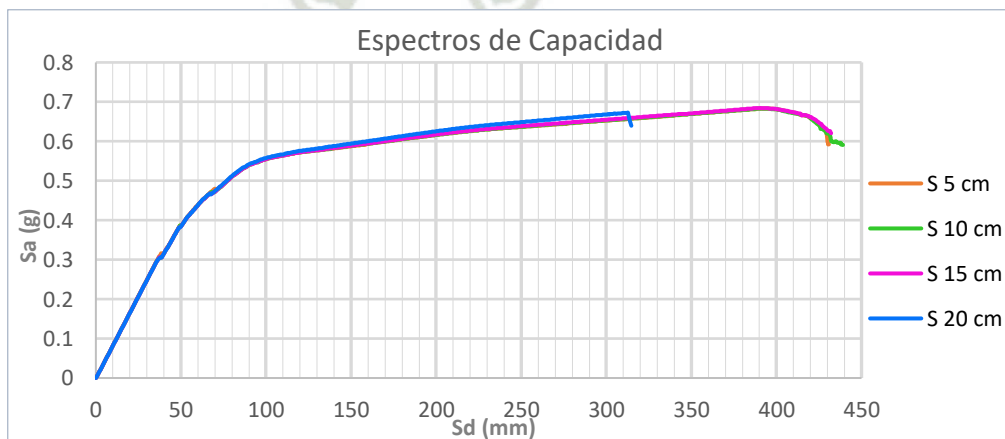
- Pórtico 5:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 133: Espectro de Capacidad – Pórtico 5 (8 niveles)

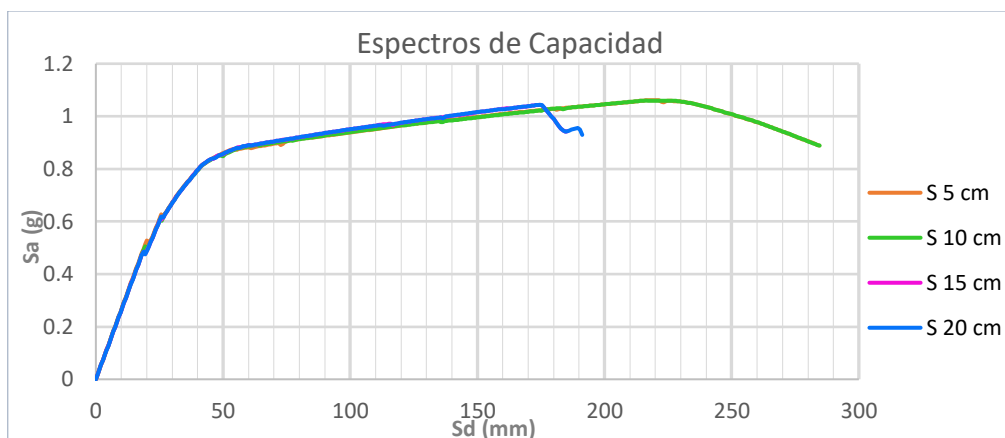
- Pórtico 6:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 134: Espectro de Capacidad – Pórtico 6 (10 niveles)

- Pórtico 7:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 135: Espectro de Capacidad – Pórtico 7 (6 niveles)

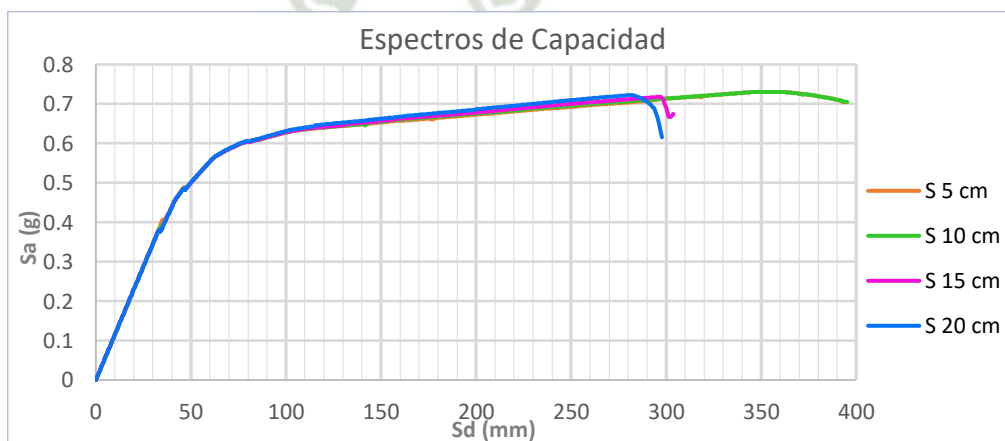
- Pórtico 8:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 136: Espectro de Capacidad – Pórtico 8 (8 niveles)

- Pórtico 9:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 137: Espectro de Capacidad – Pórtico 9 (10 niveles)

- Pórtico 10:

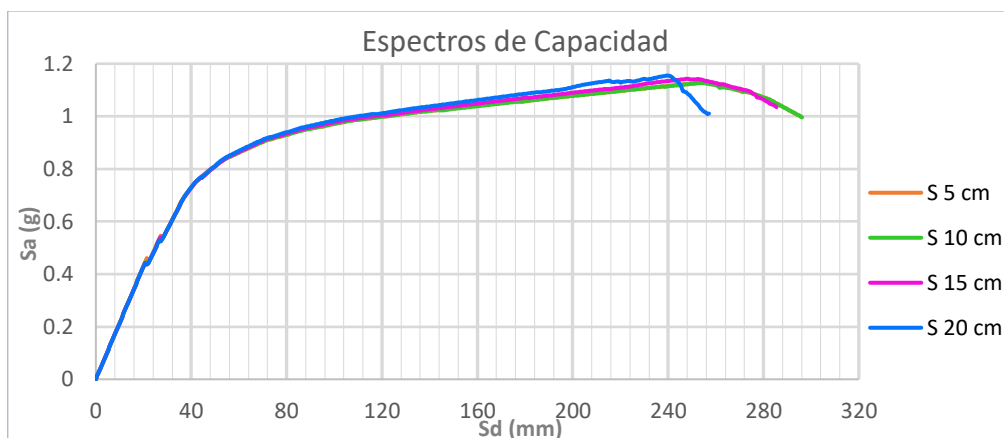


Gráfico 138: Espectro de Capacidad – Pórtico 10 (6 niveles)

- Pórtico 11:

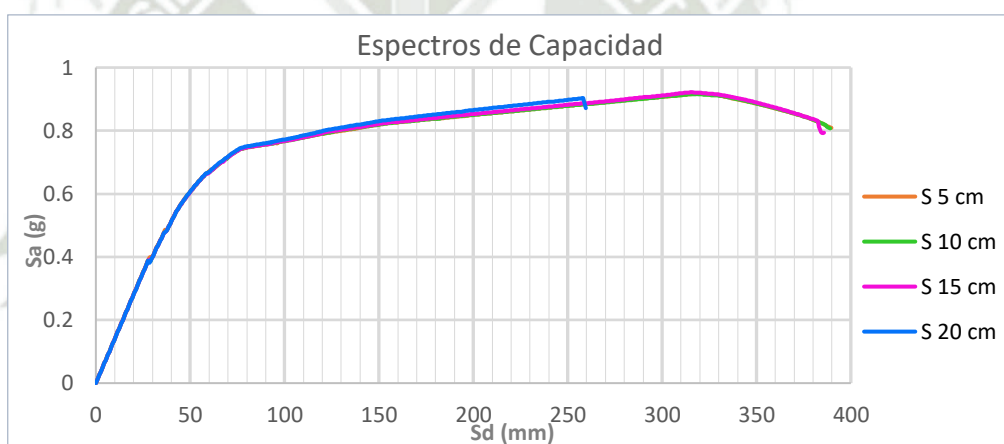


Gráfico 139: Espectro de Capacidad – Pórtico 11 (8 niveles)

- Pórtico 12:

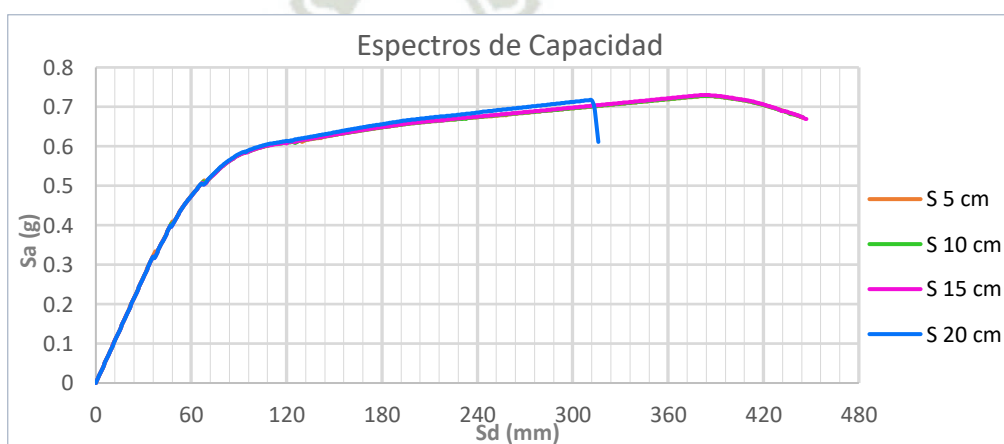


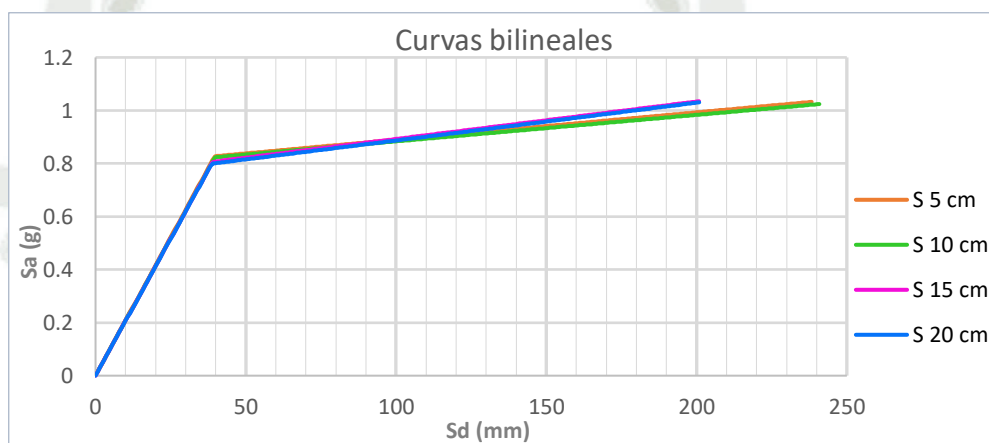
Gráfico 140: Espectro de Capacidad – Pórtico 12 (10 niveles)

4.4.LINEALIZACIÓN

La representación bilineal de los espectros de capacidad es necesaria para poder realizar la sectorización; por lo que, siguiendo las consideraciones del ítem 3.2 se realizaron a todos los pórticos en estudio.

A continuación, se presenta las curvas bilineales del pórtico 1 para las distintas separaciones:

- Pórtico 1:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 141: Curvas Bilineales – Pórtico 1 (6 niveles)

4.5.DEFINICIÓN DE LOS ESPECTROS DE DEMANDA

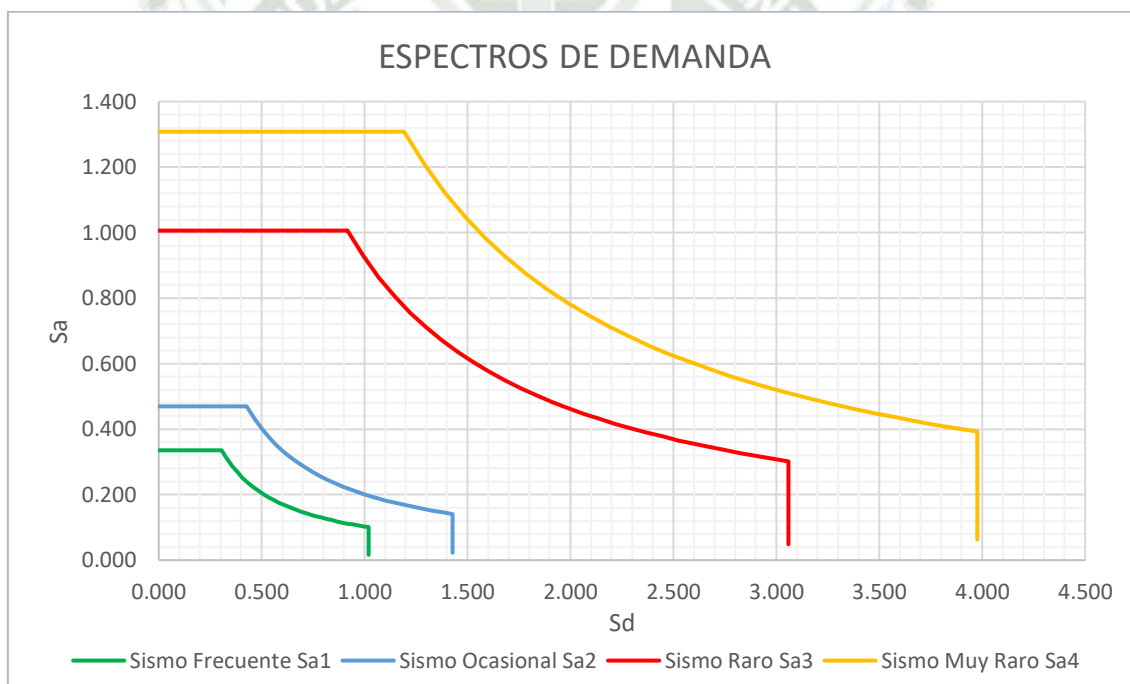
Con lo ya mencionado en el marco teórico se definieron los espectros de demanda según el ítem 3.3.1, se presentan en la siguiente tabla y gráfico.

Tabla 66: Espectros de demanda según Niveles de Sismo

T (Periodo)	Sa (pseudoac)	Sismo Frecuente Sa1	Sismo Ocasional Sa2	Sismo Raro Sa3	Sismo Muy Raro Sa4	Sismo Frecuente Sd1	Sismo Ocasional Sd2	Sismo Raro Sd3	Sismo Muy Raro Sd4
0	1.006	0.335	0.470	1.006	1.308	0.000	0.000	0.000	0.000
0.1	1.006	0.335	0.470	1.006	1.308	0.008	0.012	0.025	0.033
0.2	1.006	0.335	0.470	1.006	1.308	0.034	0.048	0.102	0.133
0.3	1.006	0.335	0.470	1.006	1.308	0.076	0.107	0.229	0.298
0.4	1.006	0.335	0.470	1.006	1.308	0.136	0.190	0.408	0.530
0.5	1.006	0.335	0.470	1.006	1.308	0.212	0.297	0.637	0.828
0.6	1.006	0.335	0.470	1.006	1.308	0.306	0.428	0.918	1.193
0.7	0.863	0.288	0.403	0.863	1.121	0.357	0.500	1.071	1.392
0.8	0.755	0.252	0.352	0.755	0.981	0.408	0.571	1.223	1.590
0.9	0.671	0.224	0.313	0.671	0.872	0.459	0.642	1.376	1.789

T (Periodo)	Sa (pseudoac)	Sismo Frecuente Sa1	Sismo Ocasional Sa2	Sismo Raro Sa3	Sismo Muy Raro Sa4	Sismo Frecuente Sd1	Sismo Ocasional Sd2	Sismo Raro Sd3	Sismo Muy Raro Sd4
1	0.604	0.201	0.282	0.604	0.785	0.510	0.714	1.529	1.988
1.1	0.549	0.183	0.256	0.549	0.714	0.561	0.785	1.682	2.187
1.2	0.503	0.168	0.235	0.503	0.654	0.612	0.856	1.835	2.386
1.3	0.464	0.155	0.217	0.464	0.604	0.663	0.928	1.988	2.585
1.4	0.431	0.144	0.201	0.431	0.561	0.714	0.999	2.141	2.783
1.5	0.403	0.134	0.188	0.403	0.523	0.765	1.071	2.294	2.982
1.6	0.377	0.126	0.176	0.377	0.491	0.816	1.142	2.447	3.181
1.7	0.355	0.118	0.166	0.355	0.462	0.867	1.213	2.600	3.380
1.8	0.335	0.112	0.157	0.335	0.436	0.918	1.285	2.753	3.579
1.9	0.318	0.106	0.148	0.318	0.413	0.969	1.356	2.906	3.777
2	0.302	0.101	0.141	0.302	0.392	1.020	1.427	3.059	3.976

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 142: Espectros de Demanda

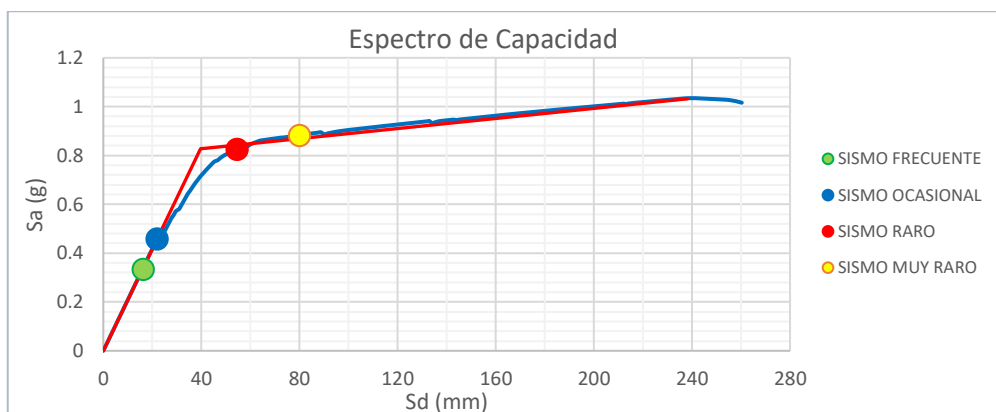
4.6.DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE DESEMPEÑO

Para determinar el punto de desempeño para cada caso de estudio, se realizó con ayuda del programa Etabs v20, siguiendo las consideraciones del FEMA 440 – Procedimiento C, descritas en el inciso 3.4.

Este punto de desempeño se determinó para cada pódico, con sus diferentes separaciones y para cada demanda sísmica.

4.6.1. Punto de desempeño Pórtico 1:

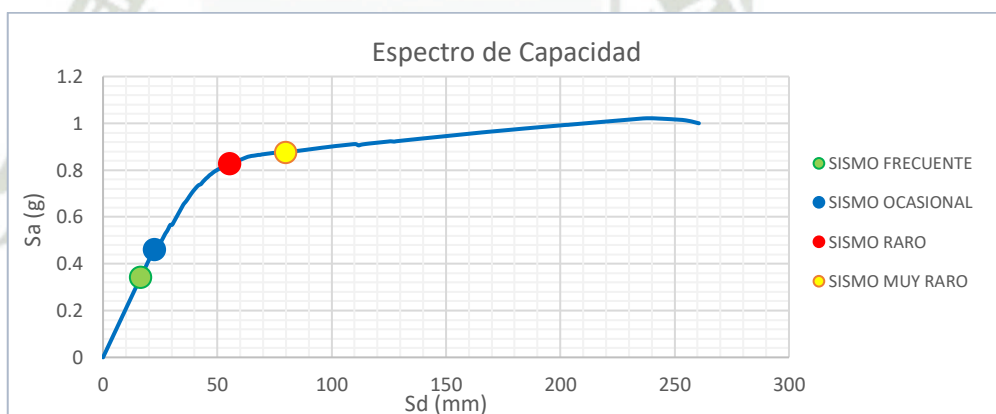
- Separación de 5 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 143: Desempeño Sísmico S = 5 cm – Pórtico 1 (6 niveles)

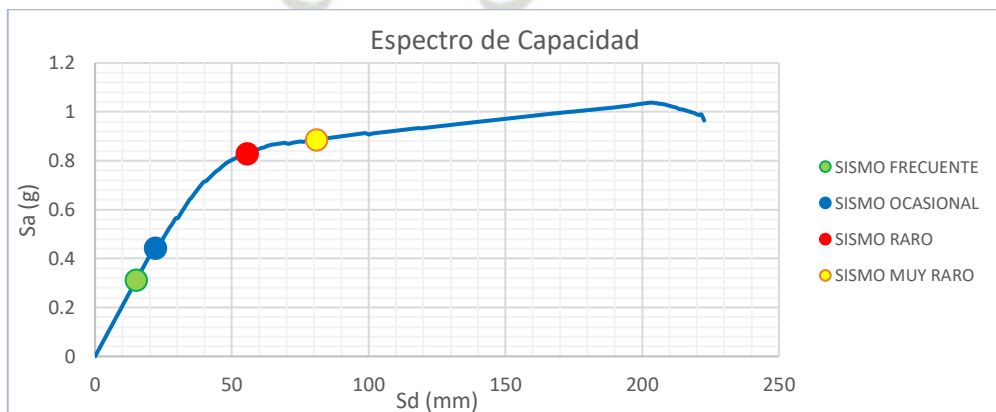
- Separación de 10 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 144: Desempeño Sísmico S = 10 cm – Pórtico 1 (6 niveles)

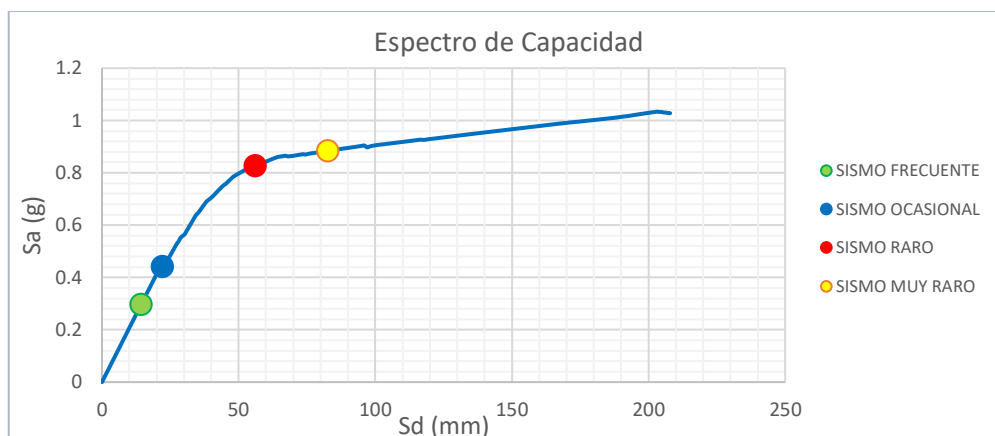
- Separación de 15 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 145: Desempeño Sísmico S = 15 cm – Pórtico 1 (6 niveles)

- Separación de 20 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 146: Desempeño Sísmico $S = 20$ cm – Pórtico 1 (6 niveles)

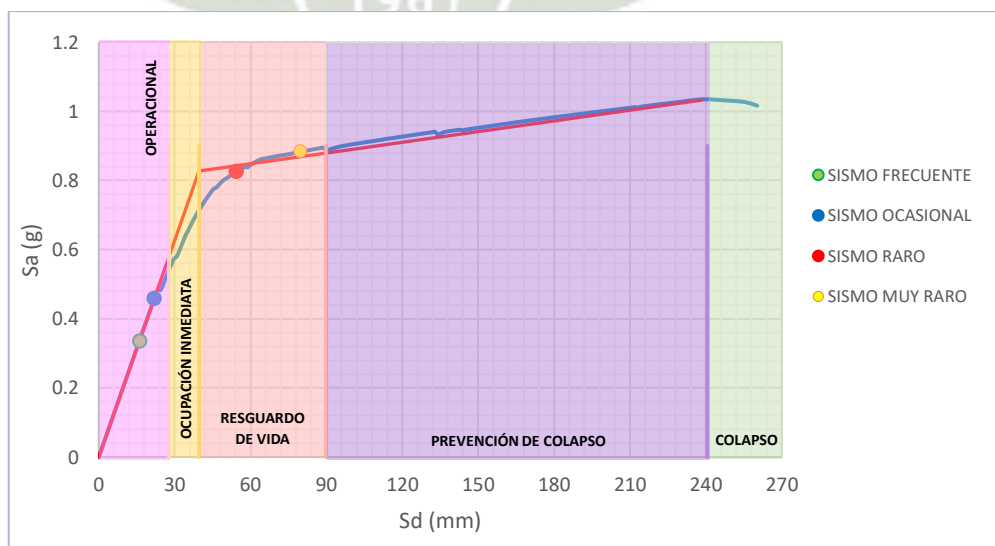
4.7.SECTORIZACIÓN

Se procedió a realizar la sectorización según el SEAOC Vision 2000 (Tabla 5), para cada espectro de capacidad, y así definir los límites para comparar el comportamiento de cada estructura.

A continuación, se presentan todos los espectros de capacidad con su respectiva separación y con los puntos de desempeño.

4.7.1. Sectorización Pórtico 1:

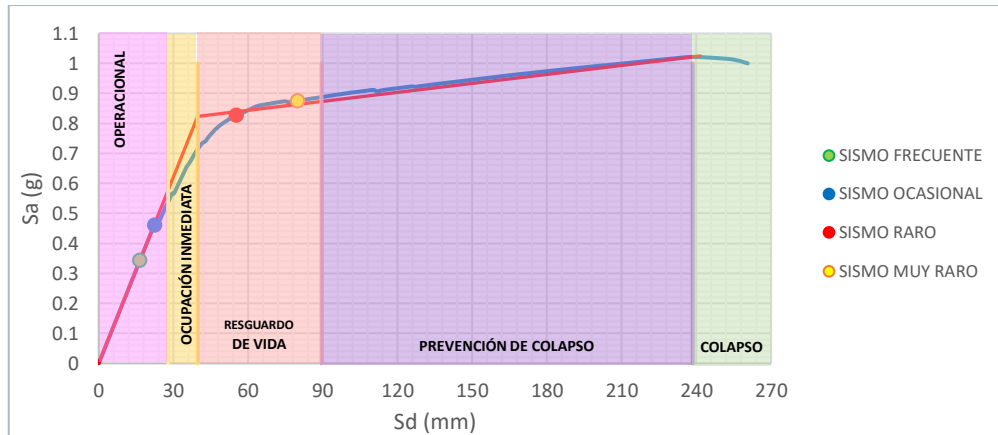
- Separación de 5 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 147: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 1 (6 niveles)

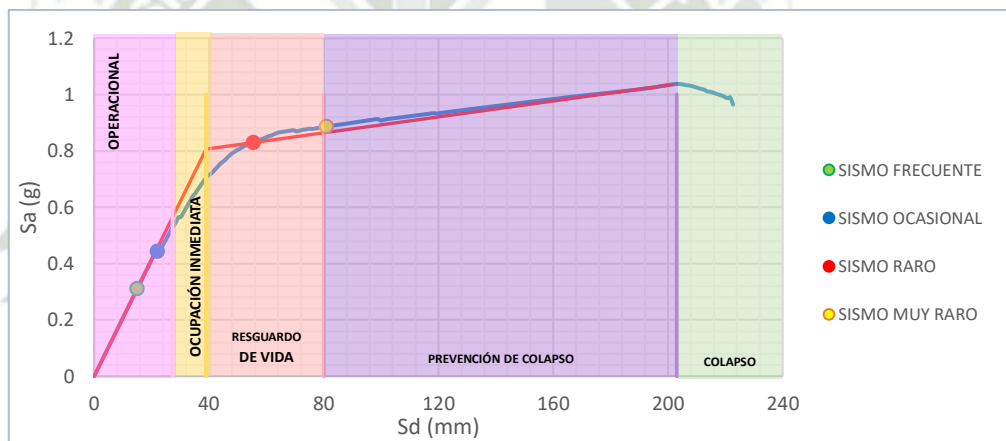
- Separación de 10 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 148: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm – Pórtico 1 (6 niveles)

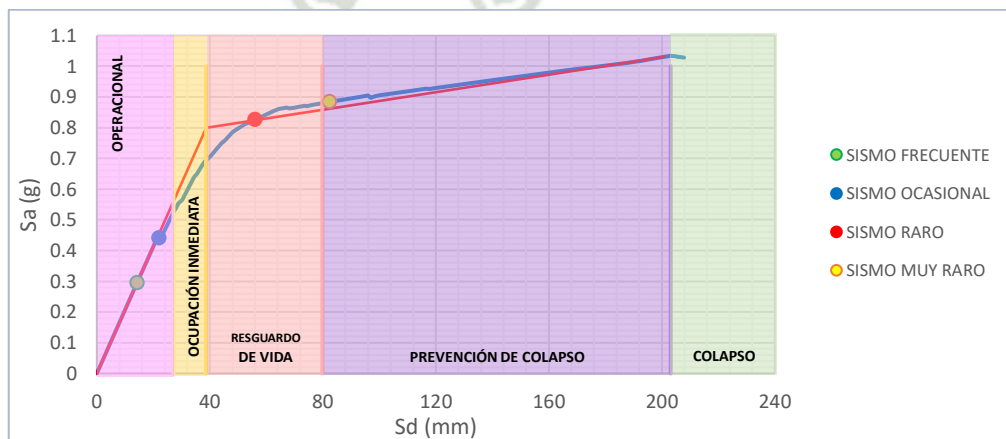
- Separación de 15 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 149: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm – Pórtico 1 (6 niveles)

- Separación de 20 cm

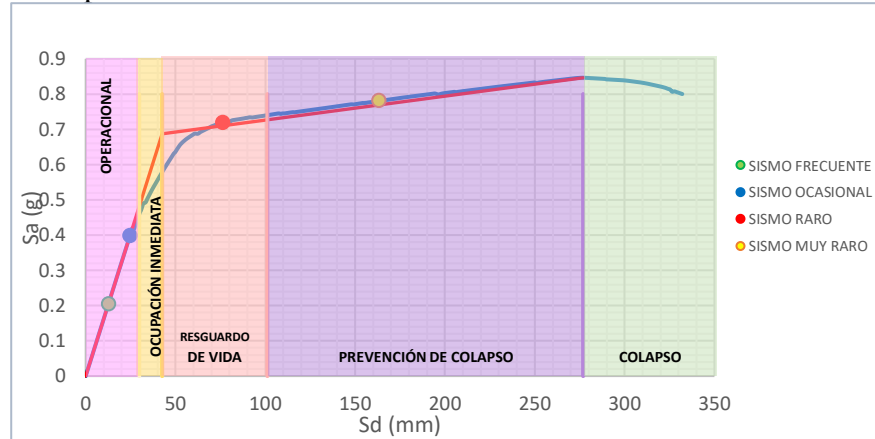


Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 150: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm – Pórtico 1 (6 niveles)

4.7.2. Sectorización Pórtico 2:

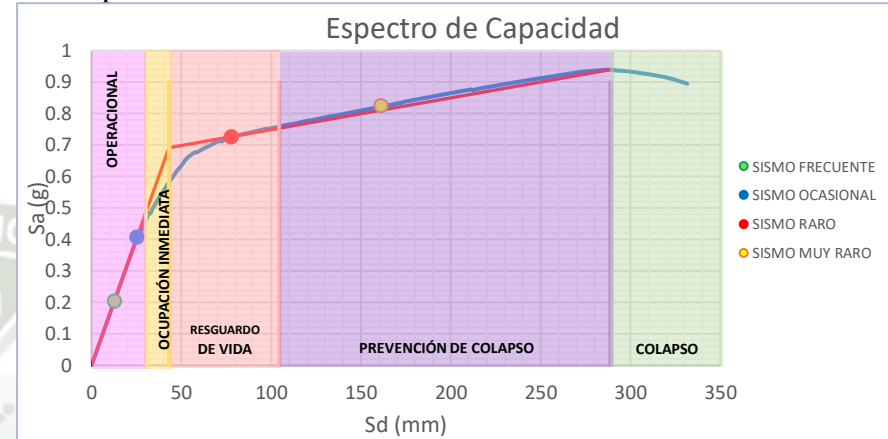
- Separación de 5 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 151: Niveles de Desempeño Sísmico $S=5$ cm – Pórtico 2 (8 niveles)

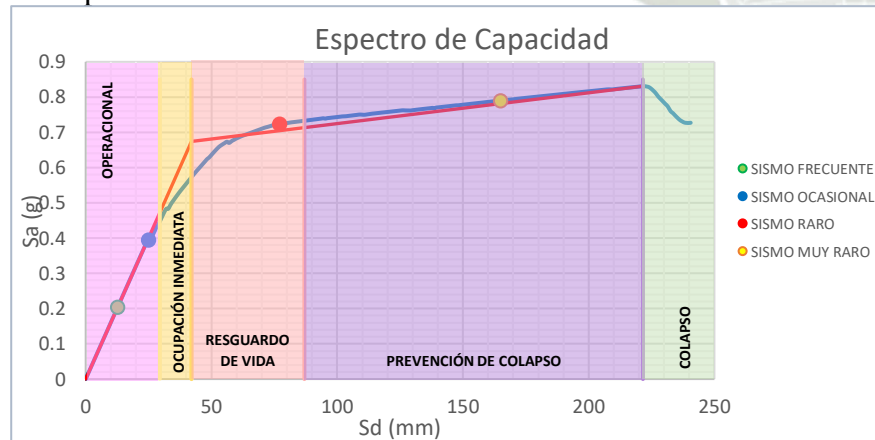
- Separación de 10 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 152: Niveles de Desempeño Sísmico $S=10$ cm – Pórtico 2 (8 niveles)

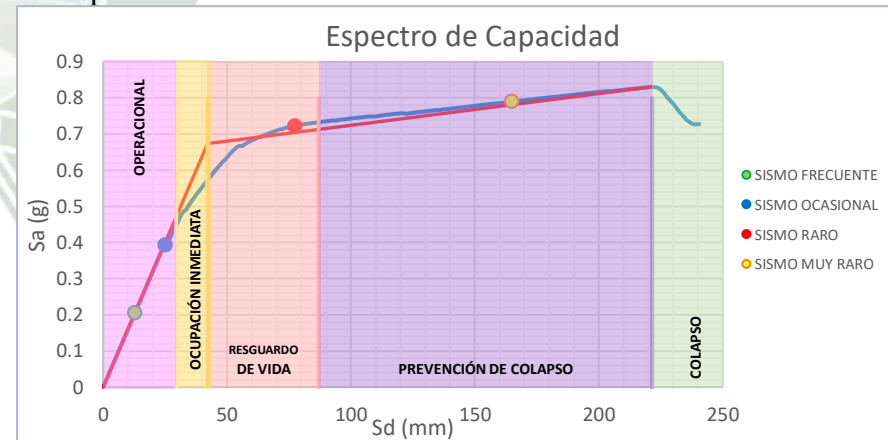
- Separación de 15 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 153: Niveles de Desempeño Sísmico $S=15$ cm – Pórtico 2 (8 niveles)

- Separación de 20 cm

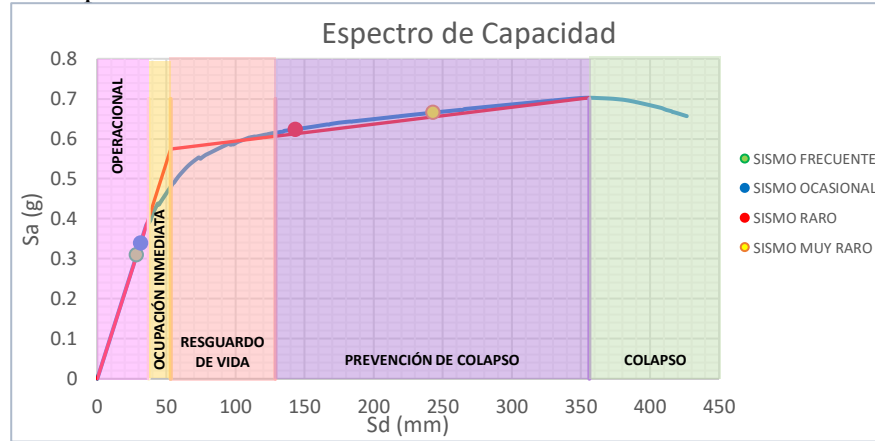


Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 154: Niveles de Desempeño Sísmico $S=20$ cm – Pórtico 2 (8 niveles)

4.7.3. Sectorización Pórtico 3:

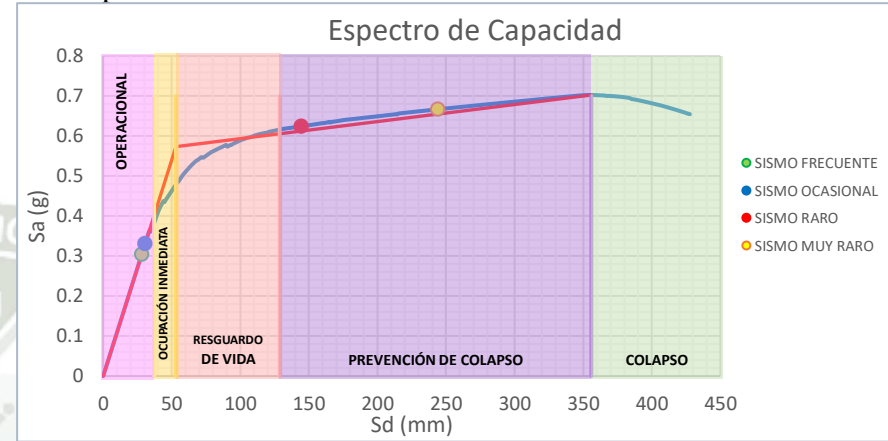
- Separación de 5 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 155: Niveles de Desempeño Sísmico $S=5$ cm – Pórtico 3 (10 niveles)

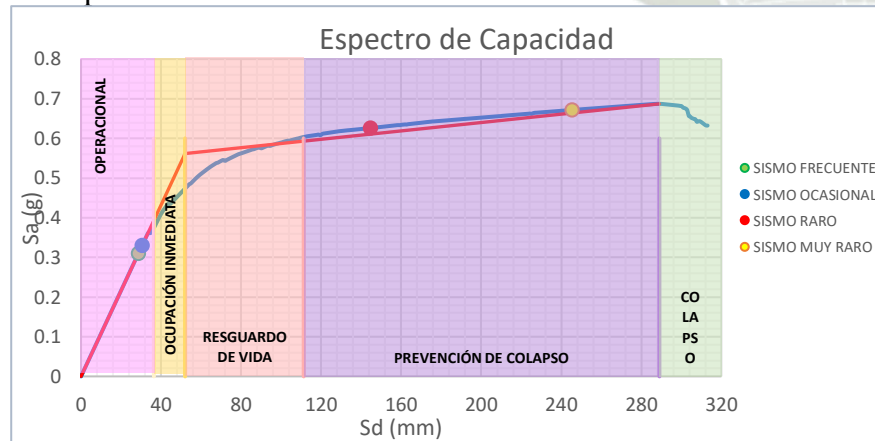
- Separación de 10 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 156: Niveles de Desempeño Sísmico $S=10$ cm – Pórtico 3 (10 niveles)

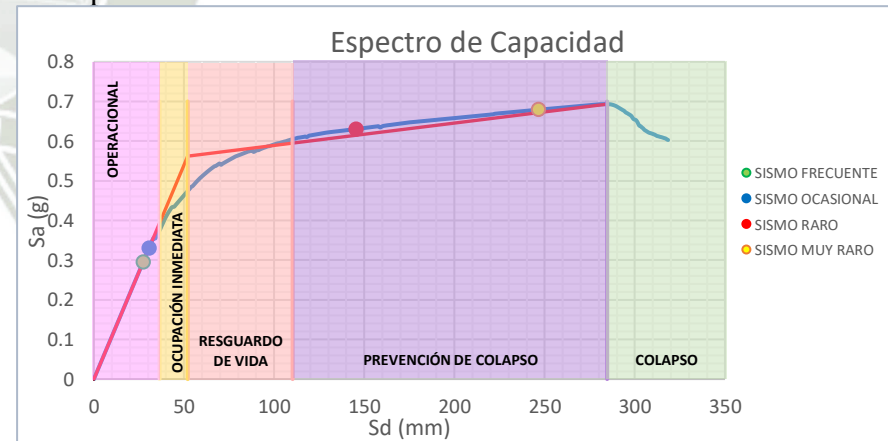
- Separación de 15 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 157: Niveles de Desempeño Sísmico $S=15$ cm – Pórtico 3 (10 niveles)

- Separación de 20 cm

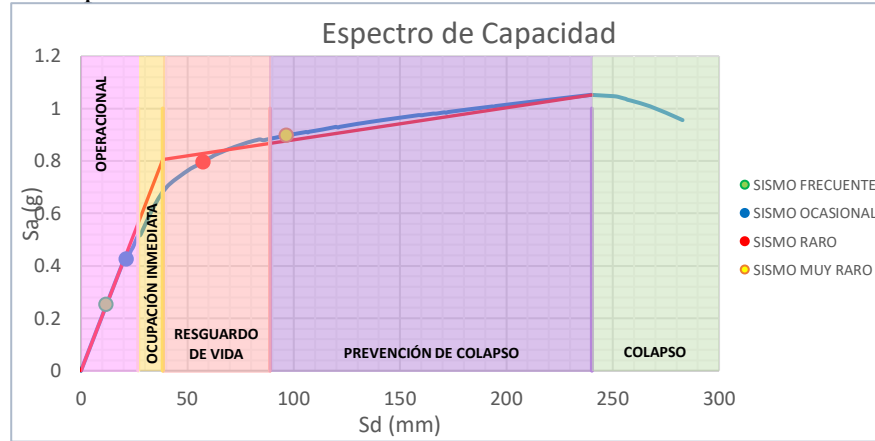


Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 158: Niveles de Desempeño Sísmico $S=20$ cm – Pórtico 3 (10 niveles)

4.7.4. Sectorización Pórtico 4:

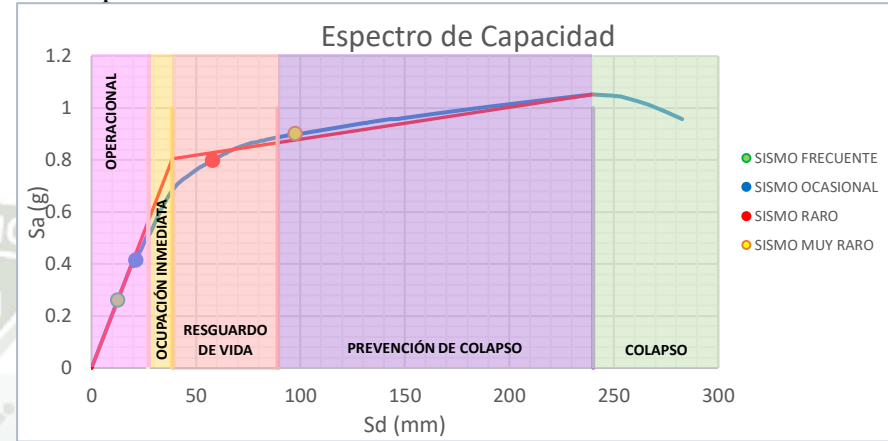
- Separación de 5 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 159: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 4 (6 niveles)

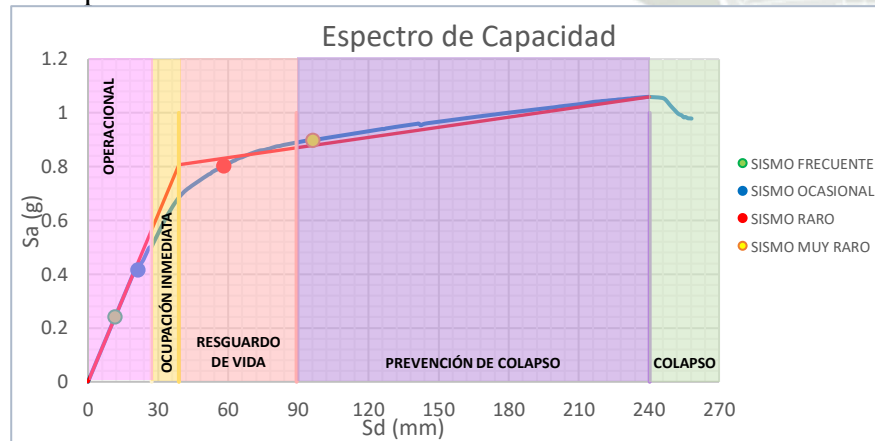
- Separación de 10 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 160: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm – Pórtico 4 (6 niveles)

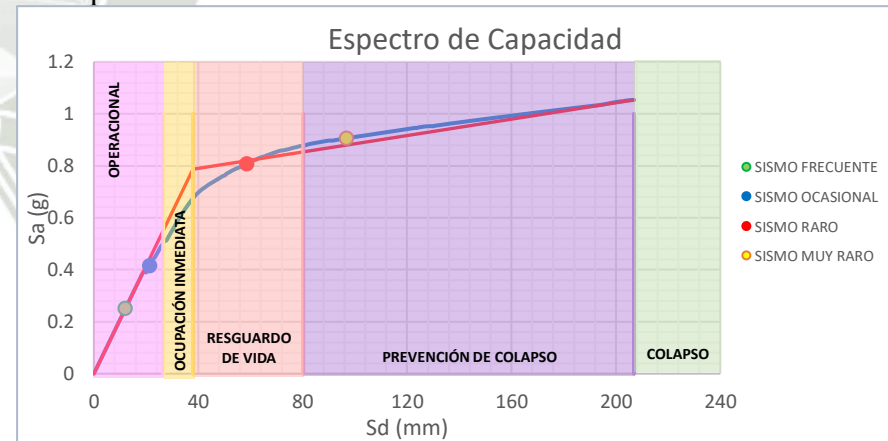
- Separación de 15 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 161: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm – Pórtico 4 (6 niveles)

- Separación de 20 cm

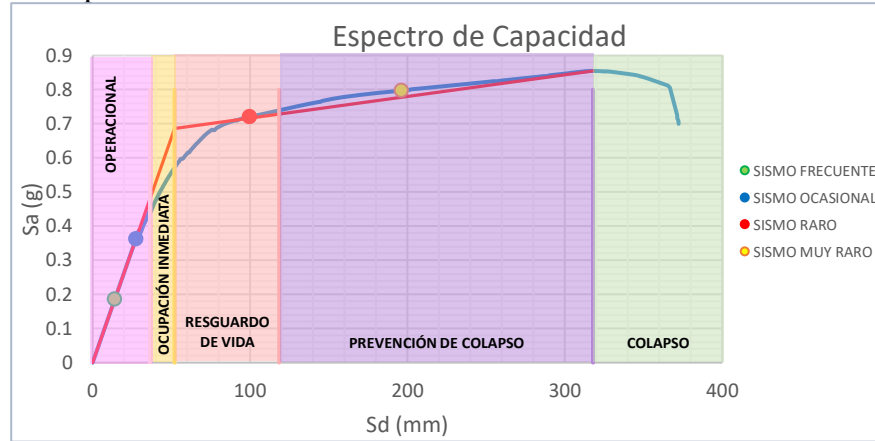


Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 162: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm – Pórtico 4 (6 niveles)

4.7.5. Sectorización Pórtico 5

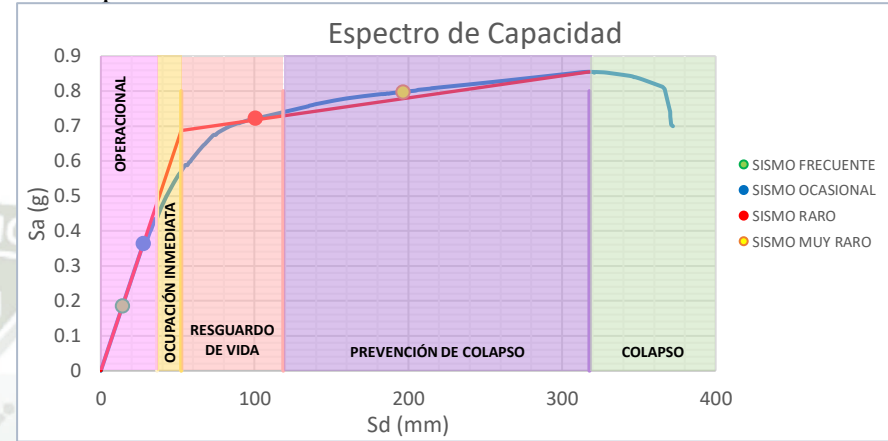
- Separación de 5 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 163: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 5 (8 niveles)

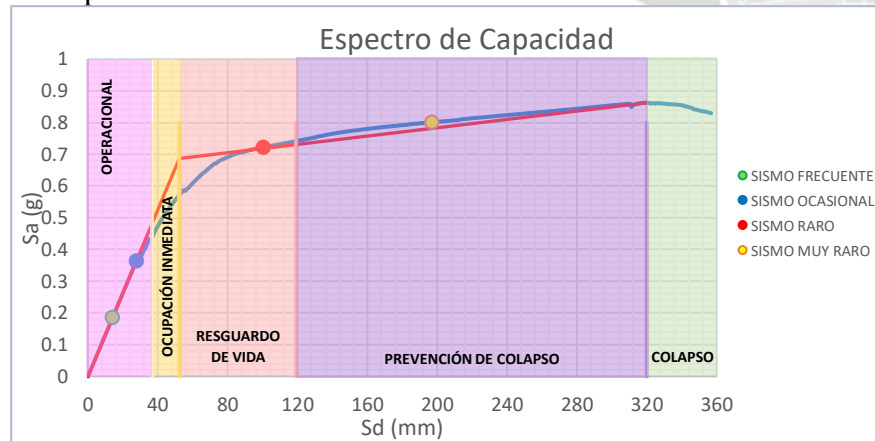
- Separación de 10 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 164: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm – Pórtico 5 (8 niveles)

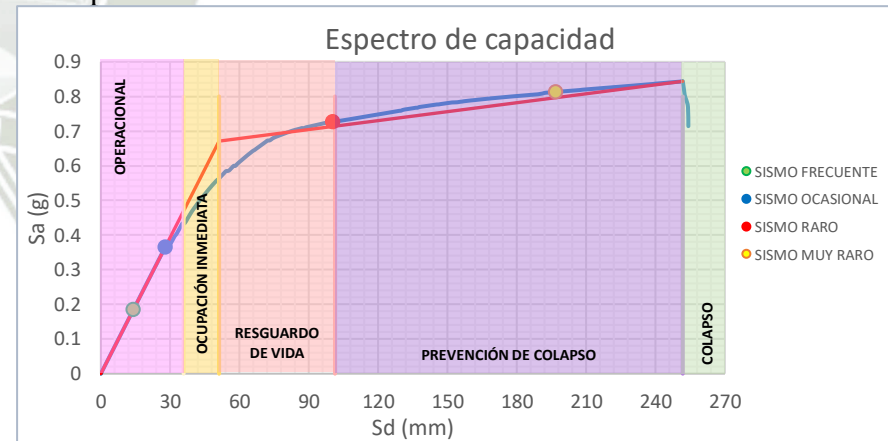
- Separación de 15 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 165: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm – Pórtico 5 (8 niveles)

- Separación de 20 cm

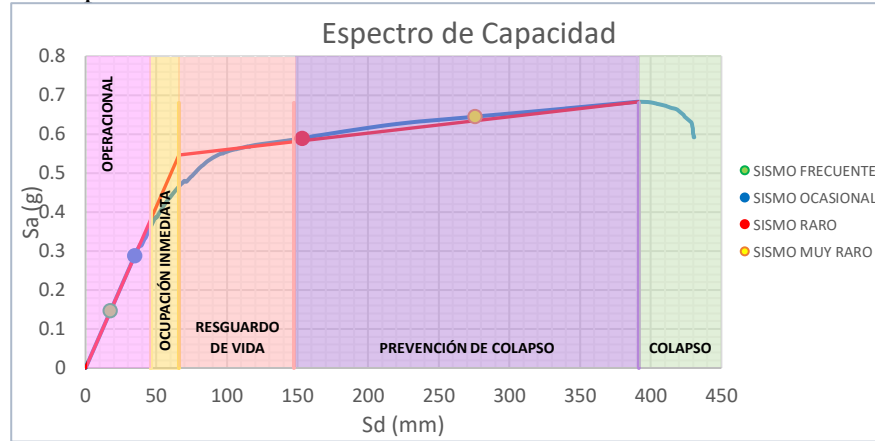


Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 166: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm – Pórtico 5 (8 niveles)

4.7.6. Sectorización Pórtico 6

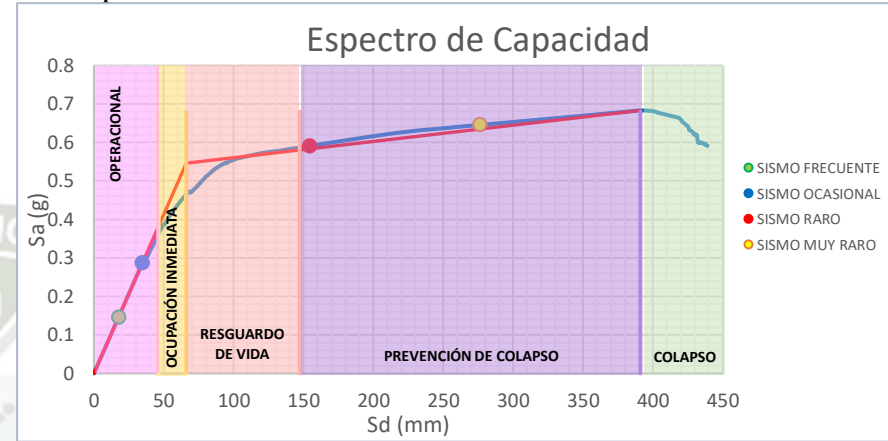
- Separación de 5 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 167: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm—Pórtico 6 (10 niveles)

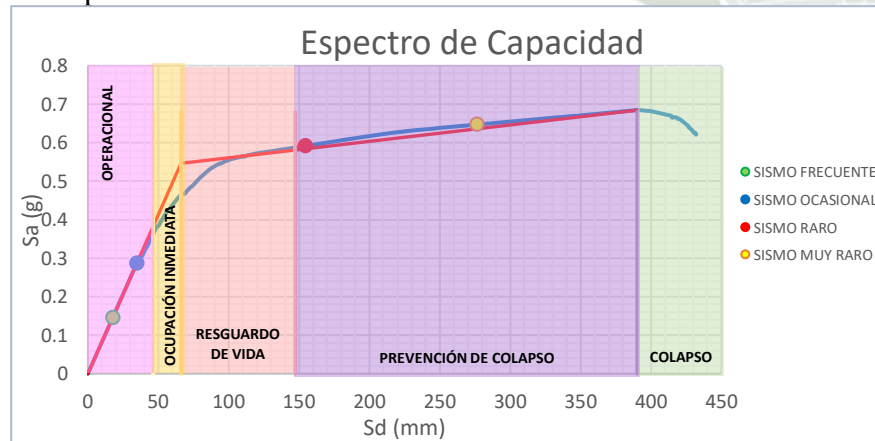
- Separación de 10 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 168: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm—Pórtico 6 (10 niveles)

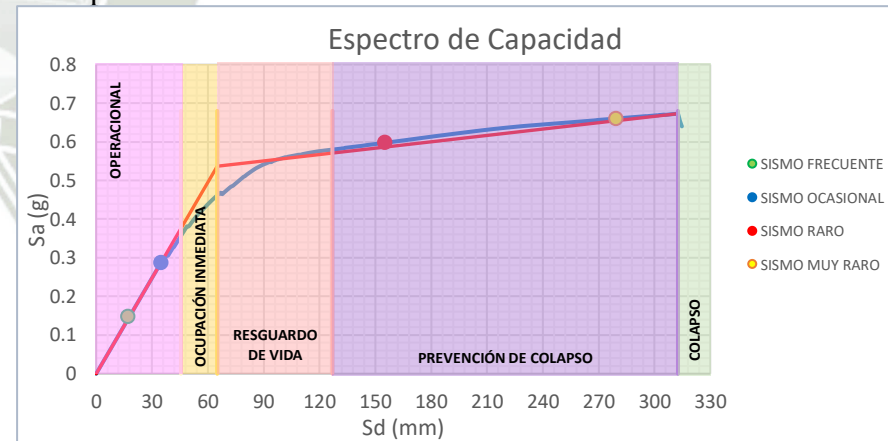
- Separación de 15 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 169: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm—Pórtico 6 (10 niveles)

- Separación de 20 cm

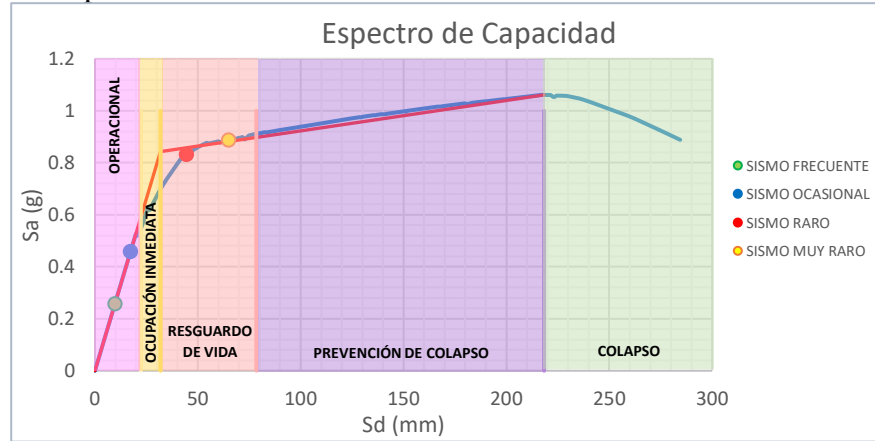


Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 170: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm—Pórtico 6 (10 niveles)

4.7.7. Sectorización Pórtico 7

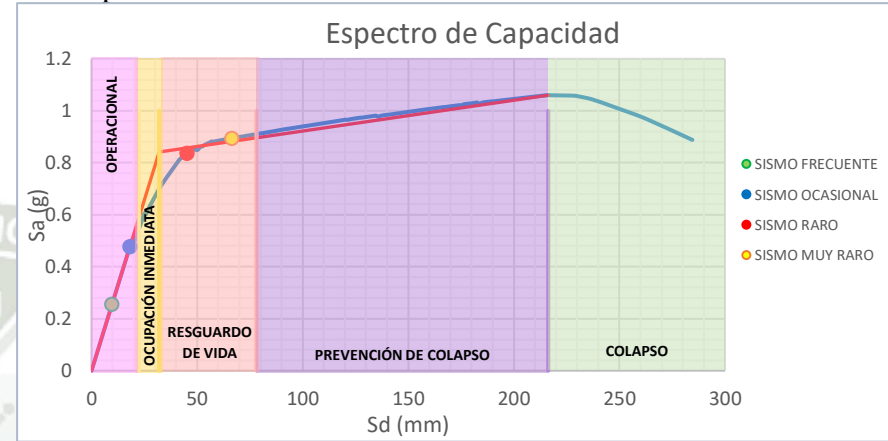
- Separación de 5 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 171: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 7 (6 niveles)

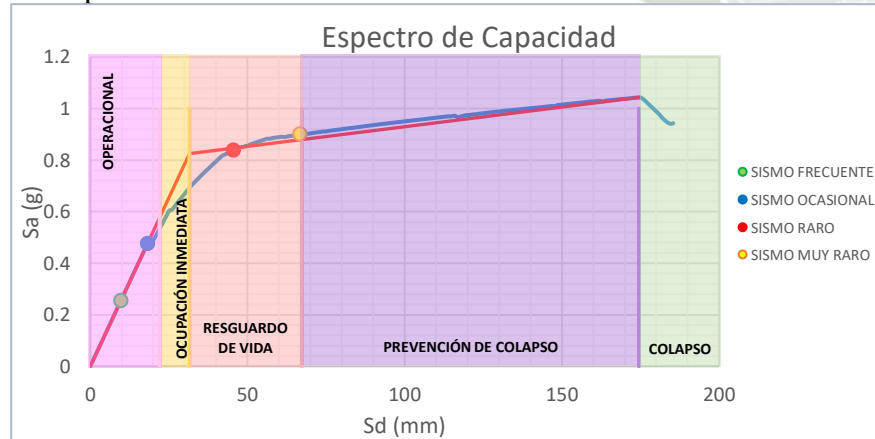
- Separación de 10 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 172: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm – Pórtico 7 (6 niveles)

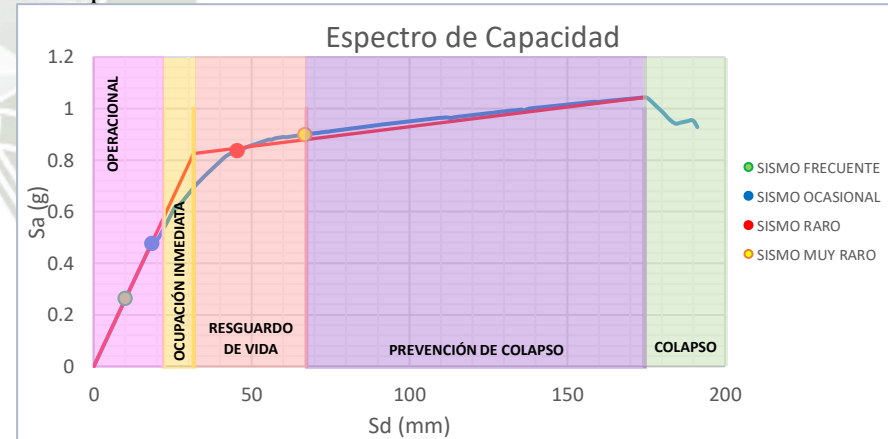
- Separación de 15 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 173: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm – Pórtico 7 (6 niveles)

- Separación de 20 cm

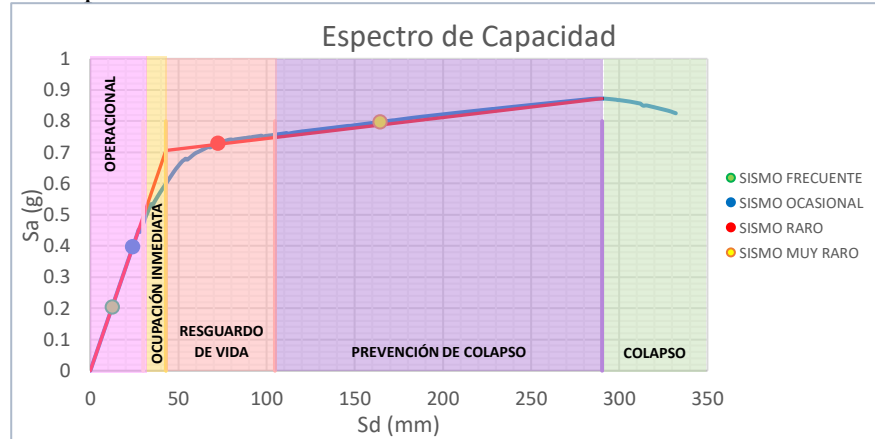


Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 174: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm – Pórtico 7 (6 niveles)

4.7.8. Sectorización Pórtico 8

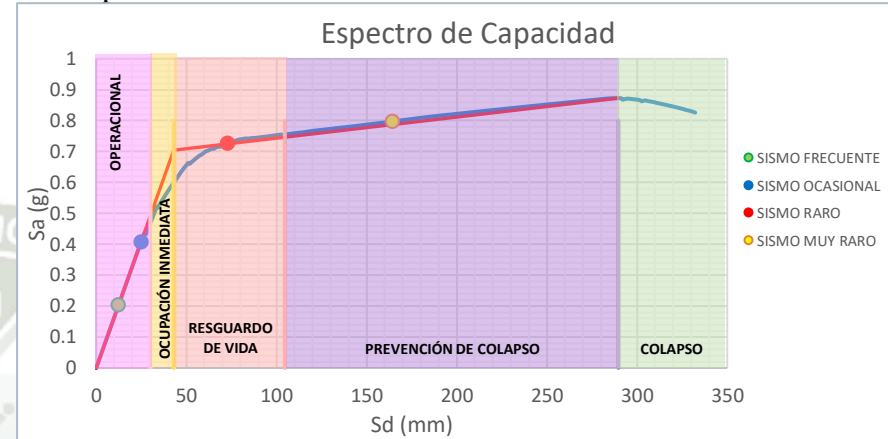
- Separación de 5 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 175: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 8 (8 niveles)

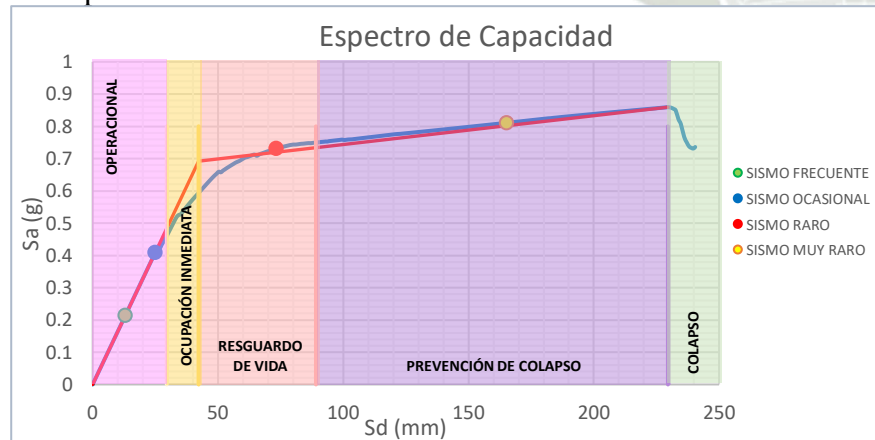
- Separación de 10 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 176: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm – Pórtico 8 (8 niveles)

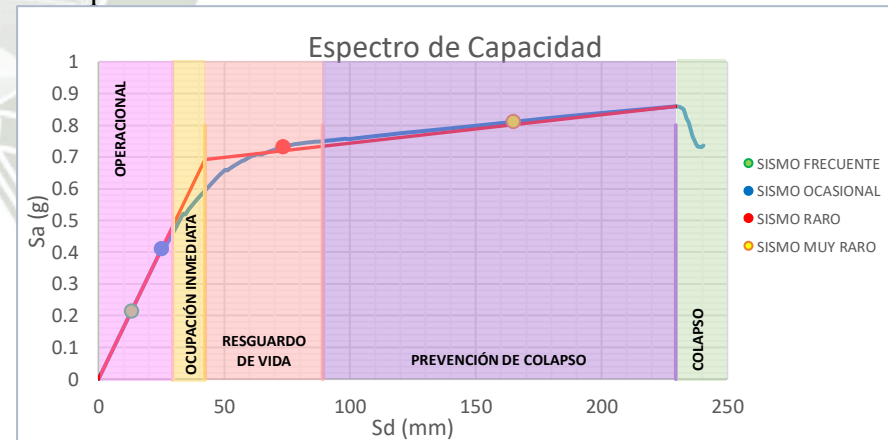
- Separación de 15 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 177: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm – Pórtico 8 (8 niveles)

- Separación de 20 cm

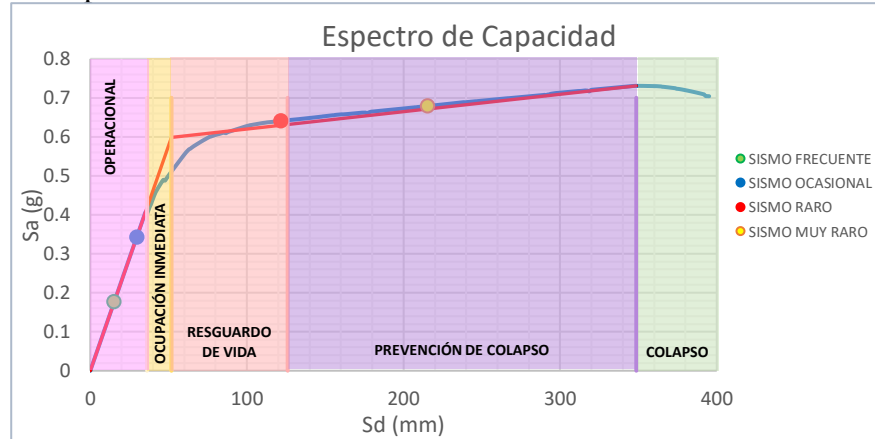


Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 178: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm – Pórtico 8 (8 niveles)

4.7.9. Sectorización Pórtico 9

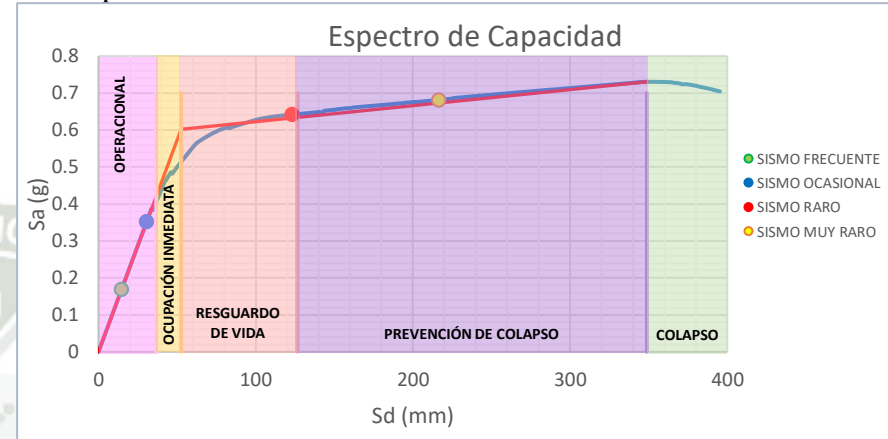
- Separación de 5 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 179: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 9 (10 niveles)

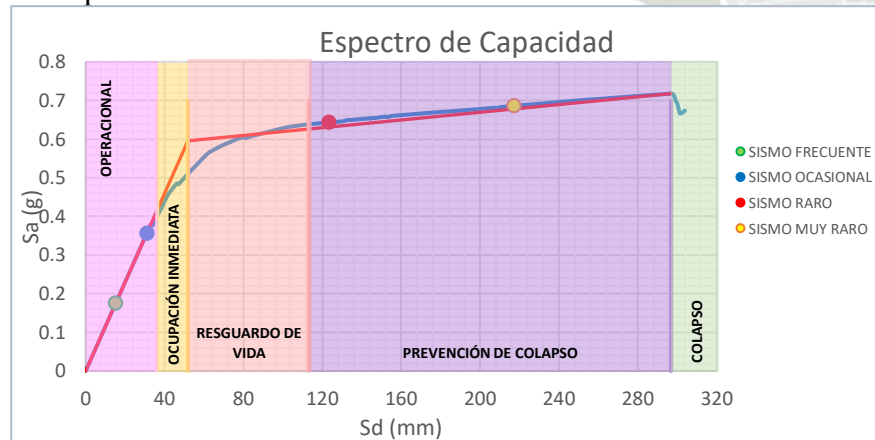
- Separación de 10 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 180: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm – Pórtico 9 (10 niveles)

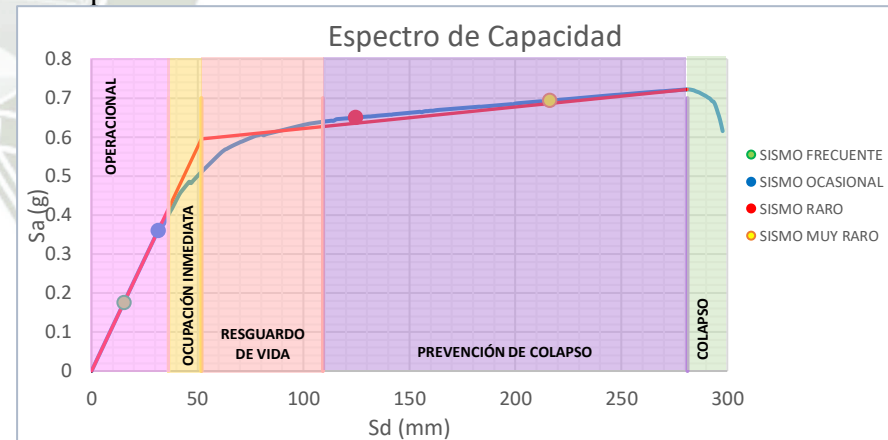
- Separación de 15 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 181: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm – Pórtico 9 (10 niveles)

- Separación de 20 cm

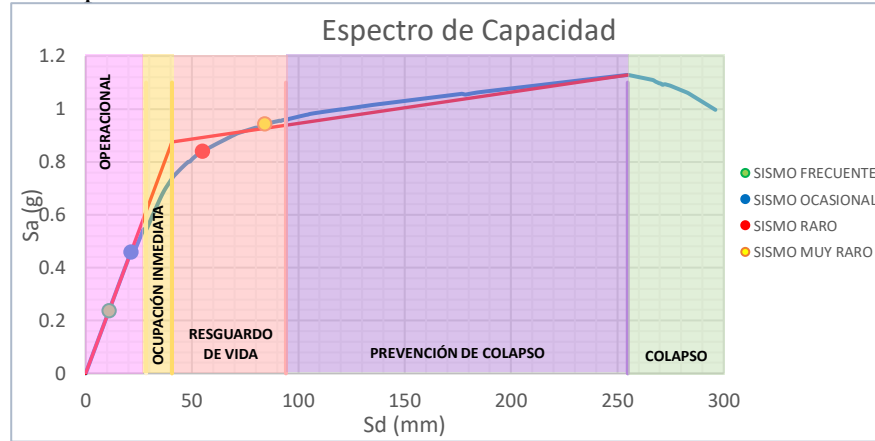


Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 182: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm – Pórtico 9 (10 niveles)

4.7.10. Sectorización Pórtico 10

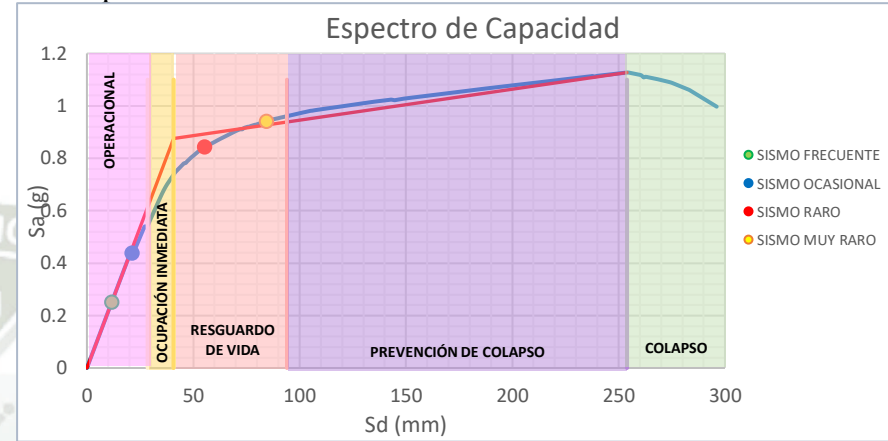
- Separación de 5 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 183: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 10 (6 niveles)

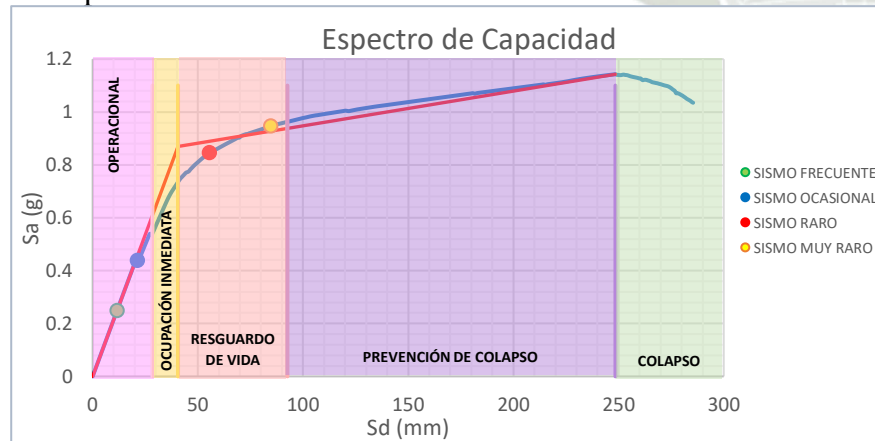
- Separación de 10 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 184: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm – Pórtico 10 (6 niveles)

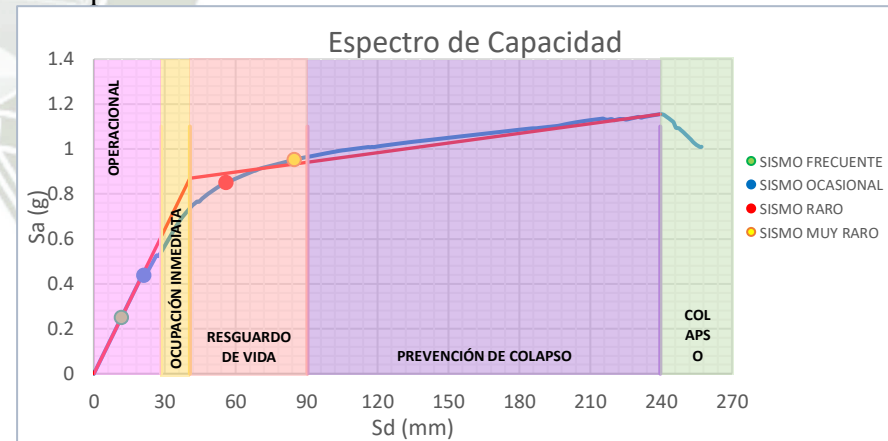
- Separación de 15 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 185: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm – Pórtico 10 (6 niveles)

- Separación de 20 cm

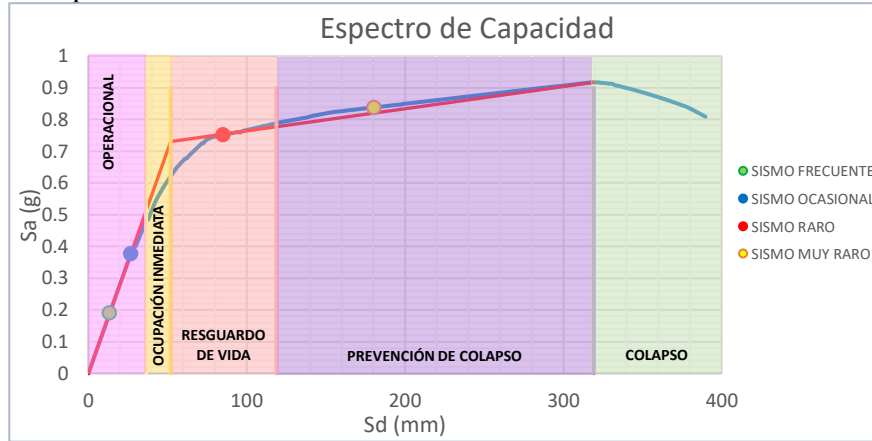


Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 186: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm – Pórtico 10 (6 niveles)

4.7.11. Sectorización Pórtico 11

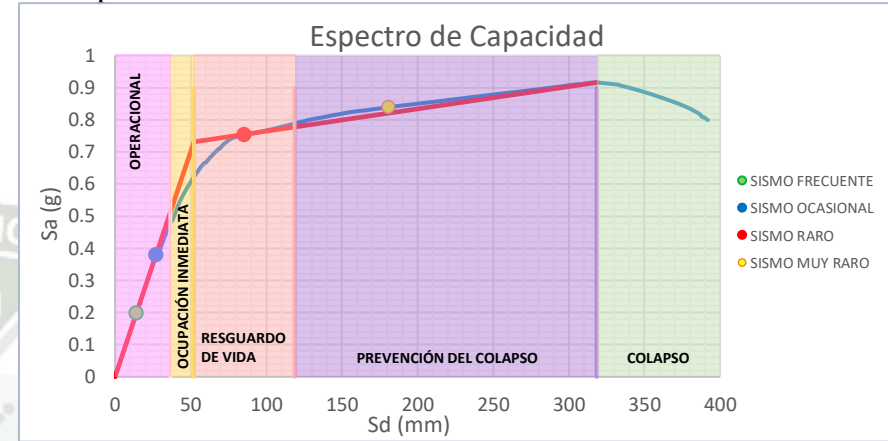
- Separación de 5 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 187: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5$ cm – Pórtico 11 (8 niveles)

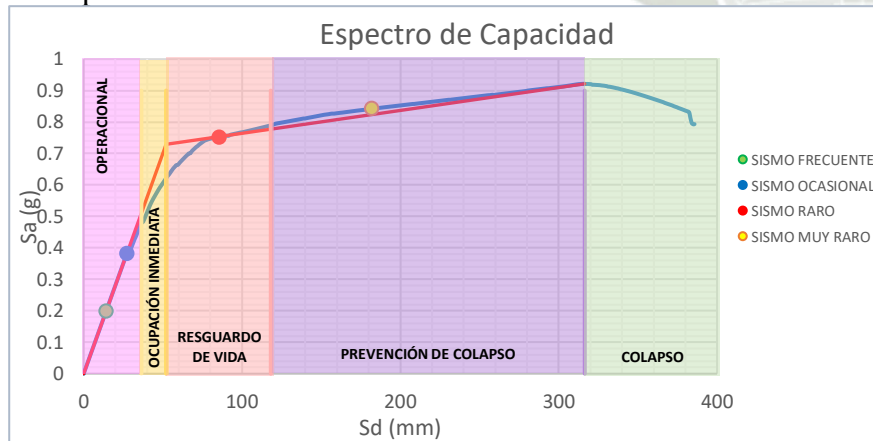
- Separación de 10 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 188: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10$ cm – Pórtico 11 (8 niveles)

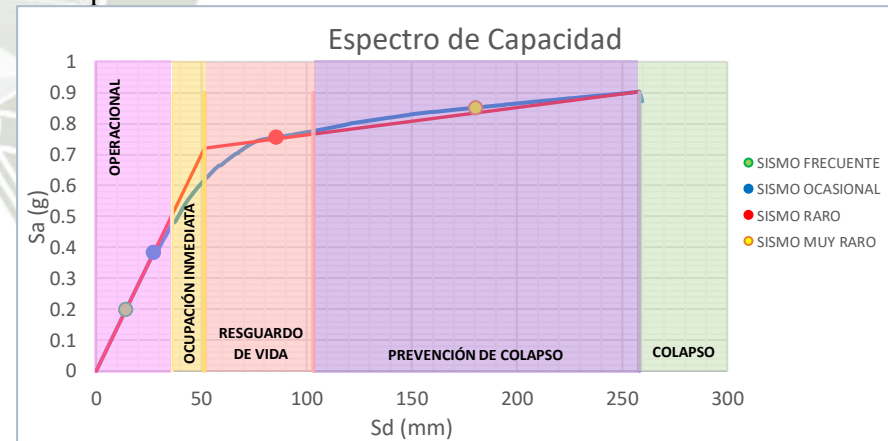
- Separación de 15 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 189: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15$ cm – Pórtico 11 (8 niveles)

- Separación de 20 cm

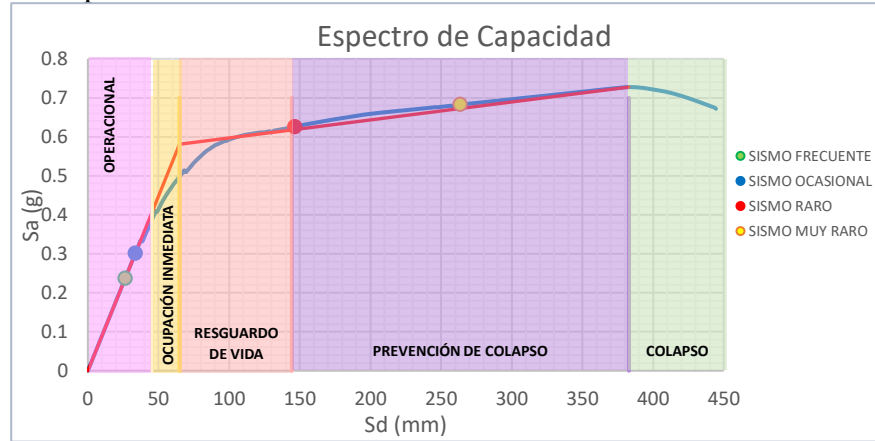


Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 190: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20$ cm – Pórtico 11 (8 niveles)

4.7.12. Sectorización Pórtico 12

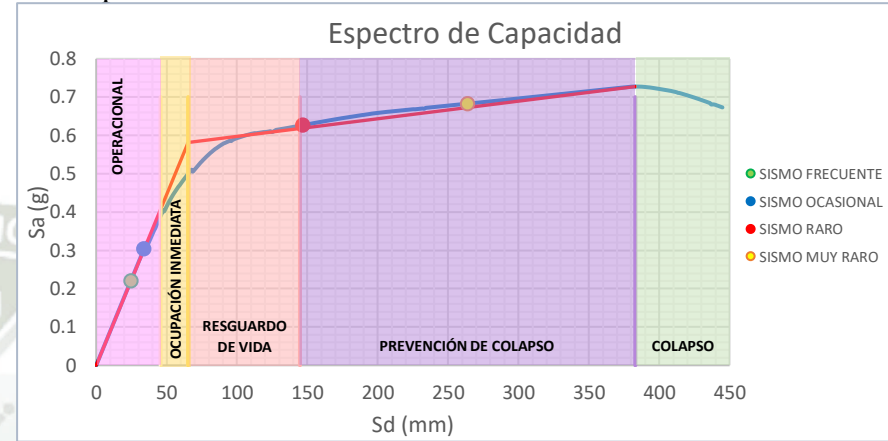
- Separación de 5 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 191: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 5 \text{ cm}$ –Pórtico 12(10 niveles)

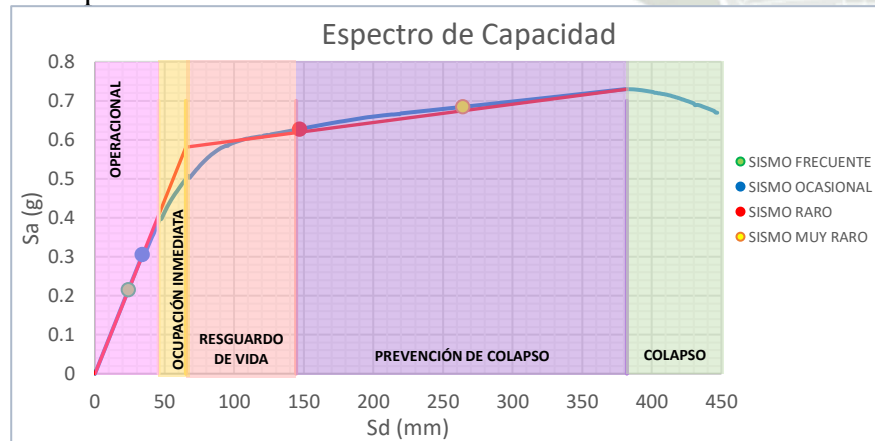
- Separación de 10 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 192: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 10 \text{ cm}$ –Pórtico 12(10 niveles)

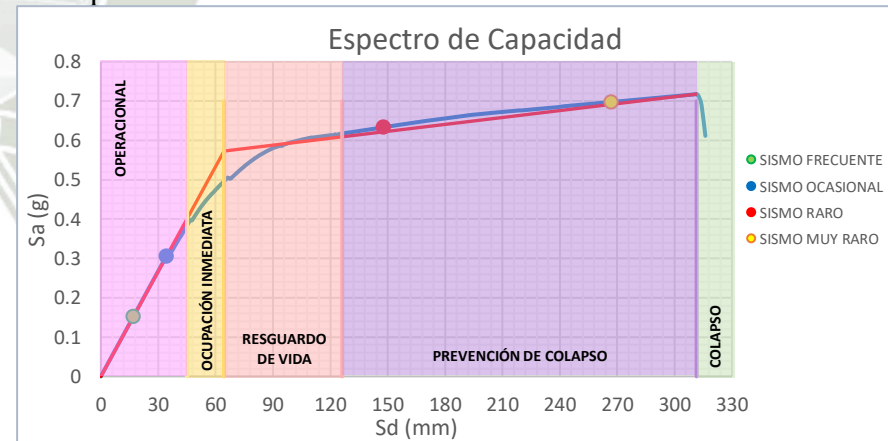
- Separación de 15 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 193: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 15 \text{ cm}$ –Pórtico 12(10 niveles)

- Separación de 20 cm



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 194: Niveles de Desempeño Sísmico $S = 20 \text{ cm}$ –Pórtico 12(10 niveles)



5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS DE ROTACIÓN DE ELEMENTOS

5.1.1. Vigas

La capacidad de rotación de las vigas definidas según los Parámetros de Modelamiento y Criterios Numéricos de Aceptación para Procedimientos No Lineales para Vigas de Concreto Armado (Tabla 1) y según el procedimiento realizado en el inciso 4.1.1 se aprecia que la separación del reforzamiento transversal puede ser Conforme (C) o No Conforme (NC); si la tercera parte de la distancia entre el extremo de la viga al centroide del refuerzo longitudinal ($d/3$) es mayor a la separación (C), o menor (NC).

Por lo que, se podría decir que la separación estaría condicionada a ser menor a los $d/3$ de la viga; es decir, para vigas más peraltadas se podría poner los estribos a mayor separación.

Esta misma diferencia entre las separaciones del reforzamiento transversal Conforme (C) y No Conforme (NC), se aprecia en los diagramas Momento Rotación de las vigas (Gráfico 74 al 85).

5.1.2. Columnas

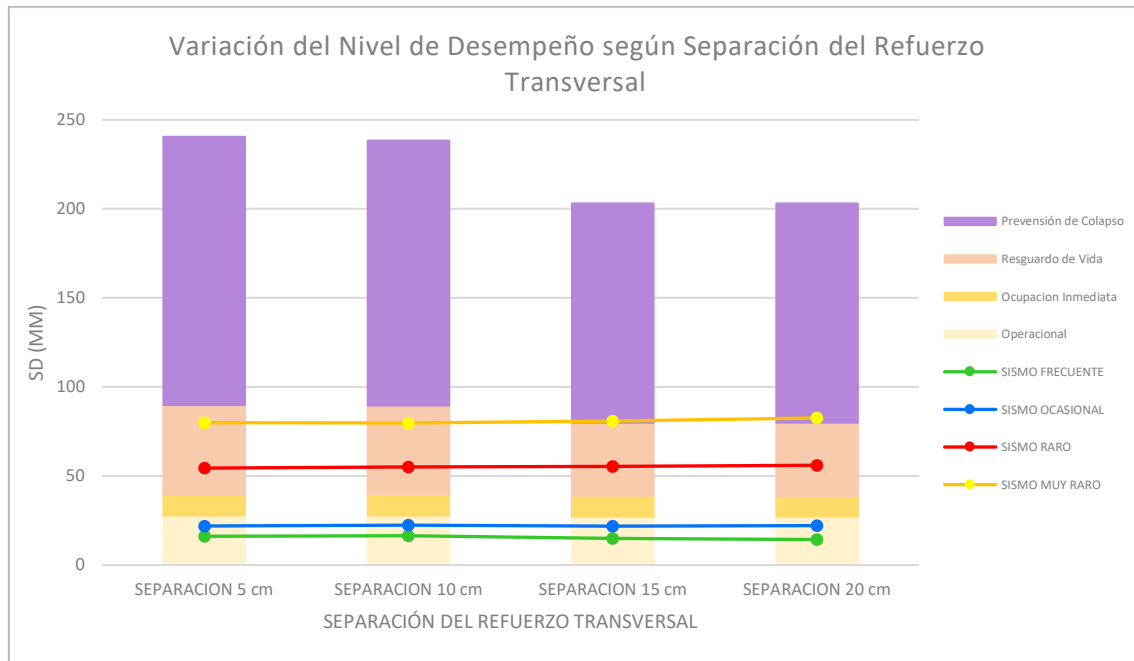
Primero se analizó los diagramas constitutivos de las columnas, dónde se observa en los gráficos 88 al 100, que la capacidad de deformación unitaria de la sección decrece drásticamente entre los 5 cm a 10 cm de separación; en cambio, para la separación de 10 cm, 15 cm y 20 cm la disminución es menor.

También se aprecia que la resistencia de la sección va disminuyendo a medida que la separación del reforzamiento transversal aumenta.

Uno de los factores más importantes, es el incremento de la disminución de la curva a medida que la separación del reforzamiento transversal es mayor; por consiguiente, las curvas se van acercando a la curva del concreto no confinado, comportándose como una sección no confinada. Para los diagramas de Momento Rotación de las columnas se aprecia según los gráficos 101 al 112, que las curvas varían según la configuración del peralte de las vigas de los primeros niveles.

5.2. COMPARACIÓN DE LOS PUNTOS DE DESEMPEÑO

- Pórtico 1:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 195: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 1 (6 niveles)

Para la distribución del refuerzo transversal con separación $S = 5$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 22.57 mm ($S_d = 16.25$ mm) y una cortante de 9.43 tonf ($S_a = 0.33$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional, se obtuvo un desplazamiento de 30.68 mm ($S_d = 21.95$ mm) y una cortante de 14.02 tonf ($S_a = 0.46$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 74.41 mm ($S_d = 54.45$ mm) y una cortante de 26.30 tonf ($S_a = 0.83$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 107.48 mm ($S_d = 79.85$ mm) y una cortante de 28.43 tonf ($S_a = 0.88$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).

Para $S = 10$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 23.00 mm ($S_d = 16.46$ mm) y una cortante de 10.47 tonf ($S_a = 0.34$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 31.28 mm ($S_d = 22.39$ mm) y una cortante de 14.12 tonf ($S_a = 0.46$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 75.35 mm ($S_d = 55.19$ mm) y una cortante de 26.28 tonf ($S_a = 0.83$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 106.97 mm ($S_d = 79.80$ mm) y una cortante de 28.13 tonf ($S_a = 0.87$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).

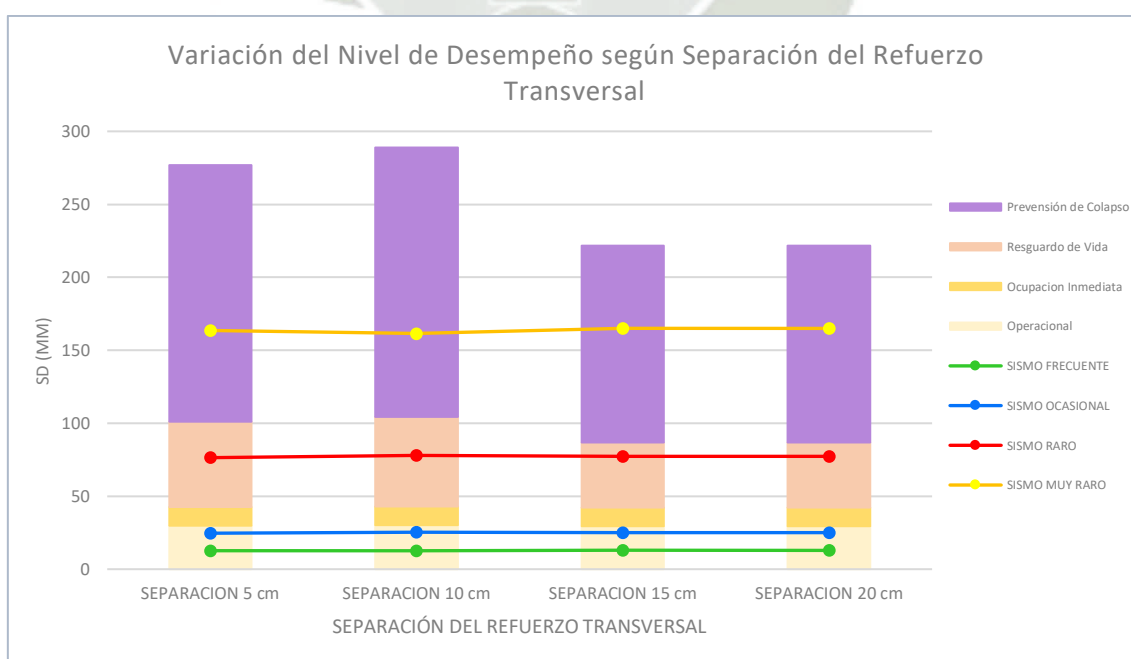
Para $S = 15$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 21.00 mm ($S_d = 15.03$ mm) y una cortante de 9.54 tonf ($S_a = 0.31$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 30.71 mm ($S_d = 22.00$ mm) y una cortante de 13.69 tonf ($S_a = 0.44$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 75.76 mm ($S_d = 55.54$ mm) y una cortante de 26.33 tonf ($S_a = 0.83$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 108.50 mm ($S_d = 80.99$ mm) y una cortante de 28.59 tonf ($S_a = 0.89$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP), aún muy cercano al nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).

Para $S = 20$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 20.00 mm ($S_d = 14.32$ mm) y una cortante de 9.07 tonf ($S_a = 0.30$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 30.74 mm ($S_d = 22.03$ mm) y una cortante de 13.68 tonf ($S_a = 0.44$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 76.46 mm ($S_d = 56.05$ mm) y una cortante de 26.22 tonf ($S_a = 0.83$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 110.57 mm ($S_d = 82.62$ mm) y una cortante de 28.54 tonf ($S_a = 0.88$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP), aún muy cercano al nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).

- Pórtico 2:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 196: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 2 (8 niveles)

Para la distribución del refuerzo transversal con separación $S = 5$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 18.09 mm ($S_d = 12.66$ mm) y una cortante de 11.64 tonf ($S_a = 0.20$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 35.22 mm ($S_d = 24.66$ mm) y una cortante de 22.64 tonf ($S_a = 0.40$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), muy cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 109.16 mm ($S_d = 76.43$ mm) y una cortante de 40.90 tonf ($S_a = 0.72$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 228.23 mm ($S_d = 163.59$ mm) y una cortante de 45.46 tonf ($S_a = 0.78$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 10$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 18.15 mm ($S_d = 12.67$ mm) y una cortante de 11.50 tonf ($S_a = 0.20$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 36.31 mm ($S_d = 25.34$ mm) y una cortante de 22.96 tonf ($S_a = 0.41$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), muy cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 111.71 mm ($S_d = 77.96$ mm) y una cortante de 41.02 tonf ($S_a = 0.73$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 227.35 mm ($S_d = 161.54$ mm) y una cortante de 47.28 tonf ($S_a = 0.82$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

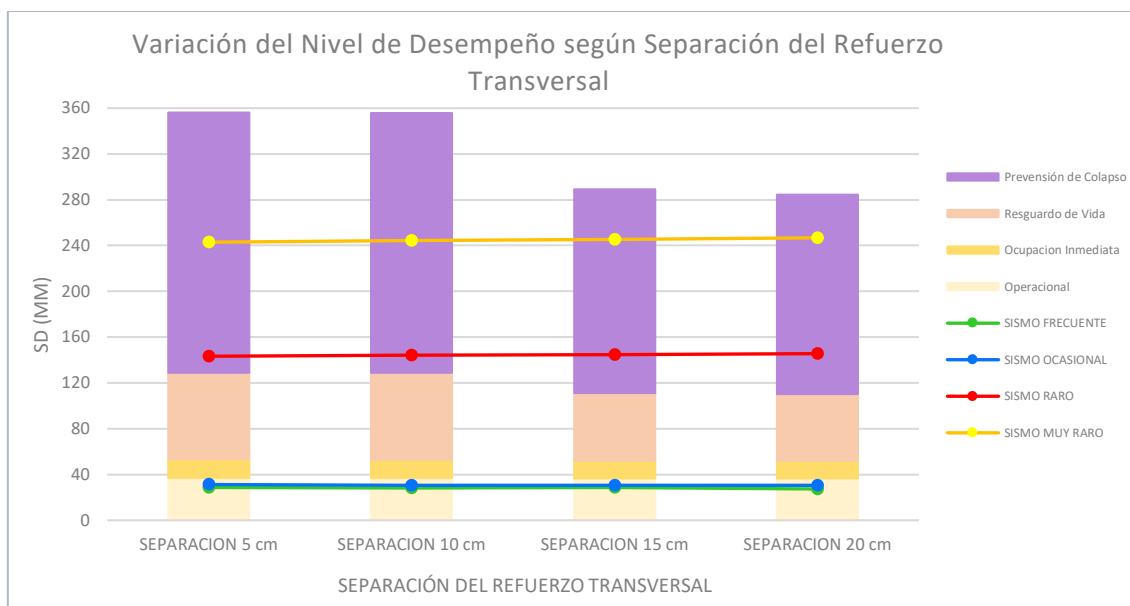
Para $S = 15$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 19.21 mm ($S_d = 12.82$ mm) y una cortante de 11.08 tonf ($S_a = 0.20$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 37.47 mm ($S_d = 25.01$ mm) y una cortante de 21.44 tonf ($S_a = 0.39$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), muy cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 110.48 mm ($S_d = 77.29$ mm) y una cortante de 40.88 tonf ($S_a = 0.72$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS), cercano al nivel de Prevención de Colapso (CP).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 229.22 mm ($S_d = 164.97$ mm) y una cortante de 46.26 tonf ($S_a = 0.79$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 20$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 19.30 mm ($S_d = 12.88$ mm) y una cortante de 11.22 tonf ($S_a = 0.21$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 37.43 mm ($S_d = 24.98$ mm) y una cortante de 21.41 tonf ($S_a = 0.39$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), muy cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 110.65 mm ($S_d = 77.42$ mm) y una cortante de 40.90 tonf ($S_a = 0.72$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS), cercano al nivel de Prevención de Colapso (CP).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 229.23 mm ($S_d = 164.99$ mm) y una cortante de 46.27 tonf ($S_a = 0.79$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

- Pórtico 3:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 197: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 3 (10 niveles)

Para la distribución del refuerzo transversal con separación $S = 5$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 43.80 mm ($S_d = 28.50$ mm) y una cortante de 25.92 tonf ($S_a = 0.31$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 48.00 mm ($S_d = 31.24$ mm) y una cortante de 28.40 tonf ($S_a = 0.34$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 212.37 mm ($S_d = 143.29$ mm) y una cortante de 54.01 tonf ($S_a = 0.62$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 364.12 mm ($S_d = 242.90$ mm) y una cortante de 58.91 tonf ($S_a = 0.67$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 10$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 43.22 mm ($S_d = 28.13$ mm) y una cortante de 25.52

tonf ($S_a = 0.30$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).

- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento 46.97 mm ($S_d = 30.58$ mm) y una cortante de 27.73 tonf ($S_a = 0.33$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 213.99 mm ($S_d = 144.41$ mm) y una cortante de 54.07 tonf ($S_a = 0.62$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 365.79 mm ($S_d = 244.16$ mm) y una cortante de 58.96 tonf ($S_a = 0.67$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 15$ cm:

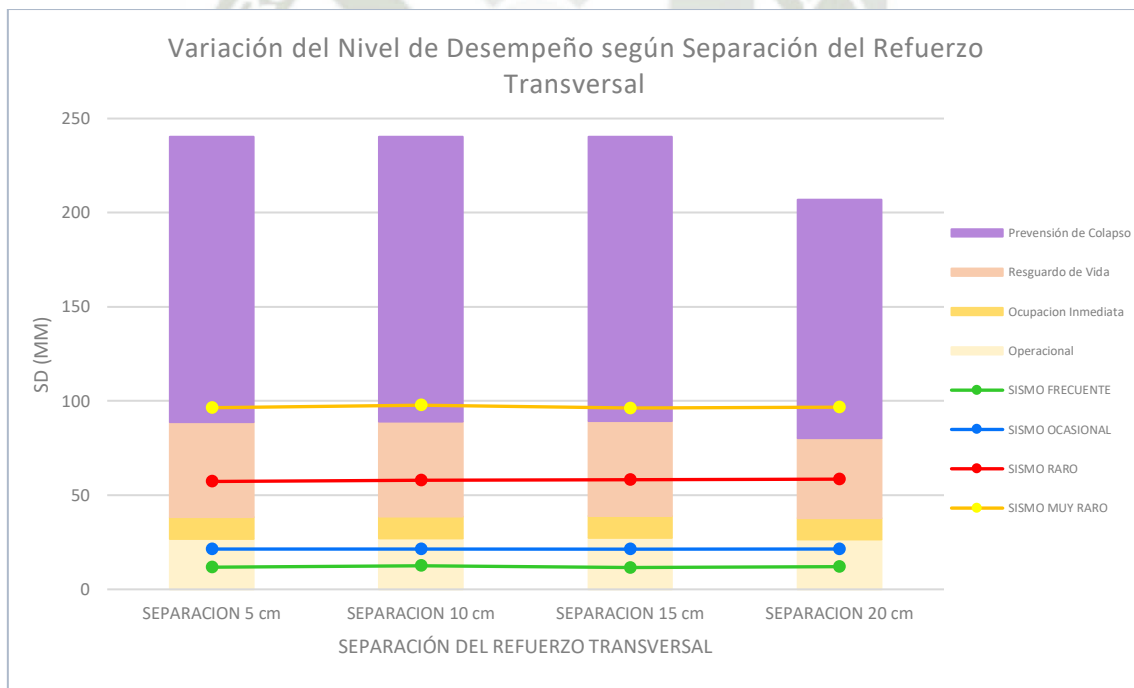
- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 44.00 mm ($S_d = 28.65$ mm) y una cortante de 25.96 tonf ($S_a = 0.31$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 46.93 mm ($S_d = 30.55$ mm) y una cortante de 27.69 tonf ($S_a = 0.33$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 214.10 mm ($S_d = 144.70$ mm) y una cortante de 54.35 tonf ($S_a = 0.63$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 366.52 mm ($S_d = 245.35$ mm) y una cortante de 59.56 tonf ($S_a = 0.67$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 20$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 42.00 mm ($S_d = 27.34$ mm) y una cortante de 24.78 tonf ($S_a = 0.30$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).

- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 47.03 mm ($S_d = 30.62$ mm) y una cortante de 27.74 tonf ($S_a = 0.33$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 215.63 mm ($S_d = 145.58$ mm) y una cortante de 54.70 tonf ($S_a = 0.63$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 369.35 mm ($S_d = 246.76$ mm) y una cortante de 60.18 tonf ($S_a = 0.68$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

- Pórtico 4:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 198: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 4 (6 niveles)

Para la distribución del refuerzo transversal con separación $S = 5$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 17.78 mm ($S_d = 11.70$ mm) y una cortante de 16.13 tonf ($S_a = 0.25$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).

- Se el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 30.90 mm ($S_d = 21.37$ mm) y una cortante de 28.20 tonf ($S_a = 0.43$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 80.57 mm ($S_d = 57.28$ mm) y una cortante de 55.42 tonf ($S_a = 0.80$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 131.52 mm ($S_d = 96.58$ mm) y una cortante de 63.66 tonf ($S_a = 0.90$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 10$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 18.16 mm ($S_d = 12.52$ mm) y una cortante de 17.01 tonf ($S_a = 0.26$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 30.84 mm ($S_d = 21.36$ mm) y una cortante de 27.68 tonf ($S_a = 0.42$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 81.40 mm ($S_d = 57.95$ mm) y una cortante de 55.58 tonf ($S_a = 0.80$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 133.20 mm ($S_d = 97.79$ mm) y una cortante de 63.74 tonf ($S_a = 0.90$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 15$ cm:

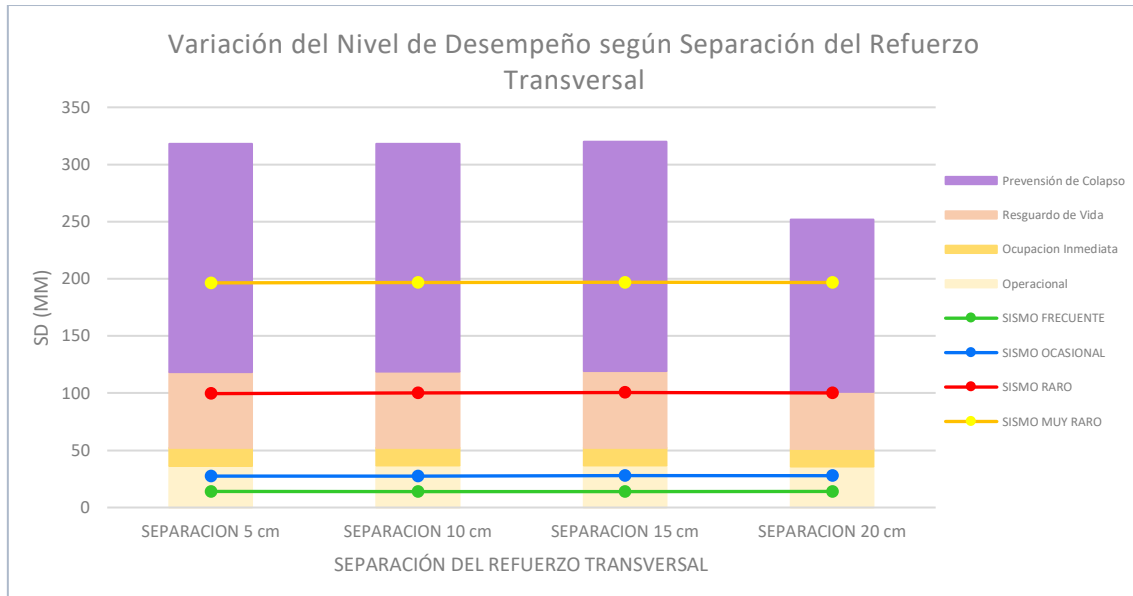
- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 16.81 mm ($S_d = 11.61$ mm) y una cortante de 15.73 tonf ($S_a = 0.24$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).

- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 30.82 mm ($S_d = 21.34$ mm) y una cortante de 27.68 tonf ($S_a = 0.42$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 81.66 mm ($S_d = 58.14$ mm) y una cortante de 55.54 tonf ($S_a = 0.80$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 131.12 cm ($S_d = 96.30$ mm) y una cortante de 63.59 tonf ($S_a = 0.90$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 20$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 17.47 mm ($S_d = 12.10$ mm) y una cortante de 16.75 tonf ($S_a = 0.25$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 30.94 cm ($S_d = 21.43$ mm) y una cortante de 27.66 tonf ($S_a = 0.42$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 82.17 mm ($S_d = 58.51$ mm) y una cortante de 55.92 tonf ($S_a = 0.81$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 131.68 mm ($S_d = 96.674$ mm) y una cortante de 64.19 tonf ($S_a = 0.91$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

- Pórtico 5:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 199: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 5 (8 niveles)

Para la distribución del refuerzo transversal con separación $S = 5$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 22.00 mm ($S_d = 14.05$ mm) y una cortante de 19.41 tonf ($S_a = 0.19$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 43.00 mm ($S_d = 27.47$ mm) y una cortante de 37.90 tonf ($S_a = 0.36$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 154.28 mm ($S_d = 99.61$ mm) y una cortante de 79.20 tonf ($S_a = 0.72$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 304.39 mm ($S_d = 196.48$ mm) y una cortante de 90.48 tonf ($S_a = 0.80$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 10$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 22.00 mm ($S_d = 14.06$ mm) y una cortante de 19.37

tonf ($S_a = 0.18$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).

- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 43.30 cm ($S_d = 27.67$ mm) y una cortante de 38.08 tonf ($S_a = 0.36$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 155.53 mm ($S_d = 100.44$ mm) y una cortante de 79.33 tonf ($S_a = 0.72$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 303.94 mm ($S_d = 196.56$ mm) y una cortante de 90.43 tonf ($S_a = 0.80$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 15$ cm:

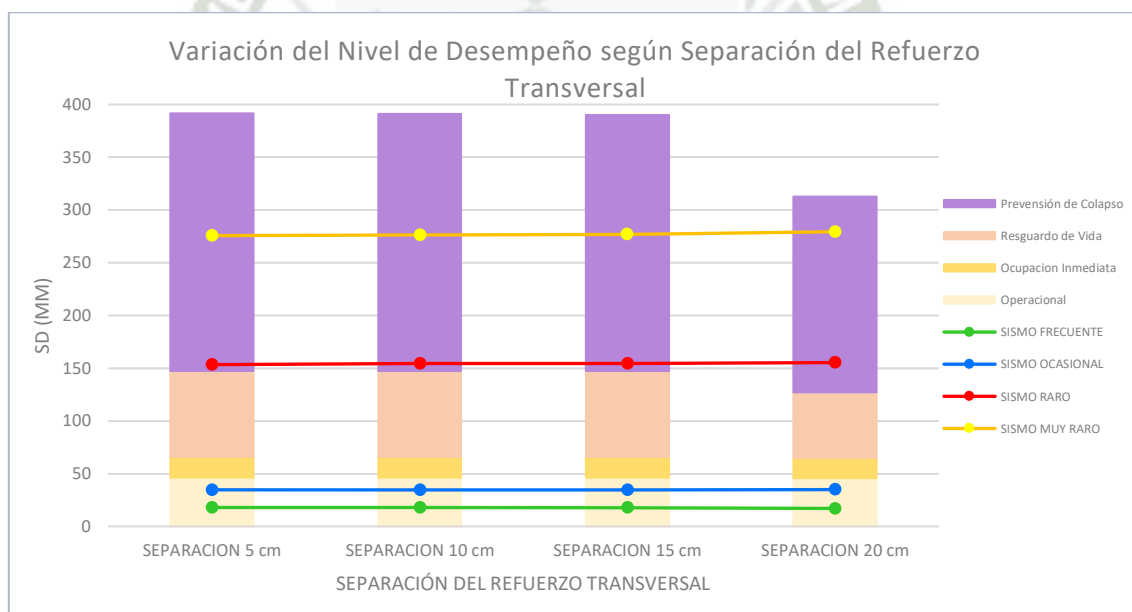
- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 22.00 mm ($S_d = 14.06$ mm) y una cortante de 19.35 tonf ($S_a = 0.18$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 43.43 mm ($S_d = 27.76$ mm) y una cortante de 38.17 tonf ($S_a = 0.36$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 155.47 mm ($S_d = 100.56$ mm) y una cortante de 79.56 tonf ($S_a = 0.72$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 303.39 mm ($S_d = 197.01$ mm) y una cortante de 90.99 tonf ($S_a = 0.80$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 20$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 22.00 mm ($S_d = 14.06$ mm) y una cortante de 19.35 tonf ($S_a = 0.18$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).

- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 43.54 mm ($S_d = 27.82$ mm) y una cortante de 38.24 tonf ($S_a = 0.37$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 155.28 mm ($S_d = 100.41$ mm) y una cortante de 80.05 tonf ($S_a = 0.73$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS), muy cercano al nivel de Prevención de Colapso (CP).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 303.40 mm ($S_d = 196.80$ mm) y una cortante de 92.23 tonf ($S_a = 0.81$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

- Pórtico 6:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 200: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 6 (10 niveles)

Para la distribución del refuerzo transversal con separación $S = 5$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 27.99 mm ($S_d = 17.67$ mm) y una cortante de 22.01 tonf ($S_a = 0.15$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).

- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 54.98 mm ($S_d = 34.71$ mm) y una cortante de 43.21 tonf ($S_a = 0.29$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 239.62 mm ($S_d = 153.39$ mm) y una cortante de 93.40 tonf ($S_a = 0.59$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP), aún cercano al nivel de Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 431.82 mm ($S_d = 275.71$ mm) y una cortante de 104.53 tonf ($S_a = 0.64$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 10$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 28.00 mm ($S_d = 17.68$ mm) y una cortante de 21.91 tonf ($S_a = 0.15$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 55.00 cm ($S_d = 34.72$ cm) y una cortante de 43.01 tonf ($S_a = 0.29$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 241.18 mm ($S_d = 154.44$ mm) y una cortante de 93.38 tonf ($S_a = 0.59$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP), aún cercano al nivel de Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 432.86 mm ($S_d = 276.40$ mm) y una cortante de 104.57 tonf ($S_a = 0.65$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 15$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 28.00 mm ($S_d = 17.68$ mm) y una cortante de 21.92

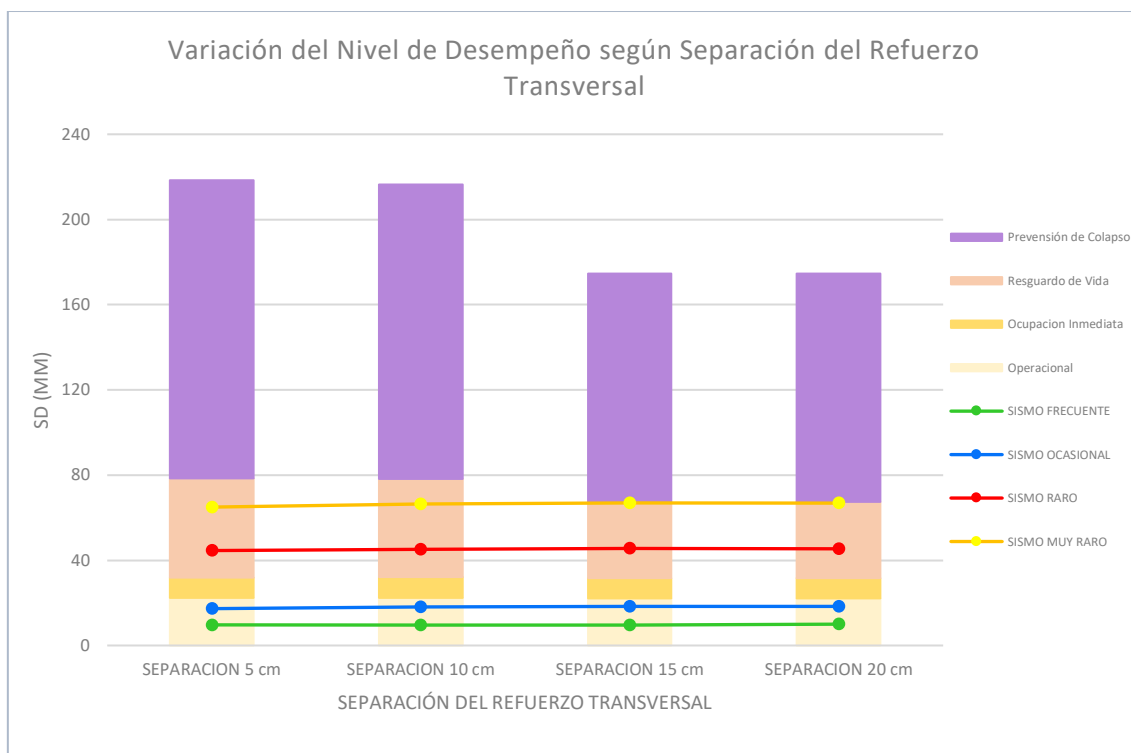
tonf ($S_a = 0.15$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).

- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 55.00 mm ($S_d = 34.73$ mm) y una cortante de 43.04 tonf ($S_a = 0.29$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 241.21 mm ($S_d = 154.65$ mm) y una cortante de 93.54 tonf ($S_a = 0.59$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP), aún cercano al nivel de Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 432.98 mm ($S_d = 276.90$ mm) y una cortante de 104.91 tonf ($S_a = 0.65$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 20$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 27.00 mm ($S_d = 17.05$ mm) y una cortante de 22.17 tonf ($S_a = 0.15$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 55.30 mm ($S_d = 34.91$ mm) y una cortante de 43.21 tonf ($S_a = 0.29$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 242.01 mm ($S_d = 155.36$ mm) y una cortante de 94.73 tonf ($S_a = 0.60$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 435.92 mm ($S_d = 279.39$ mm) y una cortante de 107.45 tonf ($S_a = 0.66$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

- Pórtico 7:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 201: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 7 (6 niveles)

Para la distribución del refuerzo transversal con separación $S = 5$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 14.00 mm ($S_d = 9.68$ mm) y una cortante de 13.83 tonf ($S_a = 0.26$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 25.00 mm ($S_d = 17.29$ mm) y una cortante de 24.67 tonf ($S_a = 0.46$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 62.70 mm ($S_d = 44.57$ mm) y una cortante de 46.73 tonf ($S_a = 0.83$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 89.14 mm ($S_d = 64.97$ mm) y una cortante de 50.72 tonf ($S_a = 0.89$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).

Para $S = 10$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 14.00 mm ($S_d = 9.67$ mm) y una cortante de 13.76 tonf ($S_a = 0.26$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 26.22 mm ($S_d = 18.15$ mm) y una cortante de 25.70 tonf ($S_a = 0.48$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 63.68 mm ($S_d = 45.26$ mm) y una cortante de 46.92 tonf ($S_a = 0.84$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 91.06 mm ($S_d = 66.44$ mm) y una cortante de 50.76 tonf ($S_a = 0.89$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).

Para $S = 15$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 14.00 mm ($S_d = 9.69$ mm) y una cortante de 13.74 tonf ($S_a = 0.25$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 26.40 mm ($S_d = 18.27$ mm) y una cortante de 25.75 tonf ($S_a = 0.48$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 64.19 mm ($S_d = 45.55$ mm) y una cortante de 47.06 tonf ($S_a = 0.84$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 91.50 mm ($S_d = 66.80$ mm) y una cortante de 51.12 tonf ($S_a = 0.90$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS), cercano al nivel de Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 20$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 14.46 mm ($S_d = 10.01$ mm) y una cortante de 14.18 tonf ($S_a = 0.26$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 26.50 mm ($S_d = 18.35$ mm) y una cortante de 25.80 tonf ($S_a = 0.48$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 64.08 mm ($S_d = 45.49$ mm) y una cortante de 46.95 tonf ($S_a = 0.84$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 91.54 mm ($S_d = 66.84$ mm) y una cortante de 51.13 tonf ($S_a = 0.90$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS), cercano al nivel de Prevención de Colapso (CP).

- Pórtico 8:

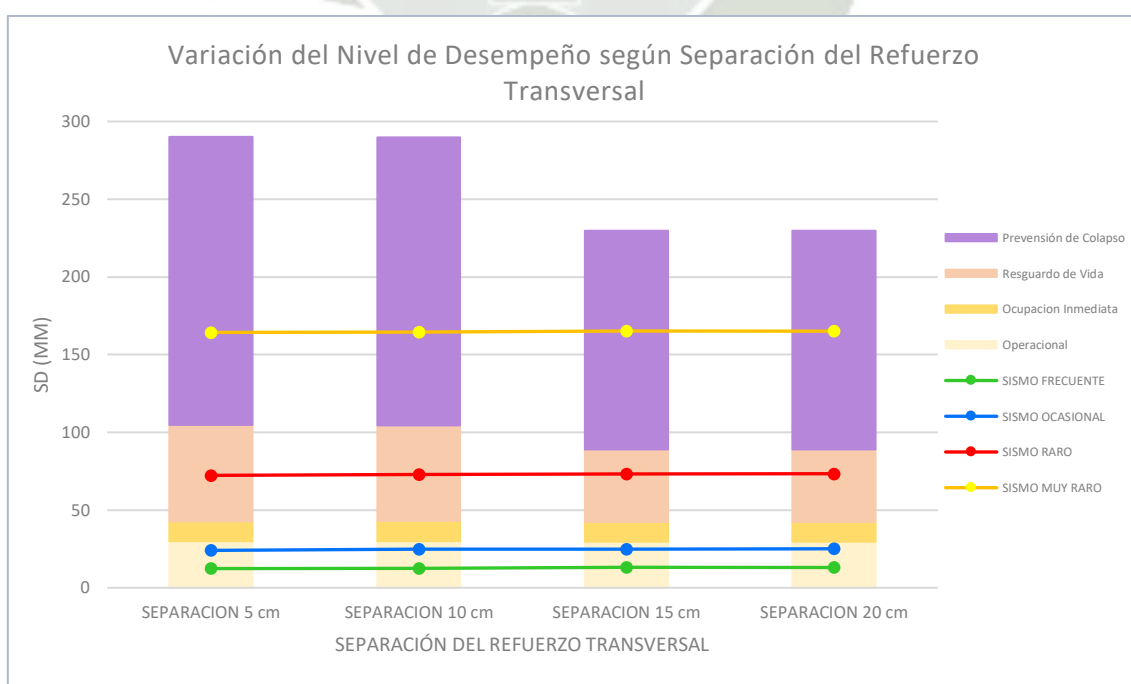


Gráfico 202: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 8 (8 niveles)

Para la distribución del refuerzo transversal con separación $S = 5$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 18.00 mm ($S_d = 12.38$ mm) y una cortante de 17.73 tonf ($S_a = 0.20$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 35.00 mm ($S_d = 24.08$ mm) y una cortante de 34.45 tonf ($S_a = 0.40$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 101.43 mm ($S_d = 72.35$ mm) y una cortante de 65.39 tonf ($S_a = 0.73$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 226.04 mm ($S_d = 164.32$ mm) y una cortante de 74.15 tonf ($S_a = 0.80$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 10$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 17.95 mm ($S_d = 12.38$ mm) y una cortante de 17.66 tonf ($S_a = 0.20$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 36.08 mm ($S_d = 24.88$ mm) y una cortante de 35.35 tonf ($S_a = 0.41$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 101.98 mm ($S_d = 73.00$ mm) y una cortante de 65.32 tonf ($S_a = 0.73$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 226.07 mm ($S_d = 164.40$ mm) y una cortante de 74.15 tonf ($S_a = 0.80$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

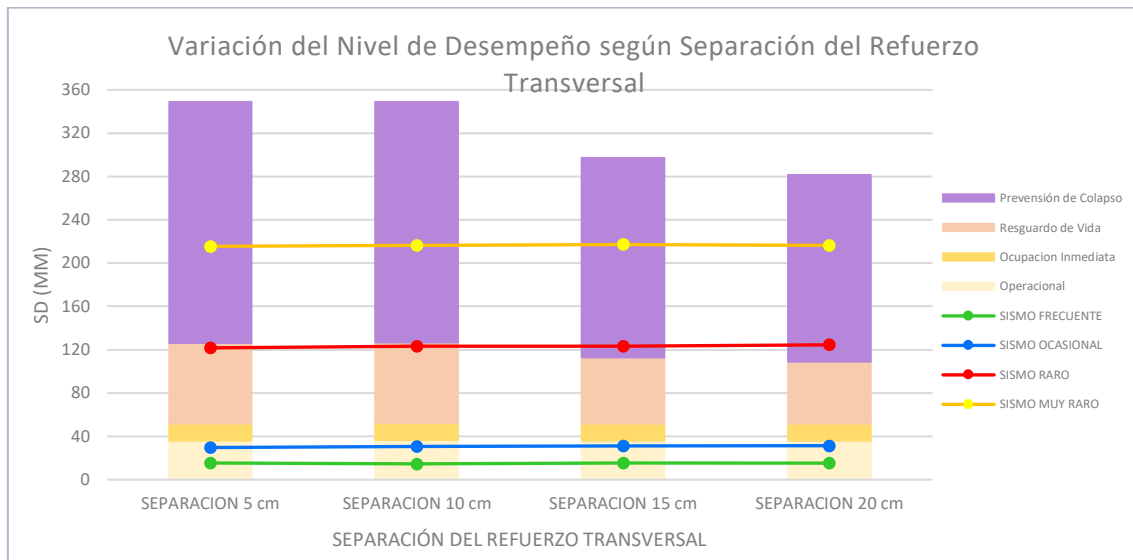
Para $S = 15$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 19.00 mm ($S_d = 13.07$ mm) y una cortante de 18.61 tonf ($S_a = 0.21$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 36.33 mm ($S_d = 24.99$ mm) y una cortante de 35.54 tonf ($S_a = 0.41$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 102.53 mm ($S_d = 73.25$ mm) y una cortante de 65.60 tonf ($S_a = 0.73$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 227.07 mm ($S_d = 165.11$ mm) y una cortante de 75.46 tonf ($S_a = 0.81$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 20$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 19.00 mm ($S_d = 13.07$ mm) y una cortante de 18.60 tonf ($S_a = 0.21$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 36.49 mm ($S_d = 25.11$ mm) y una cortante de 35.67 tonf ($S_a = 0.41$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O) cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 102.74 mm ($S_d = 73.41$ mm) y una cortante de 65.64 tonf ($S_a = 0.73$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 227.07 mm ($S_d = 165.11$ mm) y una cortante de 75.46 tonf ($S_a = 0.81$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

- Pórtico 9:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 203: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 9 (10 niveles)

Para la distribución del refuerzo transversal con separación $S = 5$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 23.00 mm ($S_d = 15.26$ mm) y una cortante de 19.84 tonf ($S_a = 0.18$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 44.70 mm ($S_d = 29.67$ mm) y una cortante de 38.51 tonf ($S_a = 0.34$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 174.43 mm ($S_d = 121.69$ mm) y una cortante de 74.62 tonf ($S_a = 0.64$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS), cercano al nivel de Prevención de Colapso (CP).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 305.56 mm ($S_d = 215.50$ mm) y una cortante de 80.82 tonf ($S_a = 0.68$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 10$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 22.00 mm ($S_d = 14.60$ mm) y una cortante de 18.92

tonf ($S_a = 0.17$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).

- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 46.01 mm ($S_d = 30.54$ mm) y una cortante de 39.50 tonf ($S_a = 0.35$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 176.58 mm ($S_d = 123.14$ mm) y una cortante de 74.54 tonf ($S_a = 0.64$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS), muy cercano al nivel de Prevención de Colapso (CP).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 306.68 cm ($S_d = 216.38$ mm) y una cortante de 80.81 tonf ($S_a = 0.68$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 15$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 23.00 mm ($S_d = 15.27$ mm) y una cortante de 19.75 tonf ($S_a = 0.18$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 46.80 mm ($S_d = 31.06$ mm) y una cortante de 40.12 tonf ($S_a = 0.36$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 176.87 mm ($S_d = 123.44$ mm) y una cortante de 74.81 tonf ($S_a = 0.64$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP), aún cercano al nivel de Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 303.79 mm ($S_d = 217.12$ mm) y una cortante de 81.45 tonf ($S_a = 0.69$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 20$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 23.00 mm ($S_d = 15.27$ mm) y una cortante de 19.74

tonf ($S_a = 0.18$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).

- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 47.28 mm ($S_d = 31.38$ mm) y una cortante de 40.51 tonf ($S_a = 0.36$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 178.54 mm ($S_d = 124.53$ mm) y una cortante de 75.25 tonf ($S_a = 0.65$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP), aún cercano al nivel de Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 306.25 mm ($S_d = 216.35$ mm) y una cortante de 82.25 tonf ($S_a = 0.69$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

- Pórtico 10:

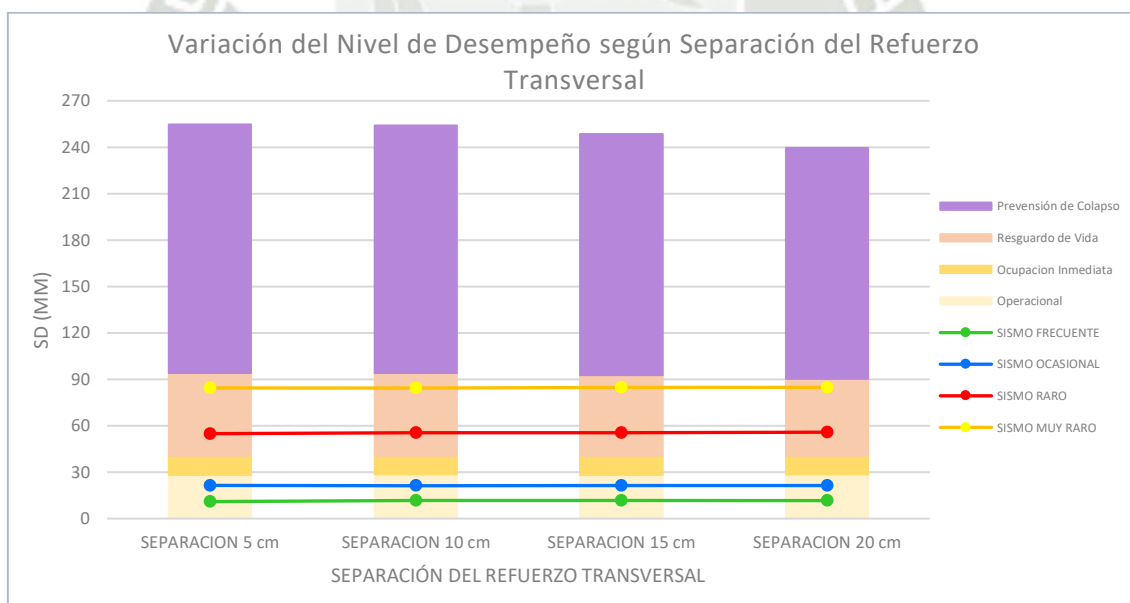


Gráfico 204: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 10 (6 niveles)

Para la distribución del refuerzo transversal con separación $S = 5$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 17.00 mm ($S_d = 10.98$ mm) y una cortante de 22.64

tonf ($S_a = 0.24$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).

- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 33.19 mm ($S_d = 21.45$ mm) y una cortante de 43.86 tonf ($S_a = 0.46$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 83.86 mm ($S_d = 54.88$ mm) y una cortante de 84.61 tonf ($S_a = 0.84$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 128.08 mm ($S_d = 84.48$ mm) y una cortante de 97.49 tonf ($S_a = 0.94$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).

Para $S = 10$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 18.00 mm ($S_d = 11.63$ mm) y una cortante de 23.89 tonf ($S_a = 0.25$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 32.8 mm ($S_d = 21.23$ mm) y una cortante de 42.48 tonf ($S_a = 0.44$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 84.60 mm ($S_d = 55.37$ mm) y una cortante de 84.80 tonf ($S_a = 0.84$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 128.01 mm ($S_d = 84.36$ mm) y una cortante de 97.28 tonf ($S_a = 0.94$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).

Para $S = 15$ cm:

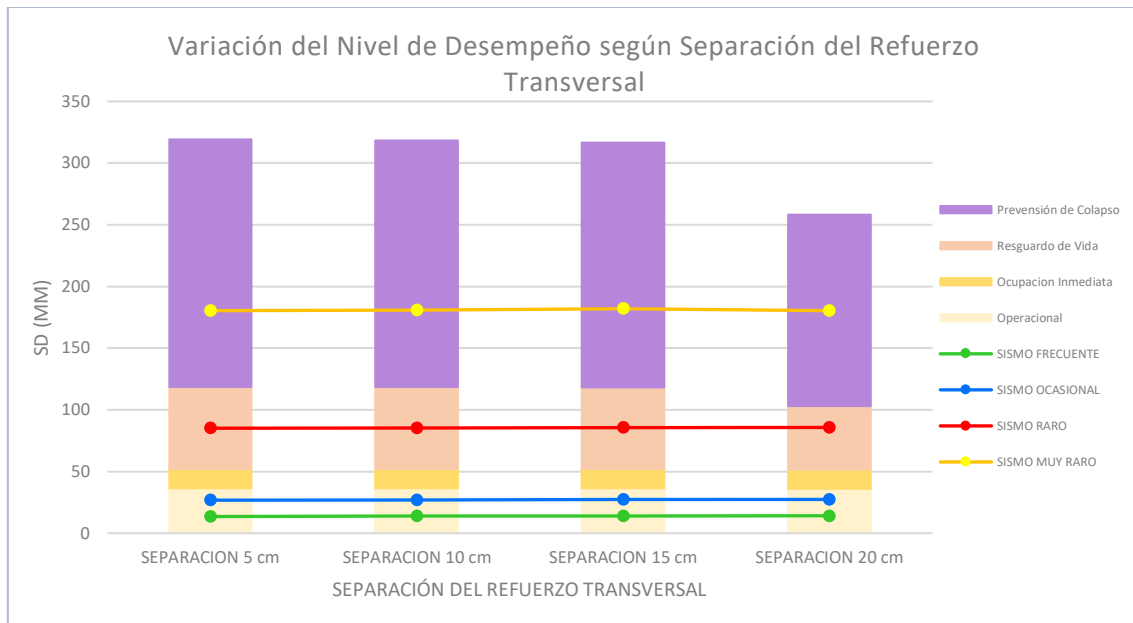
- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 18.00 mm ($S_d = 11.63$ mm) y una cortante de 23.85 tonf ($S_a = 0.25$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).

- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 32.82 mm ($S_d = 21.25$ mm) y una cortante de 42.41 tonf ($S_a = 0.44$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 84.85 mm ($S_d = 55.57$ mm) y una cortante de 85.07 tonf ($S_a = 0.85$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 128.34 mm ($S_d = 84.76$ mm) y una cortante de 97.97 tonf ($S_a = 0.95$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS), cercano al nivel de Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 20$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 18.00 mm ($S_d = 11.63$ mm) y una cortante de 23.83 tonf ($S_a = 0.25$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 32.84 mm ($S_d = 21.26$ mm) y una cortante de 42.38 tonf ($S_a = 0.44$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 85.28 mm ($S_d = 55.85$ mm) y una cortante de 85.66 tonf ($S_a = 0.85$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 128.33 mm ($S_d = 84.72$ mm) y una cortante de 98.57 tonf ($S_a = 0.95$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS), cercano al nivel de Prevención de Colapso (CP).

- Pórtico 11:



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 205: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 11 (8 niveles)

Para la distribución del refuerzo transversal con separación $S = 5$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 21.00 mm ($S_d = 13.50$ mm) y una cortante de 29.75 tonf ($S_a = 0.19$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 41.61 mm ($S_d = 26.76$ mm) y una cortante de 58.88 tonf ($S_a = 0.38$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 129.78 mm ($S_d = 85.08$ mm) y una cortante de 124.17 tonf ($S_a = 0.75$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 270.81 mm ($S_d = 180.53$ mm) y una cortante de 143.69 tonf ($S_a = 0.84$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 10$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 22.00 mm ($S_d = 14.15$ mm) y una cortante de 31.09

tonf ($S_a = 0.20$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).

- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 42.13 mm ($S_d = 27.10$ mm) y una cortante de 59.48 tonf ($S_a = 0.38$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 130.44 mm ($S_d = 85.47$ mm) y una cortante de 123.97 tonf ($S_a = 0.75$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 271.36 mm ($S_d = 180.99$ mm) y una cortante de 143.71 tonf ($S_a = 0.84$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 15$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 22.00 mm ($S_d = 14.15$ mm) y una cortante de 31.06 tonf ($S_a = 0.20$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 42.37 mm ($S_d = 27.25$ mm) y una cortante de 59.76 tonf ($S_a = 0.38$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 130.49 mm ($S_d = 85.55$ mm) y una cortante de 123.99 tonf ($S_a = 0.75$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 272.12 mm ($S_d = 181.95$ mm) y una cortante de 144.41 tonf ($S_a = 0.84$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 20$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 22.00 mm ($S_d = 14.15$ mm) y una cortante de 31.04

tonf ($S_a = 0.20$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).

- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 42.53 mm ($S_d = 27.35$ mm) y una cortante de 59.94 tonf ($S_a = 0.38$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 130.48 mm ($S_d = 85.51$ mm) y una cortante de 124.64 tonf ($S_a = 0.76$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 270.03 mm ($S_d = 180.37$ mm) y una cortante de 146.25 tonf ($S_a = 0.85$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

- Pórtico 12:

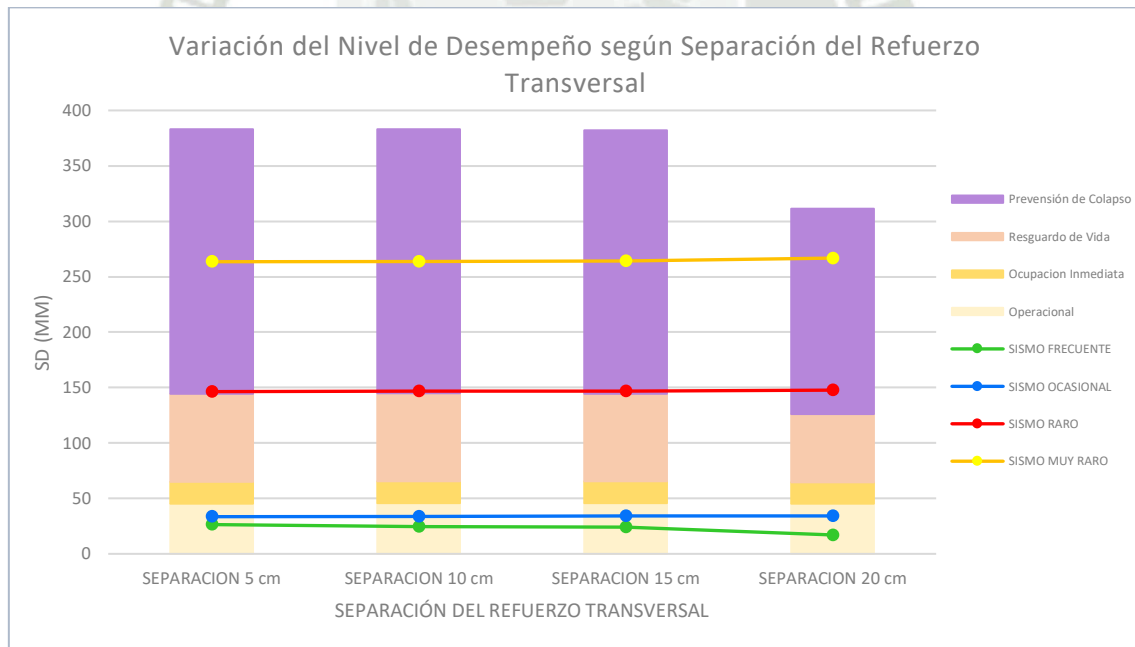


Gráfico 206: Comparación del Desempeño Sísmico – Pórtico 12 (10 niveles)

Para la distribución del refuerzo transversal con separación $S = 5$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 41.82 mm ($S_d = 26.41$ mm) y una cortante de 54.08

tonf ($S_a = 0.24$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).

- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 53.10 mm ($S_d = 33.54$ mm) y una cortante de 68.64 tonf ($S_a = 0.30$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 225.37 mm ($S_d = 146.35$ mm) y una cortante de 151.83 tonf ($S_a = 0.63$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP), aún cercano al nivel de Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 407.25 mm ($S_d = 263.52$ mm) y una cortante de 169.75 tonf ($S_a = 0.68$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 10$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 38.96 mm ($S_d = 24.61$ mm) y una cortante de 50.31 tonf ($S_a = 0.22$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 53.71 mm ($S_d = 33.94$ mm) y una cortante de 69.33 tonf ($S_a = 0.30$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 225.27 mm ($S_d = 146.80$ mm) y una cortante de 151.91 tonf ($S_a = 0.63$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP), aún cercano al nivel de Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 407.61 mm ($S_d = 263.83$ mm) y una cortante de 169.81 tonf ($S_a = 0.68$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 15$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 37.97 mm ($S_d = 23.99$ mm) y una cortante de 49.02 tonf ($S_a = 0.21$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 54.01 mm ($S_d = 34.13$ mm) y una cortante de 69.68 tonf ($S_a = 0.31$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 226.14 mm ($S_d = 147.02$ mm) y una cortante de 152.07 tonf ($S_a = 0.63$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP), aún cercano al nivel de Resguardo de Vida (LS).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 407.70 mm ($S_d = 264.28$ mm) y una cortante de 170.24 tonf ($S_a = 0.68$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

Para $S = 20$ cm:

- Se obtuvo el punto de desempeño para el sismo frecuente con un desplazamiento de 27.00 mm ($S_d = 17.06$ mm) y una cortante de 34.86 tonf ($S_a = 0.15$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O).
- En el sismo ocasional se obtuvo un desplazamiento de 54.15 mm ($S_d = 34.22$ mm) y una cortante de 69.84 tonf ($S_a = 0.31$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Operacional (O), cercano al nivel de Ocupación Inmediata (OI).
- En el sismo raro se obtuvo un desplazamiento de 227.03 mm ($S_d = 147.70$ mm) y una cortante de 153.84 tonf ($S_a = 0.63$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).
- En el sismo muy raro se obtuvo un desplazamiento de 411.16 mm ($S_d = 266.79$ mm) y una cortante de 174.03 tonf ($S_a = 0.70$ g), ubicándose en un nivel de desempeño Prevención de Colapso (CP).

CONCLUSIONES

- Como se aprecia en los gráficos mostrados en el ítem anterior, en el caso de los pórticos 1; 2; 3; 7; 8 y 9 (ancho entre columnas de 5 m), se ve una diferencia notable en el comportamiento de las estructuras entre las separaciones de 5 cm y 10 cm, en relación a las de 15 cm y 20 cm; mientras que en los pórticos de 7.5 m de luz entre columnas (4; 5; 6; 10; 11; 12), esta diferencia es notable entre la separación de 20 cm en relación a las otras (5 cm, 10 cm y 15 cm). Esto se debe que al tener una mayor luz (ancho entre columnas), es necesaria la colocación de vigas de mayor peralte, lo que conlleva al uso de secciones transversales de los elementos estructurales de mayor dimensión, permitiendo que se pueda usar una separación mayor del refuerzo transversal, sin afectar su desempeño (comportamiento) sísmico.
- En general la tesis desarrollada nos hace concluir que la influencia de la variación del refuerzo transversal en el desempeño sísmico es evidente que con las separaciones de 5 cm y 10 cm se tiene un mejor comportamiento de los elementos estructurales y por ende de los pórticos estudiados, mientras que con la separación 20 cm se ve una gran disminución de la ductilidad, lo cual provoca más daños a los pórticos en estudio. Con la separación de 15 cm, se hace notar que el comportamiento de los elementos estructurales y de los pórticos, se pueden comportar similarmente como en la separación de 5 cm y 10 cm, así también igual como la separación de 20 cm, esto depende de las secciones de los elementos estructurales.
- En cuestión de resistencia, las curvas de capacidad nos muestran que la resistencia no varía de acuerdo con las separaciones del refuerzo transversal.
- Las distintas separaciones del refuerzo transversal influyen en el comportamiento de los elementos estructurales y por ende en el de los pórticos, esta influencia parte desde los modelos de análisis (rótulas y fibras), hasta la obtención de resultados (curvas de momento rotación y de capacidad).
- De acuerdo con la NTE – E 060, la separación de los estribos no debe ser mayor a $d/4$, donde para las vigas de 20 cm x 35 cm y 25 cm x 40 cm usadas en los

pórticos, el $d/4$ mencionado por la norma resulta 7.25 cm y 9 cm respectivamente. Por esto y los resultados obtenidos, se obtuvieron desempeños muy similares o iguales entre las separaciones del refuerzo transversal de 5 cm y 10 cm, por lo que lo mencionado nos permite usar el espaciamiento de 10 cm sin afectar el desempeño de la estructura, evitando el uso de una mayor cantidad de estribos y beneficiando al proceso constructivo de las vigas.

- En los pórticos 01; 02; 03; 07; 08 y 09 con separación de estribos de 15 cm y 20 cm se produce una disminución en promedio del 18% en su capacidad de desplazamiento último respecto a las separaciones de 5 cm y 10 cm.
- En los pórticos 04; 05; 06; 10; 11 y 12 con separación de estribos de 20 cm se produce una disminución en promedio del 16.82% en su capacidad de desplazamiento último respecto a las separaciones de 5 cm y 10 cm y de un 16% respecto a la separación de 15 cm.

RECOMENDACIONES

- Se da el hincapié a quien esté interesado en el tema, complementa el contenido de la tesis expuesta, usando el método de análisis de elementos finitos en columnas y vigas, y también realizando la variación de la resistencia del concreto ($f'c$).
- En base a lo mencionado en el punto anterior, se recomienda realizar ensayos experimentales, tanto con las características mencionadas, así como con las características dadas en la tesis expuesta, para así contrastar los resultados experimentales con los obtenidos en la tesis expuesta y con los resultados que se obtengan con las características recomendadas anteriormente.
- Extender los estudios hechos en esta tesis a una comparación de metrado y presupuesto en el uso del acero transversal con las separaciones dadas, dando a su vez una comparación costo beneficio.

REFERENCIAS

- Abd El Malik Shehata, I., González García, S., & Domínguez Shehata, L. (2005). Influencia de la resistencia de los hormigones en la cuantía. *Revista Ingeniería de Construcción*, 103 - 114. Retrieved from <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/10151>
- AGUILAR FALCONI, R. (2003). *La Técnica del Pushover*, Centro de Investigaciones Científicas. Escuela Politécnica del Ejército. Valle de los Chillos: Monografía CEINCI 01-03.
- Aguilar, R., Mora, D., & Rodríguez, M. (2015). DIAGRAMA MOMENTO-CURVATURA Y MOMENTOROTACIÓN PARA ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO Y ACERO CON ASCE/SEI 41 Y SISTEMA DE COMPUTACIÓN CEINCI-LAB. *Ciencia*, 17. Retrieved from <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/520>
- Álvarez Deulofeu, E. R., & Ruiz Ruiz, J. M. (2016). Análisis No Lineal Pushover de un edificio público de 5 pisos rigidizado mediante pórticos espaciales dúctiles de hormigón armado. *Revista de Obras Públicas*, 30-37. Retrieved from http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2016/2016_diciembre_3582_04.pdf
- Apaza Amau, C., & Monterroso Ortiz de Zeballos, C. (2017). *Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*. Retrieved from UNSAAC: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/2509>
- Bonett Díaz, R. L. (2003, Diciembre 15). *TDX*. Retrieved from Tesis Doctorals de Xarxa: <https://www.tdx.cat/handle/10803/6230#page=1>
- Choquecota Carpio, J. M., & Quispe Lope, G. (2019). *Repositorio Institucional UNSA*. Retrieved from UNSA: <http://bibliotecas.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9142>
- De la Cruz Huayaney, J. (2016). *Repositorio UNFV*. Retrieved from Universidad Nacional Federico Villarreal: http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/1642/De_La_Cruz_Huayaney_Jimmy_Chicoma_Titulo_Profesional_2016.pdf?sequence=1
- Díaz Villalobos, C. A. (2019, Setiembre 08). *Repositorio Institucional UNFV*. Retrieved Diciembre 01, 2020, from UNFV: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3592>
- E030. (2018). *NORMA TÉCNICA E030 DISEÑO SISMO RESISTENTE DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES*. Lima.
- E060. (2009). *NORMA TÉCNICA E060 CONCRETO ARMADO*.
- Fuentes Rivera, N. F. (2018). *Repositorio Institucional UNASAM*. Retrieved Diciembre 01, 2020, from UNASAM: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2191>
- Gallo Herrera, G. A., & Torres Araújo, M. J. (1 de Enero de 2011). *Ciencia Unisalle*. Obtenido de Universidad La Salle: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/235/
- García, S. G. (2005). *Repositorio Pontificia Universidad Católica de Chile*. *Revista ingeniería de construcción*, 20, 103-114. Retrieved from Pontificia Universidad Católica de Chile.

Gil Guzman, F. A., & Jave Picon, L. O. (2018, Abril 28). *Repositorio Institucional UPN*. Retrieved from Universidad Privada del Norte: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13748>

Marte Jiménez, C. J. (2014, Febrero). *Universitat Politècnica de Catalunya*. Retrieved from Universitat Politècnica de Catalunya: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/21138/Tesis%20Celio.pdf>

Medina Robalino, C. D., & Galarza Altamirano, D. A. (2019). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato*. Retrieved from Universidad Técnica de Ambato : <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/29942>

Medina, R., & Music, J. (2018). Determinación del nivel de desempeño de un edificio habitacional estructurado. *Obras y Proyectos*, 63-77. Retrieved from <https://scielo.conicyt.cl/pdf/oyp/n23/0718-2805-oyp-23-0063.pdf>

Paredes Azaña, M. Á. (2016). *Repositorio Académico UPC*. Retrieved from UPC: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/620673/paredes_ma.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Park, R., & Paulay, T. (1988). *Estructuras de Concreto Reforzado*. (S. Fernandez, Ed.) México: LIMUSA S.A. Retrieved Agosto 9, 2021, from https://www.u-cursos.cl/usuario/7ed3df485e955c4de1ffa12120d4bb52/mi_blog/r/estructuras_de_concreto_reforzado_-_r._park__t._paulay.pdf

Pinto Huaranca, B. B. (2020). *Repositorio UANCV*. Retrieved from Universidad Andina Nestor Cáceres Velasquez: <http://190.116.50.21/handle/UANCV/4777>

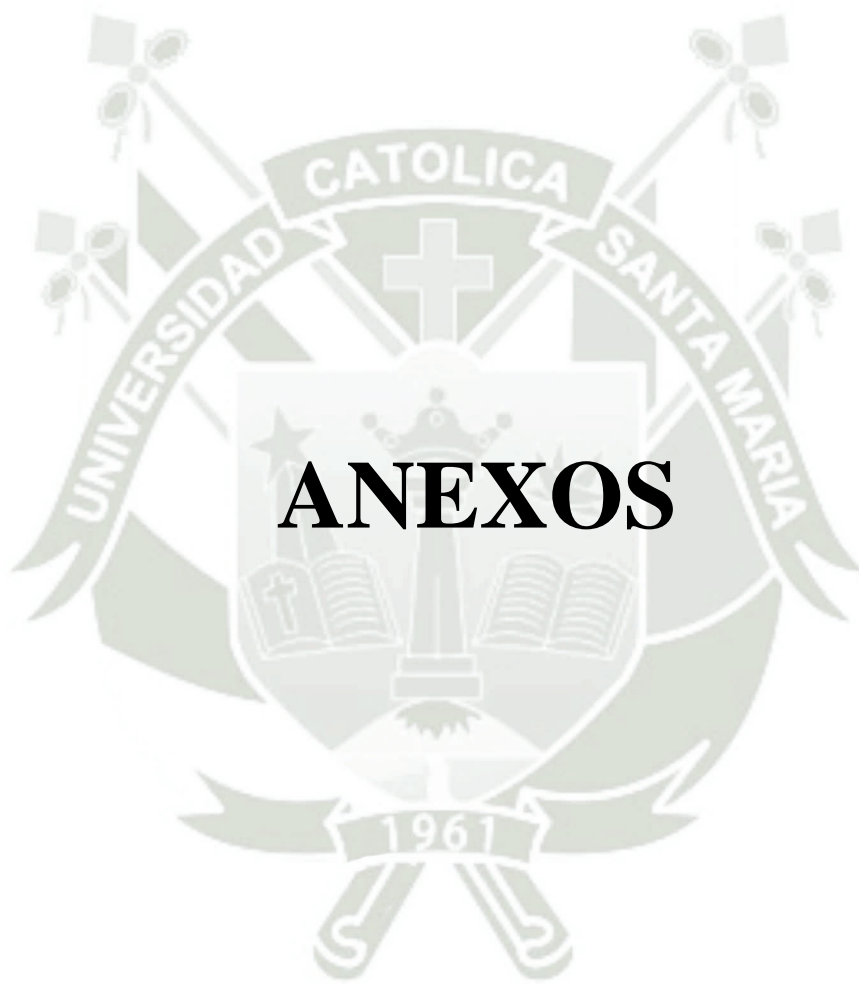
San Bartolomé, A., & Labarta, L. (2007, Abril). *blog PUCP*. Retrieved Diciembre 01, 2020, from PUCP: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2007/04/Estribos.pdf>

Sánchez Sierra, J. A. (2018, Enero 1). *Ciencia Unisalle*. Retrieved from Universidad La Salle: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1148&context=ing_civil

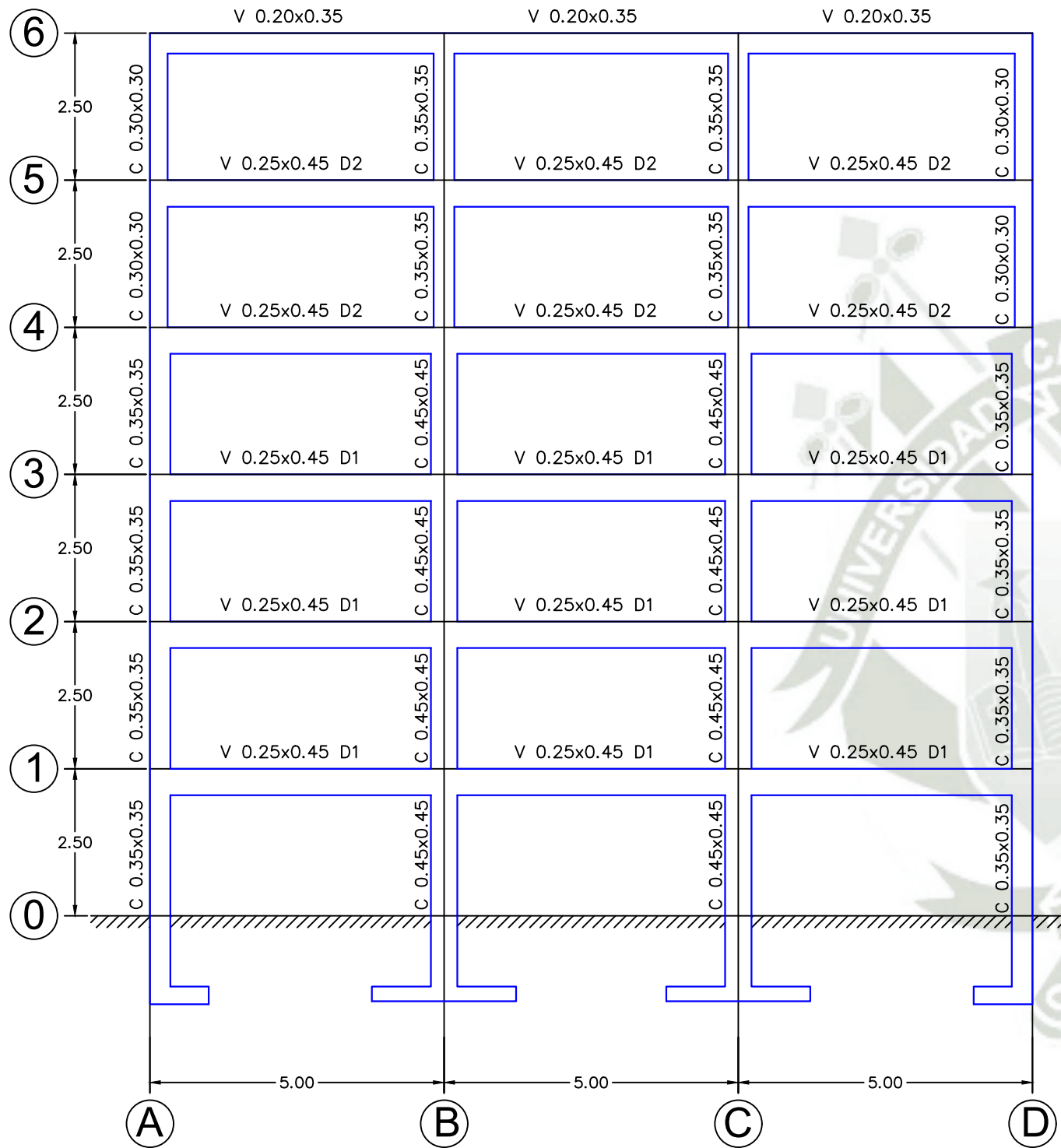
Toro Castillo, D., & Lara Montiel, O. (2009, Febrero 19). *Repositorio de ESPOL*. Retrieved from ESPOL: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/157>

Valencia Vásquez, J. D. (2012, Julio 7). *Repositorio Digital UTA*. Retrieved from Universidad Técnica de Ambato: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2101>

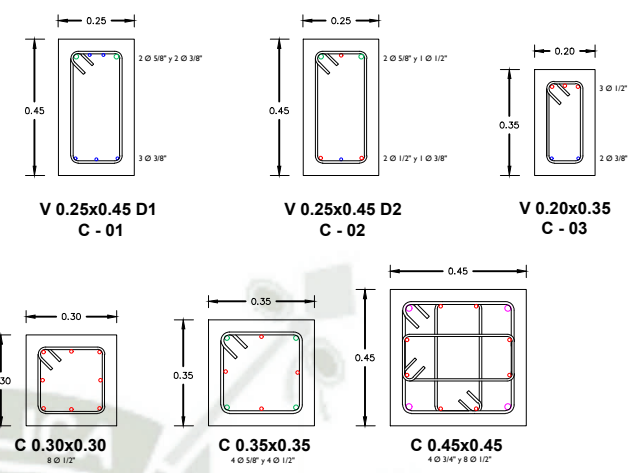
Zambrano Mendoza, D. E. (2018, Setiembre 21). *epositório Institucional de Informação Científica do Instituto Politécnico de Leiria*. Retrieved from Instituto Politécnico de Leiria: <https://iconline.ipleiria.pt/handle/10400.8/3604>



ANEXOS

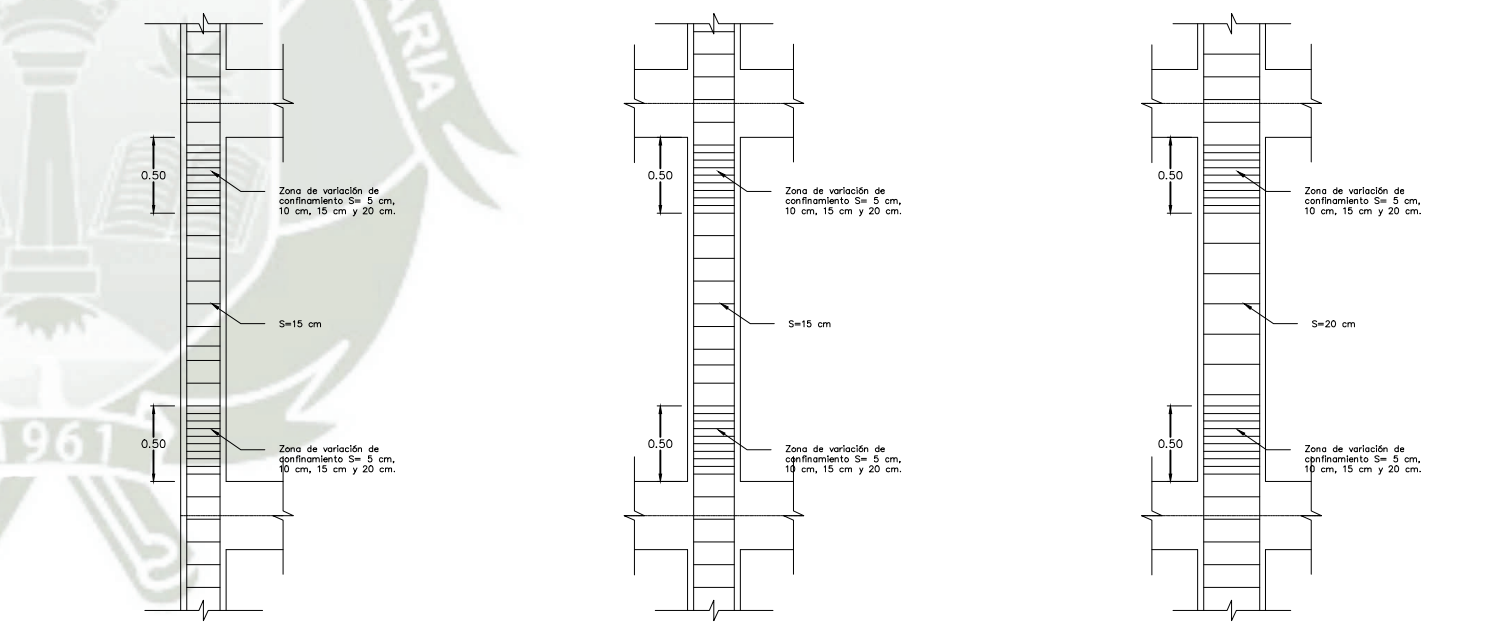


ESCALA 1:100



ESCALA 1:25

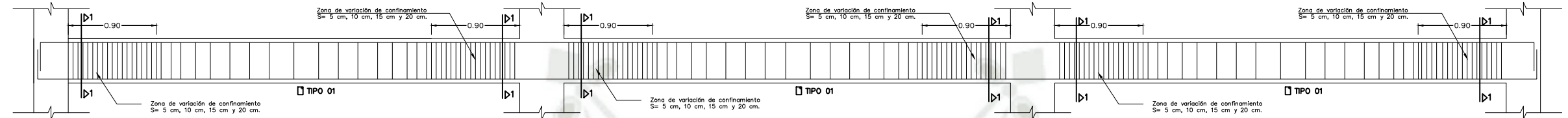
CUADRO DE ESTRIBOS EN VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
TIPO 1	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 20cm
TIPO 2	Ø 8 mm	1@5, 8@10, 2@10 y Rto 15cm
TIPO 3	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 25cm



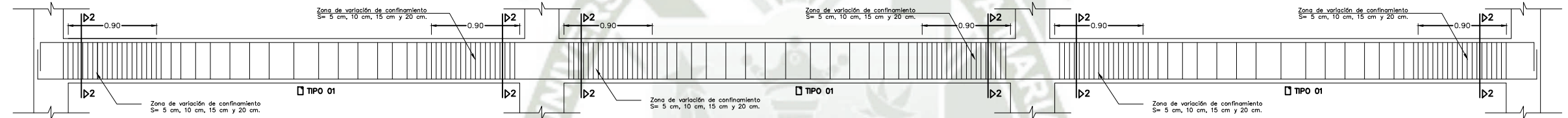
COLUMNA 0.30x0.30 COLUMNA 0.35x0.35 COLUMNA 0.45x0.45

ESCALA 1:50

Universidad Católica de Santa María	No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION				Universidad Católica de Santa María	PLANO DE ESTRUCTURAS PÓRTICO 01	ESCALA: INDICADA	JOB Nº:	
	1	-	-	-	-	-	RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA			PLANO Nº: UCSM_FAICA_ANLE_POI_01		
	2	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-					
	3	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-					
	4	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-					
5	-	-	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-					
6	EMITIDO PARA INFORMACION		-	-	-	-	-	-	-	-					



VIGA 0.25x0.45 D1



VIGA 0.25x0.45 D2



VIGA 0.20x0.35

ESCALA 1:50



Universidad Católica de Santa María

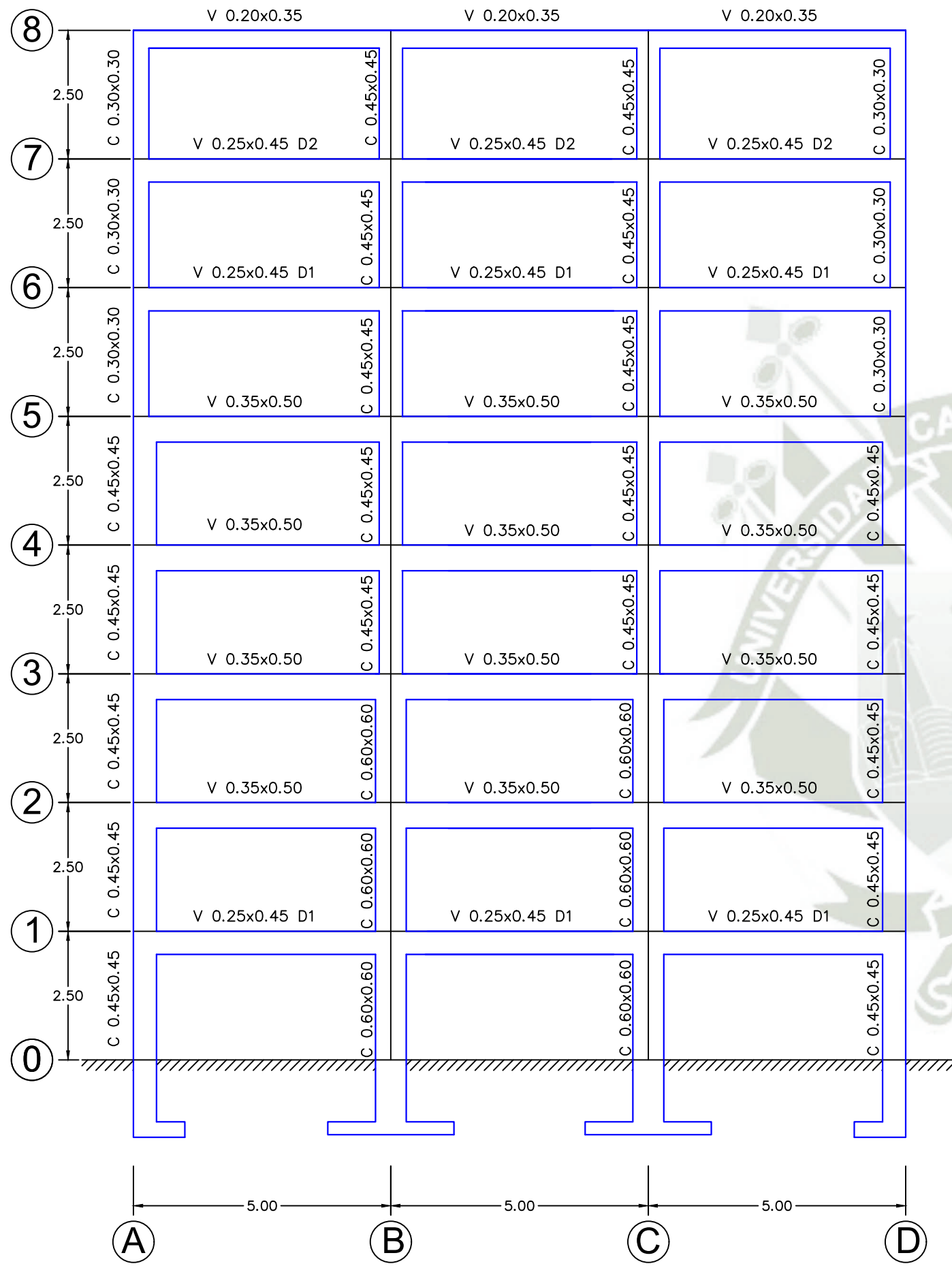
No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-



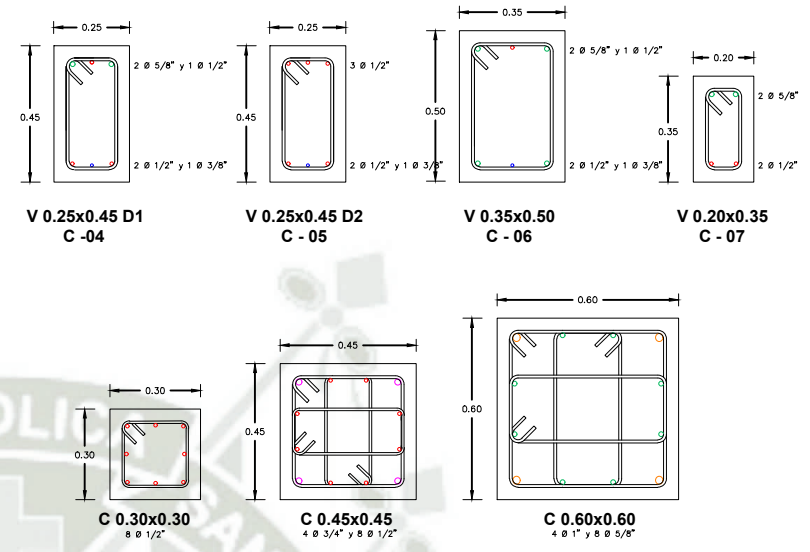
Universidad Católica de Santa María

PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO 01

ESCALA: INDICADA JOB Nº:
PLANO Nº: UCSM_FAICA_ANLE_POI_02

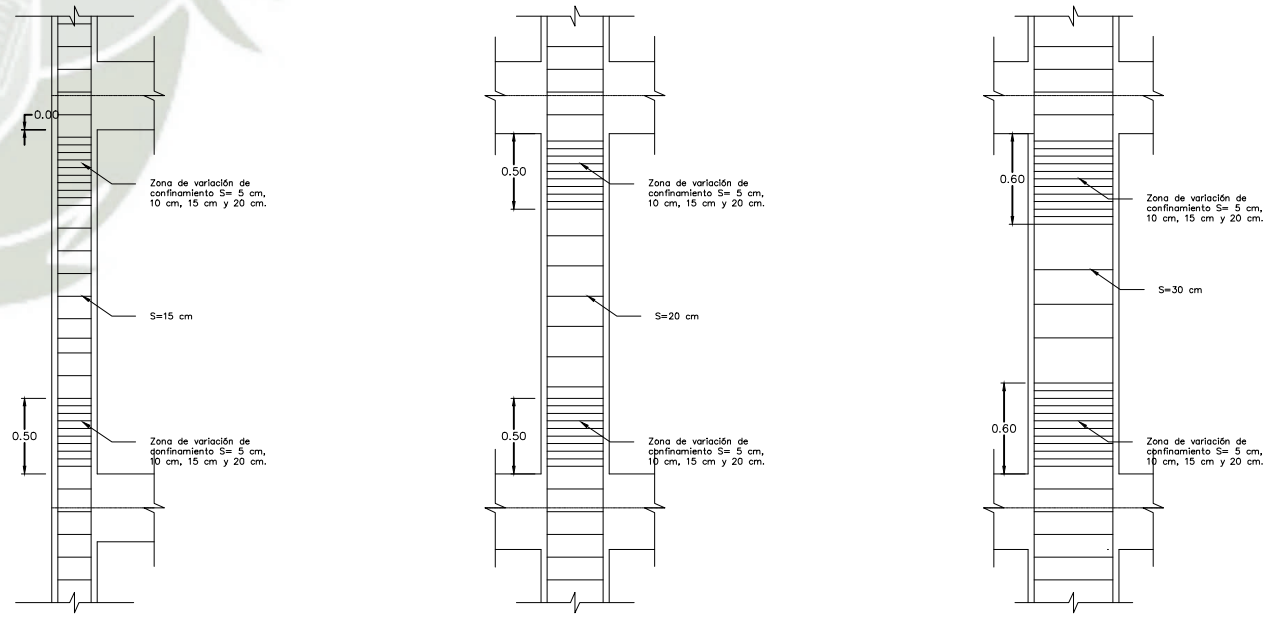


ESCALA 1:100



ESCALA 1:25

CUADRO DE ESTRIBOS EN VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
TIPO 1	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 20cm
TIPO 2	Ø 3/8"	1@5, 8@10, 2@10 y Rto 15cm
TIPO 3	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 25cm

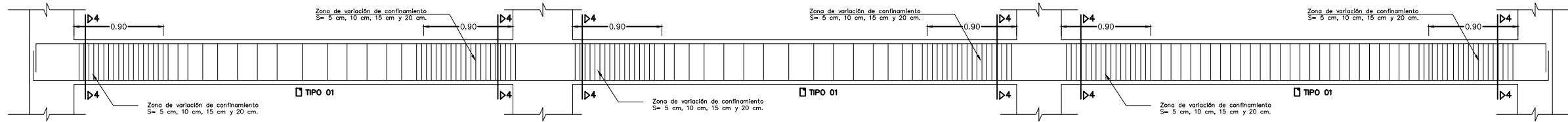


COLUMNA 0.30x0.30 COLUMNA 0.45x0.45 COLUMNA 0.60x0.60

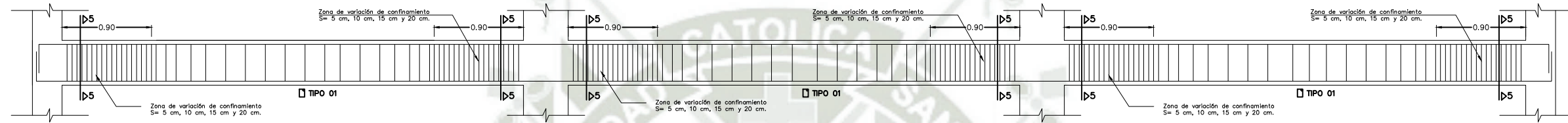
ESCALA 1:50

<p>Universidad Católica de Santa María</p>	No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION				<p>Universidad Católica de Santa María</p>	<p>PLANO DE ESTRUCTURAS</p> <p>PÓRTICO 02</p>	ESCALA: INDICADA	JOB Nº:	
	-		-	-	-	-	RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA			<p>PLANO Nº:</p> <p>UCSM_FAICA_ANLE_PO2_01</p>		
	-		-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-					
	-		-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-					
	-		-	-	-	-	REVISION	-	-	-					
0		-	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-					

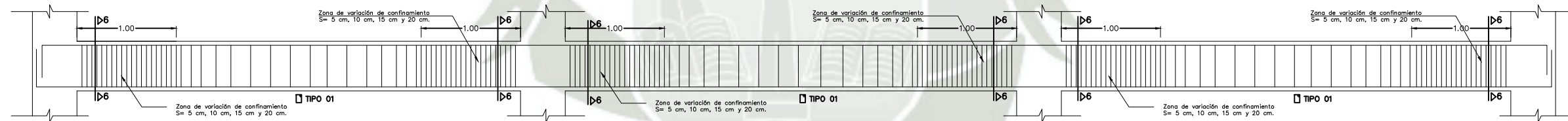
D:\DOCUMENTOS\DESCARGAS\PLANO_ESTRUCTURAS_FINAL.DWG



VIGA 0.25x0.45 D1



VIGA 0.25x0.45 D2



VIGA 0.35x0.50



VIGA 0.20x0.35

ESCALA 1:50



Universidad Católica de Santa María

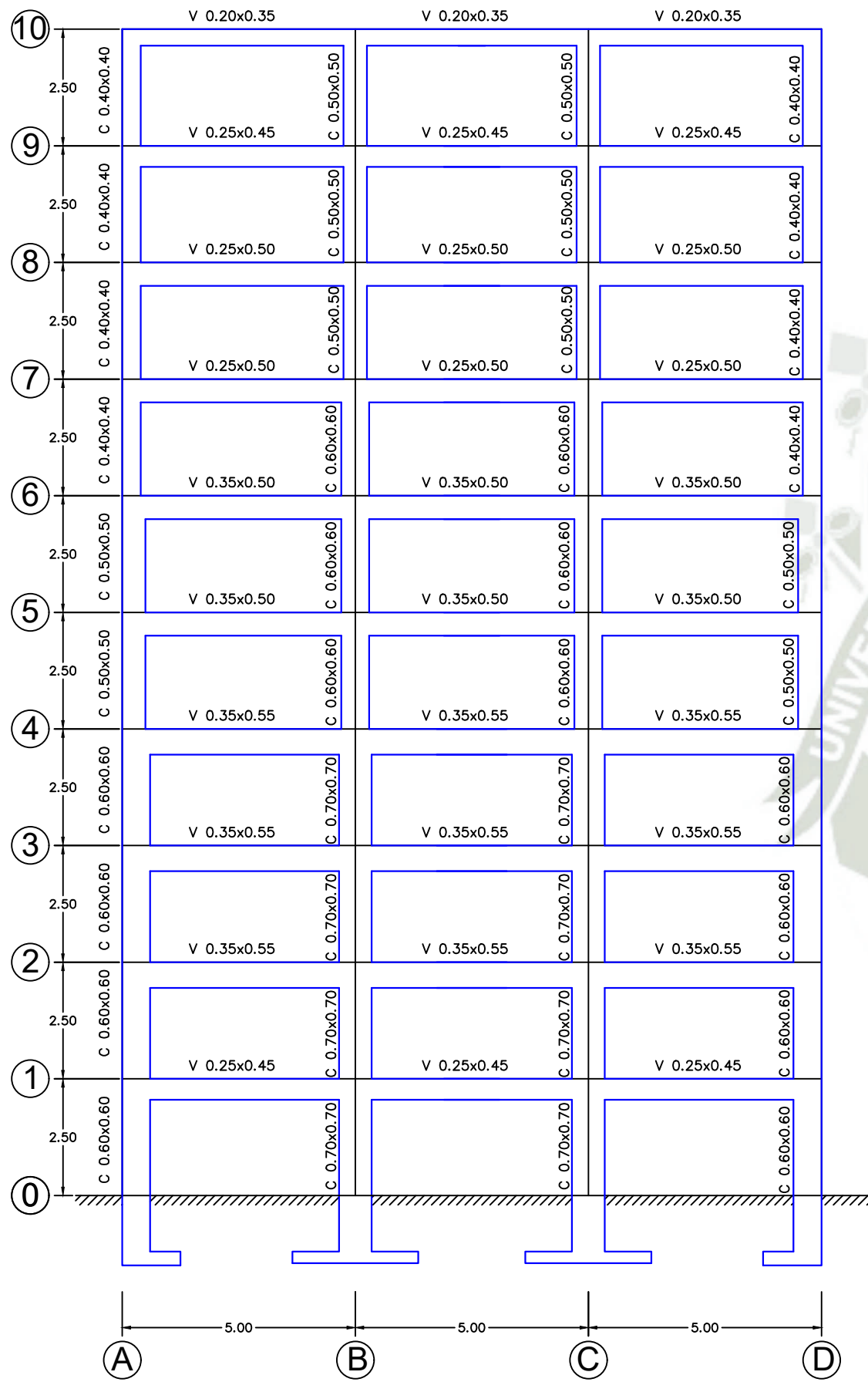
No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION
-	-	-	-	-	-	RESPONSABLE POR FIRMA FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO
-	-	-	-	-	-	DISEÑO
-	-	-	-	-	-	REVISION
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION



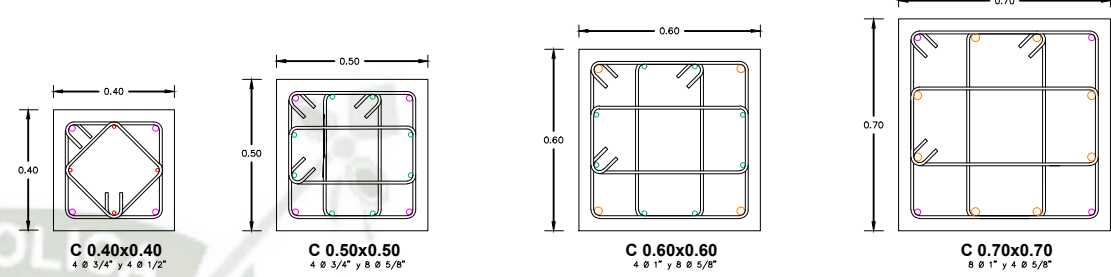
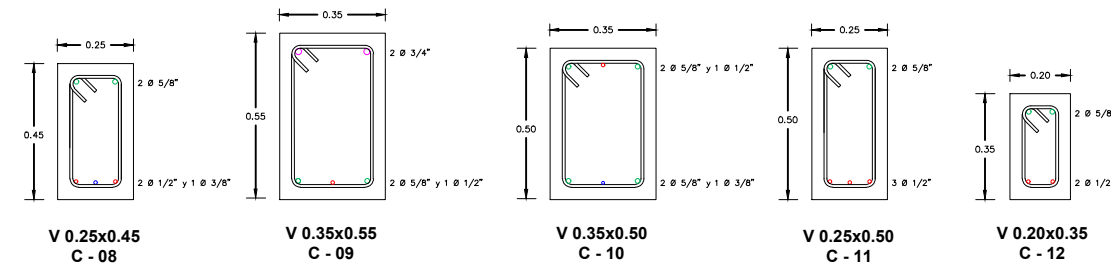
Universidad Católica de Santa María

PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO 02

ESCALA: INDICADA JOB Nº:
PLANO Nº: UCSM_FAICA_ANLE_PO2_02



ESCALA 1:125

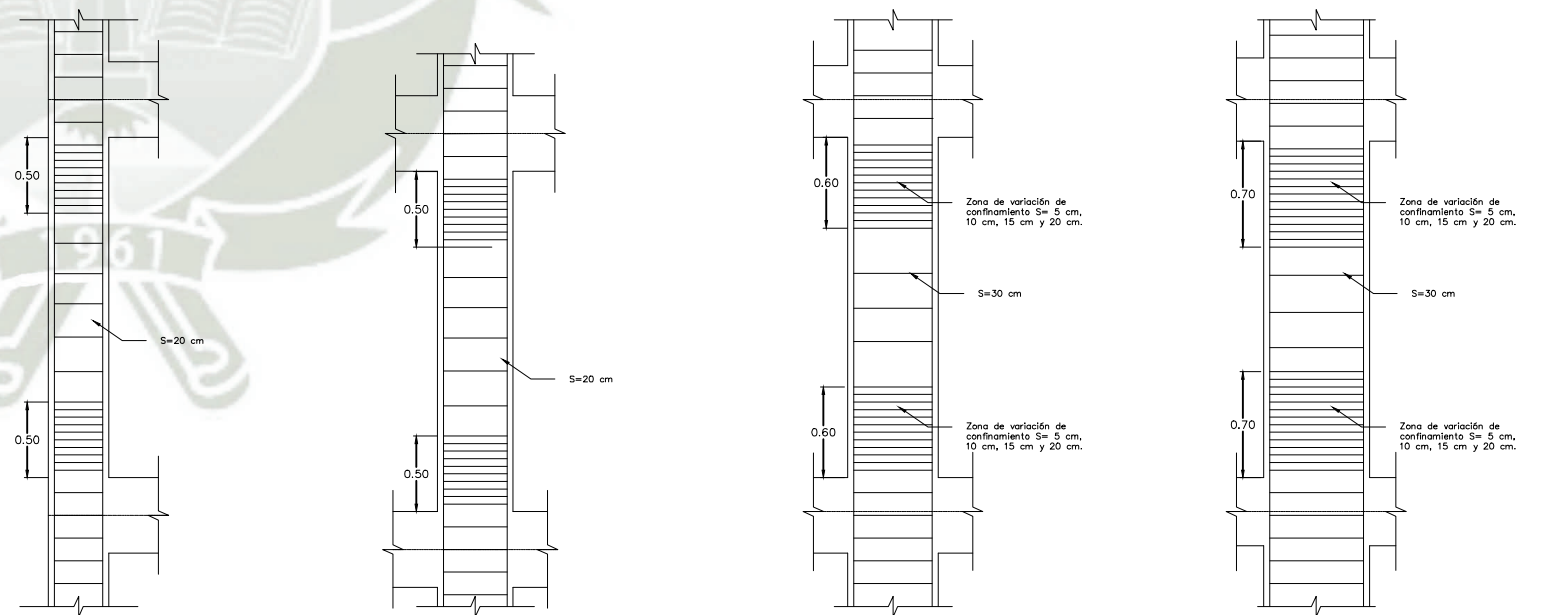


ESCALA 1:25

CUADRO DE ESTRIBOS EN VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
TIPO 1	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 20cm
TIPO 2	Ø 3/8"	1@5, 8@10, 2@10 y Rto 15cm
TIPO 3	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 25cm

COLUMNA 0.50x0.50

COLUMNA 0.70x0.70

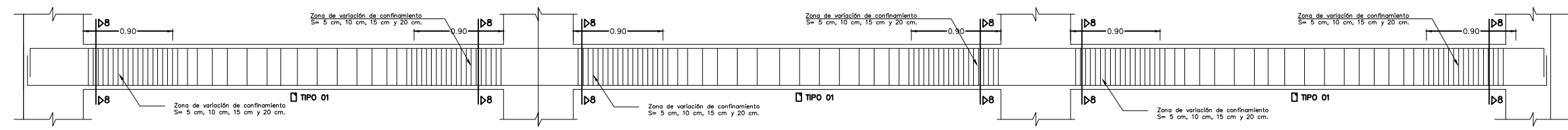


COLUMNA 0.40x0.40

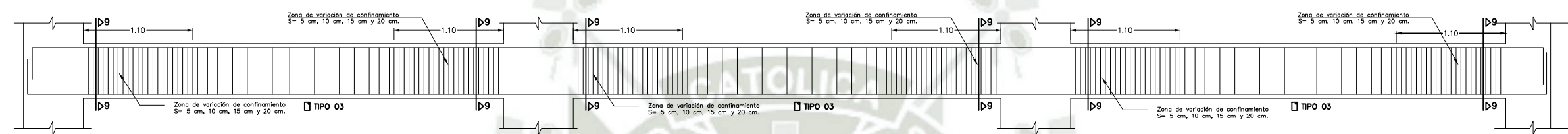
COLUMNA 0.60x0.60

ESCALA 1:50

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-



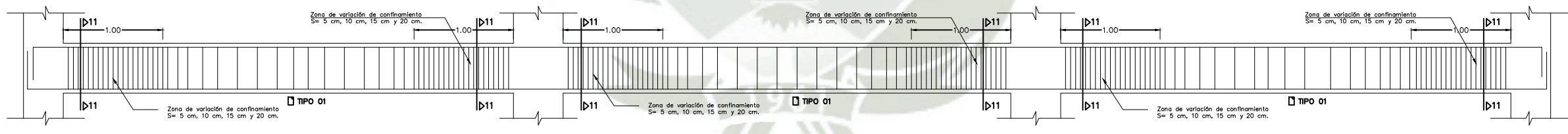
VIGA 0.25x0.45



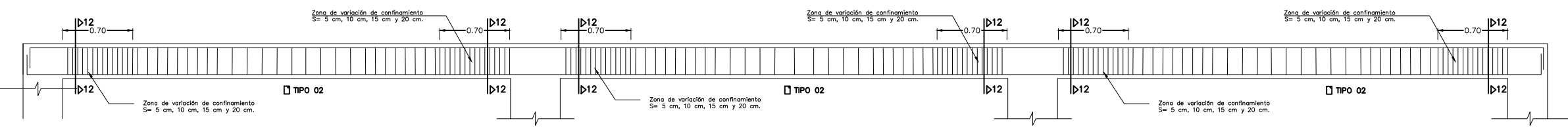
VIGA 0.35x0.55



VIGA 0.35x0.50



VIGA 0.25x0.50



VIGA 0.20x0.35

ESCALA 1:50

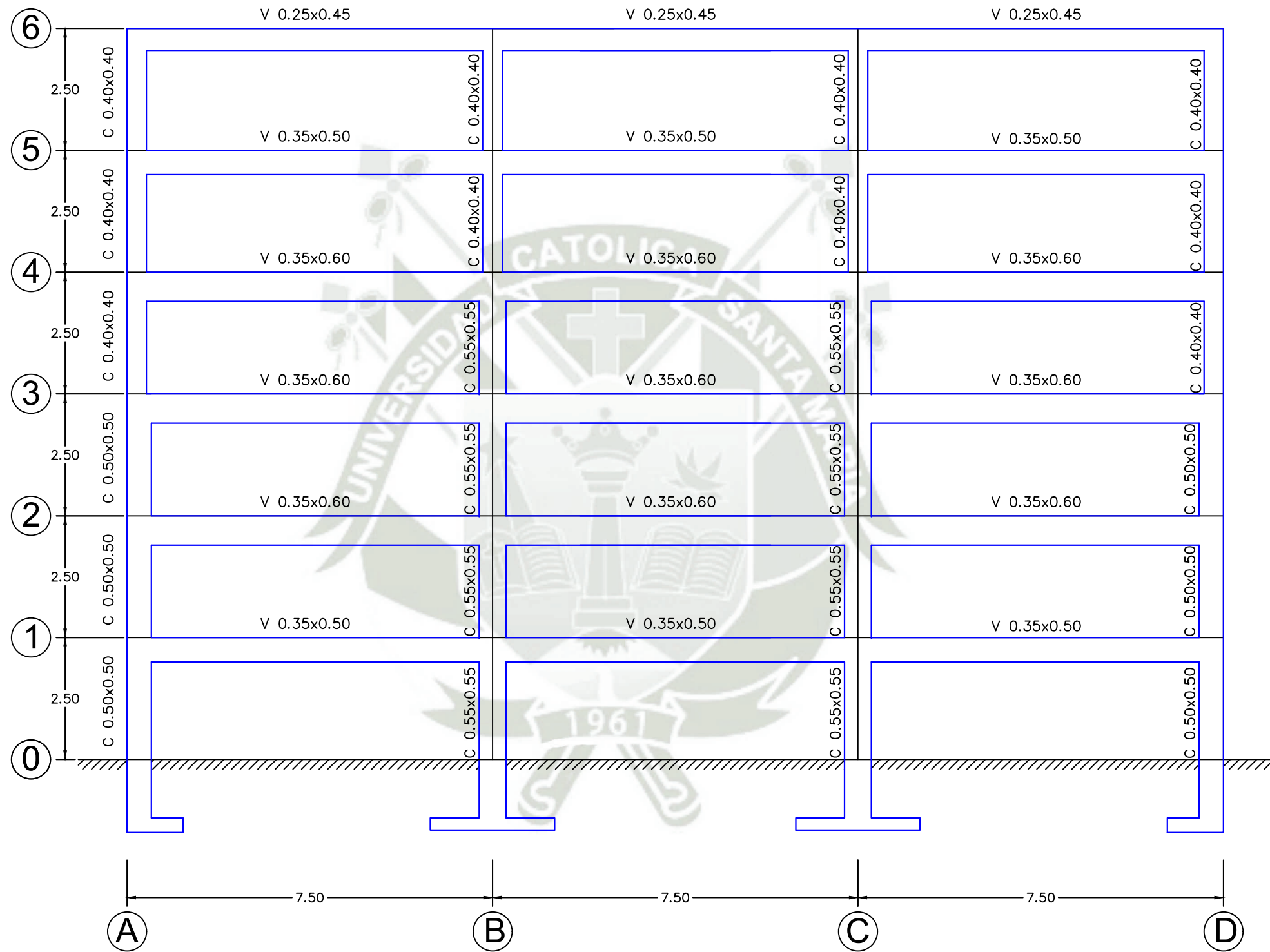


No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION
-	-	-	-	-	-	RESPONSABLE POR FIRMA FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO - - -
-	-	-	-	-	-	DISEÑO - - -
-	-	-	-	-	-	REVISION - - -
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION - - -



PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO 03

ESCALA: INDICADA JOB Nº
PLANO Nº: UCSM_FAICA_ANLE_PO3_02



ESCALA 1:100



Universidad Católica de Santa María

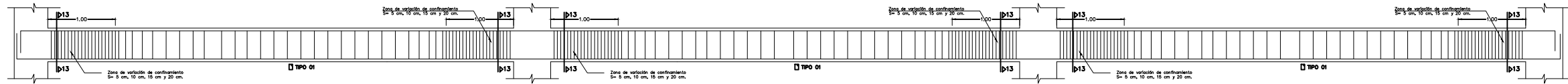
No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
1	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-
2	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-
3	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-
4	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-



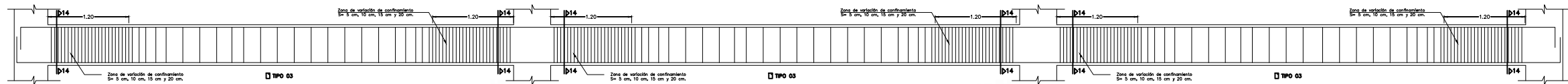
Universidad Católica de Santa María

PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO 04

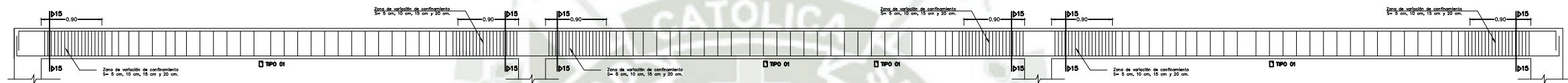
ESCALA: INDICADA JOB Nº:
PLANO Nº: UCSM_FAICA_ANLE_PO4_01



VIGA 0.35x0.50



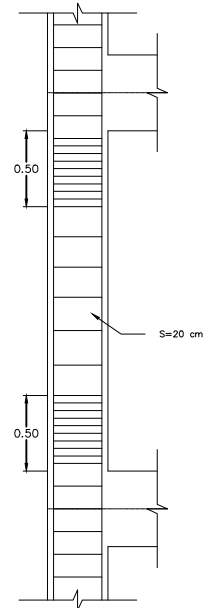
VIGA 0.35x0.60



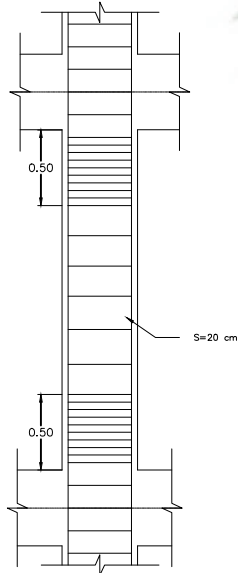
VIGA 0.25x0.45

ESCALA 1:75

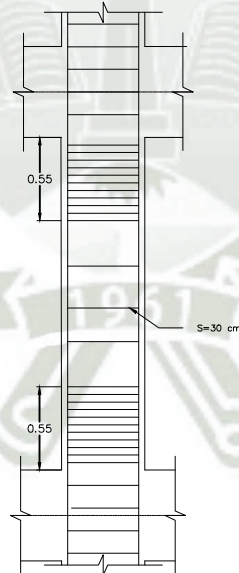
CUADRO DE ESTRIBOS EN VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
TIPO 1	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 20cm
TIPO 2	Ø 3/8"	1@5, 8@10, 2@10 y Rto 15cm
TIPO 3	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 25cm



COLUMNA 0.40x0.40

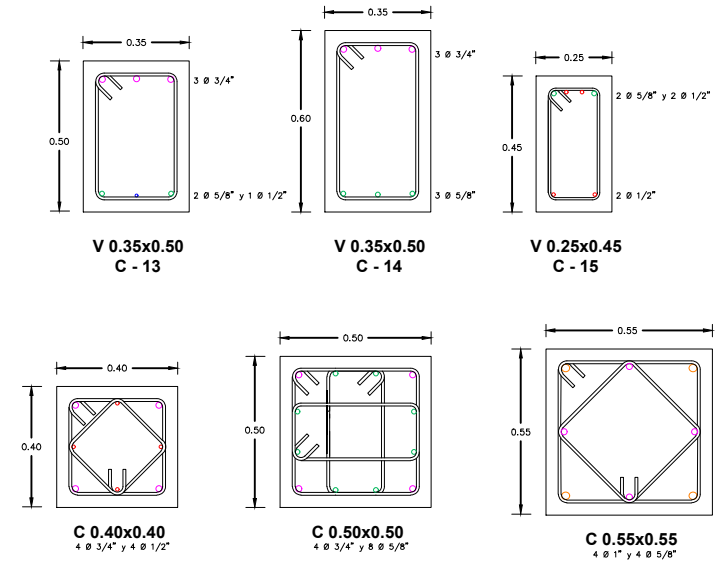


COLUMNA 0.50x0.50



COLUMNA 0.55x0.55

ESCALA 1:50



ESCALA 1:25

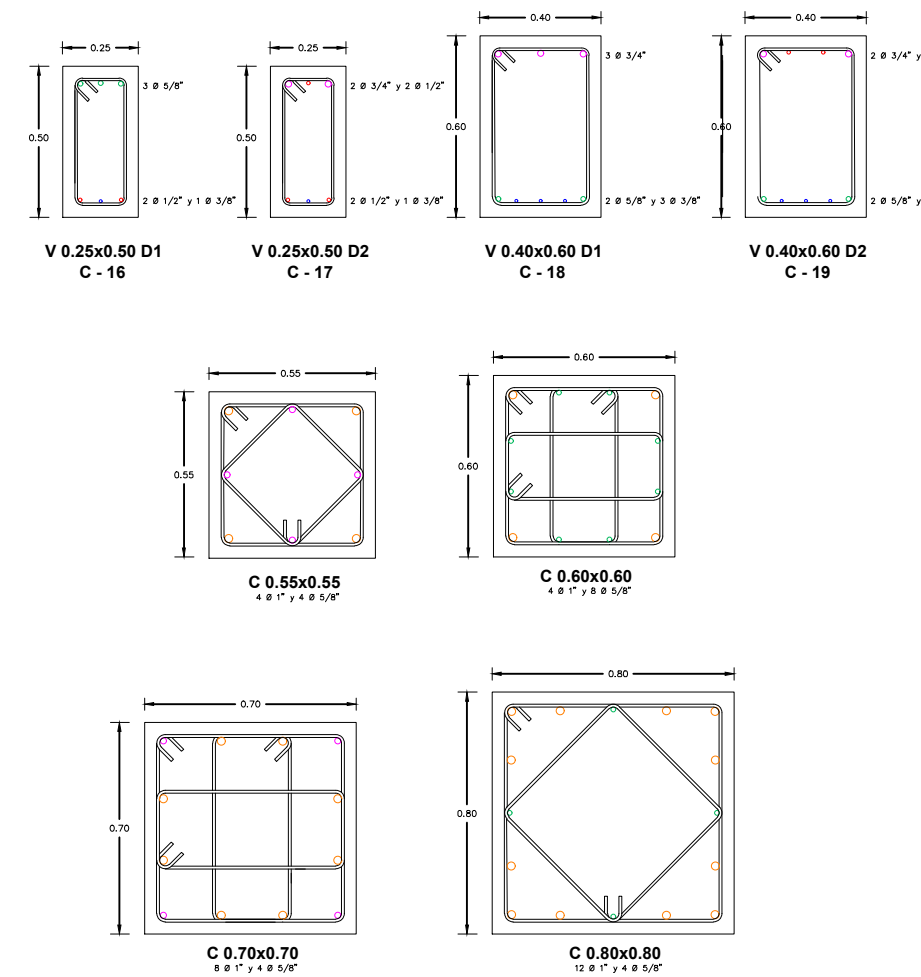
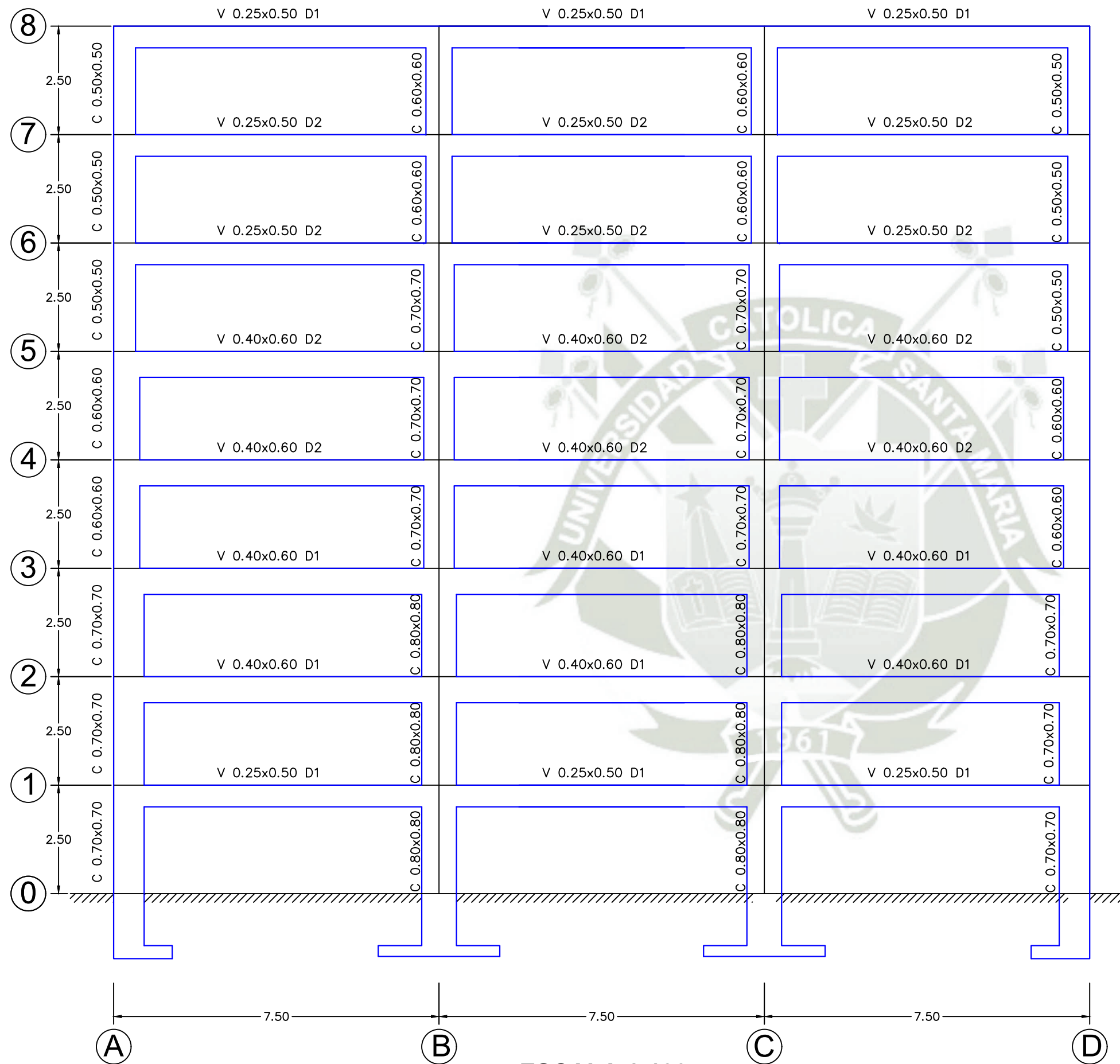


No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-



PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO 04
PLANO N°:
UCSM_FAICA_ANLE_PO4_02

ESCALA: INDICADA
JOB N°



ESCALA 1:25

CUADRO DE ESTRIBOS EN VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
TIPO 1	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 20cm
TIPO 2	Ø 3/8"	1@5, 8@10, 2@10 y Rto 15cm
TIPO 3	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 25cm

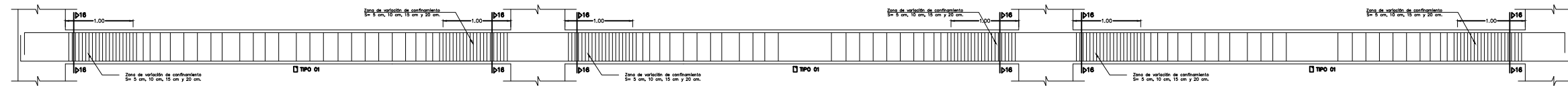
ESCALA 1:100

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	-	-	-	-

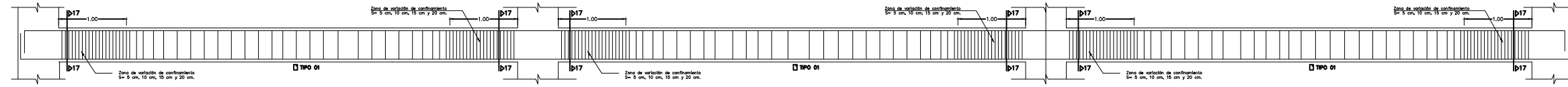


PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO 05

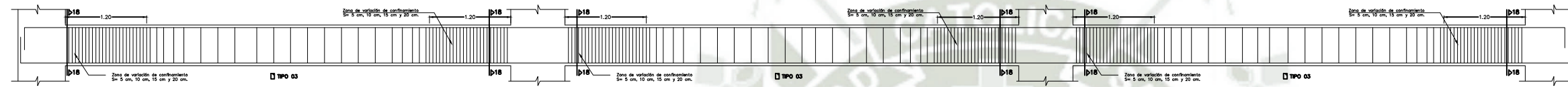
ESCALA: INDICADA	JOB Nº:
PLANO Nº: UCSM_FAICA_ANLE_PO5_01	



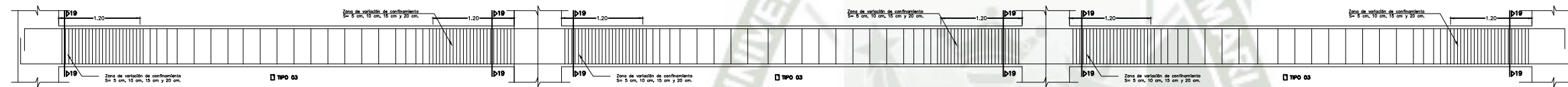
VIGA 0.25x0.50 D1



VIGA 0.25x0.50 D2

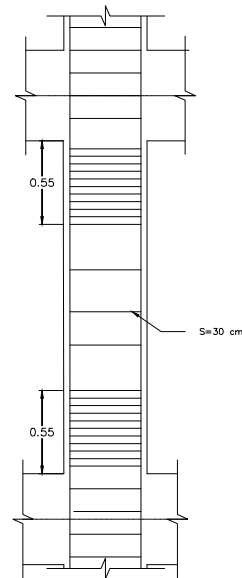


VIGA 0.40x0.60 D1

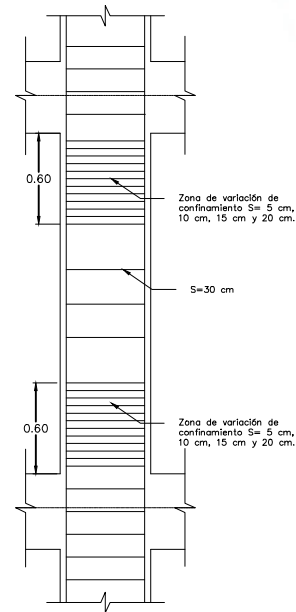


VIGA 0.40x0.60 D2

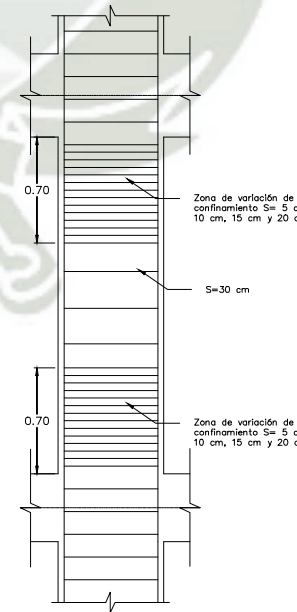
ESCALA 1:75



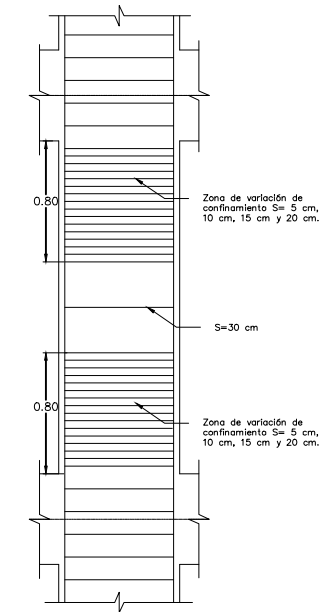
COLUMNA 0.55x0.55



COLUMNA 0.60x0.60



COLUMNA 0.70x0.70



COLUMNA 0.80x0.80

ESCALA 1:50

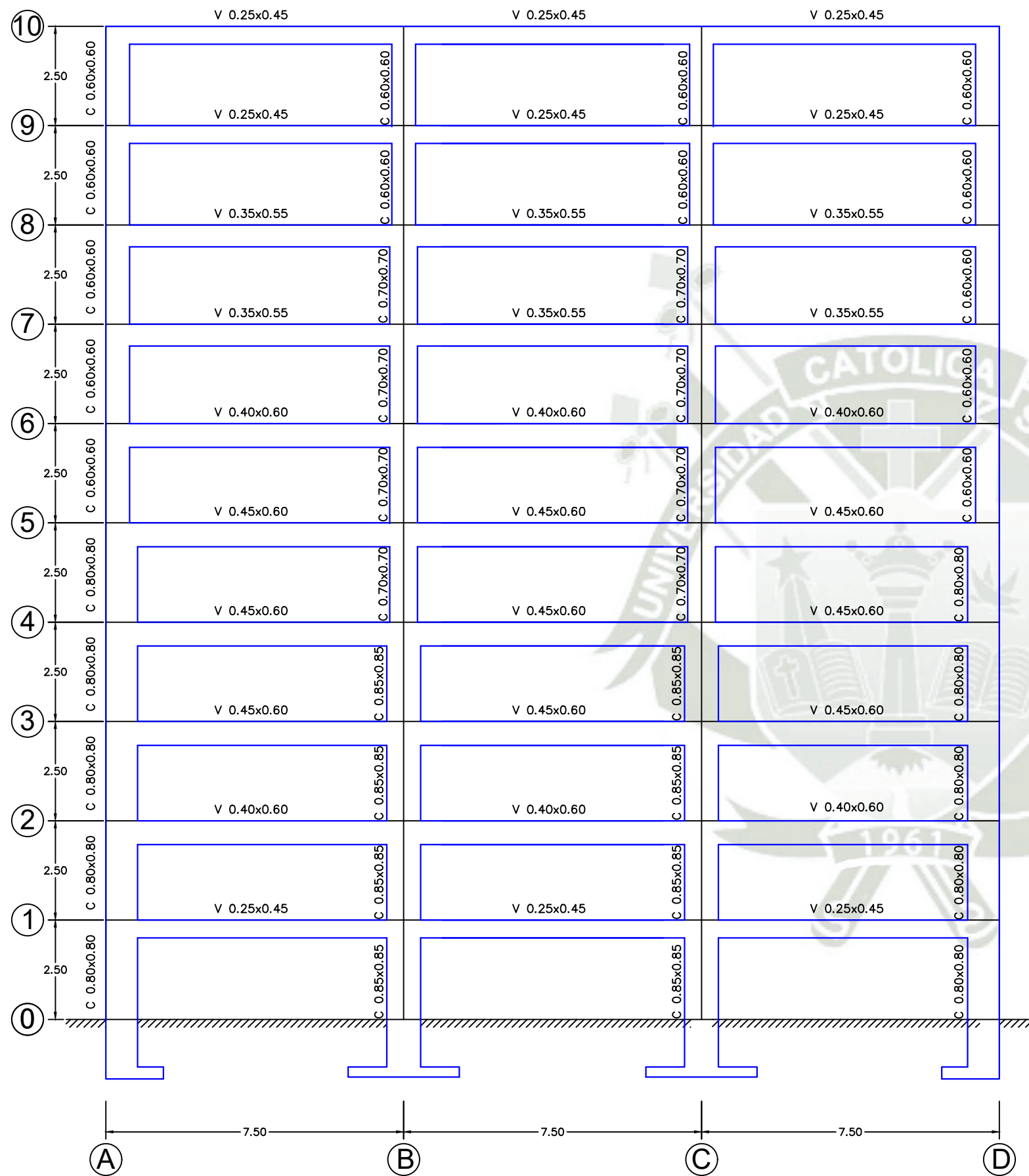


No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-

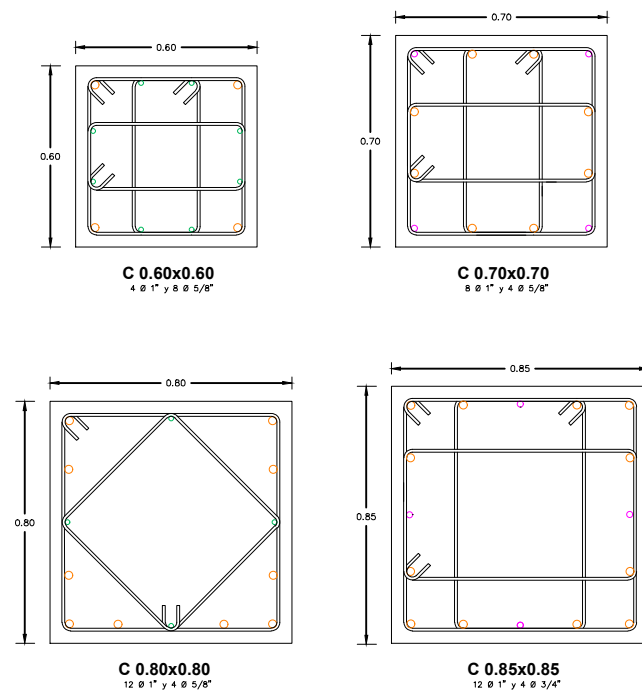
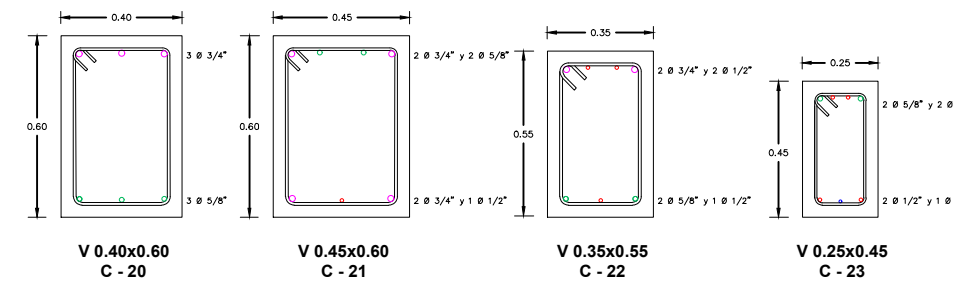


PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO 05

ESCALA: INDICADA JOB Nº:
PLANO Nº: UCSM_FAICA_ANLE_PO5_02



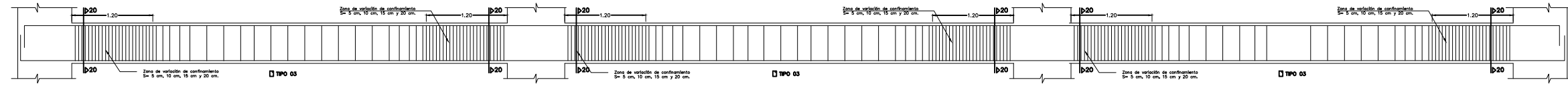
ESCALA 1:125



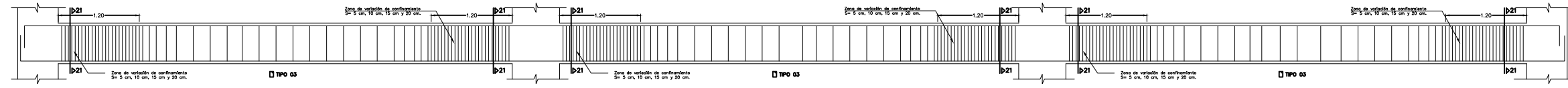
ESCALA 1:25

CUADRO DE ESTRIBOS EN VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
TIPO 1	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 20cm
TIPO 2	Ø 3/8"	1@5, 8@10, 2@10 y Rto 15cm
TIPO 3	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 25cm

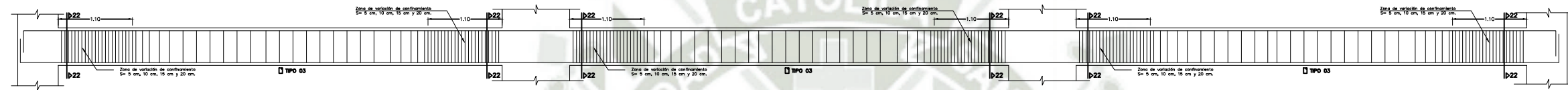
No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	-	-	-	-



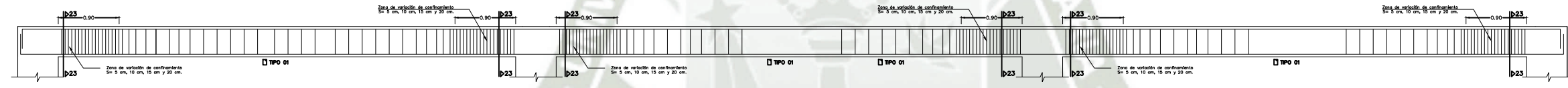
VIGA 0.40x0.60



VIGA 0.45x0.60

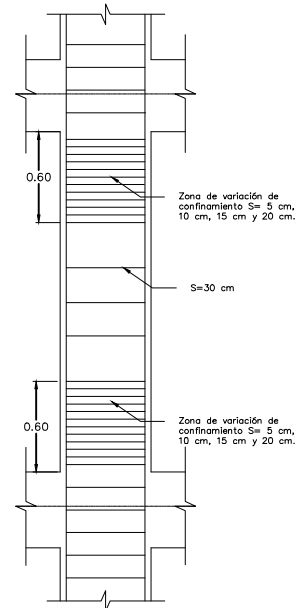


VIGA 0.35x0.55

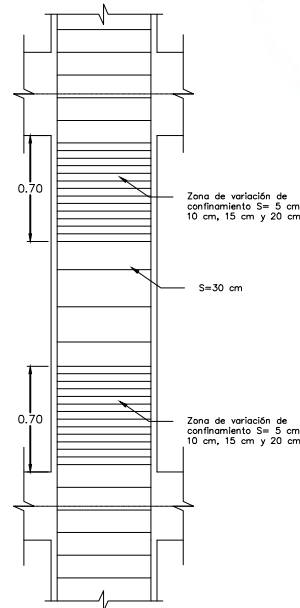


VIGA 0.25x0.45

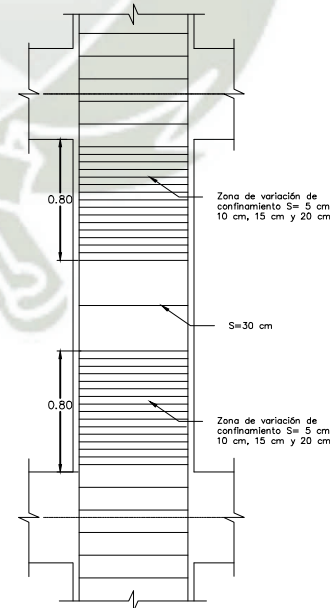
ESCALA 1:75



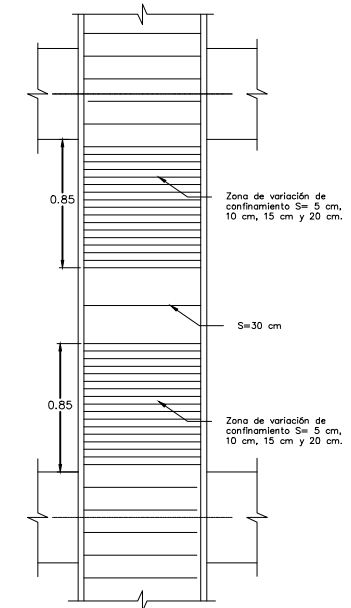
COLUMNA 0.60x0.60



COLUMNA 0.70x0.70



COLUMNA 0.80x0.80



COLUMNA 0.85x0.85

ESCALA 1:50



Universidad Católica de Santa María

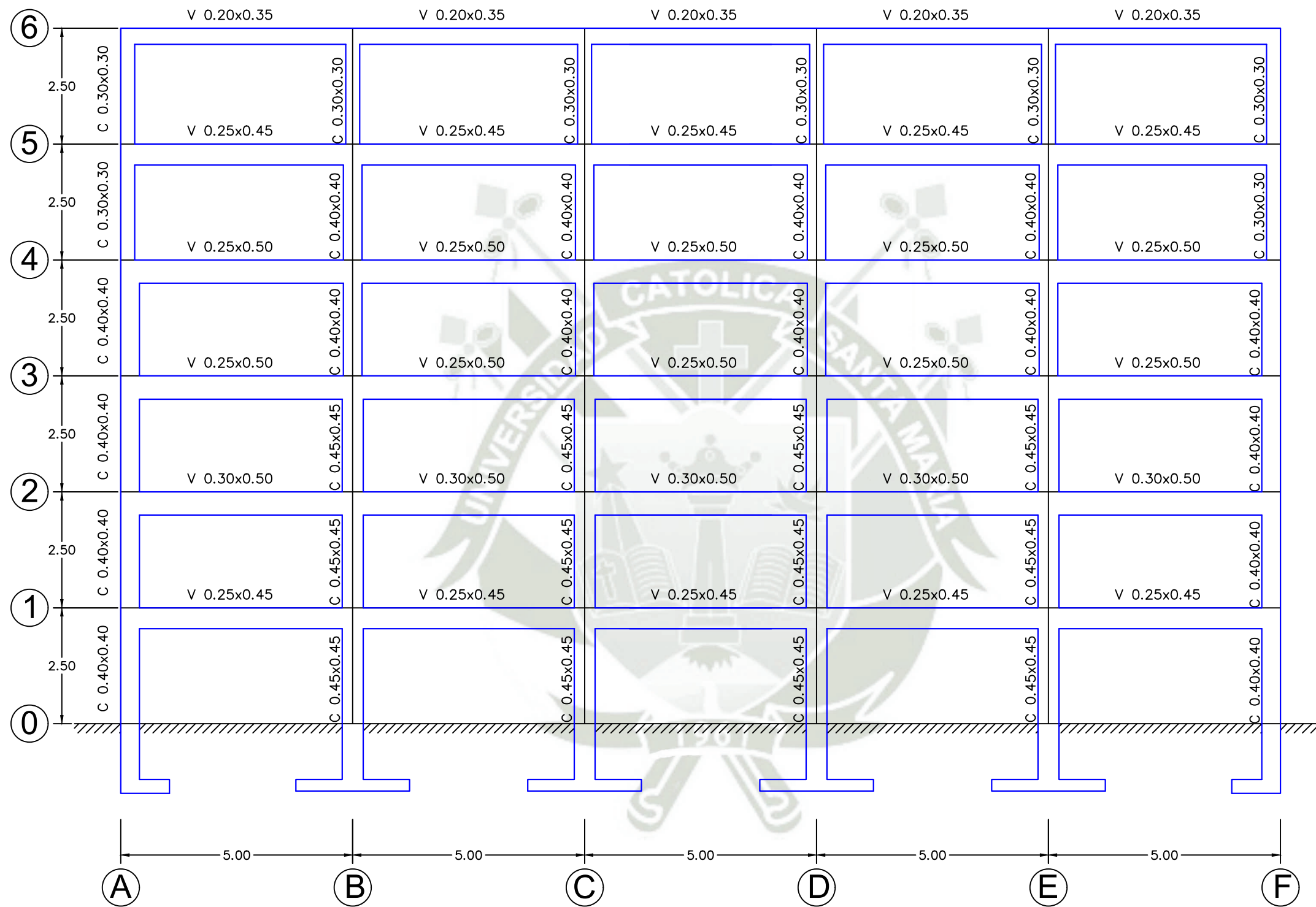
No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-



Universidad Católica de Santa María

PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO 06

ESCALA: INDICADA JOB Nº:
PLANO Nº: UCSM_FAICA_ANLE_PO6_02



ESCALA 1:100



Universidad Católica de Santa María

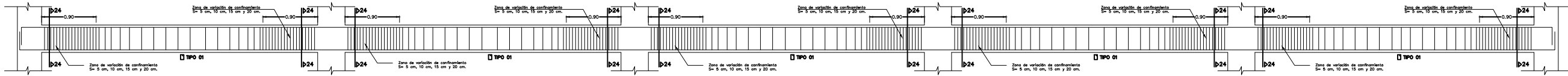


Universidad Católica de Santa María

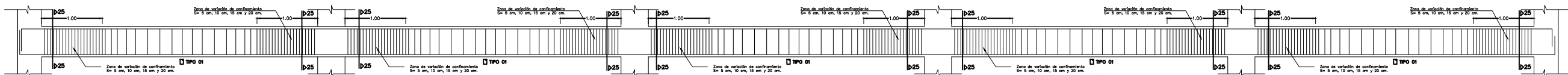
PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO 07

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	-	-	-	-

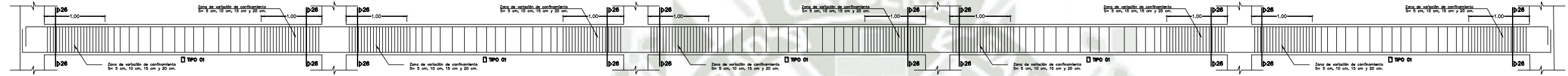
ESCALA: INDICADA JOB Nº
PLANO Nº: UCSM_FAICA_ANLE_PO7_01



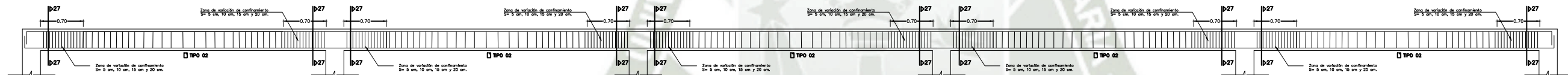
VIGA 0.25x0.45



VIGA 0.30x0.50



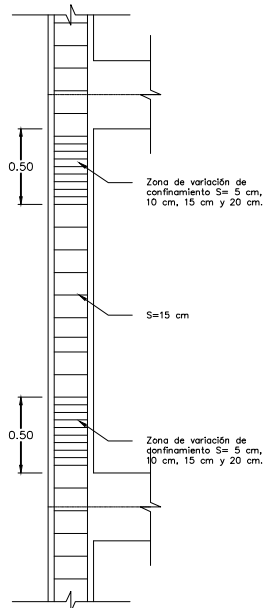
VIGA 0.25x0.50



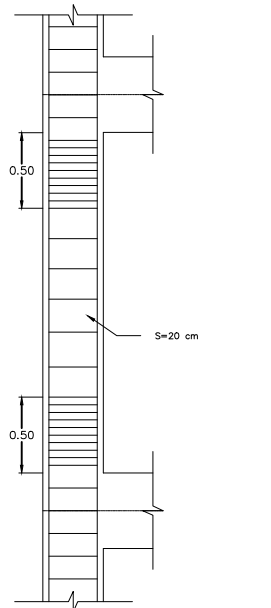
VIGA 0.20x0.35

ESCALA 1:75

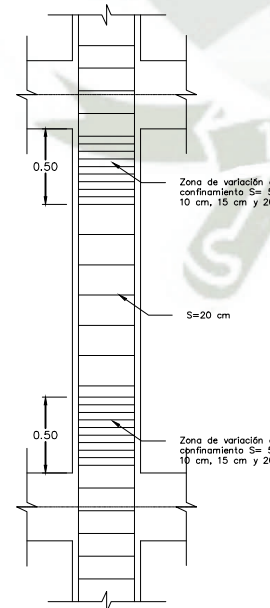
CUADRO DE ESTRIBOS EN VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
TIPO 1	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 20cm
TIPO 2	Ø 3/8"	1@5, 8@10, 2@10 y Rto 15cm
TIPO 3	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 25cm



COLUMNA 0.30x0.30

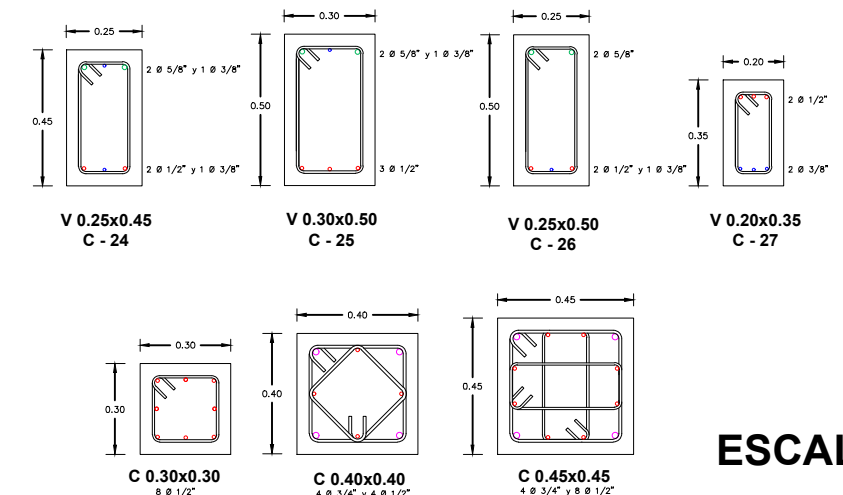


COLUMNA 0.40x0.40



COLUMNA 0.45x0.45

ESCALA 1:50



ESCALA 1:25

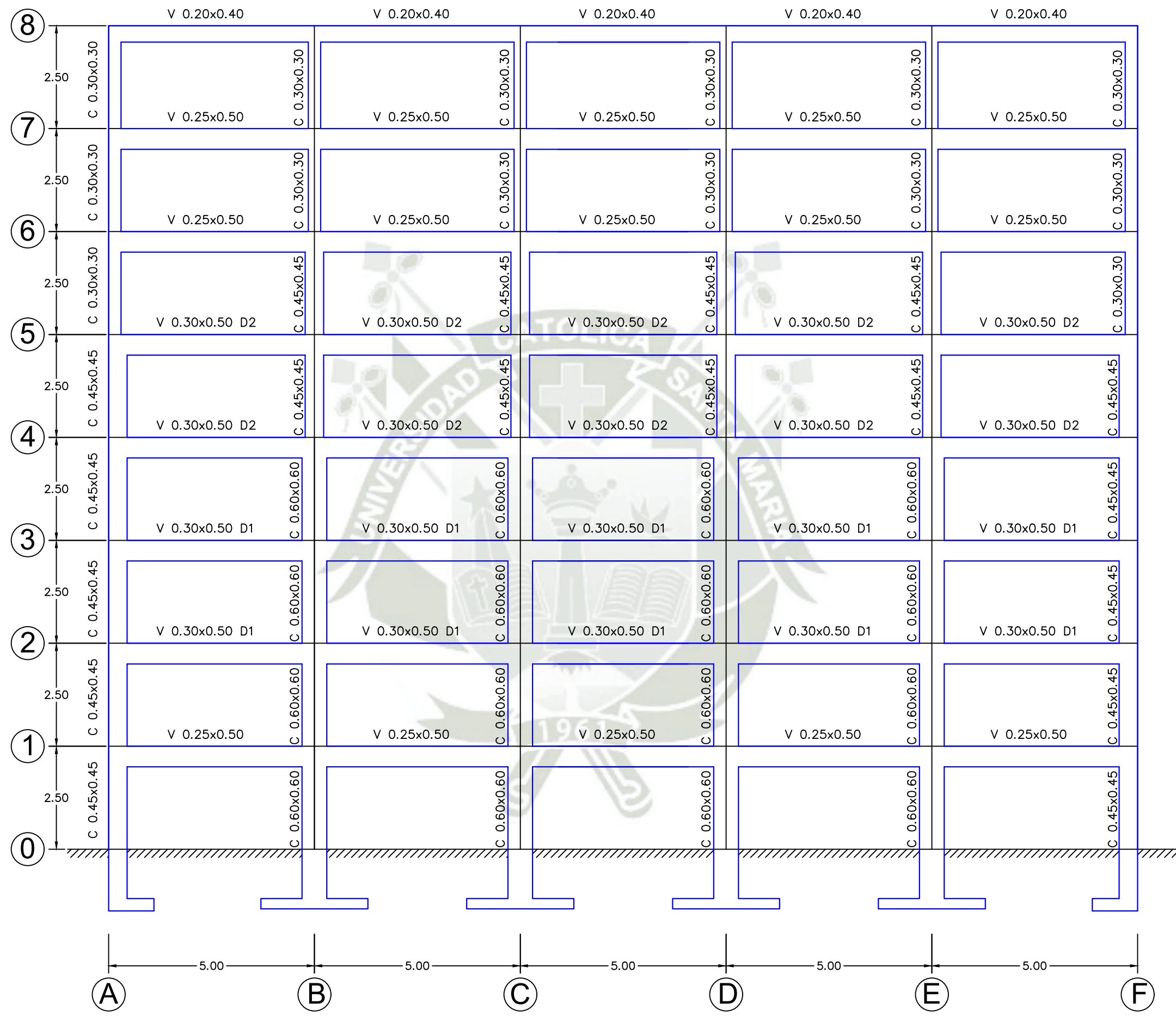


No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-



PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO 07

ESCALA: INDICADA
JOB Nº:
PLANO Nº:
UCSM_FAICA_ANLE_PO7_02



ESCALA 1:100

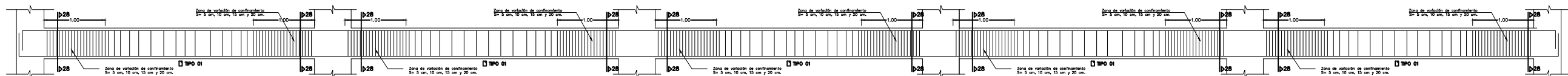


No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-

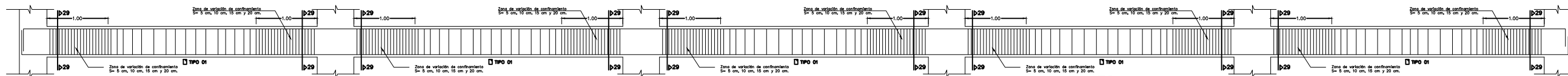


PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTRICO 08

ESCALA: INDICADA JOB Nº:
PLANO Nº: UCSM_FAICA_ANLE_PO8_01



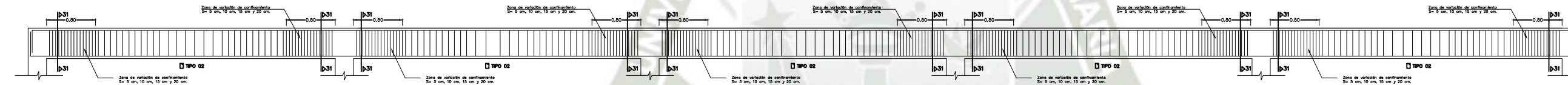
VIGA 0.25x0.50



VIGA 0.30x0.50 D1



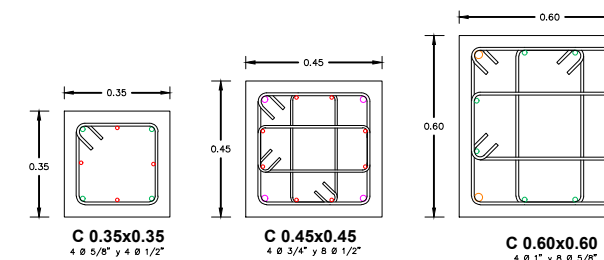
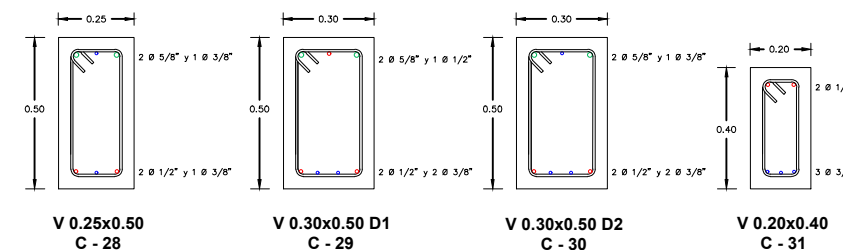
VIGA 0.30x0.50 D2



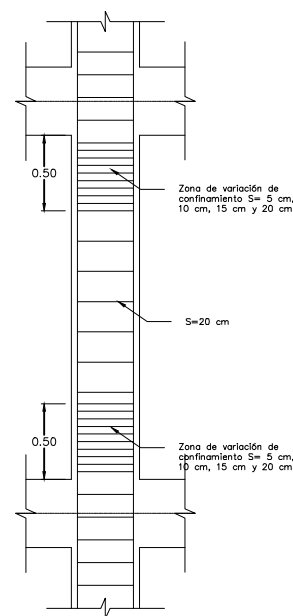
VIGA 0.20x0.40

ESCALA 1:75

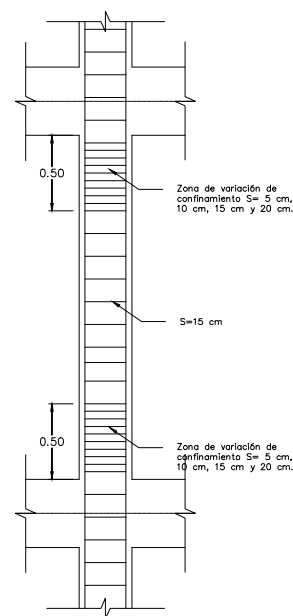
CUADRO DE ESTRIBOS EN VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
TIPO 1	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 20cm
TIPO 2	Ø 3/8"	1@5, 8@10, 2@10 y Rto 15cm
TIPO 3	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 25cm



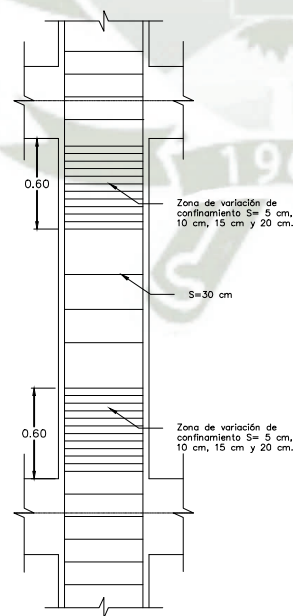
ESCALA 1:25



COLUMNA 0.45x0.45



COLUMNA 0.35x0.35



COLUMNA 0.60x0.60

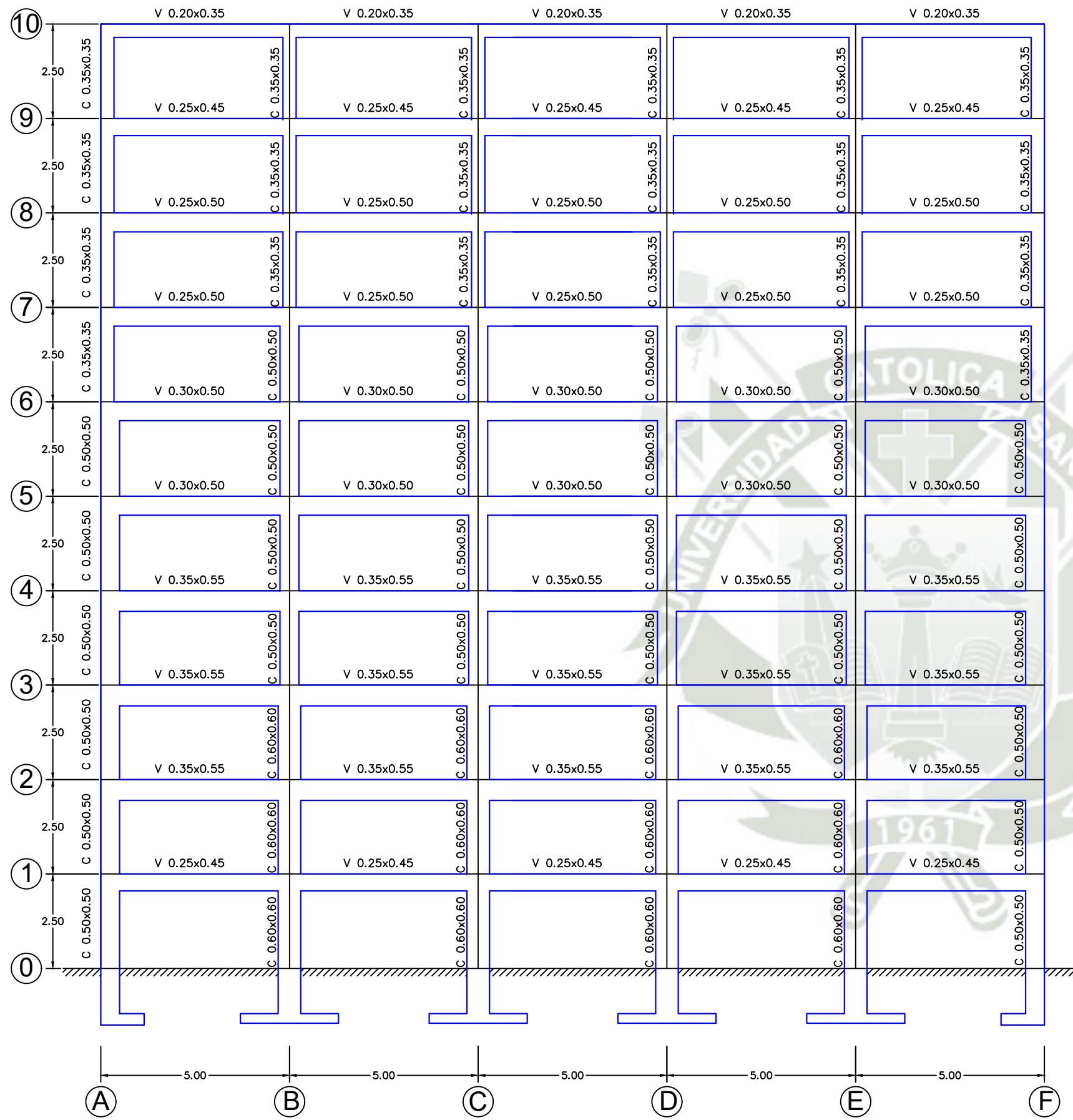
ESCALA 1:50

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	-	-	-	-

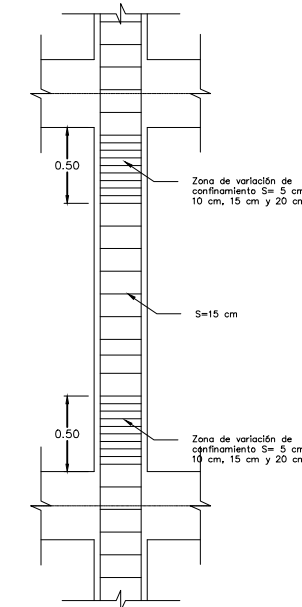


PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO 08

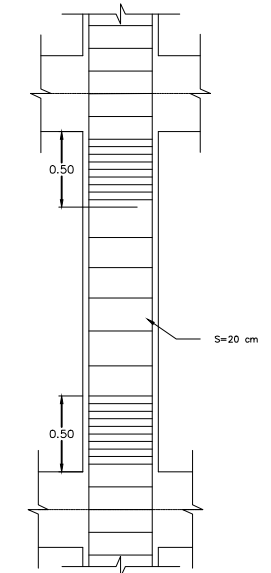
ESCALA: INDICADA	JOB Nº:
PLANO Nº:	UCSM_FAICA_ANLE_PO8_02



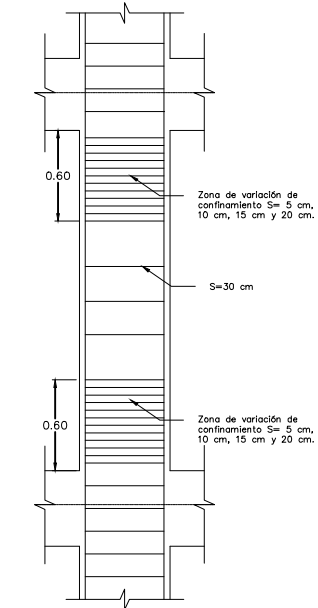
ESCALA 1:125



COLUMNA 0.35x0.35



COLUMNA 0.50x0.50



COLUMNA 0.60x0.60

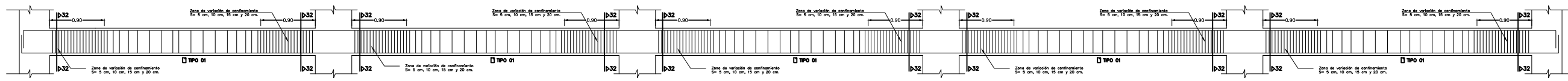
ESCALA 1:50

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	-	-	-	-

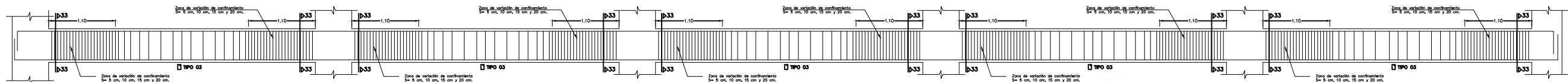


PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO 09

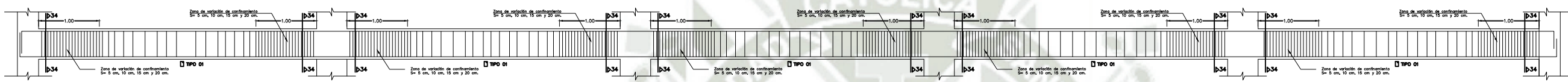
ESCALA: INDICADA	JOB Nº:
PLANO Nº:	UCSM_FAICA_ANLE_P09_01



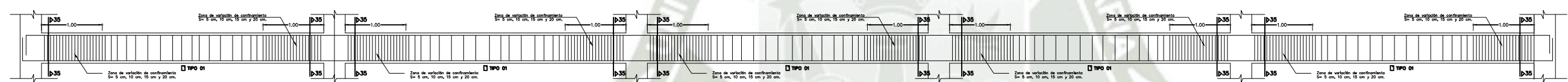
VIGA 0.25x0.45



VIGA 0.35x0.55



VIGA 0.30x0.50

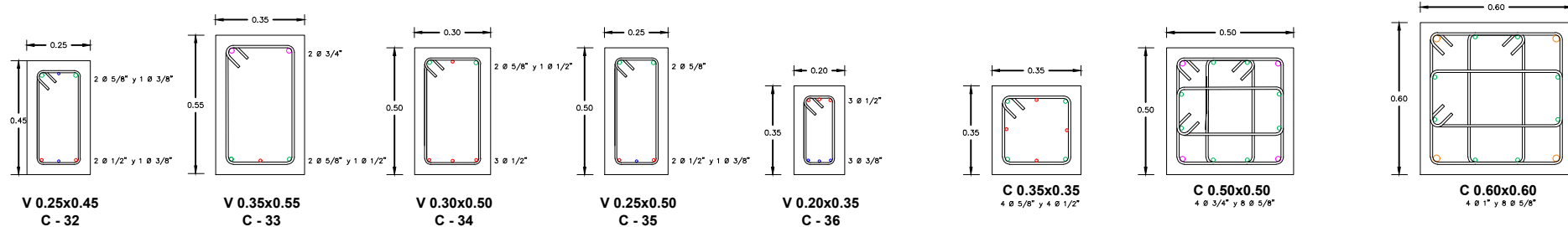


VIGA 0.25x0.50



VIGA 0.20x0.35

ESCALA 1:75



CUADRO DE ESTRIBOS EN VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
TIPO 1	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 20cm
TIPO 2	Ø 3/8"	1@5, 8@10, 2@10 y Rto 15cm
TIPO 3	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 25cm

ESCALA 1:25

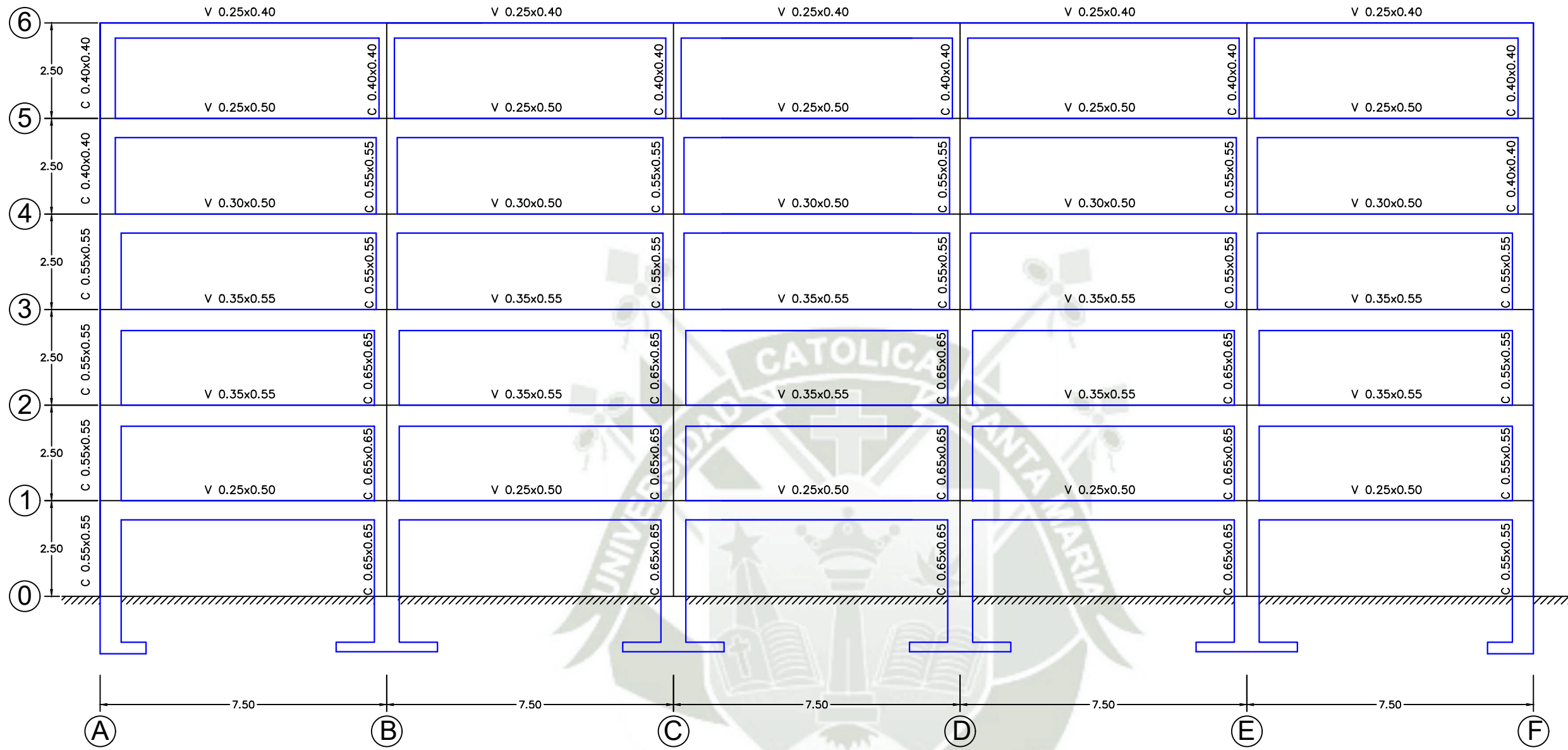


No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	-	-	-	-

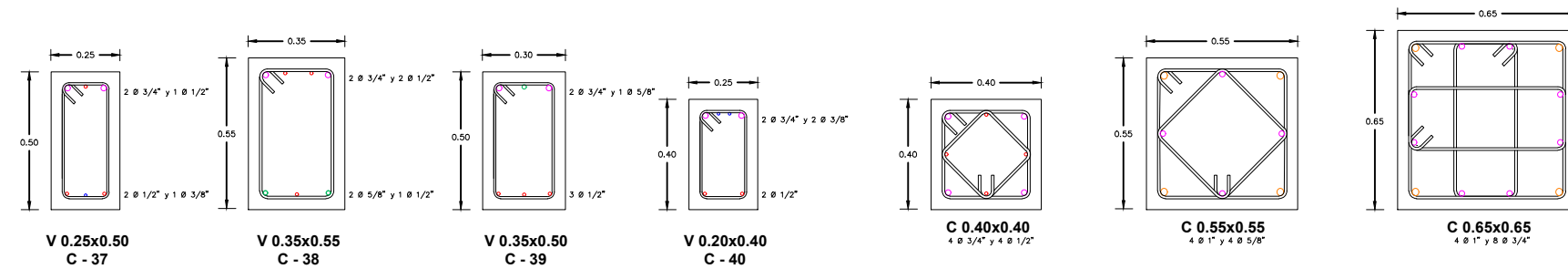


PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO 09

ESCALA: INDICADA JOB Nº
PLANO Nº: UCSM_FAICA_ANLE_P09_02



ESCALA 1:125



ESCALA 1:25

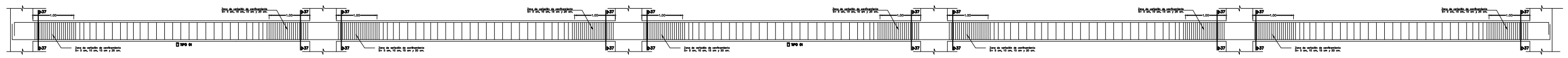


No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-

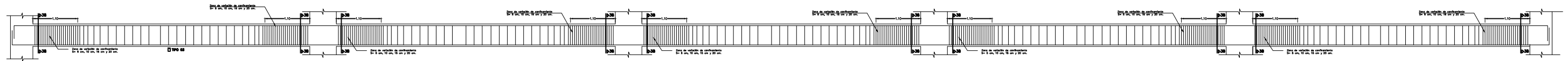


PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO I0

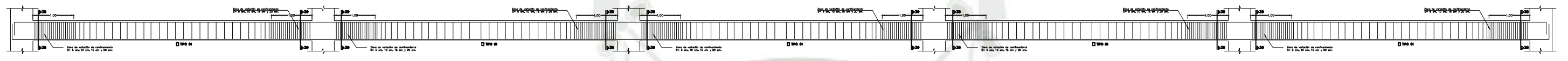
ESCALA: INDICADA	JOB Nº:
PLANO Nº:	UCSM_FAICA_ANLE_PI0_01



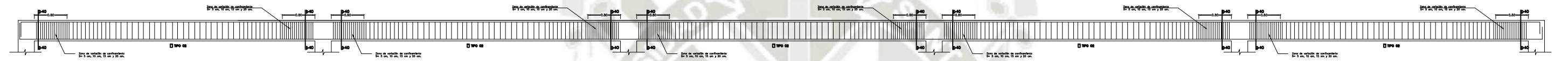
VIGA 0.25x0.50



VIGA 0.35x0.55

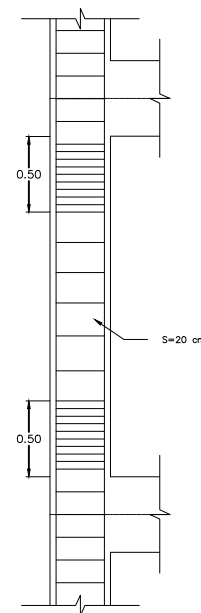


VIGA 0.35x0.50

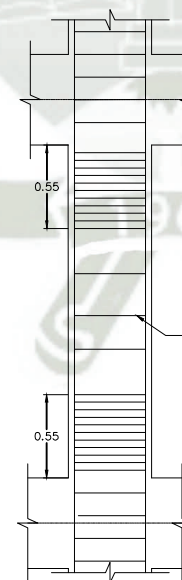


CUADRO DE ESTRIBOS EN VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
TIPO 1	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 20cm
TIPO 2	Ø 3/8"	1@5, 8@10, 2@10 y Rto 15cm
TIPO 3	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 25cm

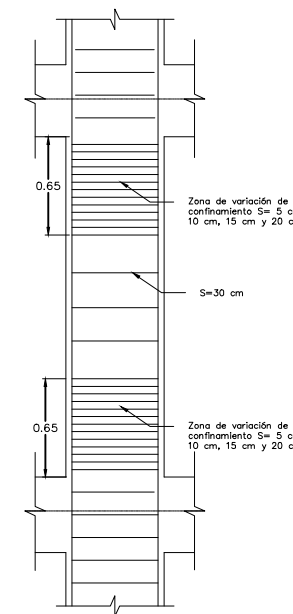
ESCALA 1:100



COLUMNA 0.40x0.40



COLUMNA 0.55x0.55



COLUMNA 0.65x0.65

ESCALA 1:50



Universidad Católica de Santa María

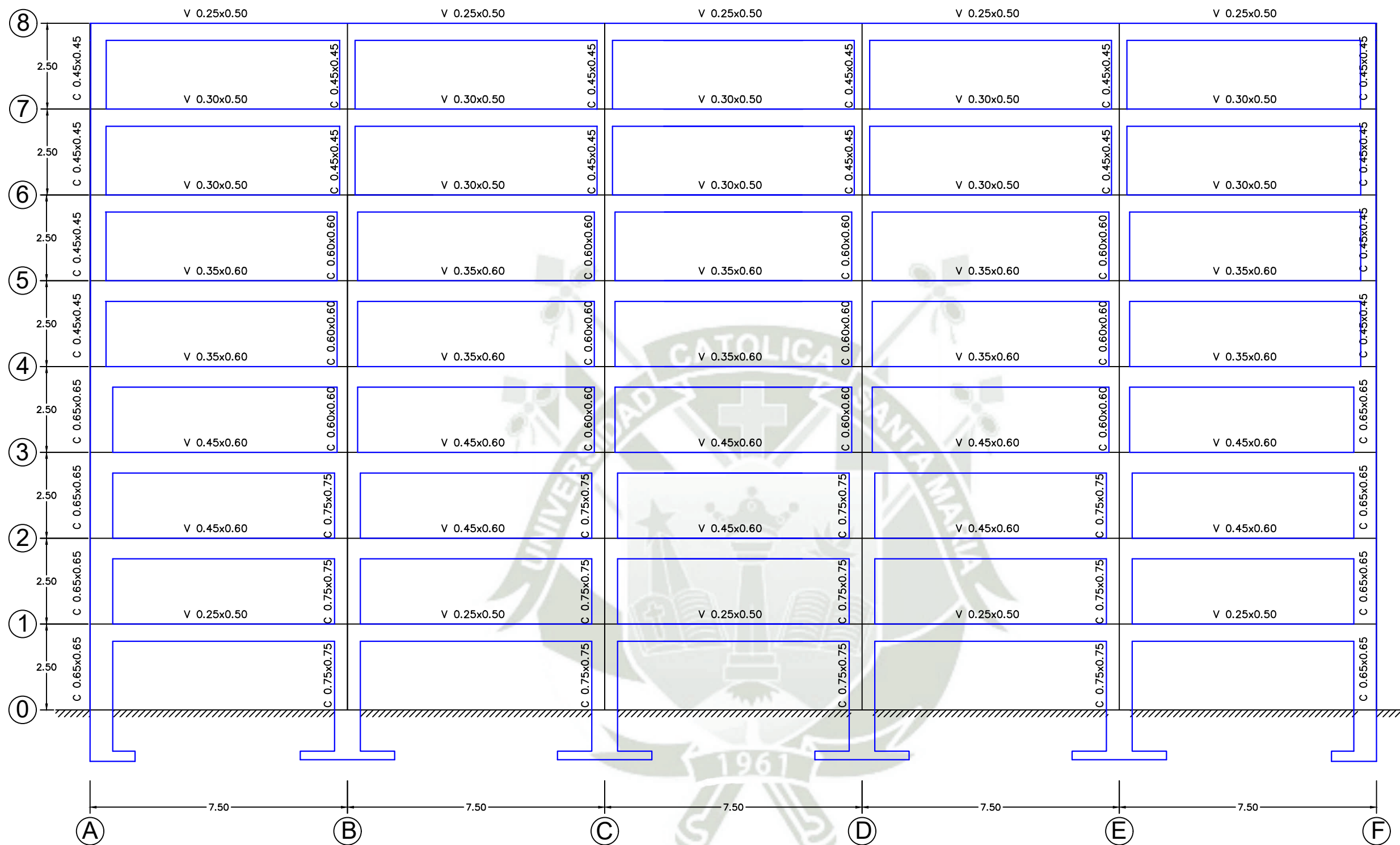


Universidad Católica de Santa María

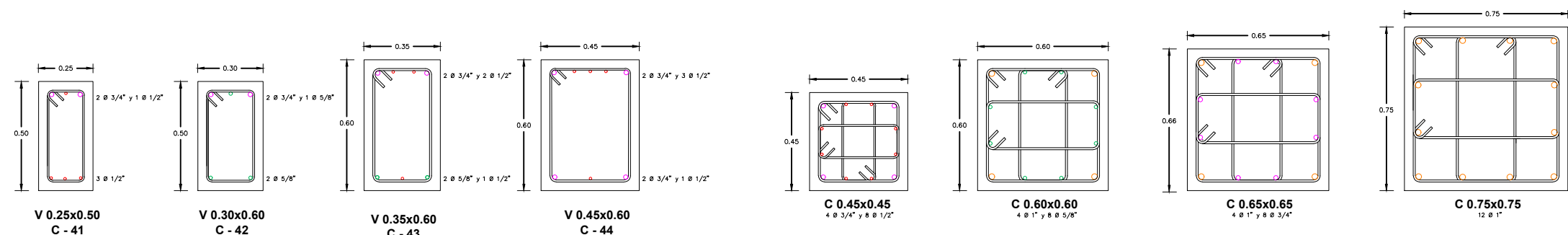
PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO 10

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-

ESCALA: INDICADA JOB Nº:
PLANO Nº: UCSM_FAICA_ANLE_PI0_02



ESCALA 1:125



ESCALA 1:25

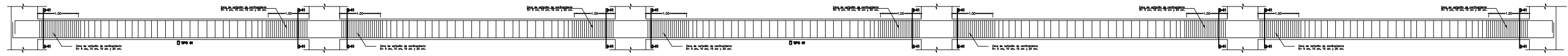
Universidad Católica de Santa María

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-

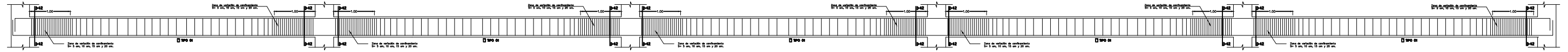
Universidad Católica de Santa María

PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO II

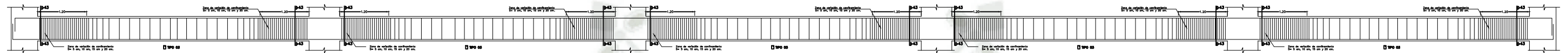
ESCALA: INDICADA	JOB Nº:
PLANO Nº:	UCSM_FAICA_ANLE_PII_01



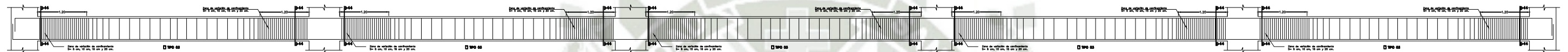
VIGA 0.25x0.50



VIGA 0.30x0.50



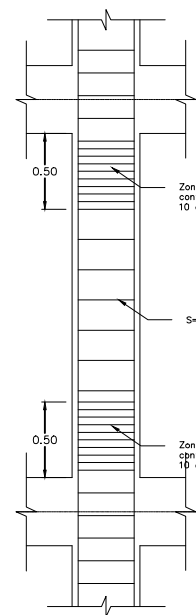
VIGA 0.35x0.60



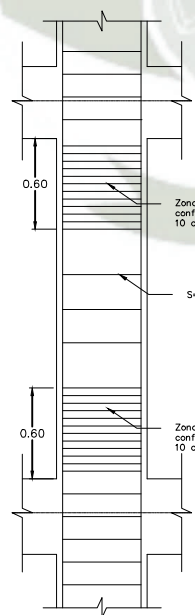
VIGA 0.45x0.60

CUADRO DE ESTRIBOS EN VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
TIPO 1	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 20cm
TIPO 2	Ø 3/8"	1@5, 8@10, 2@10 y Rto 15cm
TIPO 3	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 25cm

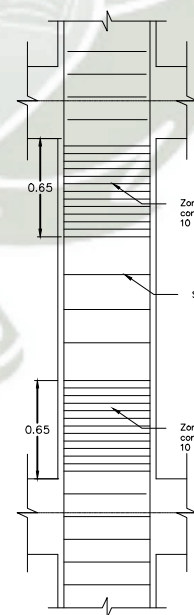
ESCALA 1:100



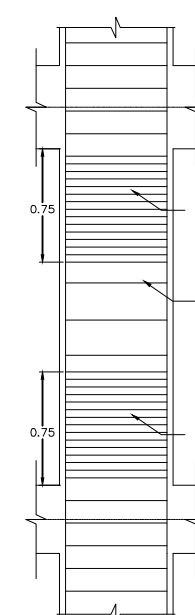
COLUMNA 0.45x0.45



COLUMNA 0.60x0.60



COLUMNA 0.65x0.65



COLUMNA 0.75x0.75

ESCALA 1:50



Universidad Católica de Santa María

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-



Universidad Católica de Santa María

PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRICO II

ESCALA: INDICADA JOB Nº:
PLANO Nº: UCSM_FAICA_ANLE_P11_02



ESCALA 1:125

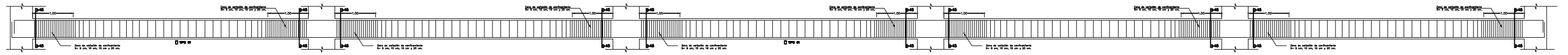
Universidad Católica de Santa María

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-

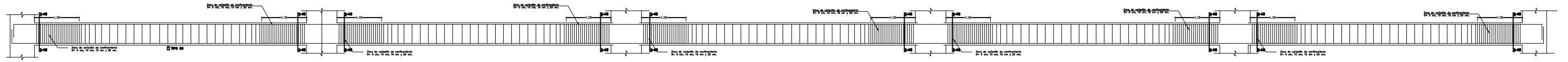
Universidad Católica de Santa María

PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO I2

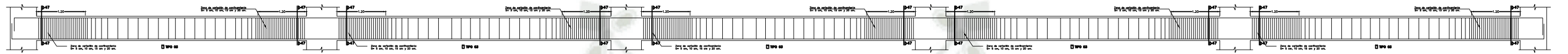
ESCALA: INDICADA	JOB Nº:
PLANO Nº:	UCSM_FAICA_ANLE_PI2_01



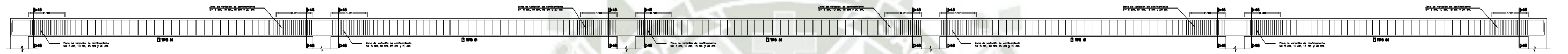
VIGA 0.25x0.50



VIGA 0.35x0.55



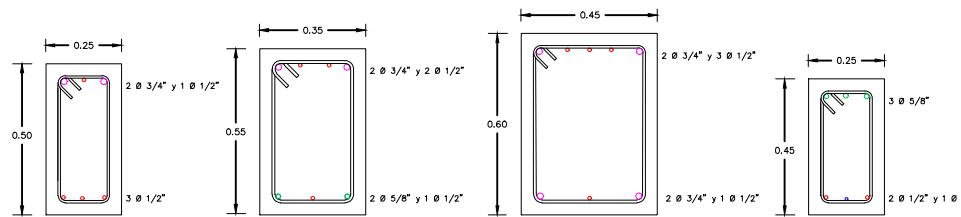
VIGA 0.45x0.60



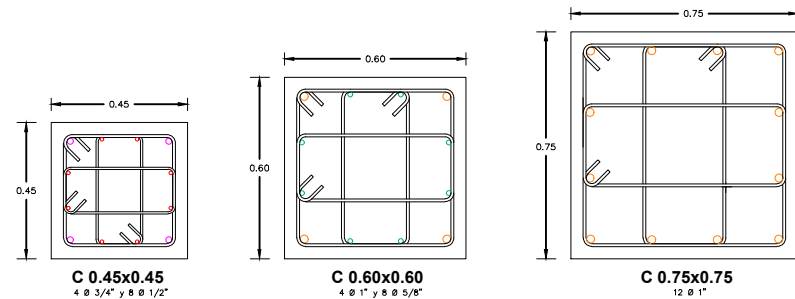
VIGA 0.25x0.45

ESCALA 1:100

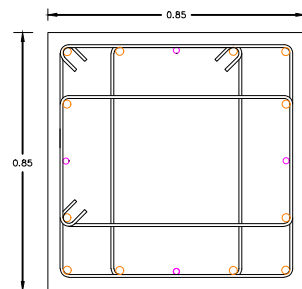
CUADRO DE ESTRIBOS EN VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO
TIPO 1	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 20cm
TIPO 2	Ø 3/8"	1@5, 8@10, 2@10 y Rto 15cm
TIPO 3	Ø 3/8"	1@5, 2@10, 2@15 y Rto 25cm



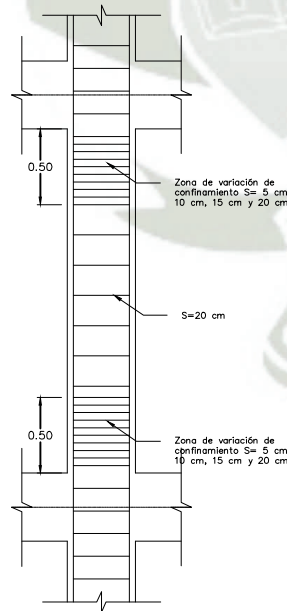
V 0.25x0.50 C - 45 V 0.35x0.55 C - 46 V 0.45x0.60 C - 47 V 0.25x0.45 C - 48



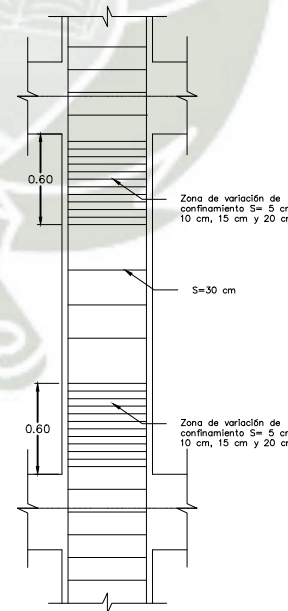
C 0.45x0.45 4 Ø 3/4" y 8 Ø 1/2" C 0.60x0.60 4 Ø 1" y 8 Ø 5/8" C 0.75x0.75 12 Ø 1"



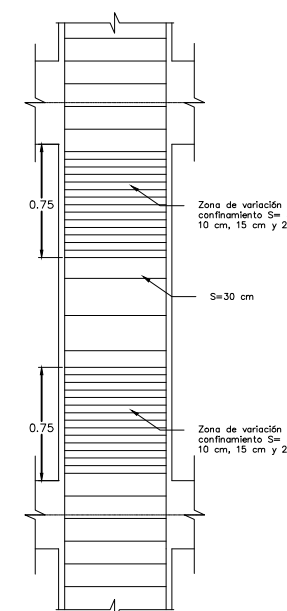
C 0.85x0.85 12 Ø 1" y 4 Ø 3/4"



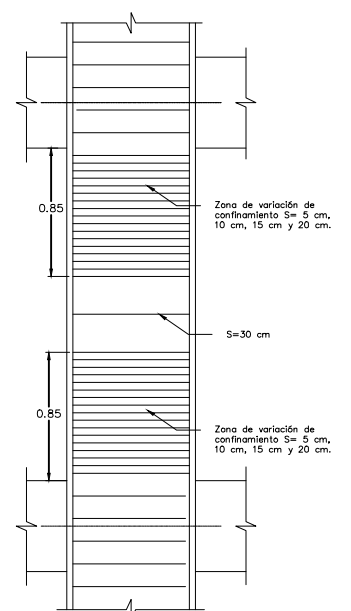
COLUMNA 0.45x0.45



COLUMNA 0.60x0.60



COLUMNA 0.75x0.75



COLUMNA 0.85x0.85

ESCALA 1:50

ESCALA 1:25



No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
						RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
-	-	-	-	-	-	DIBUJO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	DISEÑO	-	-	-
-	-	-	-	-	-	REVISION	-	-	-
0	EMITIDO PARA INFORMACION	-	-	-	-	APROBACION	-	-	-



PLANO DE ESTRUCTURAS
PÓRTICO I2

ESCALA: INDICADA JOB Nº:
PLANO Nº: UCSM_FAICA_ANLE_PI2_02

INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO TRANSVERSAL EN EL DESEMPEÑO SISMICO MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL - PUSHOVER EN PORTICOS DE CONCRETO ARMADO

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	dspace.vutbr.cz Fuente de Internet	1%
4	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado