

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Posgrados

**Evaluación basada en desempeño de una estructura esencial diseñada
conforme a la normatividad ecuatoriana**

Proyecto de investigación y desarrollo

Angel Gustavo Balseca Burbano

**Amador Terán Gilmore, PHD
Director de Trabajo de Titulación**

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito
para la obtención del título de Magíster en Ingeniería Civil, Mención Diseño y Construcción
de Estructuras Sismo Resistentes

Quito, abril 2022

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE POSGRADOS

HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**Evaluación basada en desempeño de una estructura esencial diseñada
conforme a la normatividad ecuatoriana**

Angel Gustavo Balseca Burbano

Nombre del Director del Programa: Fernando Romo
Título académico: Master of Science
Director del programa de: Maestría en Ingeniería Civil

Nombre del Decano del colegio Académico: Eduardo Alba
Título académico: Doctor of Philosophy
Decano del Colegio: Colegio de Ciencias e Ingenierías

Nombre del Decano del Colegio de Posgrados: Hugo Burgos
Título académico: Doctor of Philosophy

Quito, abril 2022

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombre del estudiante: Angel Gustavo Balseca Burbano

Código de estudiante: 00215806

C.I.: 1713931549

Lugar y fecha: Quito, 1 de abril del 2022.

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following graduation project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mis hijos Alan y Angelito, los cuales son mi inspiración para seguir adelante y culminar mi tesis.

También dedico a mi madre que me apoyo durante todo el proceso.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de sobremanera a Amador Terán, por su paciencia y dedicación para poder cumplir con esta tesis, la cual es una guía para las personas que quieran leerla.

Agradezco a todos los profesores de la maestría, cada uno de ellos me apoyaron para tener el conocimiento que hoy poseo.

RESUMEN

Esta tesis realiza el análisis de una estructura de importancia realizando un diseño por Fuerza estático lineal según la Normativa Ecuatoriana de la Construcción NEC 15, luego se realizará a la estructura un diseño basado en desempeño para comprobar si la estructura puede resistir el nivel de desempeño de ocupación inmediata.

Considerando que las Normativas Ecuatoriana de la Construcción NEC 15 tiene un requisito de deriva inelástica del 2% la estructura a diseñar no alcanzaría el nivel de desempeño esperado de ocupación inmediata al colocar el espectro máximo de la zona, se analizara la utilización de un sistema de control de demanda transversal BRB (Buckling Restrained Brace).

Palabra clave: Diseño Fuerza estático lineal, diseño basado en el control de desplazamiento, control demanda transversal BRB.

ABSTRACT

This thesis performs the analysis of a structure of importance by carrying out a design by linear static force according to the Ecuadorian Construction Regulations NEC 15, then a non-linear static displacement design will be carried out to the structure to check if the structure can resist the level of immediate occupancy performance.

Considering that the Ecuadorian Construction Regulations NEC 15 has an inelastic drift requirement of 2%, the structure to be designed would not reach the expected performance level of immediate occupation when placing the maximum spectrum of the area, the use of a system of transverse demand control BRB (Restricted Buckling).

Keyword: Linear static force design, nonlinear static displacement design, BRB transverse demand control.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
i. Antecedentes:	15
ii. Justificación:	16
iii. Objetivos del trabajo de titulación:	16
REVISIÓN DE LA LITERATURA	18
METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
ANÁLISIS DE DATOS	88
1. Característica de la Estructura:.....	88
2. Material Considerado para diseño:	89
3. Cargas aplicadas	90
3.1.- Carga Sísmica:	91
3.2.- Carga de Viento:	95
4. Diseños Estructurales:	95
4.1.- Diseño Tradicional:.....	100
a. Diseño sísmico basado en Fuerzas Estático Lineal (MBF):.....	104
b. Diseño sísmico basado en Fuerzas Dinámico Lineal Modal Espectral (MME):.....	108
c. Diseño sísmico basado en Fuerzas Dinámico Lineal Tiempo Historia (MTH):.....	112
d. Método de evaluación basado en desplazamiento Estático No Lineal (MEBD-E):.....	114
4.2.- Diseño Innovador:	142
a. Diseño sísmico basado en desplazamiento (MBD):	143
a.1.-SUBSISTEMA GRAVITACIONAL.....	143
a.2.- SUBSISTEMA DE CONTROL SÍSMICO.....	149
a.2.1.- Diseño sísmico basado en Desplazamiento (MBD):.....	149
a.2.6.- Colocación de diagonales en ETABS	159
b. Evaluación por el método en desplazamiento estático no lineal – método Pushover (MEBD-E) 187	
c. Método de evaluación basado en Desplazamiento Dinámico No Lineal (MEBD-D):.....	202

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Espectro Sísmico Elástico de diseño NEC-SE-DS (sección 3.3).....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2.	Espectro Sísmico Elástico de desplazamiento de diseño NEC-SE-DS (sección 3.3).....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.	Resumen de diseño por Fuerza Estático Lineal (MBF) ...	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4.	Resumen de diseño por Fuerza Dinámico Lineal, Método Modal Estral (MME).....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5.	Resumen de diseño por Fuerza Dinámico Lineal, Método Tiempo Historia (MTH).....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6.	Resumen de diseño por Desplazamiento Estático No-Lineal(pushover) (MBD).....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7.	Grafico de desempeño (Amador Teran)	58
Figura 8.	Grafico del fundamento del diseño basado en desempeño .	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9.	Grafico de fuerza deformacion con informacion experimental. – Amador Teran.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10.	Curva de capacidad – FEMA 1997	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11.	Grafico de niveles de desempeño de una estructura (estructura prevencion de colapso) – Amador Terán	¡Error! Marcador no definido.
Figura 12.	Resumen de diseño por Desplazamiento Dinámico No-Lineal (MD) (MBD-NL)	¡Error! Marcador no definido.
Figura 13.	Grafico de explicación de conversión de registro a espectro – Amador Terán	84
Figura 14.	Grafico de matriz de amortiguamiento de Rayleigh – Amador Teran	85
Figura 15.	Grafico curva histeretica.....	87
Figura 16.	Mapa de la descripción de ubicación de minas del Ecuador realizadas el estudio de módulos de elasticidad.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 17.	La curva de probabilidad de excedencia y curva de peligro sismico de Quito:	92
Figura 18.	Valores y coeficientes para calcular el espectro de aceleración y desplazamiento Elástico e Inelástico de Quito de la normativa NEC.....	93
Figura 19.	Espectro de desplazamiento Elastico e Inelastico de Quito de la Normativa NEC	94
Figura 20.	Geometría del dificio	96

Figura 21. Carga Muerta colocada en cada piso de la estructural:	97
Figura 22. Carga Viva colocada en cada piso de la estructural:	98
Figura 23. Geometría de las secciones para un diseño tradicional	102
Figura 24. Load Patterns: Coeficiente Sismo estático en Sentido X y Sentido Y (MBF)	104
Figura 25. Desplazamiento y Deriva sentido X – Y (MBF).....	107
Figura 26. Coeficiente sísmico (MME):.....	108
Figura 27. Desplazamiento y Deriva Sentido X – Y (MME)	111
Figura 28. Análisis sísmico (MTH):.....	112
Figura 29. Deriva sentido X - Y (MTH).....	113
Figura 30. Load Case: Carga Estática No lineal (MBD)	115
Figura 31. Colocación de la rotula plástica en vigas en el programa ETABS (Viga 1-1)	122
Figura 32. Diagrama de interaccion de las columnas (MDB).....	125
Figura 33. Colocacion de rotula plástica en columnas.....	134
Figura 34. Deriva y Desplazamiento Sentido X – Y (MBD).....	139
Figura 35. Nivel de desempeño de la estructura en el Sentido X y Sentido Y.....	137
Figura 36. Curva de desempeño Sentido X (Desplazamiento – Corte Basal).....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 37. Curva de desempeño vs Curva Bilineal – Sentido X.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 38. Curva de desempeño Sentido Y (Desplazamiento – Corte Basal).....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 39. Curva de desempeño vs Curva Bilineal – Sentido X.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 40. Periodos iniciales para diseño de diagonales.....	148
Figura 41. Características Diagonales CoreBrace	151
Figura 42. Carga estatica no lineal para el analisis no lineal estatico	187
Figura 43. Derivas y Desplazamiento Sentido X – Y (MBD)	201
Figura 44. Periodo en el sentido X – Modal 1 y Periodo en el sentido Y – Modal 2.....	188
Figura 45. Nivel de desempeño Sentido X y Sentido Y	190
Figura 46. Niveles de desempeño estructural de cada eje:.....	191
Figura 47. Curva de desempeño Sentido X y Sentido Y (Desplazamiento – Corte Basal)	¡Error! Marcador no definido.
Figura 48. Colocación de Links en el programa ETABS (MBD-L):	¡Error! Marcador no definido.

- Figura 49. Curva de desempeño (MBD-L).....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 50. Nivel de desempeño de la estructura (MBD-L)**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 51. Registro de aceleracion del reventador Quito 1987 (T- a) (T-a/g)203
- Figura 52. Espectro de aceleracion del registro del reventador Quito. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 53. Espectro de aceleracion de la Normativa NEC vs Espectro de aceleracion del registro del reventador.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 54. Espectro y Registro de espectro Mayorado del Reventador Quito 1987**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 55. Espectro de aceleracion de la Normativa NEC y Espectro del Registro Mayorado Reventador 1987.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 56. Espectro de desplazamiento de la Normativa NEC y Espectro del Registro Mayorado Reventador 1987 205
- Figura 57. Registro reventador 1987 en ETABS 206
- Figura 58. Sentido X: analisis (FNA) (MDNL-H-FNA).....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 59. Sentido Y: analisis (FNA) (MDNL-H-FNA).....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 60. Niveles de desempeño estructural de cada eje (MDNL-H-FNA) **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 61. Derivas y Desplazamiento Sentido X – Y (MDNL-H-FNA) **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 62. Espectro de respuesta de desplazamiento de la estructura Sentido X – Y (MDNL-H-FNA).....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 63. Espectro de respuesta de aceleracion de la estructura Sentido X – Y (MDNL-H-FNA)**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 64. Sentido X: análisis dinámico de integración directa (MDNL-H-NDI) **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 65. Sentido Y: análisis dinámico de integración directa (MDNL-H-NDI) **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 66. Sentido X: analisis (FNA) (MDNL-L-FNA) 207
- Figura 67. Sentido Y: analisis (FNA) (MDNL-L-FNA) 208
- Figura 68. Niveles de desempeño estructural de cada eje (MDNL-L-FNA) 213
- Figura 69. Derivas y Desplazamiento Sentido X – Y (MDNL-L-FNA)..... 219
- Figura 70. Diagrama Histeretico de la diagonal Izquierda y derecho Ejes B8-C8 Sentido X – Y (MDNL-L-FNA).....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 71. Espectro de respuesta de desplazamiento de la estructura Sentido X – Y (MDNL-L-FNA)**¡Error! Marcador no definido.**

- Figura 72. Espectro de aceleración de respuesta de la estructura Sentido X – Y (MDNL-L-NDI).....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 73. Sentido X: análisis dinámico de integración directa (MDNL-L-NDI)..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 74. Sentido Y: análisis dinámico de integración directa (MDNL-L-NDI)..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 75. Niveles de desempeño estructural de cada eje (MDNL-L-NDI) **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 76. Derivas y Desplazamiento Sentido X – Y (MDNL-L-NDI)**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 77. Diagrama Histeretico de la diagonal Izquierda y derecho Ejes B8-C8 Sentido X – Y (MDNL-L-NDI)**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 78. Espectro de respuesta de desplazamiento de la estructura Sentido X – Y (MDNL-L-NDI)**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 79. Espectro de aceleración de respuesta de la estructura Sentido X – Y (MDNL-L-NDI).....**¡Error! Marcador no definido.**

índice de TABLAS

Tabla 1.	Factor de agrietamiento de las estructuras de hormigón armado.....	25
Tabla 2.	Periodo de retorno y tasa anual de excedencia NEC-SE-DS.....	55
Tabla 3.	Tablas del límite de los niveles de desempeño.....	56
Tabla 4.	Tabla de valores típicos de módulos de Elasticidad de los agregados que se encuentran en el Ecuador (Ea)- NEC-15-SE-HM.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5.	Cuadro de secciones geométricas diseño tradicional.....	101
Tabla 6.	Tabla ETABS uso de coeficiente sísmico (MBF)	106
Tabla 7.	Tabla ETABS masas modales (MBF).....	106
Tabla 8.	Tabla de carga dinámica del programa ETABS.....	110
Tabla 9.	Rotula plástica vigas: resumen de la sección de la viga, losa acero de refuerzo en losa:	116
Tabla 10.	Rotula plástica vigas: acero longitudinal en vigas.....	117
Tabla 11.	Rotula plástica vigas: acero transversal en vigas.....	118
Tabla 12.	Tabla para calculo de los coeficientes de rotulas plásticas en vigas (Momento – Rotación) según ASCE 41-13.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13.	Tabla para calculo de los coeficientes para inercias según ASE 41-13 .	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 14.	Rotula plástica en vigas: resumen de calculo de coeficientes para calculo de la rotula plástica en vigas.....	119
Tabla 15.	Rotula plástica en vigas: resumen de rotación por cada viga.....	120
Tabla 16.	Rotula plástica en vigas: resumen coeficientes de inercia en vigas.....	121
Tabla 17.	Rotula plástica en columnas: resumen de geometría y acero longitudinal.	123
Tabla 18.	Rotula plástica en columnas: resumen de momento y carga balanceada de cada columna del diagrama de interacciones	124
Tabla 19.	Rotula plástica en columna: resumen de acero transversal.....	128
Tabla 20.	Tabla para calculo de los coeficientes de rotulas plásticas en vigas (Momento – Rotación) según ASCE 41-13.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 21.	Tabla para calculo de los coeficientes de inercia	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 22.	Rotula plástica en columnas: condiciones iniciales de ASCE 41-13	129
Tabla 23.	Rotula plástica en columnas: tipo de condición para coeficiente para rotula plástica.....	130
Tabla 24.	Rotula plástica en columnas: rotación en $P=0.00 A_g \cdot f'_c$ y $P = 0.10 A_g \cdot f'_c$...	131
Tabla 25.	Rotula plástica en columnas: rotación en $P=0.60 A_g \cdot f'_c$ y $P = 1.00 A_g \cdot f'_c$...	132

Tabla 26.	Rotula plástica en columnas: coeficiente de inercia.....	133
Tabla 27.	Resumen de calculo de Prediseño de columnas.....	145
Tabla 28.	Secciones modificadas para el análisis MBD.....	149
Tabla 29.	Sentido X: Resumen de las propiedades de las diagonales restringidas a pandeo (MBD-H):	153
Tabla 30.	Sentido X: Resumen de la geometría y Momento – Rotación de cada diagonal (MBD-H):.....	153
Tabla 31.	Sentido Y: Resumen de las propiedades de las diagonales restringidas a pandeo (MBD-H):	156
Tabla 32.	Sentido Y: Resumen de la geometría y Momento – Rotación de cada diagonal (MBD-H):.....	156
Tabla 33.	Resumen de rotulas plásticas para vigas según Normativa ASCE 41-13 (MBD-H):.....	161
Tabla 34.	Resumen de rotulas plásticas para columnas según Normativa ASCE 41-13 (MBD-H):.....	169

INTRODUCCIÓN

i. Antecedentes:

El diseño Estructural sismo resistente pretende que las estructuras no colapsen ante eventos sísmicos importantes, evitando así la pérdida de vidas humanas. Sin embargo, las pérdidas económicas observadas en terremotos recientes hacen cada vez más importante controlar el daño de las estructuras y los elementos no estructurales, de forma que las reparaciones post-sismo sean factible.

El método de diseño sísmico basado en fuerzas (MBF) está perdiendo popularidad en el diseño sísmico de estructura (edificios y puentes) ya que el método de diseño sísmico basado en desplazamiento (MBD) presenta más ventajas.

El método de diseño sísmico basado en desplazamiento (MBD) utiliza el desplazamiento como medida de la demanda sísmica y como indicador del grado o nivel de daño, considerando que el daño se correlaciona mejor con el desplazamiento que con la fuerza. Se utiliza como punto de partida el desplazamiento en vez de la fuerza, considera el desplazamiento para controlar la capacidad y el daño de la estructura y finalmente se revisa las fuerzas. La estructura es analizada por un sistema elástico de un grado de libertad y el control se verifica el desplazamiento máximo produce la rigidez y resistencia requerida para alcanzar el desempeño esperado. (Bairan, 2011)

El método de diseño sísmico basado en fuerzas (MBF) su cálculo se basa en el periodo de la estructura asumiendo que no cambia con la resistencia y el diseño final depende de la rigidez elástica de los elementos. La estructura se diseña para una

respuesta de aceleración reducida y el desplazamiento es revisado como parte de un criterio de aceptabilidad. (Bairan, 2011)

ii. Justificación:

A pesar de que las estructuras esenciales conllevan un diseño más conservador que el de las estructuras con ocupación estándar, en sismos recientes se ha observado continuamente un mal desempeño de estructuras esenciales diseñadas con normativas actuales, razón por la cual se ha considerado la verificación con un análisis por desempeño con la Normativa ASCE 41.

El estudio que se lleva a cabo pretende entender si es posible un mal desempeño de las estructuras esenciales diseñadas hoy en día en el Ecuador y, con base en ello, aportar un entendimiento de las mejores opciones para lograr el desempeño deseado.

El siguiente trabajo de titulación considera una estructura irregular de ocupación especial con finalidad de ser un hospital ubicado en Quito Ecuador, con un suelo tipo D característico de la zona. Se desea

iii. Objetivos del trabajo de titulación:

Esta investigación tiene el objetivo de realizar el diseño estructural con los siguientes métodos:

1. Método tradicional:

1.a. Método de diseño basado en fuerzas estático lineal (MBF)

1.b. Método de diseño basado en fuerzas estático lineal modal espectral (MME)

1.c. Método de diseño basado en fuerzas estático lineal tiempo historia (MME)

1.d. Método de evaluación basado en desplazamiento estático no lineal (MEBD-E)

2. Método innovador:

2.a. Método de diseño basado en desplazamiento (MBD)

2.b. Método de evaluación basado en desplazamiento estático no-lineal (pushover) (MEBD-E)

2.c. Método de evaluación basado en desplazamiento dinámico no-lineal (MEBD-D)

Los diseños a realizar se basarán en la Normativa Ecuatoriana de la Construcción NEC-15 y Evaluados según la Normativa ASCE 41 American Society of Civil Engineers.

Evaluación que los diseños basados en Fuerzas para cumplir con las condiciones mínimas solicitadas por la Normativa Nacional Ecuatoriana.

Evaluación que el diseño basado en desplazamiento cumpla con las condiciones de resiliencia, el punto de desempeño se encuentre en el límite de ocupación inmediata, analizar la necesidad de la colocación de uso de sistema de control para alcanzar desempeño de control.

Evaluación el comportamiento de la estructura con el registro máximo de la zona.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Los documentos utilizados como referencia en esta tesis fueron la Normativa Nacional Ecuatoriana NEC, la normativa americana de hormigón armado ACI, la normativa americana para análisis de desempeño ASCE.

METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se presenta la metodología de diseño y evaluación estructural a utilizar.

1. Método tradicional:

1.a. Método de diseño basado en fuerzas estático lineal (MBF)

1.b. Método de diseño basado en fuerzas dinámico lineal modal espectral (MME)

1.c. Método de diseño basado en fuerzas dinámico lineal tiempo historia (MME)

1.d. Método de evaluación basado en desplazamiento estático no lineal (MEBD-E)

2. Método innovador:

2.a. Método de diseño basado en desplazamiento (MBD)

2.b. Método de evaluación basado en desplazamiento estático no-lineal (pushover)
(MEBD-E)

2.c. Método de evaluación basado en desplazamiento dinámico no-lineal (MEBD-D)

1. Método tradicional:

Se considera como método de diseño tradicional al método de diseño estructural basado en fuerzas estático (MBF) y/o dinámico (MME) (MTH), además por ser una estructura esencial se considera un método de evaluación basado en desplazamiento estático (MBD-E) para lograr el nivel de desempeño deseado.

El método de diseño basado en fuerzas se considera lo siguiente:

- El análisis realizado es elástico con fuerzas reducidas con el factor R, esto se lo realiza con el fin de tomar en cuenta que el sistema estructural desarrollará comportamiento no lineal.
- Al asumir que no existe relación entre rigidez y resistencia también se llega a deducir equivocadamente que el desplazamiento de fluencia es directamente proporcional a la resistencia de la estructura.

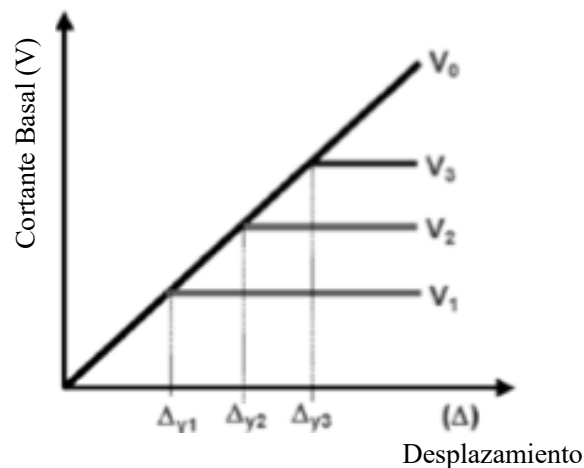


Figura 1. Curva asumida de desplazamiento de fluencia (MBF)

- La evaluación de desplazamiento considera un límite de deriva del 2% (NEC-SD-DS)
- Este método el más utilizado a nivel Nacional e Internacional.

El método de evaluación basado en desplazamiento se considera lo siguiente:

- La geometría de las secciones provenientes del diseño basado en fuerzas.
- Se establecen los objetivos del comportamiento de la estructura (desplazamiento y nivel de desempeño).
- La evaluación identifica el nivel de desempeño de la estructura.

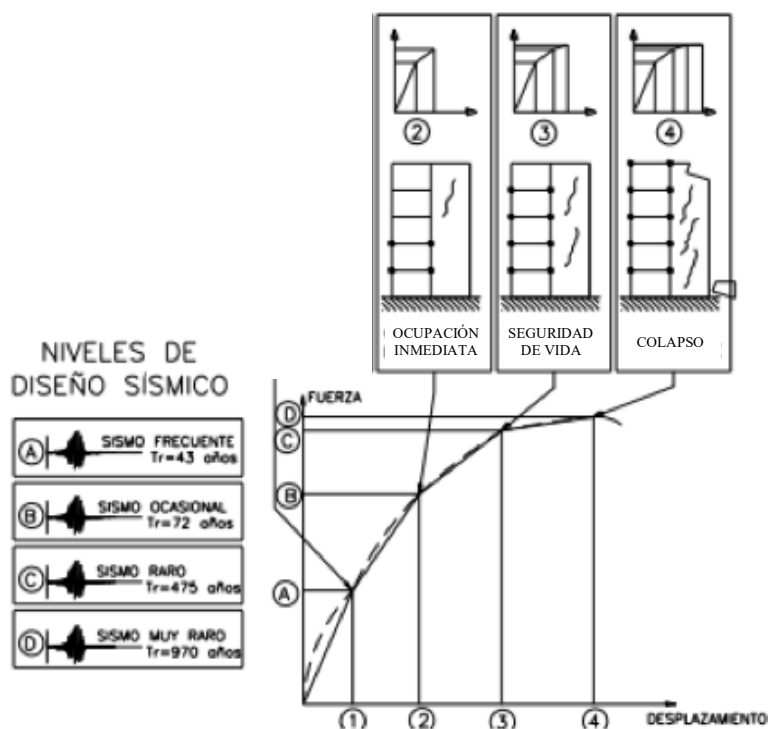


Figura 2. Niveles de desempeño objetivos

Se consideran los siguientes métodos de diseño y evaluación:

- 1.a. Método de diseño basado en fuerzas estático lineal (MBF)
- 1.b. Método de diseño basado en fuerzas dinámico lineal modal espectral (MME)
- 1.c. Método de diseño basado en fuerzas dinámico lineal tiempo historia (MME)
- 1.d. Método de evaluación basado en desplazamiento estático no lineal (MEBD-E)

A continuación, se resume los siguiente:

- Método de cálculo del espectro de aceleración de la normativa NEC-15_DS-SE.
- Cada uno de los métodos de diseño y evaluación estructural considerados en el método tradicional.

Espectro de aceleración elástico de la normativa NEC 15-SE-DS-Peligro Sísmico:

Cálculo de periodos limites	
Periodo limite inicial en la meseta	$T_o = 0.10F_s \left(\frac{F_d}{F_a}\right)$
Periodo limite final en la meseta	$T_c = 0.55F_s \left(\frac{F_d}{F_a}\right)$
Periodo final	$T_L = 2.4Fd$

Cálculo de periodo inicial de diseño	
Periodo fundamental de diseño Método 1:	$T = C_t * h n^\alpha$
Coefficiente que depende del tipo de edificio	α
Altura del edificio	$h n$
Coefficiente de riesgo sísmico	Z
Razón entre la amplificación espectral $S_a(T=0.1s)$ y el PGA	η

Cálculo de aceleraciones		
Tramo 1	$0 \leq T_o$	$S_a = \eta Z F_a \left[1 + (\eta - 1) \frac{T}{T_o}\right]$
Tramo 2	$T_o < T < T_c$	$S_a = \eta Z F_a$
Tramo 3	$T > T_c$	$S_a = \eta Z F_a \left(\frac{T_c}{T}\right)^r$

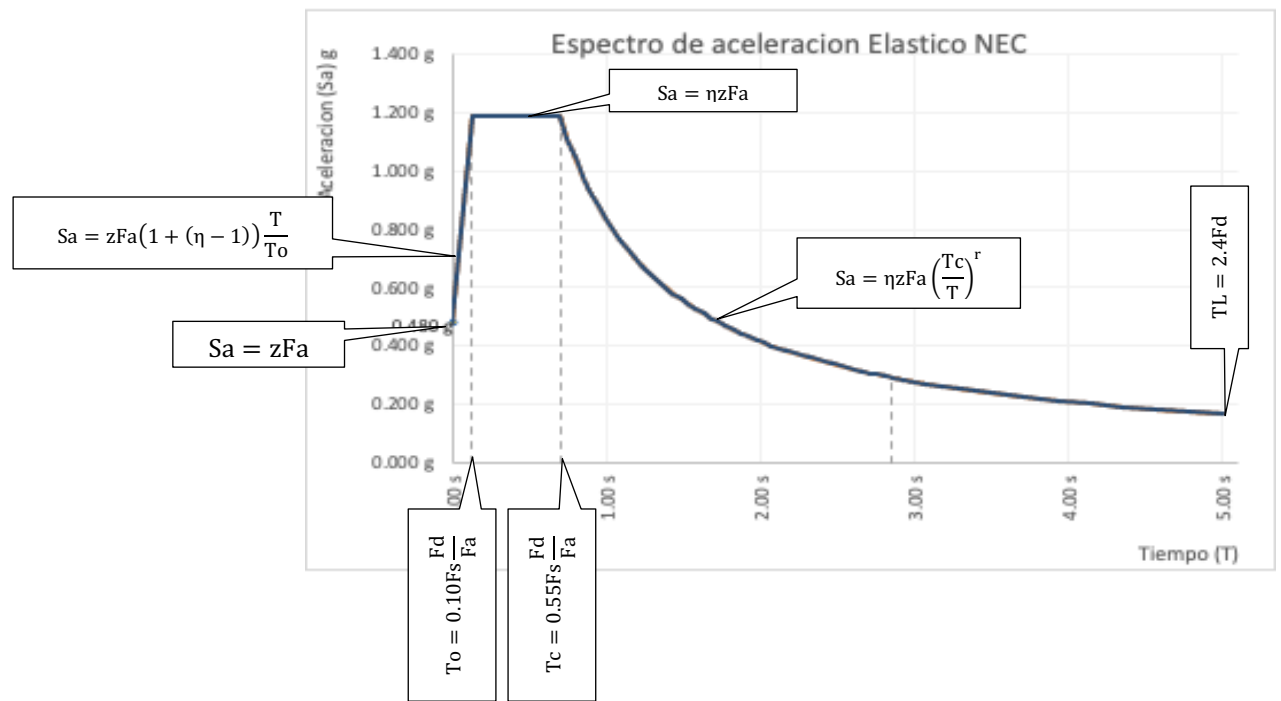
r	CONDICION
1.00	Para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E
1.50	Para tipo de suelo E.
1.00	Para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E

Factores de amplificación del suelo	
Coefficiente de amplificación del suelo	F_a (S 5.10)
Amplificación de las ordenadas del espectro	F_d (S 5.20)
Comportamiento no lineal de los suelos	F_s (S 5.30)

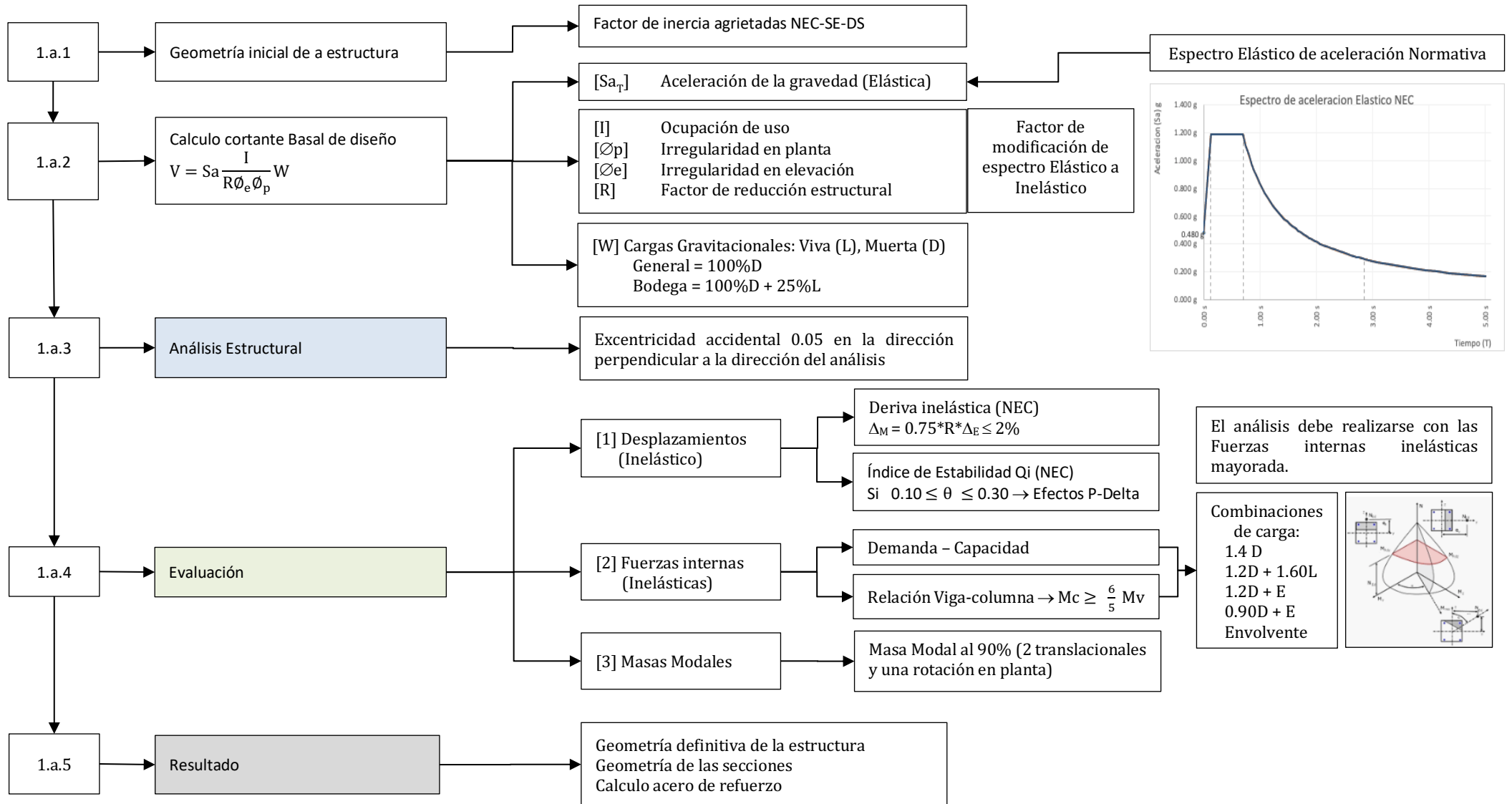
No.	η	UBICACIÓN
1	$\eta_c = 1.80$	Provincias de la costa (excepto esmeraldas)
2	$\eta_c = 2.48$	Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos
3	$\eta_c = 2.60$	Provincias del Oriente Los

No	TIPO DE ESTRUCTURA		C_t	α	
1	Estructura de acero	SA	Sin arriostamiento	0.072	0.800
2		CA	Con arriostamiento	0.073	0.750
3	Porticos especiales de hormigon armado	SM	Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.900
4		CM	Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.750

F_a	TABLA 3 - NEC 15.3.2.2 ZONA SISMICA FACTOR Z						
	TIPO PERFIL	I	II	III	IV	V	VI
	A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	C	1.40	1.30	1.25	1.23	1.20	1.19
	D	1.60	1.40	1.30	1.25	1.20	1.12
E	1.80	1.40	1.25	1.10	1.00	0.85	
F	Vease seccion 10.5.4						
F_d	TABLA 4 - NEC 15.3.2.2 ZONA SISMICA FACTOR Z						
	TIPO PERFIL	I	II	III	IV	V	VI
	A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
	D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.10	1.75	1.70	1.65	1.60	1.50	
F	Vease seccion 10.6.4						
F_s	TABLA 5 - NEC 15.3.2.2 ZONA SISMICA FACTOR Z						
	TIPO PERFIL	I	II	III	IV	V	VI
	A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
	D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	
F	Vease seccion 10.6.4						



1.a. MÉTODO DE DISEÑO SÍSMICO BASADO EN FUERZAS ESTÁTICO LINEAL (MBF)



1.a.- MÉTODO DE DISEÑO SÍSMICO BASADO EN FUERZAS ESTÁTICO LINEAL (MBF)

Para el método de diseño sísmico basado en Fuerzas estático Lineal (MBF) realizaremos el siguiente procedimiento:

- 1.a.1. Geometría inicial de la estructura, vigas y columnas (agrietamiento de secciones).
- 1.a.2. Cálculo del coeficiente basal de la estructura, NEC-SE-DS (S_a).
- 1.a.3. Análisis estructural.
- 1.a.4. Evaluación de la estructura:
 - 1.a.4.1. Evaluación del desplazamiento (deriva máxima 2%, efectos P-delta).
 - 1.a.4.2. Evaluación de fuerzas internas (demanda – capacidad, relación viga columna).
 - 1.a.4.3. Evaluación de masas modales.
- 1.a.5. Geometría definitiva, geometría de las secciones y Calculo del acero de refuerzo longitudinal y transversal.

En el escenario que no cumpla con la evaluación (paso 4 a, b o c) regresar al paso 1.

A continuación, se presenta las características principales de cada paso:

1.a.1. Geometría inicial de la estructura, vigas y columnas (agrietamiento de secciones).

La geometría de la estructura se consideró como primera etapa la resistencia de la carga gravitacional, después se colocó la carga sísmica y por medio de iteraciones se obtuvo la geometría final de la estructura. Para el cálculo se considera las secciones agrietadas según lo descrito en la Normativa NEC-15-SE-DS, a continuación, se resume en la tabla 1.

Tabla 1. Factor de agrietamiento de las estructuras de hormigón armado

INERCIA AGRIETADA	ELEMENTOS
0.50 I_g	Para vigas
0.80 I_g	Para columnas
0.60 I_g	Para muros estructurales
I_g = Inercia bruta (no agrietada) de la sección transversal del elemento	

1.a.2. Cálculo del coeficiente basal de la estructura, NEC-SE-DS (S_a).

La fuerza cortante basal se calcula según la fórmula descrita en la Normativa NEC-SE-DS-Peligro sísmico en la sección 6.3. Procedimiento de cálculo del MBF:

Cortante basal:
$$V = S_a \frac{I}{R * \phi_p * \phi_e} W. \quad (6.3.2)$$

Coefficiente de importancia I (Sección 4.1)

Espectro elástico de diseño de pseudo-aceleración S_a (Sección 3.3.2)

Factor de reducción sísmica R (Sección 6.3.4)

Coefficiente de configuración en planta ϕ_p (Sección 5.3)

Coefficiente de configuración en elevación ϕ_e (Sección 5.3)

Carga sísmica reactiva W (Sección 6.1.7)

Carga sísmica = 100%D o 100%D + 25%L (D = carga muerta, L = carga viva)

Se considera 100% D + 25%L para casos especiales como bodegas y almacenaje.

El valor de (S_a) proviene del espectro de aceleración elástico de la Normativa NEC-SE-DS para la evaluación se debe convertir a inelástico por medio de los

coeficientes $\frac{I}{R * \phi_p * \phi_e}$.

1.a.3. Análisis estructural.

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.

La incertidumbre en la locación de los centros de masa en cada nivel se considera mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual al 0.05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis.

La distribución de fuerzas del cortante basal se lo realiza con una distribución vertical relacionando la altura y el peso de la estructura, como se indica en la normativa NEC-15-SE-DS-Sección 6.3.5:

Formula de distribución de fuerzas	$F = \frac{W_x \cdot h_x^k}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i^k} V$
Cortante basal total de la estructura	V
Peso asignado por nivel	$W_x - W_i$
Coeficiente de relación con el periodo	$T \leq 0.50s \quad \rightarrow \quad 1.00$
	$0.5 < T \leq 2.5 \quad \rightarrow \quad 0.75 + 0.50T$
	$T > 2.50s \quad \rightarrow \quad 2.00$

1.a.4. Evaluación de la estructura:

La evaluación de la estructura se la realizara por desplazamiento, fuerzas internas y masas modales.

1.a.4.1. Evaluación del desplazamiento:

1.- **Desplazamiento:** El desplazamiento proviene de las cargas inelásticas provenientes de la ecuación de cortante basal y la verificación se la realizará con la deriva inelástica mayorada.

2.- **Derivas:** La verificación la deriva inelástica máxima limite versus la deriva inelástica calculada mayorada, según la normativa NEC-DS-SD-Sección 6.3.9.

Deriva limite inelástica mayorada $\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_E \leq 0.02$

Deriva inelásticas de diseño Δ_E

3.- **P-Delta (NEC-15-SE-DS):** Los efectos de segundo orden efectos P-Delta, son efectos adicionales en las dos direcciones principales en planta, dichos efectos producen un aumento en las deflexiones horizontales y en las fuerzas internas de la estructura.

Coefficiente de estabilidad $Q_i = \frac{P_i * \Delta_i}{V_i * h_i}$

Carga de diseño vertical $P_i = P_L + P_D$

Deriva de piso causada por V_x Δ_i

Cortante basal V_i

Altura de entrepiso h_i

$\theta < 0.10$ No se consideran los efectos.

$\theta > 0.30$ Estructura inestable, debe ser rediseñada.

$0.10 \leq \theta \leq 0.30$ $f_{P-\Delta} = \frac{1}{1-Q_i}$ Multiplicar desplazamientos y fuerzas.

1.a.4.2. Evaluación de fuerzas internas:

Las fuerzas internas provienen del resultado de la aplicación de las cargas del coeficiente basal, las cargas aplicadas son reducidas (inelásticas).

Para la evaluación utilizaremos las fuerzas internas mayoradas con las combinaciones de cargas provenientes de la Normativa NEC-SE-CG/3.4.3 y ACI 318-19/5.3.1. Las combinaciones de cargas utilizadas son:

- $U1 = 1.4D$
- $U2 = 1.2D + 1.6L$
- $1.2D \pm E$
- $0.90 \pm E$
- Envolvente

1.- **Demanda – Capacidad:** Para cada combinación mayoración la resistencia de diseño en todas las secciones debe cumplir lo estipulado en la Normativa ACI 318-19/9.5.1.1

- a) $\phi M_n \geq M_u$
- b) $\phi V_n \geq V_u$
- c) $\phi T_n \geq T_u$
- d) $\phi P_n \geq P_u$

2.- **Relación viga – columna (columna fuerte viga débil):** La resistencia a flexión de las columnas debe cumplir con lo estipulado en la Normativa ACI-318-19/18.7.3.1:

Suma de momentos nominales a flexión de columnas	$\sum M_{n_c}$
Suma de momentos nominales a flexión de la viga	$\sum M_{n_b}$
Condición de relación viga columna	$\sum M_{n_c} \geq \frac{6}{5} \sum M_{c_b}$

1.a.4.3. Evaluación de masas modales.

Las masas modales de la estructura de al menos el 90% de la masa total de la estructura en las 3 direcciones principales de análisis, 2 traslacionales y 1 en rotación en planta.

1.a.5. Geometría definitiva, geometría de las secciones y Cálculo del acero de refuerzo longitudinal y transversal.

1.a.5.1. **Geometría de la sección:**

VIGAS:

Las vigas deben cumplir la Normativa ACI-318-19/18.6.2 desde la (a) hasta

(c):

- a) La luz libre L_n no debe ser menor que $4d$
- b) El ancho b_w debe ser al menos igual al menor de $0.3h$ y 250mm
- c) La proyección del ancho de la viga más allá del ancho de la columna soportante a cada lado no debe exceder el menor de c_2 y $0.75c_1$

COLUMNAS:

Las columnas deben cumplir con la Normativa ACI-318-19/18.7.2 desde la

(a) hasta (b):

- a) La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, debe ser al menos 300mm
- b) La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular debe ser al menos 0.4

1.a.5.2.- **Cálculo del acero de refuerzo longitudinal y transversal:**

1.a.5.2.1. Cálculo del acero de refuerzo longitudinal

VIGAS:

Acero mínimo de refuerzo:

ACI-318-19/9.6.1.2 (a)

$$A_{S_{\min}} = \frac{14}{f_y} b * d$$

ACI-318-19/9.6.1.2 (b)	$A_{S_{\min}} = 0.80 \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} b * d$
Acero Máximo de refuerzo	
50% Cuantía balanceada	$A_{S_{\max}} = 50\% 0.43 \frac{f'c}{f_y} b * d$
ACI 318-19/18.6.3.1	$A_{S_{\max}} = 2.50\%$
Acero calculado	$A_{sc} = \left[\frac{0.85f'c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{0.85f'c * \phi * b * d^2}} \right] \right] b * d$

COLUMNAS:

Acero mínimo de refuerzo:

$$ACI-318-19/18.7.4.1 \quad A_{S_{\min}} = 1.00\% * b * d$$

Acero Máximo de refuerzo

$$ACI-318-19/18.7.4.1 \quad A_{S_{\max}} = 6.00\% * b * d$$

1.a.5.2.2.. Cálculo del acero de refuerzo transversal

VIGAS:

Calculamos el acero de refuerzo transversal de vigas (estribos) en la longitud de la rótula plástica.

El diseño que se realiza es por capacidad:

$$\text{Calculo Momento probable} \quad M_{pr} = A_s * \alpha * f_y \left[d - \left(\frac{A_s * \alpha * f_y}{1.7 * f'c * b} \right) \right]$$

$$\text{Valor constante} \quad \alpha = 1.40$$

$$\text{Cortante sísmico de la viga} \quad V_{sis} = \frac{M_{pr_{izq}} + M_{pr_{der}}}{L_n}$$

$$\text{Cortante máximo del concreto} \quad V_c = 1.10 * b_w * d * \sqrt{f'c}$$

$$\text{Evaluación de Cortantes} \quad V_{sis} \leq V_c$$

Cortante ultimo	V_u (calculo-1.2D + 1.6L)
Cortante de diseño	$V_{ud} = V_{sis} + V_u$
Si $V_{sis} \leq V_u$ Considerar	$V_c = 0.53 * b_w * d * \sqrt{f'_c}$
Si $V_{sis} > V_y$ Considerar	$V_c = 0$
Cortante de diseño por confinamiento	$V_{SD} = \frac{V_{ud} - \theta V_c}{\theta}$
Verificación de cortante	$V_{SD} \leq 4 V_c$
Distancia de la rótula plástica	$L_o = 2H$
Distancia entre estribos S1:	
El valor menor entre:	$a = \frac{d}{4}; \quad b = 6d_{v_{min}}; \quad c = 15\text{cm}$
Distancia máxima entre estribos	$= 35\text{cm}$
Acero de refuerzo transversal	$A_{S_T} = \frac{V_{SD} * S_1}{f_y * d}$

COLUMNAS:

Calculamos el cero de refuerzo transversal de columnas (estribos) en la longitud de la rótula plástica.

Se realizará el diseño por capacidad y cortante, después se escogerá el valor mayor:

Para los dos métodos de diseño por capacidad y cortante se considera el cálculo de la distancia

Distancia de la rótula plástica L_o :

El valor mayor $a > h$ o b ; $b = \frac{H}{6}$; $c = 45\text{cm}$

Distancia entre estribos S1:

El valor $<$ entre: $a = \frac{(\min B \text{ o } H)}{4}$; $b = 6d_{v_{min}}$; $c = 100 + \left[\frac{350 - hx}{3} \right]$

Distancia máxima entre estribos = 45cm

Diseño por capacidad:

Para las condiciones:

$$\left. \begin{array}{l} P_u \leq 0.30 A_g * f'_c \\ f'_c \leq 70 \text{MPa} \end{array} \right\} \text{ Mayor entre [a] y [b]}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_u > 0.30 A_g * f'_c \\ f'_c > 70 \text{MPa} \end{array} \right\} \text{ Mayor entre [a], [b] y [c]}$$

Calculamos el acero de refuerzo transversal:

$$[a].- \frac{A_{sh}}{s * bc} = 0.30 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}}$$

$$[b].- \frac{A_{sh}}{s * bc} = 0.09 \frac{f'_c}{f_{yt}}$$

$$[c].- \frac{A_{sh}}{s * bc} = 0.20 * k_f * k_n \left(\frac{P_u}{f_{yt} * A_{ch}} \right)$$

$$k_f = \frac{f'_c}{1750} + 0.60 \geq 1.00$$

$$k_n = \frac{n_l}{n_l - 2}$$

Diseño por cortante:

Momento balanceado

M_b (diagrama de interacción c = 0.60 d)

Cortante máximo

$$V_u = \frac{2 M_b}{H_c}$$

Resistencia cortante del Hormigón

$$V_c = 0.53 * \lambda * \sqrt{f'_c} * d * b$$

Cortante requerido

$$V_{sD} \geq \frac{V_u}{\phi_t} - V_c$$

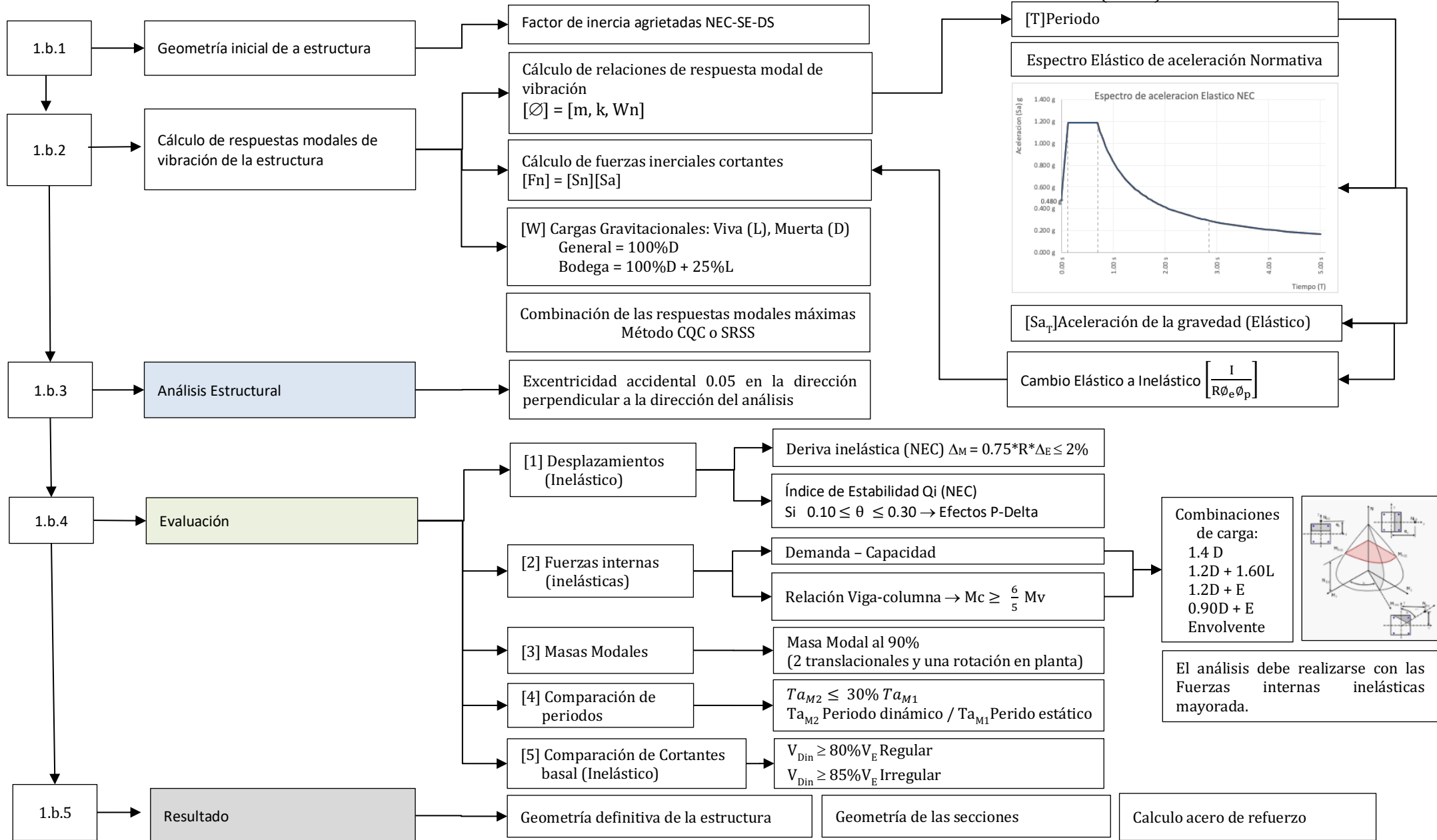
Verificación de cortante

$$V_{sD} \leq 4 V_c$$

Área refuerzo transversal

$$A_v = \frac{V_{sD} * s}{f_y * d_c}$$

1.b. MÉTODO DE DISEÑO SÍSMICO BASADO EN FUERZAS DINÁMICO LINEAL - MODAL ESPECTRAL (MME)



MÉTODO DE DISEÑO SÍSMICO BASADO EN FUERZAS DINÁMICO LINEAL – MÉTODO MODAL ESPECTRAL (MME)

Para el método de diseño sísmico basado en Fuerzas dinámico Lineal Modal Espectral (MME) realizaremos el siguiente procedimiento:

- 1.b.1. Geometría inicial de la estructura, vigas y columnas (agrietamiento de secciones).
- 1.b.2. Cálculo de respuesta modal de vibración de la estructura, cálculo del espectro según normativa NEC-SE-DS (Sa).
- 1.b.3. Análisis estructural.
- 1.b.4. Evaluación de la estructura:
 - 1.b.4.1. Evaluación del desplazamiento (deriva máxima 2%, efectos P-delta).
 - 1.b.4.2. Evaluación de fuerzas internas (demanda – capacidad, relación viga columna).
 - 1.b.4.3. Evaluación de masas modales.
 - 1.b.4.4. Evaluación de periodos.
 - 1.b.4.5. Comparación de cortantes dinámico y estático.
- 1.b.5. Geometría definitiva, geometría de las secciones y Calculo del acero de refuerzo longitudinal y transversal.

En el escenario que no cumpla con la evaluación (paso 4 a, b o c) regresar al paso 1.

A continuación, se presenta las características principales de cada paso:

- 1.b.1. Geometría inicial de la estructura, vigas y columnas (agrietamiento de secciones).

Al igual que el metodo MBF las secciones agrietadas según lo descrito en la Normativa NEC-15-SE-DS, los agrietamientos se resumen en la tabla 1.

1.b.2. Cálculo de respuesta modal de vibración de la estructura, cálculo del espectro según normativa NEC-SE-DS

El cálculo de la respuesta modal se encuentran las relaciones de respuestas modales $[\emptyset] \rightarrow [m, K, w^2]$; en el análisis modal se considera la masa de la estructura (m), la rigidez de la estructura (K) y las frecuencias naturales de la estructura (W_n).

Se obtiene el periodo fundamental $T = \frac{2\pi}{w}$, periodo Método 2 de la normativa NEC-SE-DS-Sección 6.3.3; en este método de diseño se consideran varios periodos por cada piso, obteniendo valores de espectros de aceleraciones por cada piso provenientes de la contribución de los diferentes modos de vibrar a las demandas sísmicas, las respuestas máximas se unifican con el método CQC [complete quadratic combination].

Las aceleraciones necesarias por piso se obtienen del espectro de aceleración de la normativa NEC-SE-DS, ver sección anterior.

1.b.3. Análisis estructural.

En este método se sigue considerando el diseño sísmico de la estructura aplicando fuerzas, a diferencia del MBF la estructura se modela como un sistema de múltiples grados de libertad para obtener los modos de vibración que consideran la rigidez y las masas.

Para este tipo de diseño el material se encuentra en el rango inelástico y la demanda se encuentra en el rango elástico.

La acción sísmica se modela utilizando el espectro sísmico de diseño de la zona con un amortiguamiento específico. Se utilizan los coeficientes del MBF de conformación del espectro de aceleración elástica de diseño.

La incertidumbre en la locación de los centros de masa en cada nivel se considera igual que el método MBF.

1.b.4. Evaluación de la estructura:

La evaluación de la estructura se la realizara por desplazamiento, fuerzas internas y masas modales.

1.b.4.1. Evaluación del desplazamiento:

La verificación se la debe realizar igual que el método MBF

1.b.4.2. Evaluación de fuerzas internas

La verificación se la debe realizar igual que el método MBF

1.b.4.3. Evaluación de las masas modales:

La verificación se la debe realizar igual que el método MBF

1.b.4.4. Evaluación de periodos:

El periodo dinámico considerado para la comprobación de cortantes debe cumplir con el siguiente límite:

Límite del periodo fundamental	$T_{M2} \leq 30\% T_{M1}$
Periodo dinámico Método 2	T_{M2}
Periodo estático Método 1	T_{M1}

Después de tener el periodo dinámico se realiza el obtendrá la aceleración S_a del espectro de aclaración de la normativa NEC.

1.b.4.5. Evaluación del cortante basal dinámico mínimo:

El análisis estructural debe considerarse como cortante basal dinámico mínimo el 80% u 85% del cortante basal estático.

El análisis del cortante basal se lo debe considerar inelástico.

Limites mínimo de cortante basal $V_{DIN} \geq \Psi * V_{EST}$

Cortante basal dinámico V_{DIN}

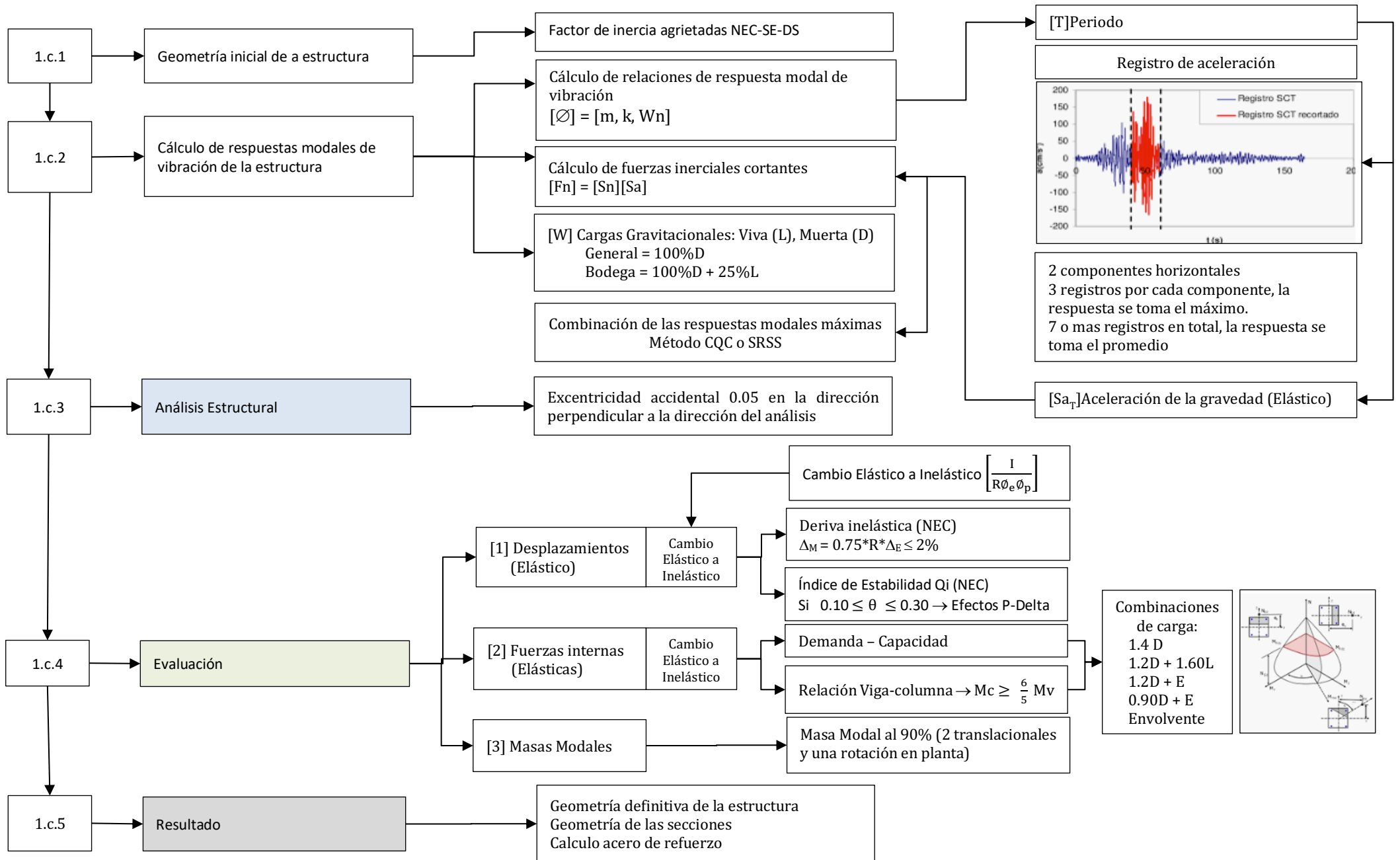
Constante basal estático V_{EST}

Coefficiente de regularidad Ψ (regular 80%, irregular 85%)

1.b.5. Geometría definitiva, geometría de las secciones y Calculo del acero de refuerzo longitudinal y transversal.

El cálculo del acero de refuerzo longitudinal y transversal se la realiza igual que el MBF.

1.c. MÉTODO DE DISEÑO SÍSMICO BASADO EN FUERZAS DINÁMICO LINEAL – TIEMPO HISTORIA (MTH)



MÉTODO DE DISEÑO SÍSMICO BASADO EN FUERZAS DINÁMICO LINEAL – MÉTODO TIEMPO HISTORIA (MTH)

Para el método de diseño sísmico basado en Fuerzas dinámico Lineal Tiempo Historia (MTH) realizaremos el siguiente procedimiento:

- 1.c.1. Geometría inicial de la estructura, vigas y columnas (agrietamiento de secciones).
- 1.c.2. Cálculo de respuesta modal de vibración de la estructura, cálculo del espectro según normativa NEC-SE-DS (Sa).
- 1.c.3. Análisis estructural.
- 1.c.4. Evaluación de la estructura:
 - 1.c.4.1. Evaluación del desplazamiento (deriva máxima 2%, efectos P-delta).
 - 1.c.4.2. Evaluación de fuerzas internas (demanda – capacidad, relación viga columna).
 - 1.c.4.3. Evaluación de masas modales.
- 1.c.5. Geometría definitiva, geometría de las secciones y Calculo del acero de refuerzo longitudinal y transversal.

En el escenario que no cumpla con la evaluación (paso 4 a, b o c) regresar al paso 1.

A continuación, se presenta las características principales de cada paso:

- 1.c.1. Geometría inicial de la estructura, vigas y columnas (agrietamiento de secciones).

Al igual que el metodo MBF las secciones agrietadas según lo descrito en la Normativa NEC-15-SE-DS, los agrietamientos se resumen en la tabla 1.

1.c.2. Cálculo de respuesta modal de vibración de la estructura, cálculo del espectro según normativa NEC-SE-DS

El análisis se lo realiza igual que el método MME, la diferencia se encuentra al obtener la aceleración, para el método MME del periodo calculado del método 2 se encuentra directamente del espectro de aceleración de la normativa NEC, en el método MTH la aceleración máxima se encuentran de la respuesta del registro aplicado a la estructura.

El análisis dinámico tiempo historia consiste en calcular la respuesta dinámica de una determinada edificación en diferentes intervalos de tiempo, utilizando registros de acelerogramas reales o sintéticos.

Por ser lineal el análisis las condiciones de la estructura no cambiarán conforme va pasando el tiempo, por ello, aunque conozcamos el tiempo del desplazamiento máximo, si este está después del punto de fluencia será engañoso y posiblemente el punto de fluencia se encuentre antes.

1.c.3. Análisis estructural

El análisis se realizará utilizando las 2 componentes horizontales de registros de acelerogramas apropiadamente seleccionados y escalados a partir de los registros de al menos 3 pares de eventos sísmicos, estos acelerogramas deben poseer las características de magnitud, distancia a la falla, mecanismos de falla y efectos del suelo, consistentes con aquellos parámetros que controlen el sismo de diseño.

Si se realizan los análisis para los 3 pares de registros, se tomarán para el diseño la respuesta máxima de los parámetros de interés, si se realizan 7 o más, se

utilizará para el diseño el valor promedio de los parámetros de respuesta de interés.

Los acelerogramas deben estar escalados de tal forma que el valor promedio de los espectros provenientes de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los registros no se encuentre por debajo del espectro de aceleraciones amortiguada al 5% del sismo de diseño para periodos entre 0.2 T y 1.5 T (T = periodo fundamental de vibrar en la dirección de interés).

1.c.4. Evaluación de la estructura:

La evaluación de la estructura se la realizara por desplazamiento, fuerzas internas y masas modales.

1.c.4.1. Evaluación del desplazamiento:

La verificación se la debe realizar igual que el método MBF, para este método se debe considerar que el análisis se lo realiza directamente del registro elástico por esta razón se debe transformar a Inelástico por medio de la multiplicación del coeficiente $\left[\frac{I}{R\phi_e\phi_p} \right]$.

La verificación de los efectos P-Delta se los realiza al igual que el método MBF y se debe transformar de datos Elásticos a Inelásticos.

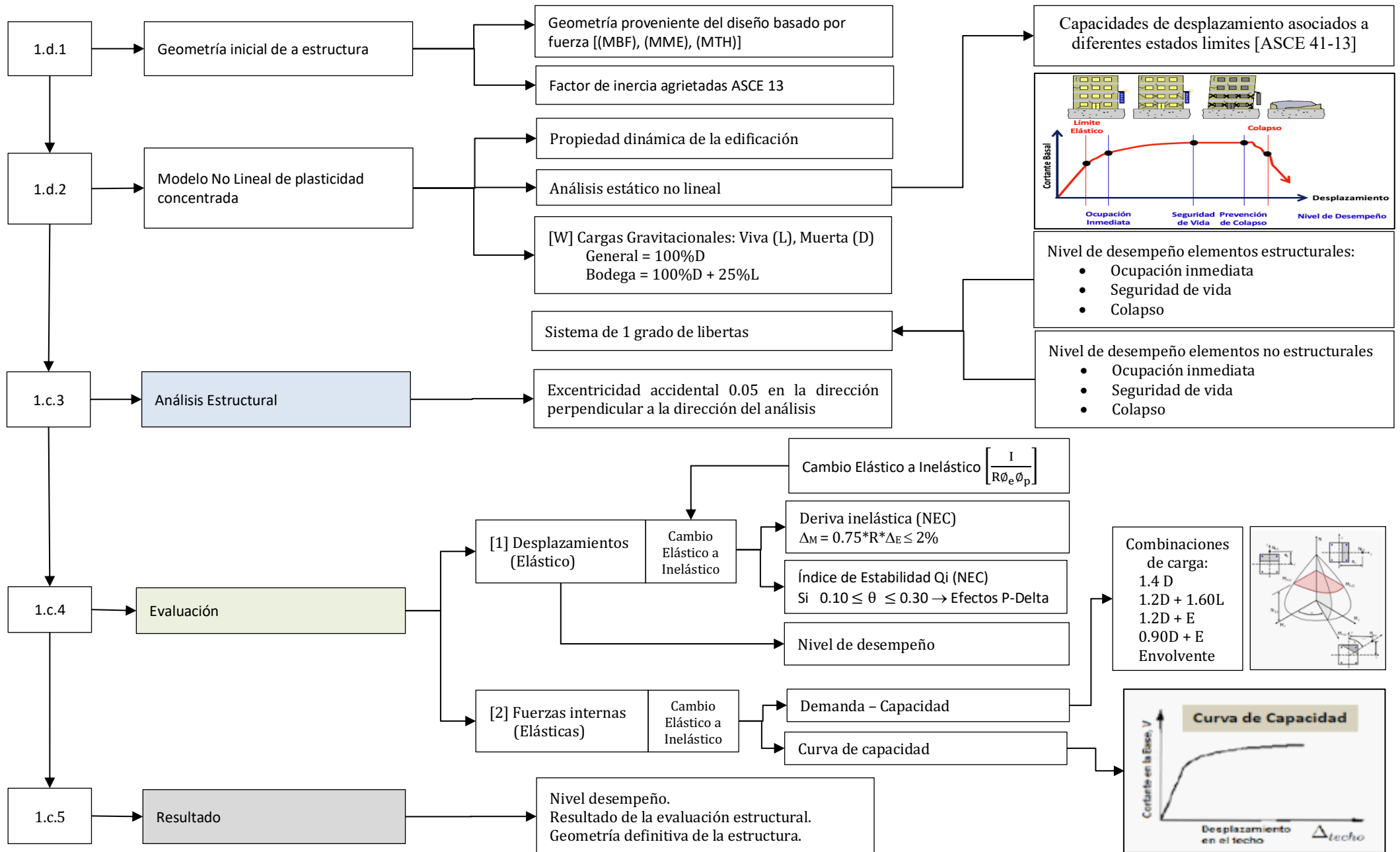
1.c.4.2. Evaluación de fuerzas internas

La verificación se la debe realizar igual que el método MBF, al igual que el desplazamiento se debe transformar de datos Elásticos a Inelásticos.

1.c.4.3. Evaluación de las masas modales:

La verificación se la debe realizar igual que el método MBF.

1.d. MÉTODO DE EVALUACIÓN BASADO EN DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO NO LINEAL – PUSHOVER (EBD-E)



MÉTODO DE EVALUACIÓN SÍSMICO BASADO EN DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO NO LINEAL – MÉTODO PUSHOVER (EBD-E)

Para el método de evaluación sísmico basado en desplazamiento estático no Lineal método Pushover realizaremos el siguiente procedimiento:

- 1.d.1. Geometría inicial de la estructura, vigas y columnas proveniente del método de diseño basado en fuerzas, se colocará el agrietamiento de secciones según la normativa AISC 13.
- 1.d.2. Cálculo del modelo no lineal de plasticidad concentrada.
- 1.d.3. Análisis estructural.
- 1.d.4. Evaluación de la estructura:
 - 1.d.4.1. Evaluación del desplazamiento (deriva máxima 2%, efectos P-delta, nivel de desempeño).
 - 1.d.4.2. Evaluación de fuerzas internas (demanda – capacidad, curva de capacidad).
- 1.d.5. Evaluación de la estructura.

En el escenario que no cumpla con la evaluación (paso 4 a, b o c) regresar al paso 1.

A continuación, se presenta las características principales de cada paso:

- 1.d.1. Geometría inicial de la estructura, vigas y columnas proveniente del método de diseño basado en fuerzas, se colocará el agrietamiento de secciones según la normativa AISC 13.

Las secciones de la estructura utilizaremos las obtenidas en el método basado en fuerzas:

- Método basado en fuerza estático lineal, método de coeficientes (MBF)

- Método basado en fuerza dinámico lineal, método modal espectral (MME)
- Método basado en fuerza dinámico lineal, método tiempo historia (MTH).

Para la colocación de la inercia agrietada de los elementos tomaremos estructurales tomaremos en consideración la normativa AISCE 13 tabla 10-5:

Component	Flexural Rigidity	Shear Rigidity	Axial Rigidity
Beams—nonprestressed ^a	$0.3E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	—
Beams—prestressed ^a	E_cI_g	$0.4E_cA_w$	—
Columns with compression caused by design gravity loads $\geq 0.5A_gf'_c$	$0.7E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g
Columns with compression caused by design gravity loads $\leq 0.1A_gf'_c$ or with tension	$0.3E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g (compression) E_cA_t (tension)
Beam—column joints	Refer to Section 10.4.2.2.1		E_cA_g
Flat slabs—nonprestressed	Refer to Section 10.4.4.2	$0.4E_cA_g$	—
Flat slabs—prestressed	Refer to Section 10.4.4.2	$0.4E_cA_g$	—
Walls-cracked ^b	$0.5E_cA_g$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g (compression) E_cA_t (tension)

^aFor T-beams, I_g can be taken as twice the value of I_g of the web alone. Otherwise, I_g should be based on the effective width as defined in Section 10.3.1.3. For columns with axial compression falling between the limits provided, flexural rigidity should be determined by linear interpolation. If interpolation is not performed, the more conservative effective stiffnesses should be used.

^bSee Section 10.7.2.2.

Para los elementos estructurales consideraremos los siguientes coeficientes de disminución de inercia por agrietamiento:

- Vigas:

Se considera una viga T (0.30 l)	
Inercia en la parte superior de la viga $2I =$	0.60 I_g
Inercia en la parte inferior de la viga $1I =$	0.30 I_g
Inercia promedio a considerar	0.45 I_g

- Columnas:

$$\text{Si } \frac{P}{A_g * f'_c} \geq 0.50 \quad \rightarrow 0.7 I_g$$

$$\text{Si } 0.5 > \frac{P}{A_g * f'_c} > 0.10 \quad \rightarrow \left(\frac{P}{A_g * f'_c} + 0.20 \right) I_g$$

$$\text{Si } \frac{P}{A_g * f'_c} \leq 0.10 \quad \rightarrow 0.3 I_g$$

De cada una de las secciones se obtiene el diagrama Momento - Rotación de la normativa ASCE 41-13 de la tabla 10-7 para vigas y de la tabla 10-8 para columnas de hormigón.

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

Conditions	Modeling Parameters ^a					Acceptance Criteria ^a		
	Plastic Rotations Angle (radians)	Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle (radians)					
			Performance Level					
			IO	LS	CP			
a	b	c	IO	LS	CP			
Condition i. Beams controlled by flexure ^b								
$\frac{P-P'}{A_s f'_c}$	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

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

Table 10-8. Modeling Parameters and Numerical Acceptance Criteria for Nonlinear Procedures—Reinforced Concrete Columns

Conditions	Modeling Parameters ^a			Acceptance Criteria ^a		
	Plastic Rotations Angle (radians)	Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle (radians)			
			Performance Level			
			IO	LS	CP	
a	b	c	IO	LS	CP	
Condition i. ^b						
$\frac{P}{A_s f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≤ 0.1	≥ 0.006	0.035	0.060	0.2	0.005	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.010	0.010	0.0	0.003	0.009
≤ 0.1	≤ 0.002	0.027	0.034	0.2	0.005	0.027
≥ 0.6	≤ 0.002	0.005	0.005	0.0	0.002	0.004
Condition ii. ^b						
$\frac{P}{A_s f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$ ^d				
≤ 0.1	≥ 0.006	≤ 3 (0.25)	0.032	0.060	0.2	0.005
≤ 0.1	≥ 0.006	≥ 6 (0.5)	0.025	0.060	0.2	0.005
≥ 0.6	≥ 0.006	≤ 3 (0.25)	0.010	0.010	0.0	0.003
≥ 0.6	≥ 0.006	≥ 6 (0.5)	0.008	0.008	0.0	0.003
≤ 0.1	≤ 0.0005	≤ 3 (0.25)	0.012	0.012	0.2	0.005
≤ 0.1	≤ 0.0005	≥ 6 (0.5)	0.006	0.006	0.2	0.004
≥ 0.6	≤ 0.0005	≤ 3 (0.25)	0.004	0.004	0.0	0.002
≥ 0.6	≤ 0.0005	≥ 6 (0.5)	0.0	0.0	0.0	0.0
Condition iii. ^b						
$\frac{P}{A_s f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≤ 0.1	≥ 0.006	0.0	0.060	0.0	0.0	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.0	0.008	0.0	0.0	0.007
≤ 0.1	≤ 0.0005	0.0	0.006	0.0	0.0	0.005
≥ 0.6	≤ 0.0005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Condition iv. Columns controlled by inadequate development or splicing along the clear height ^b						
$\frac{P}{A_s f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≤ 0.1	≥ 0.006	0.0	0.060	0.4	0.0	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.0	0.008	0.4	0.0	0.007
≤ 0.1	≤ 0.0005	0.0	0.006	0.2	0.0	0.005
≥ 0.6	≤ 0.0005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NOTE: f'_c is in lb/in.² (MPa) units.
^aValues between those listed in the table should be determined by linear interpolation.
^bRefer to Section 10.4.2.2.2 for definition of conditions i, ii, and iii. Columns are considered to be controlled by inadequate development or splices where the calculated steel stress at the splice exceeds the steel stress specified by Eq. (10-2). Where more than one of conditions i, ii, iii, and iv occurs for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.
^cWhere $P > 0.7A_s f'_c$, the plastic rotation angles should be taken as zero for all performance levels unless the column has transverse reinforcement consisting of hoops with 135-degree hooks spaced at $\leq d/3$ and the strength provided by the hoops (V_s) is at least 3/4 of the design shear. Axial load P should be based on the maximum expected axial loads caused by gravity and earthquake loads.
^d V is the design shear force from NSP or NDP.

A continuación, se resume el cálculo de diagrama de Momento – Rotación en vigas y columnas según la normativa ASCE41-13

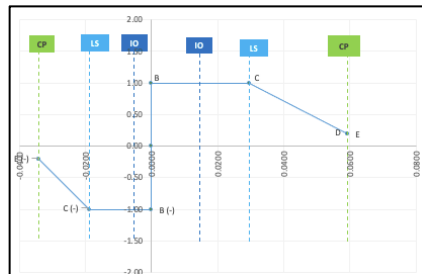
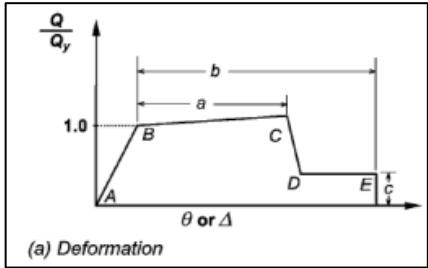
Diagrama Momento - Rotación de las vigas:

Límite de plastificación de las vigas ASCE 41-13

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

Conditions	Modeling Parameters*			Acceptance Criteria*		
	Plastic Rotations Angle (radians)		Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle (radians)		
	a	b		IO	LS	CP
Condition i. Beams controlled by flexure ¹						
Transverse reinforcement ²						
$\rho_{sup} - \rho_{inf}$	$\frac{V}{b \cdot d \cdot f'_c}$					
≤ 0.0	C	≤ 3 (0.25)	0.025	0.05	0.2	0.010 0.025 0.05
≤ 0.0	C	≥ 6 (0.5)	0.02	0.04	0.2	0.005 0.02 0.04
≥ 0.5	C	≤ 3 (0.25)	0.02	0.03	0.2	0.005 0.02 0.03
≥ 0.5	C	≥ 6 (0.5)	0.015	0.02	0.2	0.005 0.015 0.02
≤ 0.0	NC	≤ 3 (0.25)	0.02	0.03	0.2	0.005 0.02 0.03
≤ 0.0	NC	≥ 6 (0.5)	0.01	0.015	0.2	0.0015 0.01 0.015
≥ 0.5	NC	≤ 3 (0.25)	0.01	0.015	0.2	0.0015 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 ³						
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 ⁴						
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 ⁵						
			0.015	0.03	0.2	0.01 0.02 0.03

NOTE: f'_c in lb/in.² (MPa) units.
¹Values between those listed in the table should be determined by linear interpolation.
²Where more than one of conditions i, ii, iii, and iv occur for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.
³"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 $\leq d/3$, 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.
⁴ V is the design shear force from NSP or NDP.



Modelo previamente diseñado

Diseño MBF, MME

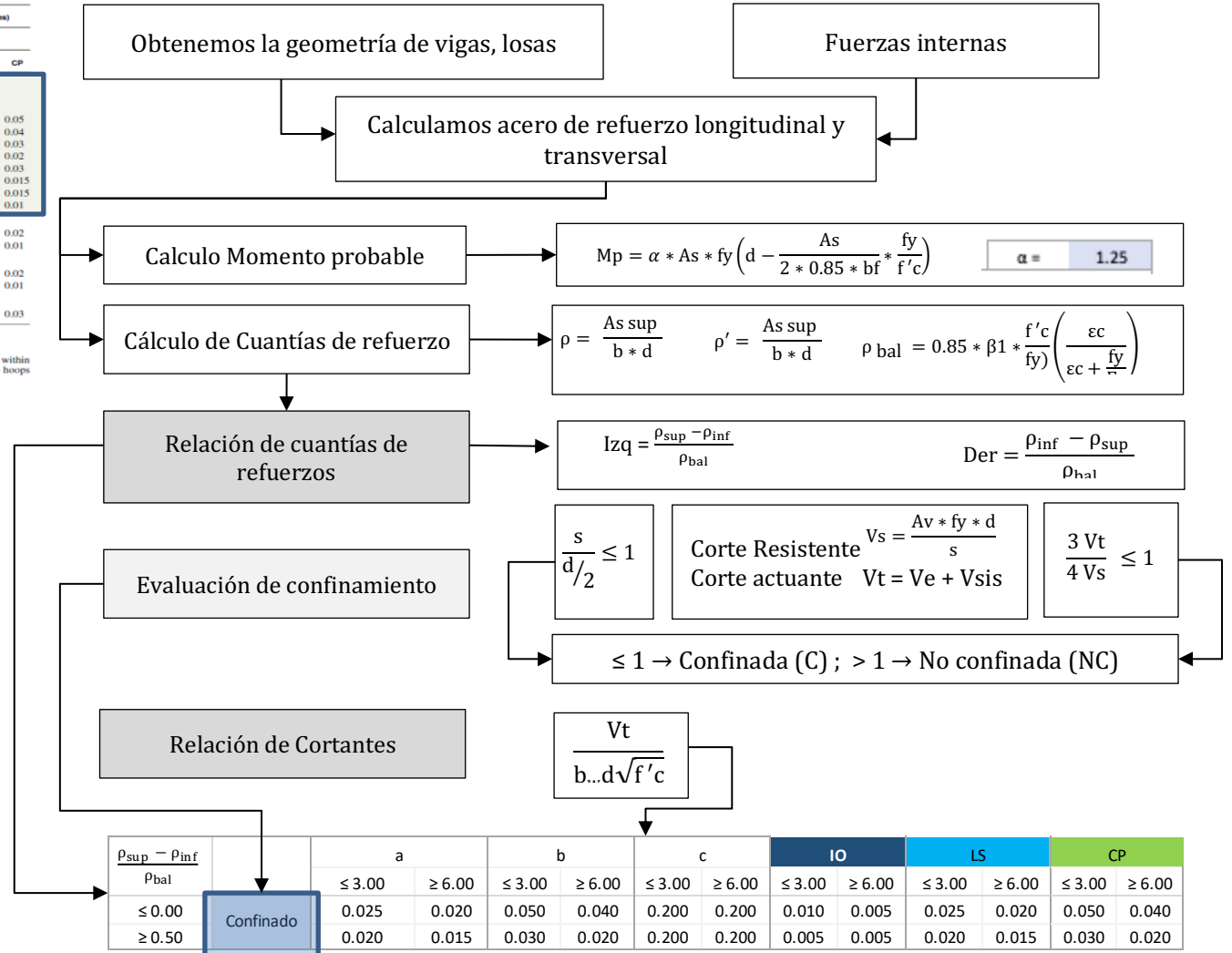


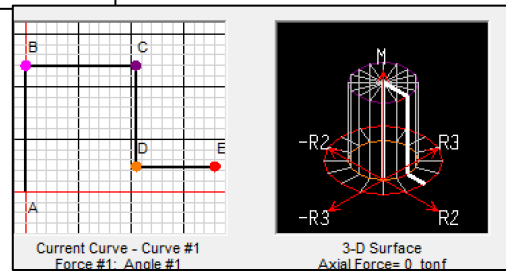
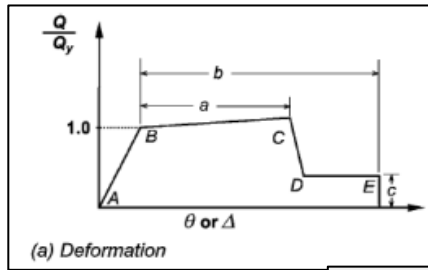
Diagrama Momento - Rotación de las columnas:

Límite de plastificación de las columnas ASCE 41-13

Table 10-8. Modeling Parameters and Numerical Acceptance Criteria for Nonlinear Procedures—Reinforced Concrete Columns

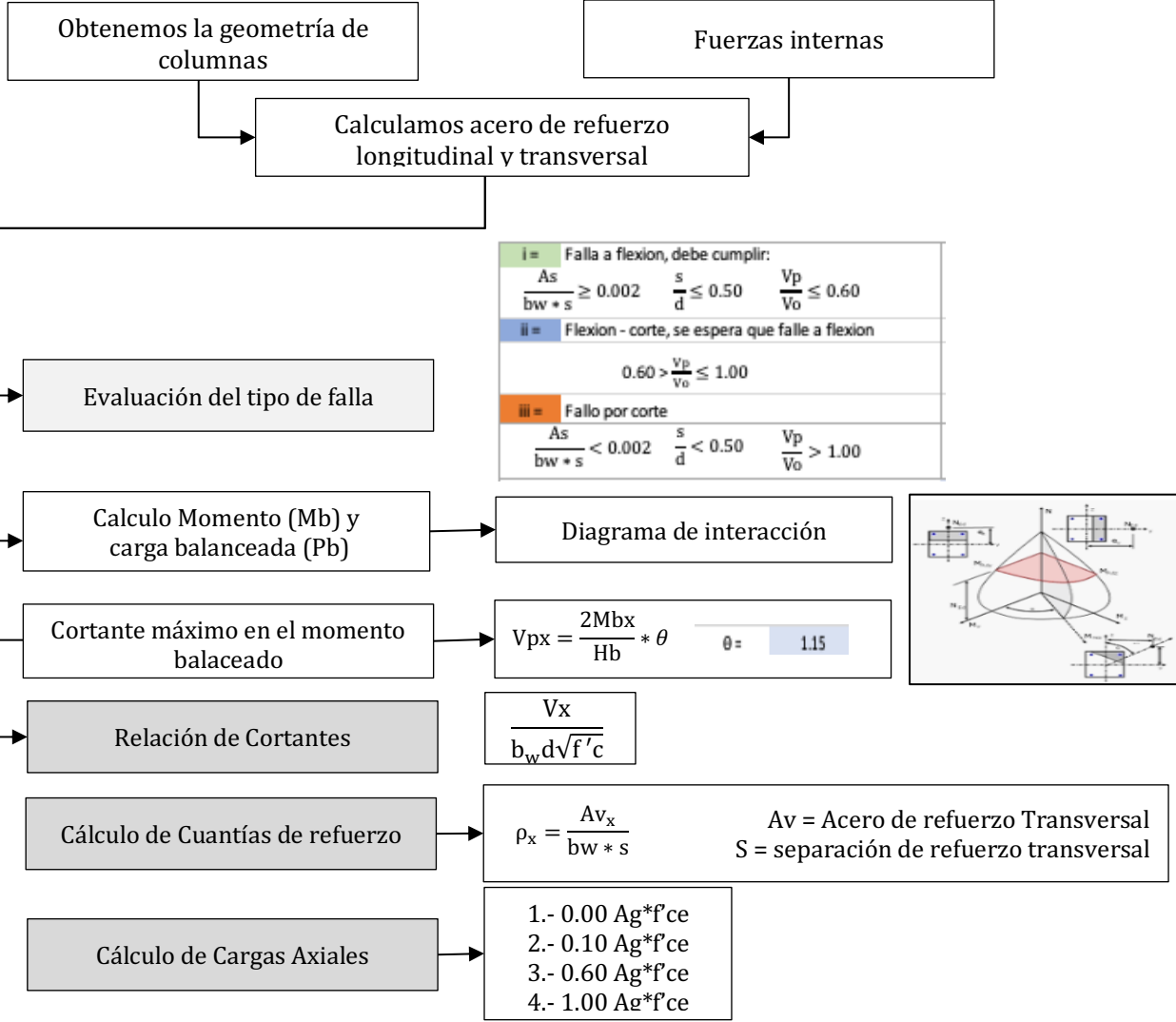
Conditions	Modeling Parameters*			Acceptance Criteria*		
	Plastic Rotations Angle (radians)	Residual Strength Ratio		Plastic Rotations Angle (radians)		
	a	b	c	Performance Level		
				IO	LS	CP
Condition i.^a						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≤ 0.1	≥ 0.006	0.035	0.060	0.2	0.005	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.010	0.010	0.0	0.003	0.009
≤ 0.1	≤ 0.002	0.027	0.034	0.2	0.005	0.027
≥ 0.6	≤ 0.002	0.005	0.005	0.0	0.002	0.004
Condition ii.^b						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$	$\frac{V}{b_w d}$				
≤ 0.1	≥ 0.006	$\leq 3 (0.25)$	0.032	0.060	0.2	0.005
≥ 0.6	≥ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	0.025	0.060	0.2	0.005
≤ 0.1	≤ 0.006	$\leq 3 (0.25)$	0.010	0.010	0.0	0.003
≥ 0.6	≤ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	0.008	0.008	0.0	0.003
≤ 0.1	≤ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	0.012	0.012	0.2	0.005
≥ 0.1	≤ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	0.006	0.006	0.2	0.004
≤ 0.6	≤ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	0.004	0.004	0.0	0.002
≥ 0.6	≤ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	0.0	0.0	0.0	0.0
Condition iii.^a						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≤ 0.1	≥ 0.006	0.0	0.060	0.0	0.0	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.0	0.008	0.0	0.0	0.007
≤ 0.1	≤ 0.0005	0.0	0.006	0.0	0.0	0.005
≥ 0.6	≤ 0.0005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Condition iv. Columns controlled by inadequate development or splicing along the clear height^c						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≤ 0.1	≥ 0.006	0.0	0.060	0.4	0.0	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.0	0.008	0.4	0.0	0.007
≤ 0.1	≤ 0.0005	0.0	0.006	0.2	0.0	0.005
≥ 0.6	≤ 0.0005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NOTE: f'_c is in lb/in^2 (MPa) units.
^aValues between those listed in the table should be determined by linear interpolation.
^bRefer to Section 10.4.2.2 for definition of conditions i, ii, and iii. Columns are considered to be controlled by inadequate development or splices where the calculated steel stress at the splice exceeds the steel stress specified by Eq. (10-2). Where more than one of conditions i, ii, iii, and iv occurs for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.
^cWhere $P > 0.7 A_g f'_c$, the plastic rotation angles should be taken as zero for all performance levels unless the column has transverse reinforcement consisting of hoops with 135-degree hooks spaced at $\leq d/8$ and the strength provided by the hoops (V_h) is at least 3/4 of the design shear. Axial load P should be based on the maximum expected axial loads caused by gravity and earthquake loads.
^d V is the design shear force from NSIP or NDFP.



Modelo previamente diseñado

Diseño MBF, MME



1.d.2. Cálculo del modelo no lineal de plasticidad concentrada.

Para el modelo de plasticidad concentrada de un marco resistente a momentos la no linealidad en el cálculo del diagrama Momento - Rotación se considera el material y la sección.

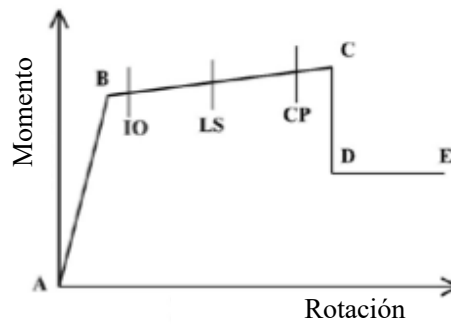


Figura 3. Curva elástica - plástica de la rótula incluyendo niveles de desempeño estructural

Por cada sección transversal de los puntos que desarrolla comportamiento no lineal, la evaluación del diagrama de Momento Rotación es diferente y sus límites de desempeño estructural son los siguientes:

- Ocupación inmediata (OI),
- Seguridad de vida (SV)
- Prevención de colapso (PC).

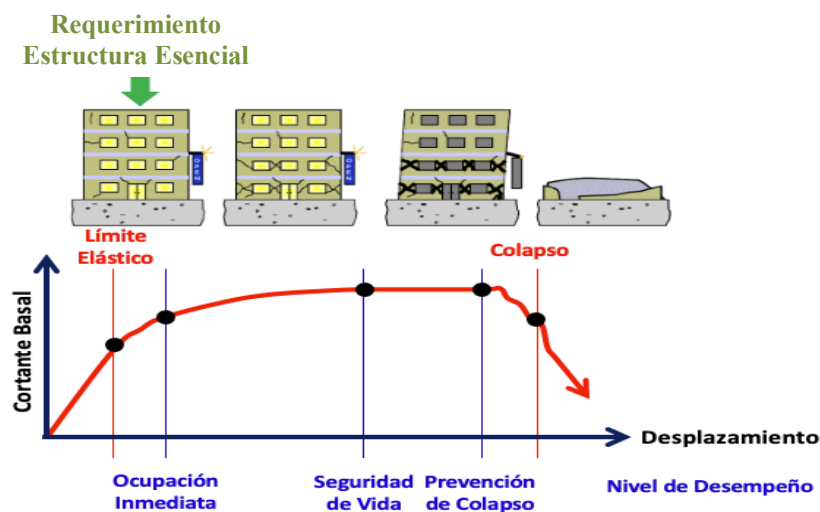


Figura 4. Gráfico de nivel de desempeño

Para este análisis calculamos la deformación calculada objetivo para obtener el momento de cada viga y columna e identificar en el diagrama Momento Rotación el nivel de desempeño de la estructura y evaluar el Nivel de Desempeño Estructural.

La distribución de la carga lateral en altura proporcional al primer modo de vibrar en la dirección de interés se lo realiza con el espectro de diseño de la normativa.

Para calcular las capacidades resistentes de los elementos estructurales el coeficiente de mayoración del esfuerzo a la compresión del hormigón es de 1.50 y el coeficiente de mayoración del esfuerzo de fluencia la varilla de acero de refuerzo es de 1.25, de tal manera de estimar lo mejor posible la respuesta del sistema estructural.

Antes del análisis estructural debemos obtener el desplazamiento objetivo del análisis, lo realizaremos según lo descrito en la normativa ASCE 41-13

Formula de desplazamiento objetivo $\delta_t = C_o C_1 C_2 S_a \left(\frac{T_e}{2\pi}\right)^2 g$

Cálculo de C_o de la tabla:

Pisos	Shear		Other
	Carga		
	Triangular	Uniforme	Cualquiera
1	1.00	1.00	1.00
2	1.20	1.15	1.20
3	1.20	1.20	1.30
5	1.30	1.20	1.40
10	1.30	1.20	1.50

Tipo de análisis: Shear

Tipo de carga Uniforme

Cálculo de C_1 $T_e \geq 1. \rightarrow C_1 = 1.00$

$T_e < 1. \rightarrow C_1 = 1 + \frac{\mu_{st}-1}{(\alpha * T_e^2)}$

Cálculo de C_2

$$T_e \geq 0.70 \rightarrow C_2 = 1.00$$

$$T_e < 0.70. \rightarrow C_2 = 1 + \frac{1}{180} \left(\frac{\mu_{st}-1}{T_e} \right)^2$$

Ductilidad de flexión

$$\mu_{st} = \frac{S_a}{\bar{v}_y/W} C_w$$

Valor de masa efectiva C_w

NP	Concreto			Steel			Other
	MF	Shear Wall	Pier-spandrel	MF	CBF	EBF	
1-2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3+	0.90	0.80	0.80	0.90	0.90	0.90	1.00

Cálculo del factor de mayoración del tipo de suelo α

Suelo	α
A o B	130
C	90
D, E o F	60

1.d.3. Análisis estructural.

El análisis estructural se basa en convertir el sistema en un péndulo invertido de varias masas, diferente por cada piso.

Después de la distribución de carga en forma triangular considerando los modales espectrales predominantes de cada dirección horizontal (X y Y) se desplaza la estructura una fracción del desplazamiento objetivo de esta manera al obtener el momento de cada sección viga y columna se obtiene la rotación del diagrama Momento Rotación obtenida de la normativa ASCE 41-13.

Al deformar la estructura hasta la deformación objetivo obtendremos el límite del Momento y la Rotación, en este punto se obtiene el desempeño de la estructura según la peor condición (OI), (SV) o (PC) de las secciones vigas o columnas.

1.d.4. Evaluación de la estructura:

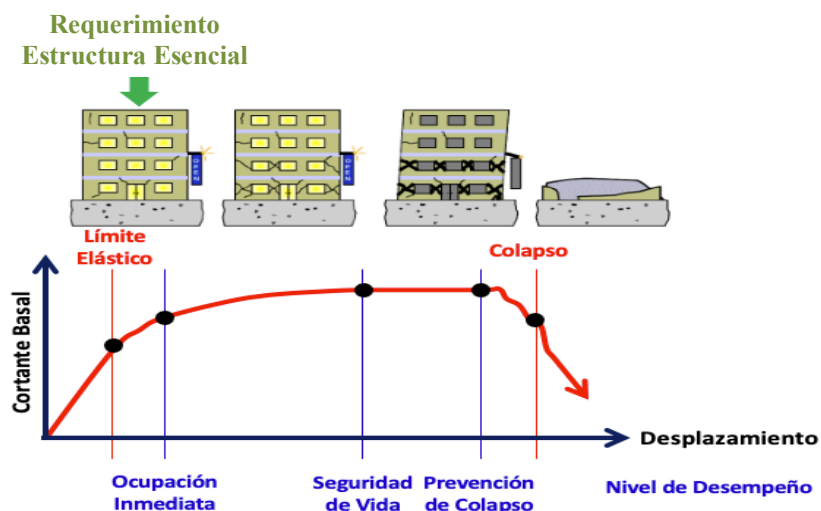
1.d.4.1. Evaluación del desplazamiento.

La verificación se la debe realizar igual que el método MBF, para este método se debe considerar que el análisis se lo realiza elástico por esta razón se debe transformar a Inelástico por medio de la multiplicación del coeficiente $\left[\frac{I}{R\phi_e\phi_p} \right]$.

La verificación de los efectos P-Delta se los realiza al igual que el método MBF y se debe transformar de datos Elásticos a Inelásticos.

Para la verificación del nivel de desempeño de la estructura se debe obtener el nivel de desempeño de los elementos estructurales y no estructurales, de esta manera límites de desempeño estructural son los siguientes:

- Ocupación inmediata (OI),
- Seguridad de vida (SV)
- Prevención de colapso (PC).



1.d.4.2. Evaluación de fuerzas internas

La verificación se la debe realizar igual que el método MBF, al igual que el desplazamiento se debe transformar de datos Elásticos a Inelásticos.

La curva de capacidad es la relación que existe entre la resistencia a la carga lateral de una estructura y su desplazamiento lateral. En esta curva se puede identificar la degradación de la estructura identificando los quiebres de la curva.

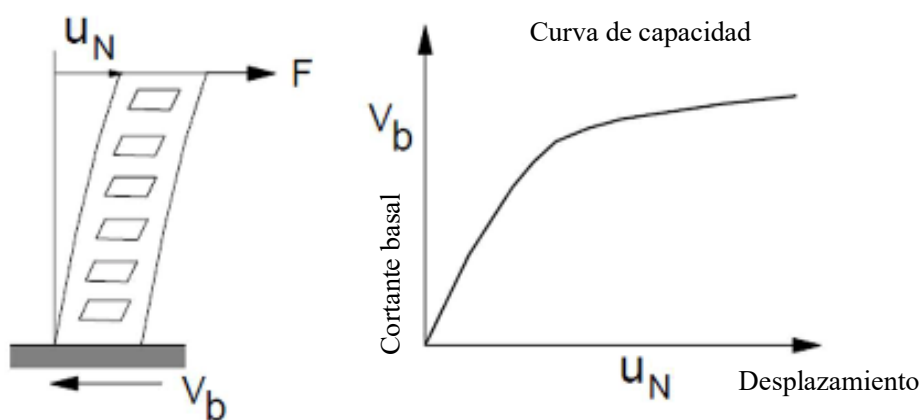


Figura 5. Curva de capacidad o pushover: cortante basal versus desplazamiento de terraza

1.d.5. Evaluación de la estructura.

Para esta estructura esencial consideramos el nivel de desempeño de la estructura de Ocupación inmediata, el análisis debe dar como resultado el nivel de desempeño de los elementos estructurales y no estructurales de ocupación inmediata. Para esta tesis analizaremos los elementos estructurales se encuentren en ocupación inmediata.

- a. Ocupación inmediata (OI),
- b. Seguridad de vida (SV)
- c. Prevención de colapso (PC).

2. Método Innovador:

Este análisis considera dos sub sistemas:

Sub sistema gravitacional

- Diseño para cargas gravitacionales D + L

Sub sistema de control sísmico

- Diseño basado en desplazamiento

Evaluación:

- Desplazamiento estatico no lineal (pushover) (MEBD-E)
- Desplazamiento dinamico no lineal (MEBD-D)

Se considera como método de diseño innovador al método de diseño estructural basado en desplazamientos (MBD) utilizando diagonales RBD restringidas a pandeo lateral, además se debe considerar la evolución por el método de desplazamiento Estático (MEBD-E) y dinámico (MEBD-D) no lineal.

El método de diseño basado en desplazamiento se considera lo siguiente:

- El objetivo del análisis es que las diagonales RBD resistan las cargas horizontales sísmicas y las secciones horizontales y verticales (vigas y columnas) resistan las cargas verticales gravitacionales y parte de las cargas horizontales sísmicas.
- Para el análisis de las diagonales RBD resistentes a pandeo local utilizaremos las diagonales CoreBrace.
- El diseño transforma el sistema estructural en un péndulo invertido del igual número de masas igual que losas de la estructura.
- En el análisis se establece lo siguiente:

- Nivel de desempeño de los elementos estructurales y elementos no estructurales, concluyendo el nivel de desempeño de la estructura.
 - Nivel de desplazamiento para el control de derivas.
 - Ductilidad de la estructura.
 - Desplazamiento de azotea objetivo.
- Con el desplazamiento objetivo se obtiene el periodo objetivo con el espectro de desplazamiento de la normativa NEC-DS-SE.

El método de evaluación basado en desplazamiento se considera el método de evaluación estático y dinámico no lineal lo siguiente:

- La geometría de las secciones provenientes del diseño basado en desplazamiento.
- Se establecen los objetivos del comportamiento de la estructura (desplazamiento y nivel de desempeño).
- La evaluación identifica el nivel de desempeño de la estructura.

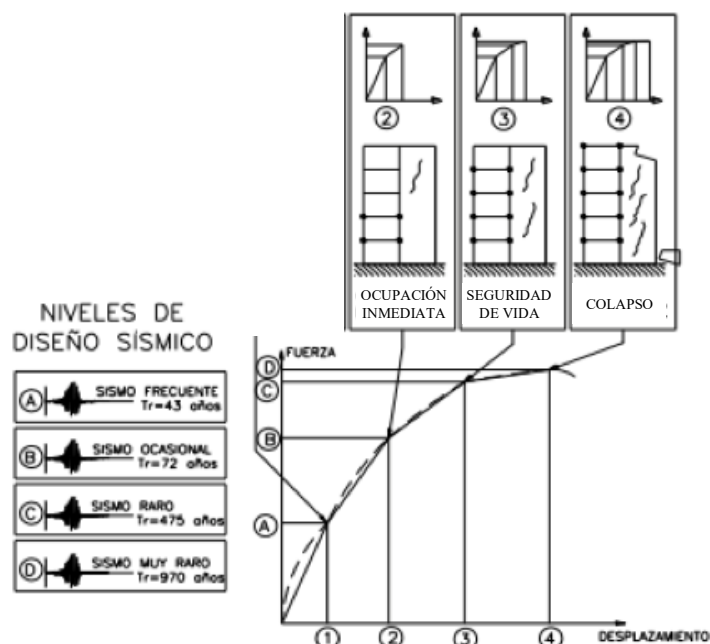


Figura 6. Niveles de desempeño objetivos

Se consideran los siguientes métodos de diseño y evaluación:

SUB SISTEMA GRAVITACIONAL Y SUBSISTEMA SISMICO

2.a. Método de diseño desplazamiento (MBD)

EVALUACIÓN

2.b. Método de evaluación basado en desplazamiento estático no lineal (MEBD-E)

2.c. Método de evaluación basado en desplazamiento dinámico no lineal (MEBD-D)

Para el diseño y evaluación por desempeño se describe lo siguiente:

- Niveles de amenaza sísmica.
- Niveles de desempeño estructural
- Nivel de amenaza sísmica y nivel de desempeño

Niveles de amenaza sísmica:

Los niveles de amenazas sísmica clasifican los sismos según los niveles de peligro y periodo medio de retorno tal como en la siguiente tabla:

Tabla 2. Periodo de retorno y tasa anual de excedencia NEC-SE-DS

Nivel de sismo	Sismo	Probabilidad de excedencia en 50 años	Periodo de retorno Tr [años]	Tasa anual de excedencia [1/Tr]
1	Frecuente (menor)	50%	72	0.01389
2	Ocasional (moderado)	20%	225	0.00444
3	Raro (severo)	10%	475	0.00211
4	Muy raro (extremo)	2%	2500	0.00040

Niveles de desempeño estructural:

A continuación, se resume los niveles de desempeño de las normativas Visión 2000, ASCE 13 y NEC-SE-DS.

Tabla 3. Tablas del límite de los niveles de desempeño estructura y no estructural de las Normativas Visión 2000, ASCE 13 y NEC-SE-DS

Comité Visión 2000:

Tabla de niveles y rangos de desempeño estructural – Visión 2000

Niveles y rangos de desempeño estructural		
	Tipo de Control	Definición
SP-1	Ocupacion Inmediata	Estructura sin daño despues del sismo
SP-2	Control de daño	Estado de daño post sismo entre S-1 y S-3
SP-3	Seguridad de vida	Estructura tiene sus componentes dañados conserva un margen de seguridad
SP-4	Seguridad limitada	Rango continuo del estado de daño entre S-3 y S-5
SP-5	Estabilidad Estructural	Estructura tiene sus componentes dañados no conserva un margen de seguridad
SP-6	No considerado	Evaluacion o rehabilitacion no considere la estructura

Tabla de niveles y rangos de desempeño no estructural – Visión 2000

Niveles y rangos de desempeño no estructural		
	Tipo de Control	Definición
NP-A	Operacional	Elementos no estructurales funciona con normalidad despues del sismo
NP-B	Ocupacion inmediata	Elementos no estructurales estan en su sitio, pueden presentar algunas
NP-C	Seguridad de vida	Puede presentar daños severos en algunos elementos no estructurales.
NP-D	Amenaza reducida	Se presentan daños severos en elementos no estructurales
NP-E	No considerado	No es un nivel de desempeño, se usa para indicar que no se ha evaluado los elementos no estructurales

Tabla de nivel de diseño para desempeño – Visión 2000

Nivel de desempeño no estructural	Niveles y rangos de desempeño estructural					
	Ocupacion inmediata	Control de daño	Seguridad de vida	Seguridad limitada	Estabilidad Estructural	No Considerado
	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6
Operacional NP-A	Operacional 1-A	2-A	NR	NR	NR	NR
Ocupacion Inmediata NP-B	Ocupacion inmediata 1-B	2-B	3-B	4-B	NR ^a	NR ^a
Seguridad Amenaza reduci NP-C	1-C	2-C	Seguridad 3-C	4-C	5-C	6-C
NP-D	NR	2-D	3-D	4-D	5-D	6-D
No considerado NP-E	NR	NR	3-E	4-E	Estabilidad Estructural 5-E	No Aplicable

ASCE 41-13:

Tabla de niveles y rangos de desempeño estructural – ASCE - 13

Niveles y rangos de desempeño estructural		
	Tipo de Control	Definicion
S-1	Ocupacion Inmediata	Estructura sin daño despues del sismo
S-2	Control de daño	Estado de daño post sismo entre S-1 y S-3
S-3	Seguridad de vida	Estructura tiene sus componentes dañados conserva un margen de seguridad
S-4	Seguridad limitada	Rango continuo del estado de daño entre S-3 y S-5
S-5	Prevencion de colapso	Estructura tiene sus componentes dañados no conserva un margen de seguridad
S-6	No considerado	Evaluacion o rehabilitacion no considere la estructura

Tabla de niveles y rangos de desempeño no estructural – ASCE - 13

Niveles y rangos de desempeño no estructural		
	Tipo de Control	Definicion
N-A	Operacional	Elementos no estructurales funciona con normalidad despues del sismo
N-B	Retencion de posicion	Elementos no estructurales estan en su sitio, pueden no funcionar de inmediato
N-C	Seguridad de vida	Puede presentar daños los elementos no estructurales, no es una amenaza para la seguridad de vida
N-D	Peligros reducidos	Evaluacion o rehabilitacion no considere todos los elementos no estructurales

Tabla de nivel de diseño para desempeño – ASCE -13

Nonstructural Performance Levels		Structural Perfomance Levels					
		Immediate Occupancy	Damage Control	Life Safety	Limited Safety	Collapse Prevention	Not Considerered
		S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6
Operational	N-A	Operaional 1-A	2-A	NR ^a	NR ^a	NR ^a	NR ^a
Position Retention	N-B	Inmediate Occupancy 1-B	2-B	3-B	4-B	NR ^a	NR ^a
Life Safety	N-C	1-C	2-C	Life Safety 3-C	4-C	5-C	6-C
Not Considered	N-D	NR ^a	NR ^a	3-D	4-D	Collapse Prevention 5-D	Not evaluation or retrofit

NEC-SE-DE-15:

Tabla nivel de desempeño NEC-4.3.4

Nivel desempeño estructural	Est Ocupacion Especial	Estructura esenciales	Tasa anual excedencia	Peridodo de retorno
Prevencion de daño	No	Si	0.00211	475 años
Prevencion de Colapso	Si	Si	0.00004	2500 años

Niveles de amenaza y nivel de desempeño estructural:

La estructura a analizar es esencial se considera un nivel de sismo raro y el nivel de desempeño ocupación inmediata.

NIVEL DE SISMO	PERIODO DE RETORNO	NIVEL DE DESEMPEÑO		
		OCUPACION INMEDIATA	SEGURIDAD DE VIDA	COLAPSO
FRECUENTE	43 años			
OCASIONAL	72 años	Edificación comun		
RARO	475 años	Edificación Escencial	Edificación comun	
MUY RARO	970 años	Edificación de seguridad critica	Edificación Escencial	Edificación comun

Para esta tesis tomaremos los siguientes niveles de desempeño:

- ocupación inmediata (OI),
- seguridad de vida (SV)
- prevención de colapso (PC).

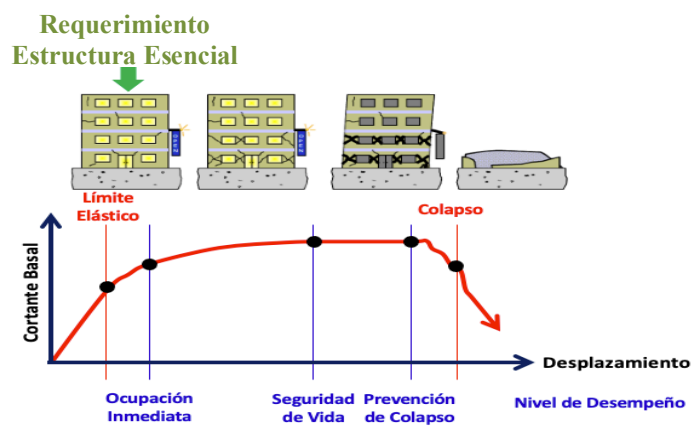
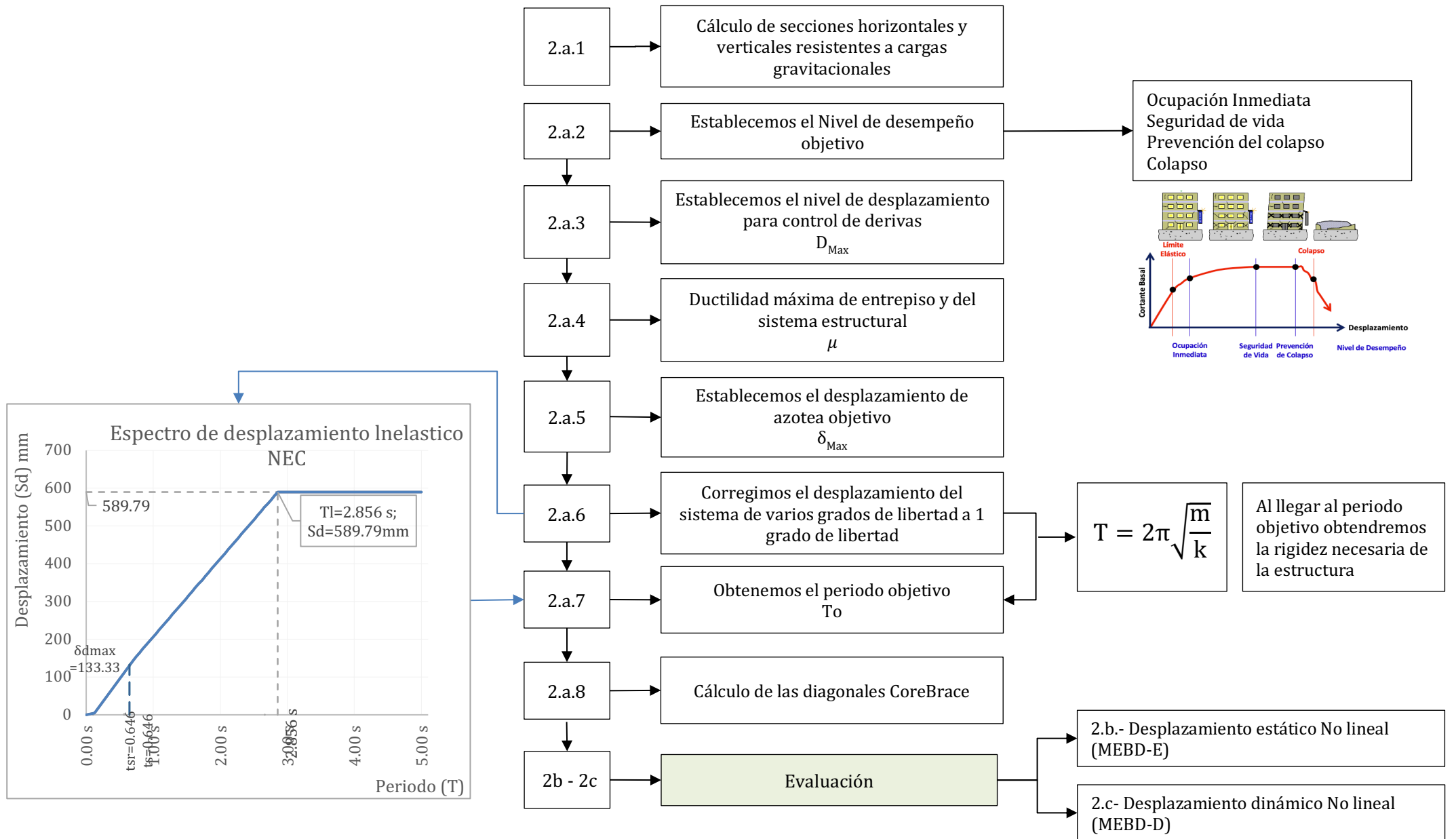


Figura 7. Gráfico de desempeño

2.a. MÉTODO DE DISEÑO SÍSMICO BASADO EN DESPLAZAMIENTO (MBD)



MÉTODO DE DISEÑO SÍSMICO BASADO EN DESPLAZAMIENTO (MBD).

Para el método de diseño sísmico basado en desplazamiento realizaremos el siguiente procedimiento:

SUB SISTEMA GRAVITACIONAL:

2.a.1. Cálculo de las secciones horizontales y verticales resistentes a cargas gravitacionales.

SUB SISTEMA DE CONTROL SÍSMICO:

2.a.2. Establecer el nivel de desempeño objetivo

2.a.3. Establecer el nivel de desplazamiento de control de derivas.

2.a.4. Calculamos la ductilidad máxima de entrepiso y del sistema estructural.

2.a.5. Establecemos el desplazamiento de azotea.

2.a.6. Corrección del desplazamiento del sistema de varios grados de libertad a 1 grado de libertad.

2.a.7. Cálculo del espectro de desplazamiento de la normativa NEC-SE-DS.
Obtención del periodo objetivo.

2.a.8. Cálculo de la sección de las diagonales CoreBrace.

A continuación, se presenta las características principales de cada paso:

SUB SISTEMA GRAVITACIONAL:

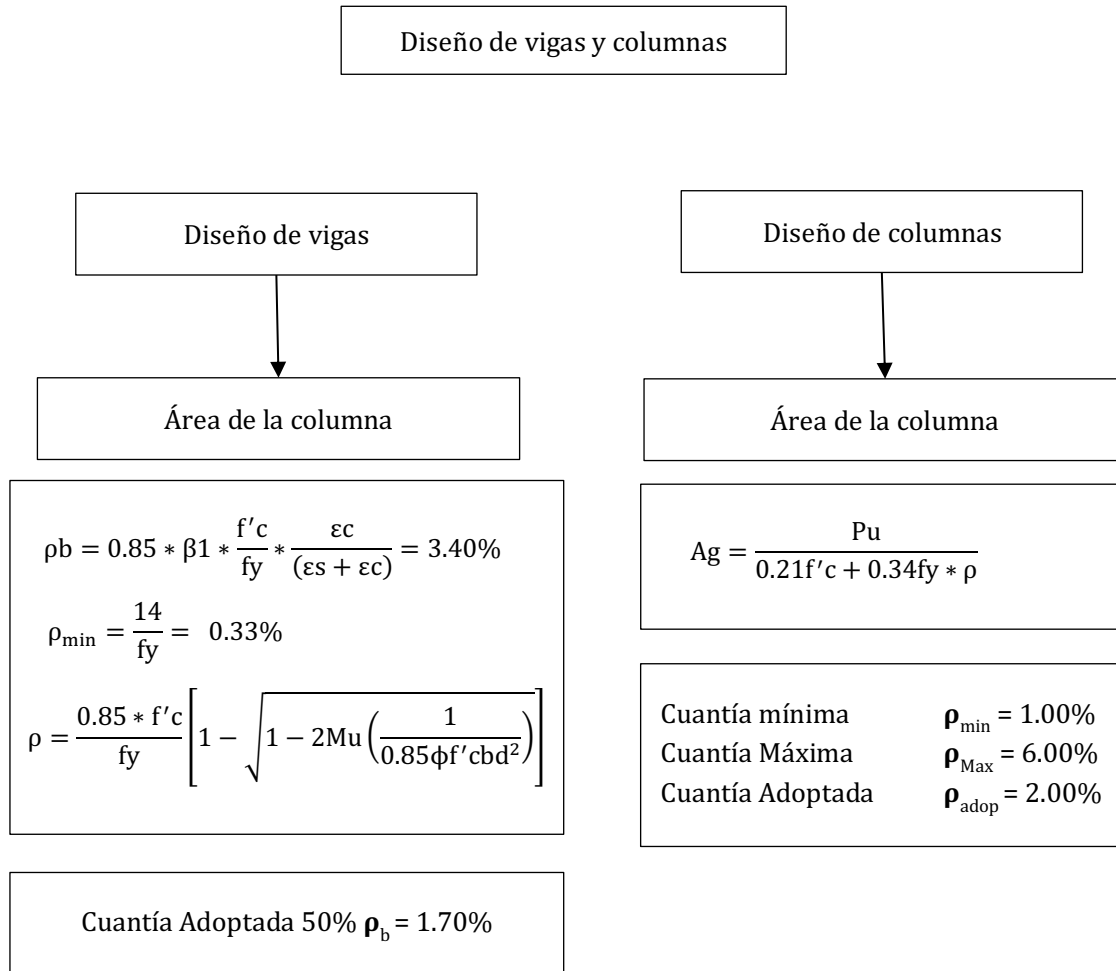
2.a.1. Cálculo de las secciones horizontales y verticales resistentes a cargas gravitacionales.

El análisis inicial de las secciones horizontales y verticales (vigas y columnas) se realizará para resistir las cargas gravitacionales.

Se calcula los periodos fundamentales de las direcciones horizontales transversales provenientes de los modales.

En esta parte del diseño no se considera el agrietamiento del material.

A continuación, resumo el diseño gravitacional de la estructura:



SUB SISTEMA DE CONTROL SÍSMICO:

2.a.2. Establecer el nivel de desempeño objetivo

Para esta tesis tomaremos los siguientes niveles de desempeño:

- ocupación inmediata (OI),
- seguridad de vida (SV)
- prevención de colapso (PC).

2.a.3. Establecer el nivel de desplazamiento de control de derivas

Se considera en la tesis para los elementos estructurales una deriva máxima del $DI_{\max} = 1\%$, esta deriva es el 50% de la deriva límite en la normativa NEC-SE-DS de 2%.

2.a.4. Calculamos la ductilidad máxima de entrepiso y del sistema estructural.

El cálculo de la ductilidad de una estructura representa la capacidad del material para deformarse bajo el efecto de una carga sin romperse, en este punto se ha sobrepasado el límite elástico del material, de esta manera se puede comprobar que el material trabaja en el rango elástico.

$$\text{Ductilidad máxima de entrepiso} \quad \mu_{\text{ent}} = \frac{DI_{\text{Max}}}{DI_y}$$

$$\text{Deriva máxima considerada} \quad DI_{\text{max}}$$

$$\text{Deriva de fluencia} \quad DI_y = \frac{F_y * 1/K_f}{E * \text{Cos}\theta * \text{Sen}\theta}$$

Calculamos la ductilidad máxima del sistema estructural dividiendo la ductilidad máxima de entrepiso para el factor β :

Tabla del valor β		
Np	$\mu_{\max} = 2$	$\mu_{\max} = 6$
5	1.0	1.1
10	1.0	1.1
20	1.1	1.2
30	1.2	1.3
40	1.3	1.4

$$\text{Numero de piso de la estructura} \quad N_p$$

$$\text{Ductilidad máxima del sistema} \quad \mu_{\max} = \frac{\mu_{\text{ent}}}{\beta}$$

2.a.5. Establecemos el desplazamiento de azotea.

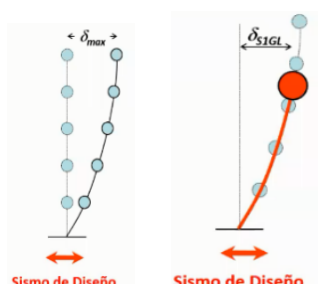
El desplazamiento de azotea objetivo proveniente de la deriva establecida la realizamos considerando si la estructura es regular o irregular, para esto nos basaremos en la siguiente tabla:

H_{\max}	COD	
	Regular	Irregular
1	1.20	1.50
2	1.20	1.50

Desplazamiento de azotea $\delta_{\max} = \frac{DI_{\max} * H}{COD}$

2.a.6. Corrección del desplazamiento del sistema de varios grados de libertad a 1 grado de libertad.

Después de tener el desplazamiento de azotea de la estructura se modifica el valor a una estructura de un péndulo invertido de un grado de libertad.



Los diagramas muestran un sistema de varios grados de libertad (izquierda) y un péndulo invertido de un grado de libertad (derecha). El desplazamiento máximo de azotea se denota como δ_{\max} y el desplazamiento de un grado de libertad como δ_{1GL} . Ambos están etiquetados como 'Sismo de Diseño'.

Np	α	
	$\mu = 1$	$\mu = 2 +$
1	1.0	1.0
2	1.2	1.1
3	1.3	1.2
5	1.4	1.2

Coefficiente α $\alpha = CO_{FEMA} = \frac{\delta_{\max}}{\delta_{1GL}}$

Desplazamiento de azotea 1 GL $\delta d_{\max} = \frac{\delta_{\max}}{\alpha}$

2.a.7. Cálculo del espectro de desplazamiento de la normativa NEC-SE-DS.

A continuación, se describe el Conformación del espectro de desplazamiento elástica de diseño:

Desplazamiento para $0 \leq T \leq T_L$ $S_d = S_a * g * \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2$

Desplazamiento para $T > T_L$ $S_d = S_a * g * \left(\frac{T_L}{2\pi}\right)^2$

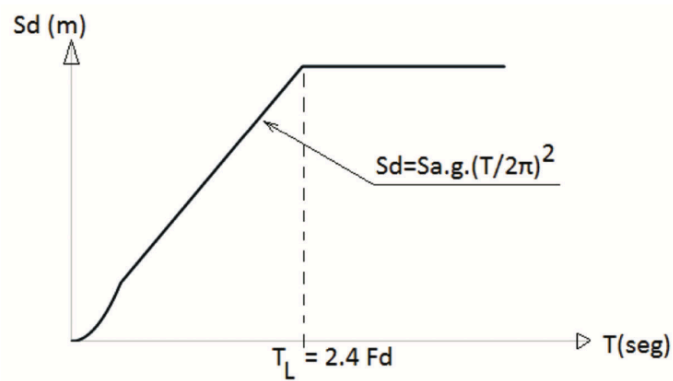


Figura 8. Gráfico de espectro de desplazamiento de la normativa NEC-SD-DS

Obtención del periodo objetivo.

Después de tener el espectro de desplazamiento elástica por medio de la multiplicación del coeficiente $\left[\frac{1}{R\phi_e\phi_p}\right]$ de modifica a un espectro de desplazamiento inelástico.

En el espectro de desplazamiento inelástico en el eje vertical nos ubicaremos con el desplazamiento de azotea corregido y en el eje horizontal obtendremos el periodo objetivo.

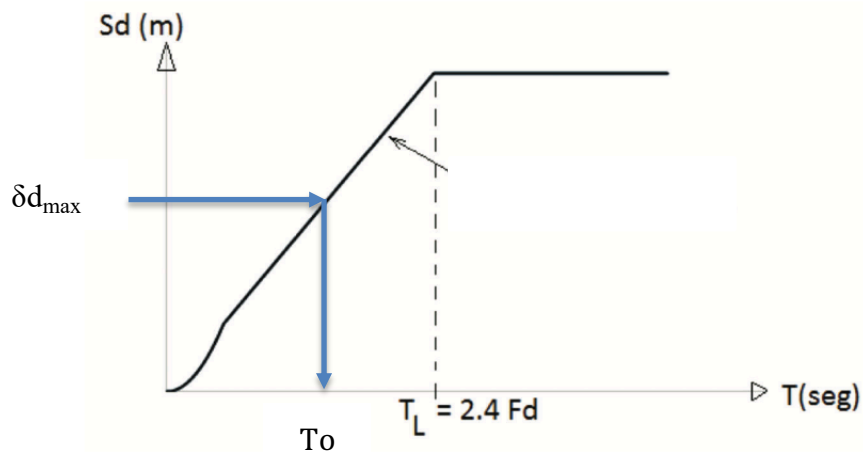


Figura 9. Esquema del cálculo del periodo de objetivo del espectro de desplazamiento inelástico de la normativa NEC-SD-DS

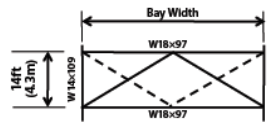
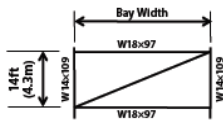
2.a.8. Cálculo de la sección de las diagonales CoreBrace.

Realizaremos el análisis con diagonales restringidas a pandeo
Control de demandas transversales RBD (Buckling Restrained Brace)
Configuración Chevron (V invertida)

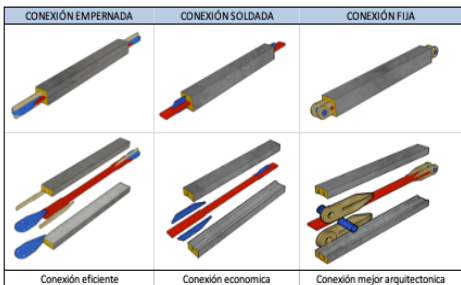
APPROXIMATE STIFFNESS MODIFICATION FACTORS, $KF^{1,2,7}$
Sizes shown are representative of typical BRB sizes. Information on intermediate and larger sizes is available upon request.

F_{yc} = 38 ksi (262 MPa)	A_{gc} in ² (cm ²)	$P_{y, axial}$ kip (kN)	Bay Width, ft (m)									
			15 (4.6)	20 (6.1)	25 (7.6)	30 (9.1)	35 (10.7)	30 (9.1)	35 (10.7)	40 (12.2)	45 (13.7)	50 (15.2)
			SINGLE DIAGONAL					CHEVRON/V				
2.0 (13)	68 (306)		1.25	1.23	1.22	1.20	1.23	1.25	1.24	1.23	1.22	1.22
3.0 (19)	103 (448)		1.27	1.24	1.22	1.21	1.24	1.27	1.25	1.24	1.23	1.24
4.0 (26)	137 (613)		1.29	1.26	1.24	1.23	1.25	1.29	1.27	1.26	1.25	1.24
5.0 (32)	171 (754)		1.30	1.27	1.25	1.23	1.25	1.30	1.28	1.27	1.26	1.25
6.0 (39)	205 (919)		1.34	1.30	1.28	1.25	1.27	1.34	1.32	1.30	1.29	1.28
7.0 (45)	239 (1060)		1.34	1.30	1.27	1.25	1.27	1.34	1.32	1.30	1.29	1.27
8.0 (52)	274 (1225)		1.36	1.32	1.29	1.27	1.28	1.36	1.34	1.32	1.30	1.29
9.0 (58)	308 (1367)		1.37	1.32	1.29	1.27	1.28	1.37	1.34	1.32	1.31	1.29
10.0 (65)	342 (1532)		1.39	1.34	1.31	1.28	1.30	1.39	1.36	1.34	1.32	1.31
11.0 (71)	376 (1673)		1.41	1.36	1.32	1.30	1.31	1.41	1.39	1.36	1.34	1.32
12.0 (77)	410 (1814)		1.41	1.36	1.32	1.30	1.31	1.41	1.38	1.36	1.34	1.32
13.0 (84)	445 (1979)		1.41	1.36	1.32	1.30	1.31	1.41	1.39	1.36	1.34	1.32
14.0 (90)	479 (2121)		1.45	1.39	1.35	1.32	1.32	1.45	1.42	1.39	1.37	1.35
15.0 (96)	513 (2286)		1.46	1.39	1.35	1.32	1.32	1.46	1.42	1.39	1.37	1.35
16.0 (103)	547 (2427)		1.45	1.39	1.34	1.31	1.32	1.45	1.41	1.39	1.36	1.34
17.0 (110)	581 (2592)		1.48	1.41	1.36	1.33	1.33	1.48	1.44	1.41	1.39	1.36
18.0 (116)	616 (2733)		1.48	1.41	1.36	1.33	1.33	1.48	1.44	1.41	1.39	1.36
19.0 (123)	650 (2898)		1.48	1.41	1.37	1.33	1.33	1.48	1.45	1.41	1.39	1.37
20.0 (129)	684 (3040)		1.53	1.45	1.40	1.36	1.36	1.53	1.49	1.45	1.42	1.40
Workpoint Length (ft)			20.5 (6.3)	24.4 (7.4)	28.7 (8.7)	33.1 (10.1)	37.7 (11.5)	20.5 (6.3)	22.4 (6.8)	24.4 (7.4)	26.5 (8.1)	28.7 (8.7)

STORY HEIGHT: 14ft (4.3m)



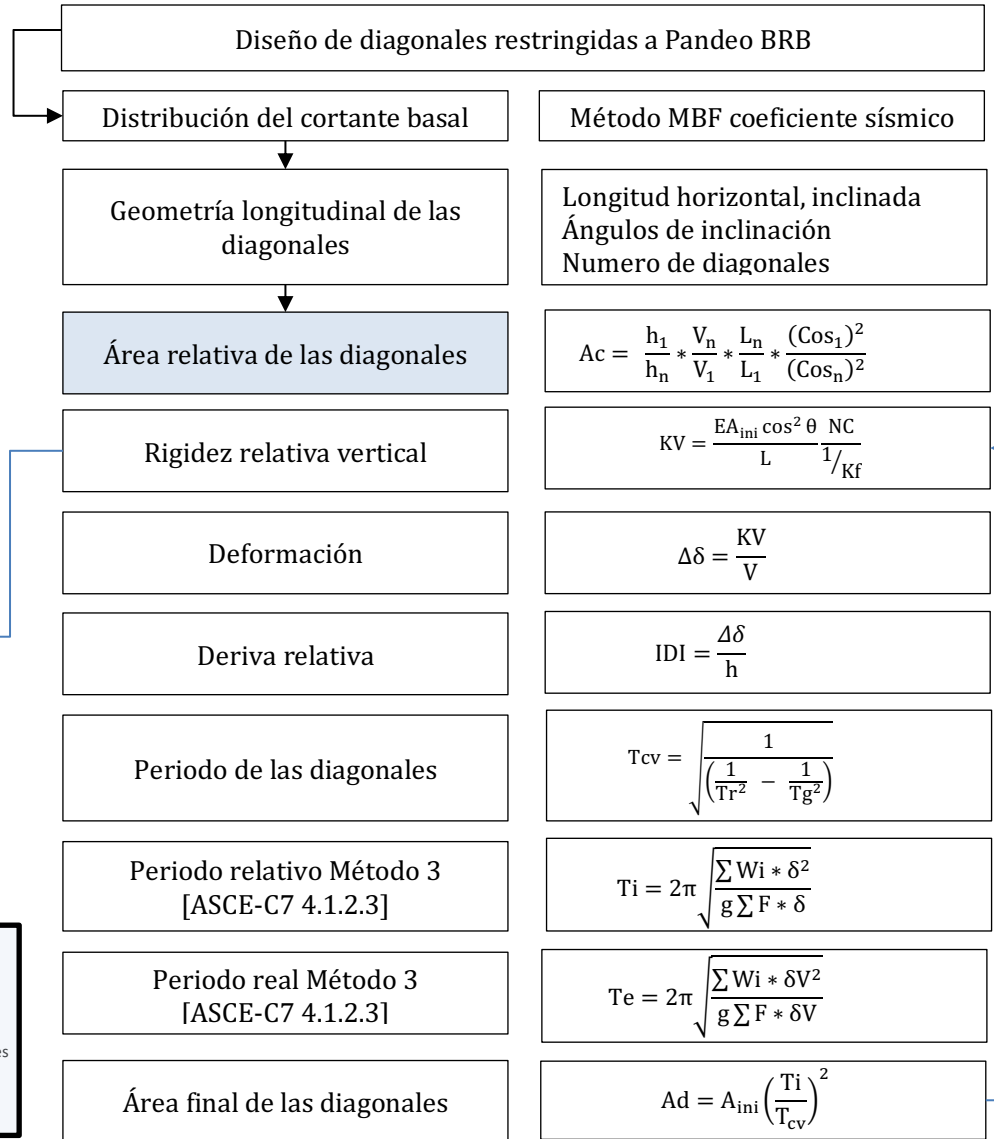
COREBRACE <https://corebrace.com/products/>



El diseño considera que parte del sistema gravitacional resista la carga sísmica

$$\frac{1}{T_{CV}^2} + \frac{1}{T_{SG}^2} = \frac{1}{T_{max}^2} \Rightarrow \frac{1}{T_{CV}^2} = \frac{1}{T_{max}^2} - \frac{1}{T_{SG}^2}$$

CV = Diagonales
SG = Porticos
Max = Total



MÉTODO DE EVALUACIÓN SÍSMICO BASADO EN DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO NO LINEAL – MÉTODO PUSHOVER (MEBD-E)

Para el método de evaluación sísmico basado en desplazamiento estático no Lineal método Pushover realizaremos el siguiente procedimiento:

- 2.b.1. Geometría inicial de la estructura proveniente del método de diseño basado en desplazamiento, se colocará el agrietamiento de secciones según la normativa AISC 13.
- 2.b.2. Cálculo del modelo no lineal de plasticidad concentrada.
- 2.b.3. Análisis estructural.
- 2.b.4. Evaluación de la estructura:
 - 2.b.4.1. Evaluación del desplazamiento (deriva máxima 2%, efectos P-delta, nivel de desempeño).
 - 2.b.4.2. Evaluación de fuerzas internas (demanda – capacidad, curva de capacidad).
- 2.b.5. Evaluación de la estructura.

En el escenario que no cumpla con la evaluación (paso 4 a, b o c) regresar al paso 1.

A continuación, se presenta las características principales de cada paso:

- 2.b.1. Geometría inicial de la estructura, proveniente del método de diseño basado en desplazamiento, se colocará el agrietamiento de secciones según la normativa AISC 13.

Las secciones de la estructura fueron calculadas con el método de diseño basado en desplazamiento.

Para la colocación de la inercia agrietada de los elementos tomaremos estructurales tomaremos en consideración la normativa AISCE 13 tabla 10-5:

Component	Flexural Rigidity	Shear Rigidity	Axial Rigidity
Beams—nonprestressed ^a	$0.3E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	—
Beams—prestressed ^a	E_cI_g	$0.4E_cA_w$	—
Columns with compression caused by design gravity loads $\geq 0.5A_gf'_c$	$0.7E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g
Columns with compression caused by design gravity loads $\leq 0.1A_gf'_c$ or with tension	$0.3E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g (compression) E_cA_t (tension)
Beam—column joints	Refer to Section 10.4.2.2.1	—	E_cA_g
Flat slabs—nonprestressed	Refer to Section 10.4.4.2	$0.4E_cA_g$	—
Flat slabs—prestressed	Refer to Section 10.4.4.2	$0.4E_cA_g$	—
Walls-cracked ^b	$0.5E_cA_g$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g (compression) E_cA_t (tension)

^aFor T-beams, I_g can be taken as twice the value of I_g of the web alone. Otherwise, I_g should be based on the effective width as defined in Section 10.3.1.3. For columns with axial compression falling between the limits provided, flexural rigidity should be determined by linear interpolation. If interpolation is not performed, the more conservative effective stiffnesses should be used.

^bSee Section 10.7.2.2.

Para los elementos estructurales consideraremos los siguientes coeficientes de disminución de inercia por agrietamiento:

- Vigas:

Se considera una viga T (0.30 l)	
Inercia en la parte superior de la viga $2I =$	0.60 I_g
Inercia en la parte inferior de la viga $1I =$	0.30 I_g
Inercia promedio a considerar	0.45 I_g

- Columnas:

$$\text{Si } \frac{P}{A_g * f'_c} \geq 0.50 \quad \rightarrow 0.7 I_g$$

$$\text{Si } 0.5 > \frac{P}{A_g * f'_c} > 0.10 \quad \rightarrow \left(\frac{P}{A_g * f'_c} + 0.20 \right) I_g$$

$$\text{Si } \frac{P}{A_g * f'_c} \leq 0.10 \quad \rightarrow 0.3 I_g$$

De cada una de las secciones se obtiene el diagrama Momento - Rotación de la normativa ASCE 41-13 de la tabla 10-7 para vigas y de la tabla 10-8 para columnas de hormigón.

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

Conditions			Modeling Parameters ^a			Acceptance Criteria ^a		
			Plastic Rotations Angle (radians)		Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle (radians)		
			a	b		IO	LS	CP
Condition i. Beams controlled by flexure ^b								
$\frac{P}{A_g f'_c}$	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

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

Table 10-8. Modeling Parameters and Numerical Acceptance Criteria for Nonlinear Procedures—Reinforced Concrete Columns

Conditions			Modeling Parameters ^a			Acceptance Criteria ^a		
			Plastic Rotations Angle (radians)		Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle (radians)		
			a	b		IO	LS	CP
Condition i. ^b								
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$							
≤ 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								
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$ ^d						
≤ 0.1	≥ 0.006	≤ 3 (0.25)	0.032	0.060	0.2	0.005	0.045	0.060
≤ 0.1	≥ 0.006	≥ 6 (0.5)	0.025	0.060	0.2	0.005	0.045	0.060
≥ 0.6	≥ 0.006	≤ 3 (0.25)	0.010	0.010	0.0	0.003	0.009	0.010
≥ 0.6	≥ 0.006	≥ 6 (0.5)	0.008	0.008	0.0	0.003	0.007	0.008
≤ 0.1	≤ 0.0005	≤ 3 (0.25)	0.012	0.012	0.2	0.005	0.010	0.012
≤ 0.1	≤ 0.0005	≥ 6 (0.5)	0.006	0.006	0.2	0.004	0.005	0.006
≥ 0.6	≤ 0.0005	≤ 3 (0.25)	0.004	0.004	0.0	0.002	0.003	0.004
≥ 0.6	≤ 0.0005	≥ 6 (0.5)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Condition iii. ^b								
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$							
≤ 0.1	≥ 0.006		0.0	0.060	0.0	0.0	0.045	0.060
≥ 0.6	≥ 0.006		0.0	0.008	0.0	0.0	0.007	0.008
≤ 0.1	≤ 0.0005		0.0	0.006	0.0	0.0	0.005	0.006
≥ 0.6	≤ 0.0005		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Condition iv. Columns controlled by inadequate development or splicing along the clear height ^b								
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$							
≤ 0.1	≥ 0.006		0.0	0.060	0.4	0.0	0.045	0.060
≥ 0.6	≥ 0.006		0.0	0.008	0.4	0.0	0.007	0.008
≤ 0.1	≤ 0.0005		0.0	0.006	0.2	0.0	0.005	0.006
≥ 0.6	≤ 0.0005		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NOTE: f'_c is in lb/in.² (MPa) units.
^aValues between those listed in the table should be determined by linear interpolation.
^bRefer to Section 10.4.2.2.2 for definition of conditions i, ii, and iii. Columns are considered to be controlled by inadequate development or splices where the calculated steel stress at the splice exceeds the steel stress specified by Eq. (10-2). Where more than one of conditions i, ii, iii, and iv occurs for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.
^cWhere $P > 0.7A_s f'_c$, the plastic rotation angles should be taken as zero for all performance levels unless the column has transverse reinforcement consisting of hoops with 135-degree hooks spaced at $\leq d/3$ and the strength provided by the hoops (V_s) is at least 3/4 of the design shear. Axial load P should be based on the maximum expected axial loads caused by gravity and earthquake loads.
^d V is the design shear force from NSP or NDP.

A continuación, se resume el cálculo de diagrama de Momento – Rotación en vigas y columnas según la normativa ASCE41-13

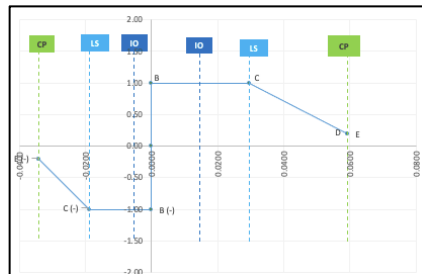
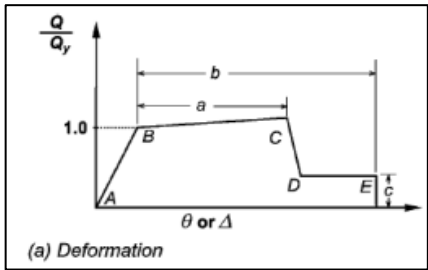
Diagrama Momento - Rotación de las vigas:

Límite de plastificación de las vigas ASCE 41-13

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

Conditions	Modeling Parameters*			Acceptance Criteria*		
	Plastic Rotations Angle (radians)		Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle (radians)		
	a	b		IO	LS	CP
Condition i. Beams controlled by flexure¹						
Transverse reinforcement ²						
$\rho - \rho'$	$\frac{V}{b \cdot d \cdot f'_c}$					
≤ 0.0	C	$\leq 3 (0.25)$	0.025	0.05	0.2	0.010 0.025 0.05
≤ 0.0	C	$\geq 6 (0.5)$	0.02	0.04	0.2	0.005 0.02 0.04
≥ 0.5	C	$\leq 3 (0.25)$	0.02	0.03	0.2	0.005 0.02 0.03
≥ 0.5	C	$\geq 6 (0.5)$	0.015	0.02	0.2	0.005 0.015 0.02
≤ 0.0	NC	$\leq 3 (0.25)$	0.02	0.03	0.2	0.005 0.02 0.03
≤ 0.0	NC	$\geq 6 (0.5)$	0.01	0.015	0.2	0.0015 0.01 0.015
≥ 0.5	NC	$\leq 3 (0.25)$	0.01	0.015	0.2	0.005 0.01 0.015
≥ 0.5	NC	$\geq 6 (0.5)$	0.005	0.01	0.2	0.0015 0.005 0.01
Condition ii. Beams controlled by shear³						
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 span⁴						
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 joint⁵						
			0.015	0.03	0.2	0.01 0.02 0.03

NOTE: f'_c in lb/in.² (MPa) units.
 *Values between those listed in the table should be determined by linear interpolation.
¹Where more than one of conditions i, ii, iii, and iv occur for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.
²"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 $\leq d/3$, 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.
³ V is the design shear force from NSP or NDP.



Modelo previamente diseñado

Diseño MBD

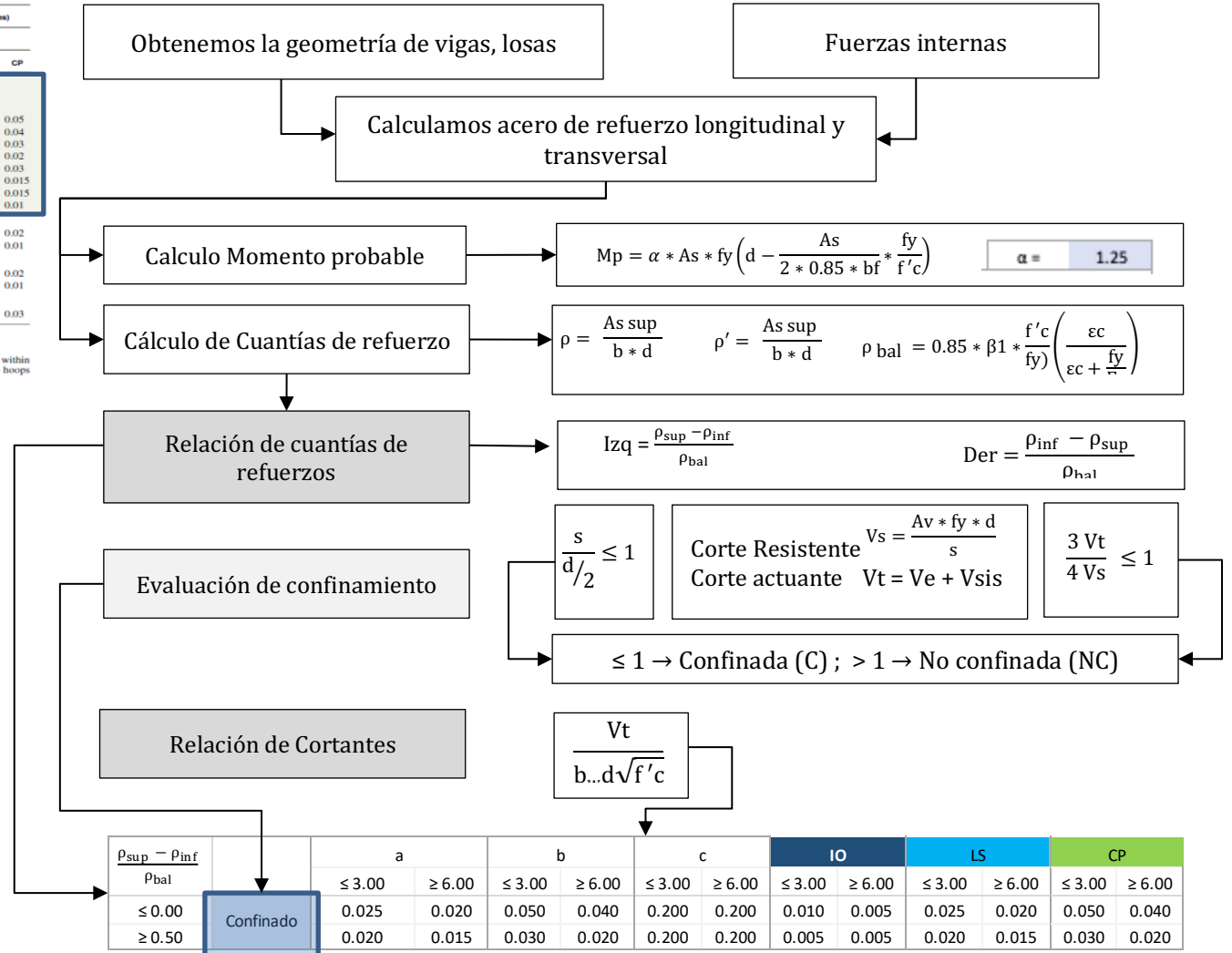


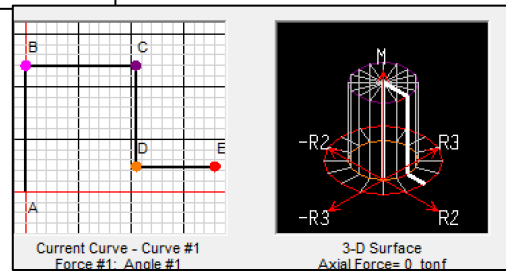
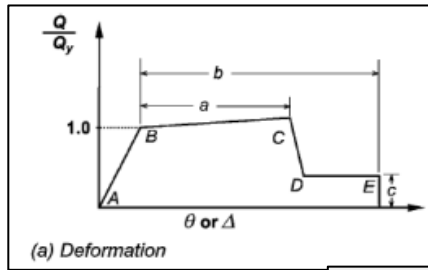
Diagrama Momento - Rotación de las columnas:

Límite de plastificación de las columnas ASCE 41-13

Table 10-8. Modeling Parameters and Numerical Acceptance Criteria for Nonlinear Procedures—Reinforced Concrete Columns

Conditions	Modeling Parameters*			Acceptance Criteria*		
	Plastic Rotations Angle (radians)	Residual Strength Ratio		Plastic Rotations Angle (radians)		
	a	b	c	Performance Level		
				IO	LS	CP
Condition i.†						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≥ 0.1	≥ 0.006	0.035	0.060	0.2	0.005	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.010	0.010	0.0	0.003	0.009
≥ 0.1	≤ 0.002	0.027	0.034	0.2	0.005	0.027
≥ 0.6	≤ 0.002	0.005	0.005	0.0	0.002	0.004
Condition ii.†						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$	$\frac{V}{b_w d}$	$\frac{V}{b_w d} \frac{c}{f'_c}$			
≥ 0.1	≥ 0.006	$\geq 6 (0.25)$	$\leq 3 (0.25)$	0.032	0.060	0.2
≥ 0.6	≥ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	$\leq 3 (0.25)$	0.025	0.060	0.2
≥ 0.1	≥ 0.006	$\geq 6 (0.25)$	$\leq 3 (0.25)$	0.010	0.010	0.0
≥ 0.6	≥ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	$\leq 3 (0.25)$	0.008	0.008	0.0
≥ 0.1	≥ 0.0005	$\geq 6 (0.25)$	$\leq 3 (0.25)$	0.012	0.012	0.2
≥ 0.1	≥ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	$\leq 3 (0.25)$	0.006	0.006	0.2
≥ 0.6	≥ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	$\leq 3 (0.25)$	0.004	0.004	0.0
≥ 0.6	≥ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	$\geq 6 (0.5)$	0.0	0.0	0.0
Condition iii.†						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≥ 0.1	≥ 0.006	0.0	0.060	0.0	0.0	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.0	0.008	0.0	0.0	0.007
≥ 0.1	≤ 0.0005	0.0	0.006	0.0	0.0	0.005
≥ 0.6	≤ 0.0005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Condition iv. Columns controlled by inadequate development or splicing along the clear height†						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≥ 0.1	≥ 0.006	0.0	0.060	0.4	0.0	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.0	0.008	0.4	0.0	0.007
≥ 0.1	≤ 0.0005	0.0	0.006	0.2	0.0	0.005
≥ 0.6	≤ 0.0005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NOTE: f'_c is in lb/in^2 (MPa) units.
 †Values between those listed in the table should be determined by linear interpolation.
 ‡Refer to Section 10.4.2.2 for definition of conditions i, ii, and iii. Columns are considered to be controlled by inadequate development or splices where the calculated steel stress at the splice exceeds the steel stress specified by Eq. (10-2). Where more than one of conditions i, ii, iii, and iv occurs for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.
 §Where $P > 0.7 A_g f'_c$, the plastic rotation angles should be taken as zero for all performance levels unless the column has transverse reinforcement consisting of hoops with 135-degree hooks spaced at $\leq d/8$ and the strength provided by the hoops (V_h) is at least 3/4 of the design shear. Axial load P should be based on the maximum expected axial loads caused by gravity and earthquake loads.
 ¶ V is the design shear force from NSIP or NDFP.



Modelo previamente diseñado

Diseño MBD

Obtenemos la geometría de columnas

Fuerzas internas

Calculamos acero de refuerzo longitudinal y transversal

Evaluación del tipo de falla

i = Falla a flexion, debe cumplir:

$$\frac{A_s}{b_w s} \geq 0.002 \quad \frac{s}{d} \leq 0.50 \quad \frac{V_p}{V_o} \leq 0.60$$

ii = Flexion - corte, se espera que falle a flexion

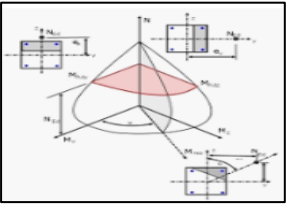
$$0.60 > \frac{V_p}{V_o} \leq 1.00$$

iii = Fallo por corte

$$\frac{A_s}{b_w s} < 0.002 \quad \frac{s}{d} < 0.50 \quad \frac{V_p}{V_o} > 1.00$$

Calculo Momento (Mb) y carga balanceada (Pb)

Diagrama de interacción



Cortante máximo en el momento balanceado

$$V_{px} = \frac{2Mb_x}{Hb} * \theta \quad \theta = 1.15$$

Relación de Cortantes

$$\frac{V_x}{b_w d \sqrt{f'_c}}$$

Cálculo de Cuantías de refuerzo

$$\rho_x = \frac{A_{v_x}}{b_w s}$$

A_v = Acero de refuerzo Transversal
 S = separación de refuerzo transversal

Cálculo de Cargas Axiales

- 1.- 0.00 $A_g * f'_c$
- 2.- 0.10 $A_g * f'_c$
- 3.- 0.60 $A_g * f'_c$
- 4.- 1.00 $A_g * f'_c$

2.b.2. Cálculo del modelo no lineal de plasticidad concentrada.

Para el modelo de plasticidad concentrada de un marco resistente a momentos la no linealidad en el cálculo del diagrama Momento - Rotación se considera el material y la sección.

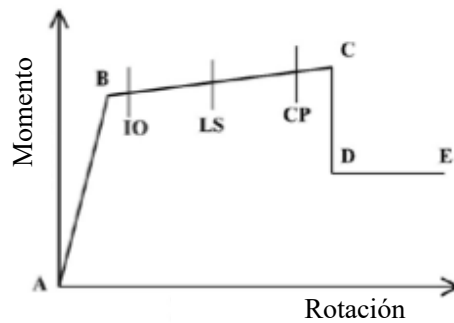


Figura 10. Curva elástica - plástica de la rótula incluyendo niveles de desempeño estructural

Por cada sección transversal de los puntos que desarrolla comportamiento no lineal, la evaluación del diagrama de Momento Rotación es diferente y sus límites de desempeño estructural son los siguientes:

- a. Ocupación inmediata (OI),
- b. Seguridad de vida (SV)
- c. Prevención de colapso (PC).

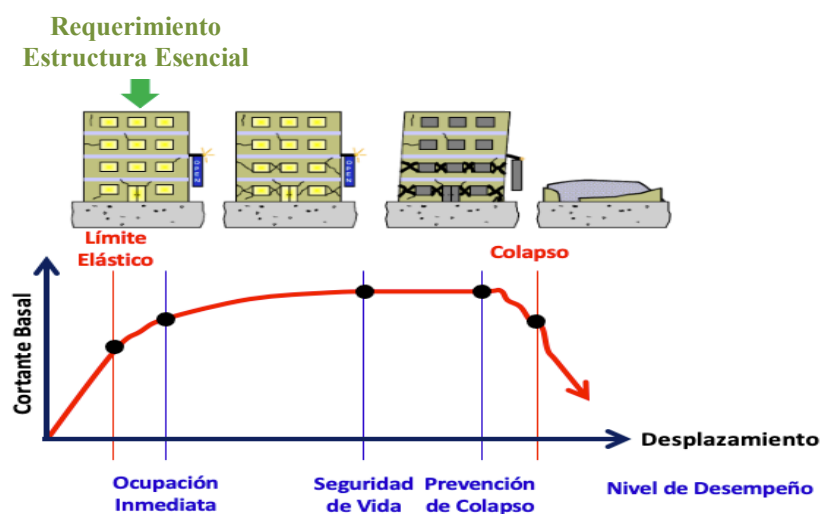


Figura 11. Gráfico de nivel de desempeño

Para este análisis calculamos la deformación calculada objetivo para obtener el momento de cada viga y columna e identificar en el diagrama Momento Rotación el nivel de desempeño de la estructura y evaluar el Nivel de Desempeño Estructural.

La distribución de la carga lateral en altura proporcional al primer modo de vibrar en la dirección de interés se lo realiza con el espectro de diseño de la normativa.

Para calcular las capacidades resistentes de los elementos estructurales el coeficiente de mayoración del esfuerzo a la compresión del hormigón es de 1.50 y el coeficiente de mayoración del esfuerzo de fluencia la varilla de acero de refuerzo es de 1.25, de tal manera de estimar lo mejor posible la respuesta del sistema estructural.

Antes del análisis estructural debemos obtener el desplazamiento objetivo del análisis, lo realizaremos según lo descrito en la normativa ASCE 41-13

Formula de desplazamiento objetivo $\delta_t = C_o C_1 C_2 S_a \left(\frac{T_e}{2\pi}\right)^2 g$

Cálculo de C_o de la tabla:

Pisos	Shear		Other
	Carga		
	Triangular	Uniforme	Cualquiera
1	1.00	1.00	1.00
2	1.20	1.15	1.20
3	1.20	1.20	1.30
5	1.30	1.20	1.40
10	1.30	1.20	1.50

Tipo de análisis: Shear

Tipo de carga Uniforme

Cálculo de C_1 $T_e \geq 1. \rightarrow C_1 = 1.00$

$T_e < 1. \rightarrow C_1 = 1 + \frac{\mu_{st}-1}{(\alpha * T_e^2)}$

Cálculo de C_2

$$T_e \geq 0.70 \rightarrow C_2 = 1.00$$

$$T_e < 0.70. \rightarrow C_2 = 1 + \frac{1}{180} \left(\frac{\mu_{st}-1}{T_e} \right)^2$$

Ductilidad de flexión

$$\mu_{st} = \frac{S_a}{\bar{v}_y/W} C_w$$

Valor de masa efectiva C_w

NP	Concreto			Steel			Other
	MF	Shear Wall	Pier-spandrel	MF	CBF	EBF	
1-2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3+	0.90	0.80	0.80	0.90	0.90	0.90	1.00

Cálculo del factor de mayoración del tipo de suelo α

Suelo	α
A o B	130
C	90
D, E o F	60

2.b.3. Análisis estructural.

El análisis estructural se basa en convertir el sistema en un péndulo invertido de varias masas, diferente por cada piso.

Después de la distribución de carga en forma triangular considerando los modales espectrales predominantes de cada dirección horizontal (X y Y) se desplaza la estructura una fracción del desplazamiento objetivo de esta manera al obtener el momento de cada sección viga y columna se obtiene la rotación del diagrama Momento Rotación obtenida de la normativa ASCE 41-13.

Al deformar la estructura hasta la deformación objetivo obtendremos el límite del Momento y la Rotación, en este punto se obtiene el desempeño de la estructura según la peor condición (OI), (SV) o (PC) de las secciones vigas o columnas.

2.b.4. Evaluación de la estructura:

La evaluación del diseño se enfocará en revisar que se cumpla los parámetros que se consideraron en el diseño basado en desplazamiento, a continuación, se describen:

Nivel de desempeño estructural Vigas-columnas = Ocupación inmediata.

Nivel de desempeño estructural Diagonales = Seguridad de vida.

Deriva de fluencia máxima $DI_{max} = 1.00 \%$

Deriva de fluencia

Ductilidad de entrepiso

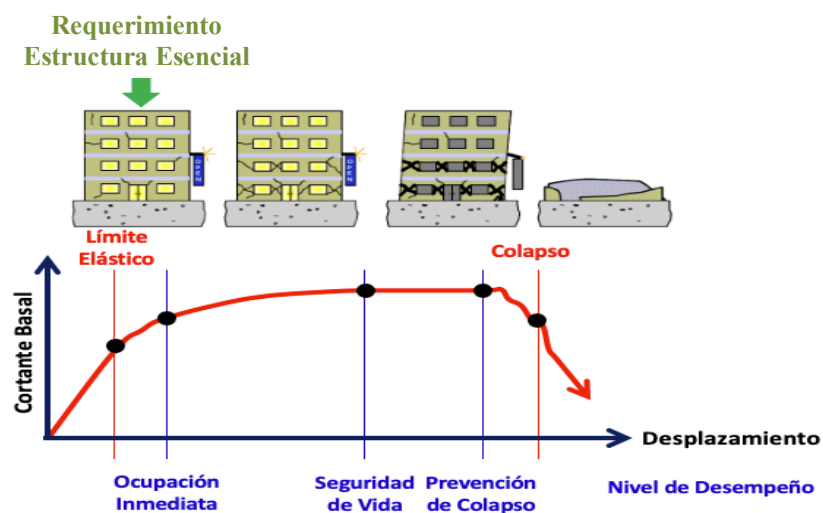
Desplazamiento máximo de azotea.

Periodo objetivo

2.b.4.1. Evaluación del desplazamiento.

Para la verificación del nivel de desempeño de la estructura se debe obtener el nivel de desempeño de los elementos estructurales y no estructurales, de esta manera límites de desempeño estructural son los siguientes:

- Ocupación inmediata (OI),
- Seguridad de vida (SV)
- Prevención de colapso (PC).



La deriva máxima de la estructura debe ser menor o igual al 1.00%, para este método se debe considerar que el análisis se lo realiza elástico por esta razón se debe transformar a Inelástico por medio de la multiplicación del coeficiente

$$\left[\frac{I}{R\phi_e\phi_p} \right].$$

Límite de deriva máxima $DI_{max} \leq 1.00\%$

Límite de deriva mínima $DI_{min} \geq 0.20\%$

La verificación de los efectos P-Delta se los realiza al igual que el método MBF y se debe transformar de datos Elásticos a Inelásticos.

La ductilidad máxima de entrepiso $\mu_{calc} = \frac{D_{max}}{D_{Iy}} \leq \mu_{max}$

Desplazamiento máximo de azotea

Periodo objetivo

1.d.4.2. Evaluación de fuerzas internas

La verificación se la debe realizar igual que el método MBF, al igual que el desplazamiento se debe transformar de datos Elásticos a Inelásticos.

La curva de capacidad es la relación que existe entre la resistencia a la carga lateral de una estructura y su desplazamiento lateral. En esta curva se puede identificar la degradación de la estructura identificando los quiebres de la curva.

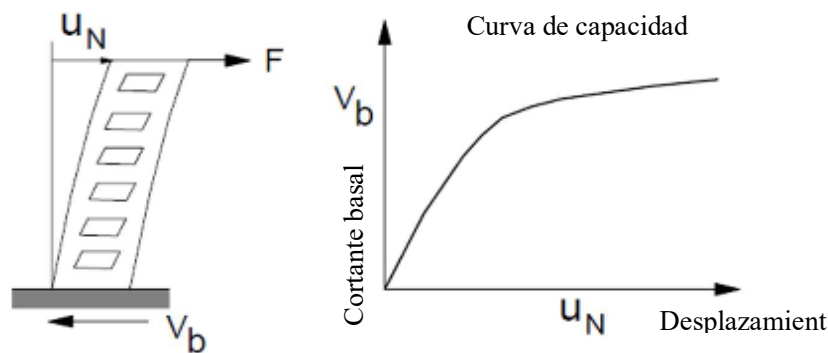


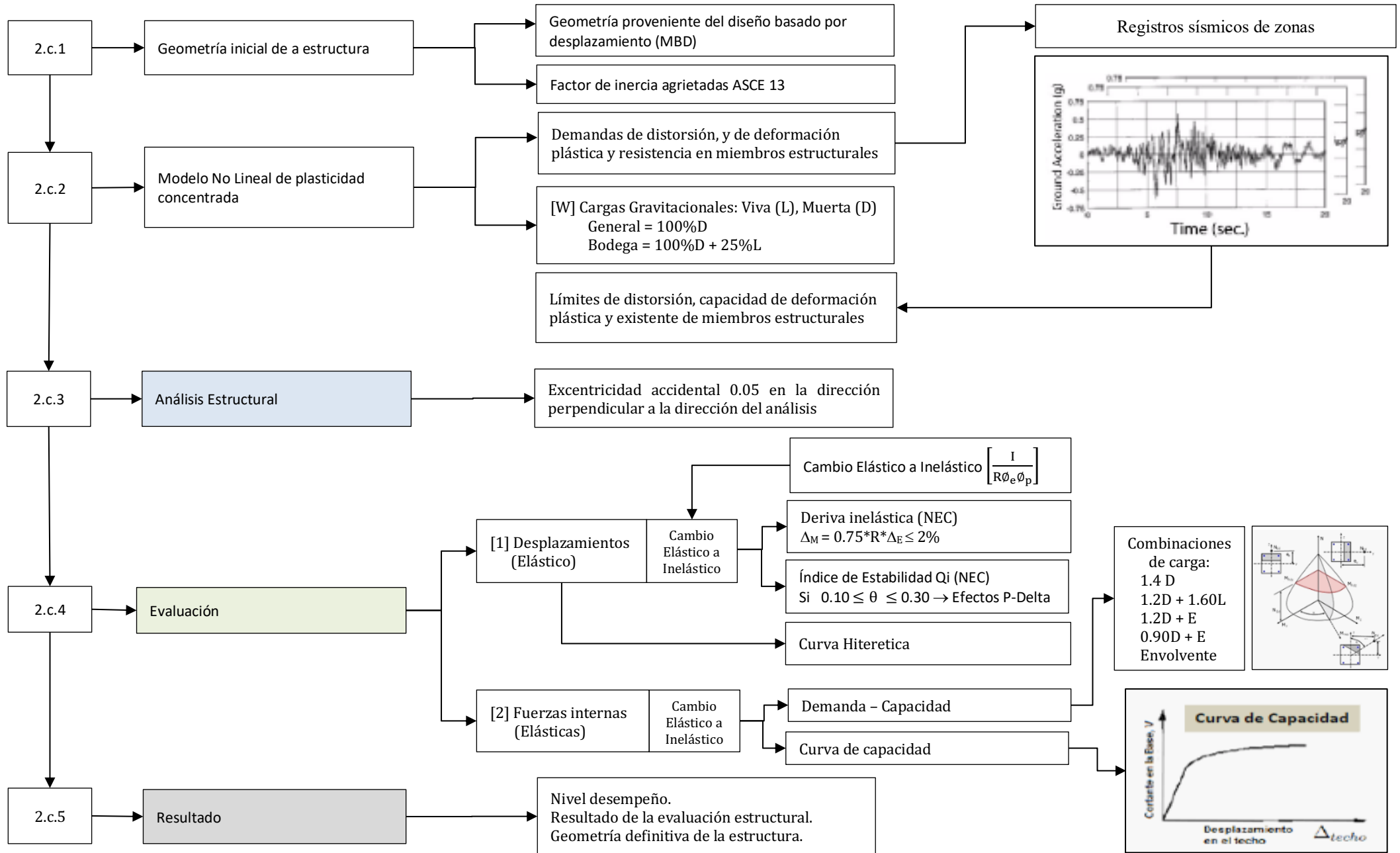
Figura 12. Curva de capacidad o pushover: cortante basal versus desplazamiento de terraza

2.b.5. Evaluación de la estructura.

Para esta estructura esencial consideramos el nivel de desempeño de la estructura de Ocupación inmediata, el análisis debe dar como resultado el nivel de desempeño de los elementos estructurales y no estructurales de ocupación inmediata. Para esta tesis analizaremos los elementos estructurales se encuentren en ocupación inmediata.

- a. Ocupación inmediata (OI),
- b. Seguridad de vida (SV)
- c. Prevención de colapso (PC).

2.c. MÉTODO DE EVALUACIÓN BASADO EN DESPLAZAMIENTO DINÁMICO NO LINEAL - (MEBD-D)



MÉTODO DE EVALUACIÓN SÍSMICO BASADO EN DESPLAZAMIENTO DINÁMICO NO LINEAL (MEBD-D)

Para el método de evaluación sísmico basado en desplazamiento dinámico no Lineal realizaremos el siguiente procedimiento:

- 2.c.1. Geometría inicial de la estructura proveniente del método de diseño basado en desplazamiento, se colocará el agrietamiento de secciones según la normativa AISCS 13.
- 2.c.2. Cálculo del modelo no lineal de plasticidad concentrada.
- 2.c.3. Análisis estructural.
- 2.c.4. Evaluación de la estructura:
 - 2.b.4.1. Evaluación del desplazamiento (deriva máxima 2%, efectos P-delta, nivel de desempeño).
 - 2.b.4.2. Evaluación de fuerzas internas (demanda – capacidad, curva de capacidad).
- 2.c.5. Evaluación de la estructura.

En el escenario que no cumpla con la evaluación (paso 4 a, b o c) regresar al paso 1.

A continuación, se presenta las características principales de cada paso:

- 2.b.6. Geometría inicial de la estructura, proveniente del método de diseño basado en desplazamiento, se colocará el agrietamiento de secciones según la normativa AISCS 13.

Las secciones de la estructura fueron calculadas con el método de diseño basado en desplazamiento.

Para la colocación de la inercia agrietada de los elementos tomaremos estructurales tomaremos en consideración la normativa AISCS 13 tabla 10-5:

Component	Flexural Rigidity	Shear Rigidity	Axial Rigidity
Beams—nonprestressed ^a	$0.3E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	—
Beams—prestressed ^a	E_cI_g	$0.4E_cA_w$	—
Columns with compression caused by design gravity loads $\geq 0.5A_gf'_c$	$0.7E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g
Columns with compression caused by design gravity loads $\leq 0.1A_gf'_c$ or with tension	$0.3E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g (compression) E_cA_t (tension)
Beam—column joints	Refer to Section 10.4.2.2.1	—	E_cA_g
Flat slabs—nonprestressed	Refer to Section 10.4.4.2	$0.4E_cA_g$	—
Flat slabs—prestressed	Refer to Section 10.4.4.2	$0.4E_cA_g$	—
Walls-cracked ^b	$0.5E_cA_g$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g (compression) E_cA_t (tension)

^aFor T-beams, I_g can be taken as twice the value of I_g of the web alone. Otherwise, I_g should be based on the effective width as defined in Section 10.3.1.3. For columns with axial compression falling between the limits provided, flexural rigidity should be determined by linear interpolation. If interpolation is not performed, the more conservative effective stiffnesses should be used.

^bSee Section 10.7.2.2.

Para los elementos estructurales consideraremos los siguientes coeficientes de disminución de inercia por agrietamiento:

- Vigas:

Se considera una viga T (0.30 l)	
Inercia en la parte superior de la viga $2I =$	0.60 I_g
Inercia en la parte inferior de la viga $1I =$	0.30 I_g
Inercia promedio a considerar	0.45 I_g

- Columnas:

$$\text{Si } \frac{P}{A_g * f'_c} \geq 0.50 \quad \rightarrow 0.7 I_g$$

$$\text{Si } 0.5 > \frac{P}{A_g * f'_c} > 0.10 \quad \rightarrow \left(\frac{P}{A_g * f'_c} + 0.20 \right) I_g$$

$$\text{Si } \frac{P}{A_g * f'_c} \leq 0.10 \quad \rightarrow 0.3 I_g$$

De cada una de las secciones se obtiene el diagrama Momento - Rotación de la normativa ASCE 41-13 de la tabla 10-7 para vigas y de la tabla 10-8 para columnas de hormigón.

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

Conditions	Modeling Parameters ^a					Acceptance Criteria ^a		
	Plastic Rotations Angle (radians)	Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle (radians)					
			Performance Level					
			IO	LS	CP			
a	b	c	IO	LS	CP			
Condition i. Beams controlled by flexure^b								
$\frac{P-P'}{A_s f'_c}$	Transverse reinforcement ^c	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$ ^d						
ρ_w								
≤ 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

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

Table 10-8. Modeling Parameters and Numerical Acceptance Criteria for Nonlinear Procedures—Reinforced Concrete Columns

Conditions	Modeling Parameters ^a			Acceptance Criteria ^a		
	Plastic Rotations Angle (radians)	Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle (radians)			
			Performance Level			
			IO	LS	CP	
a	b	c	IO	LS	CP	
Condition i.^b						
$\frac{P}{A_s f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≤ 0.1	≥ 0.006	0.035	0.060	0.2	0.005	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.010	0.010	0.0	0.003	0.009
≤ 0.1	≤ 0.002	0.027	0.034	0.2	0.005	0.027
≥ 0.6	≤ 0.002	0.005	0.005	0.0	0.002	0.004
Condition ii.^b						
$\frac{P}{A_s f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$ ^d				
≤ 0.1	≥ 0.006	≤ 3 (0.25)	0.032	0.060	0.2	0.005
≤ 0.1	≥ 0.006	≥ 6 (0.5)	0.025	0.060	0.2	0.005
≥ 0.6	≥ 0.006	≤ 3 (0.25)	0.010	0.010	0.0	0.003
≥ 0.6	≥ 0.006	≥ 6 (0.5)	0.008	0.008	0.0	0.003
≤ 0.1	≤ 0.0005	≤ 3 (0.25)	0.012	0.012	0.2	0.005
≤ 0.1	≤ 0.0005	≥ 6 (0.5)	0.006	0.006	0.2	0.004
≥ 0.6	≤ 0.0005	≤ 3 (0.25)	0.004	0.004	0.0	0.002
≥ 0.6	≤ 0.0005	≥ 6 (0.5)	0.0	0.0	0.0	0.0
Condition iii.^b						
$\frac{P}{A_s f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≤ 0.1	≥ 0.006	0.0	0.060	0.0	0.0	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.0	0.008	0.0	0.0	0.007
≤ 0.1	≤ 0.0005	0.0	0.006	0.0	0.0	0.005
≥ 0.6	≤ 0.0005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Condition iv. Columns controlled by inadequate development or splicing along the clear height^b						
$\frac{P}{A_s f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≤ 0.1	≥ 0.006	0.0	0.060	0.4	0.0	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.0	0.008	0.4	0.0	0.007
≤ 0.1	≤ 0.0005	0.0	0.006	0.2	0.0	0.005
≥ 0.6	≤ 0.0005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NOTE: f'_c is in lb/in.² (MPa) units.
^aValues between those listed in the table should be determined by linear interpolation.
^bRefer to Section 10.4.2.2.2 for definition of conditions i, ii, and iii. Columns are considered to be controlled by inadequate development or splices where the calculated steel stress at the splice exceeds the steel stress specified by Eq. (10-2). Where more than one of conditions i, ii, iii, and iv occurs for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.
^cWhere $P > 0.7A_s f'_c$, the plastic rotation angles should be taken as zero for all performance levels unless the column has transverse reinforcement consisting of hoops with 135-degree hooks spaced at $\leq d/3$ and the strength provided by the hoops (V_s) is at least 3/4 of the design shear. Axial load P should be based on the maximum expected axial loads caused by gravity and earthquake loads.
^d V is the design shear force from NSP or NDP.

A continuación, se resume el cálculo de diagrama de Momento – Rotación en vigas y columnas según la normativa ASCE41-13

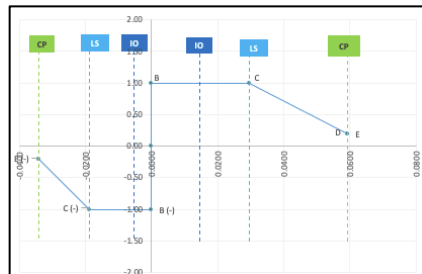
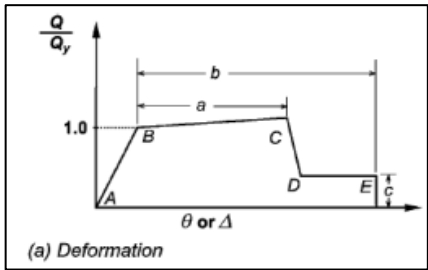
Diagrama Momento - Rotación de las vigas:

Límite de plastificación de las vigas ASCE 41-13

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

Conditions	Modeling Parameters*			Acceptance Criteria*		
	Plastic Rotations Angle (radians)		Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle (radians)		
	a	b		Performance Level		
			IO	LS	CP	
Condition i. Beams controlled by flexure[†]						
Transverse reinforcement [‡]						
$\rho_{sup} - \rho_{inf}$	$\frac{V}{b \cdot d \cdot f'_c}$					
≤ 0.0	C	$\leq 3 (0.25)$	0.025	0.05	0.2	0.010 0.025 0.05
≤ 0.0	C	$\geq 6 (0.5)$	0.02	0.04	0.2	0.005 0.02 0.04
≥ 0.5	C	$\leq 3 (0.25)$	0.02	0.03	0.2	0.005 0.02 0.03
≥ 0.5	C	$\geq 6 (0.5)$	0.015	0.02	0.2	0.005 0.015 0.02
≤ 0.0	NC	$\leq 3 (0.25)$	0.02	0.03	0.2	0.005 0.02 0.03
≤ 0.0	NC	$\geq 6 (0.5)$	0.01	0.015	0.2	0.0015 0.01 0.015
≥ 0.5	NC	$\leq 3 (0.25)$	0.01	0.015	0.2	0.0015 0.01 0.015
≥ 0.5	NC	$\geq 6 (0.5)$	0.005	0.01	0.2	0.0015 0.005 0.01
Condition ii. Beams controlled by shear[†]						
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[†]						
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[†]						
			0.015	0.03	0.2	0.01 0.02 0.03

NOTE: f'_c in lb/in.² (MPa) units.
[†]Values between those listed in the table should be determined by linear interpolation.
[‡]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" 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 $\leq d/3$, 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.
^{††} V is the design shear force from NSP or NDP.



Modelo previamente diseñado

Diseño MBD

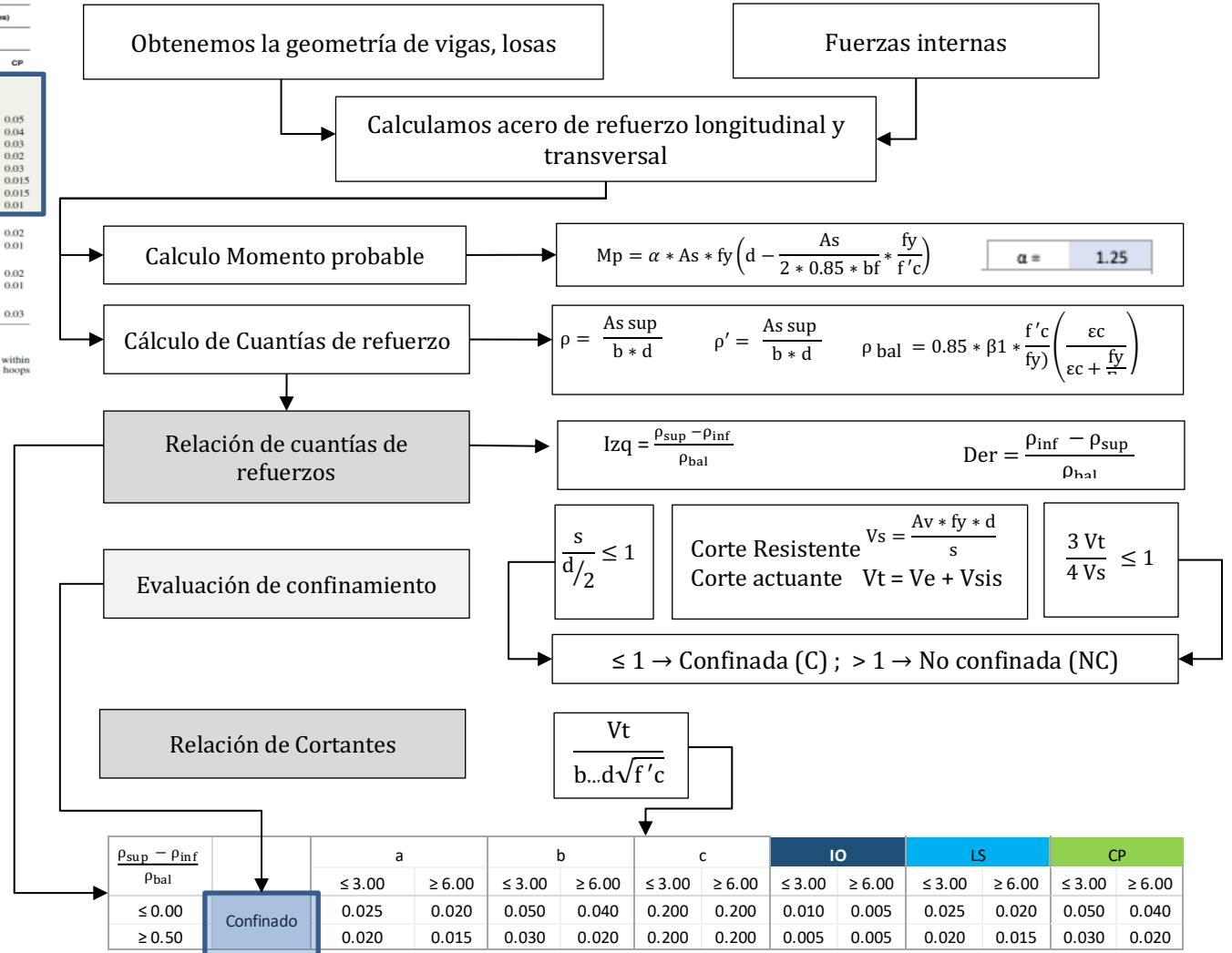


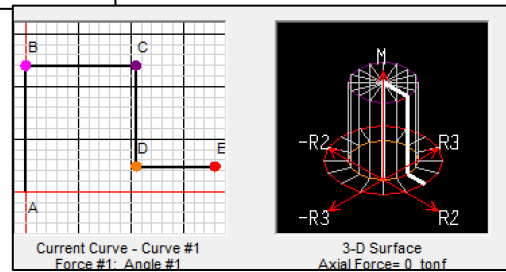
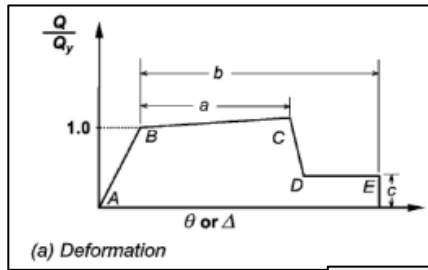
Diagrama Momento - Rotación de las columnas:

Límite de plastificación de las columnas ASCE 41-13

Table 10-8. Modeling Parameters and Numerical Acceptance Criteria for Nonlinear Procedures—Reinforced Concrete Columns

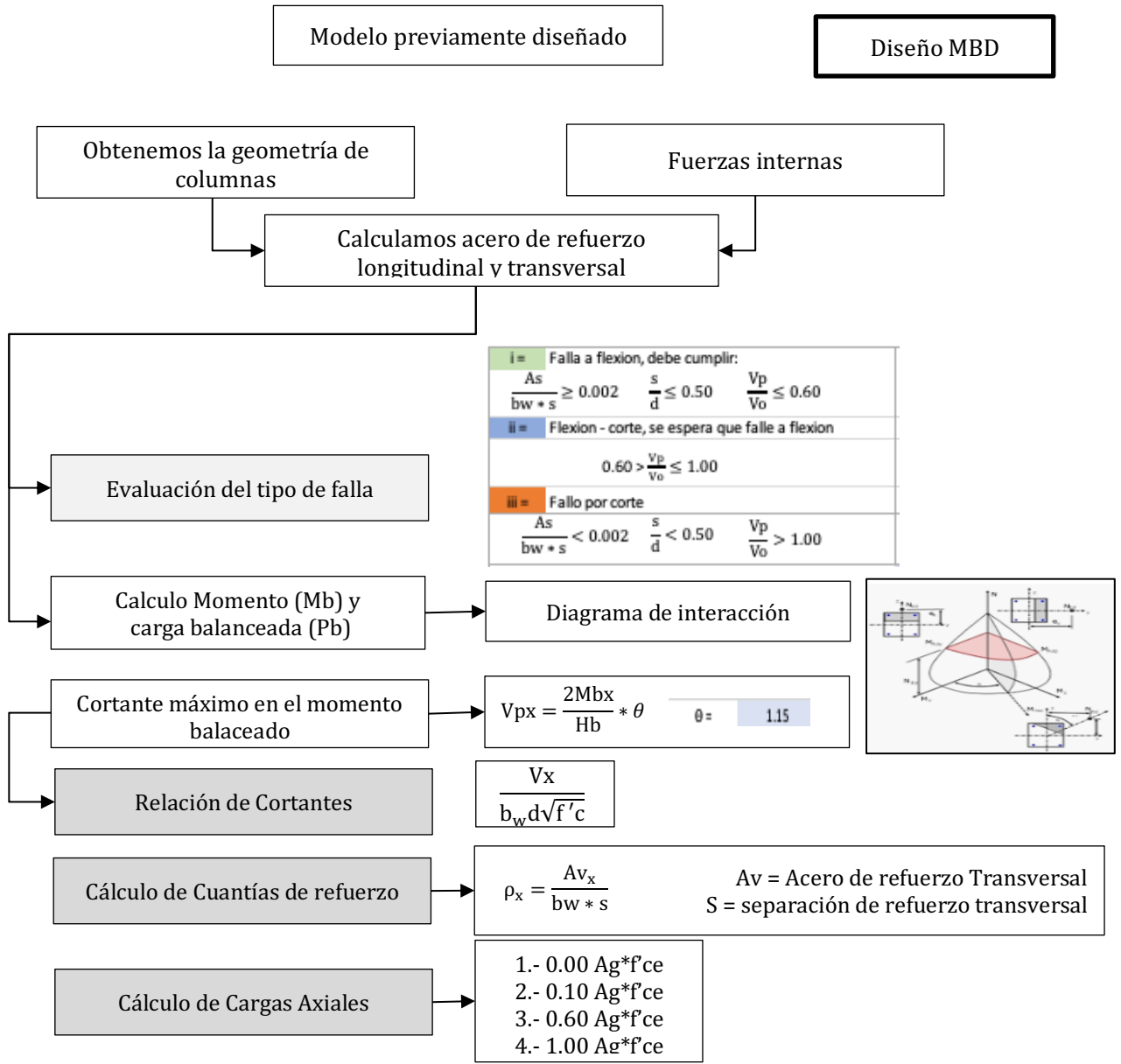
Conditions	Modeling Parameters*			Acceptance Criteria*		
	Plastic Rotations Angle (radians)	Residual Strength Ratio		Plastic Rotations Angle (radians)		
	a	b	c	Performance Level		
				IO	LS	CP
Condition i.^a						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≤ 0.1	≥ 0.006	0.035	0.060	0.2	0.005	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.010	0.010	0.0	0.003	0.009
≤ 0.1	≤ 0.002	0.027	0.034	0.2	0.005	0.027
≥ 0.6	≤ 0.002	0.005	0.005	0.0	0.002	0.004
Condition ii.^b						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$	$\frac{V}{b_w d}$	$\frac{V}{b_w d} \frac{f'_c}{f_y}$			
≤ 0.1	≥ 0.006	$\leq 3 (0.25)$	$\leq 3 (0.25)$	0.032	0.060	0.2
≥ 0.6	≥ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	$\geq 6 (0.5)$	0.025	0.060	0.2
≤ 0.1	≤ 0.006	$\leq 3 (0.25)$	$\leq 3 (0.25)$	0.010	0.010	0.0
≥ 0.6	≤ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	$\geq 6 (0.5)$	0.008	0.008	0.0
≤ 0.1	≤ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	$\leq 3 (0.25)$	0.012	0.012	0.2
≥ 0.1	≤ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	$\geq 6 (0.5)$	0.006	0.006	0.2
≤ 0.6	≤ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	$\leq 3 (0.25)$	0.004	0.004	0.0
≥ 0.6	≤ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	$\geq 6 (0.5)$	0.0	0.0	0.0
Condition iii.^a						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≤ 0.1	≥ 0.006	0.0	0.060	0.0	0.0	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.0	0.008	0.0	0.0	0.007
≤ 0.1	≤ 0.0005	0.0	0.006	0.0	0.0	0.005
≥ 0.6	≤ 0.0005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Condition iv. Columns controlled by inadequate development or splicing along the clear height^c						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≤ 0.1	≥ 0.006	0.0	0.060	0.4	0.0	0.045
≥ 0.6	≥ 0.006	0.0	0.008	0.4	0.0	0.007
≤ 0.1	≤ 0.0005	0.0	0.006	0.2	0.0	0.005
≥ 0.6	≤ 0.0005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NOTE: f'_c is in lb/in.² (MPa) units.
^aValues between those listed in the table should be determined by linear interpolation.
^bRefer to Section 10.4.2.2 for definition of conditions i, ii, and iii. Columns are considered to be controlled by inadequate development or splices where the calculated steel stress at the splice exceeds the steel stress specified by Eq. (10-2). Where more than one of conditions i, ii, iii, and iv occurs for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.
^cWhere $P > 0.7 A_g f'_c$, the plastic rotation angles should be taken as zero for all performance levels unless the column has transverse reinforcement consisting of hoops with 135-degree hooks spaced at $\leq d/8$ and the strength provided by the hoops (V_h) is at least 3/4 of the design shear. Axial load P should be based on the maximum expected axial loads caused by gravity and earthquake loads.
^d V is the design shear force from NSIP or NDFP.



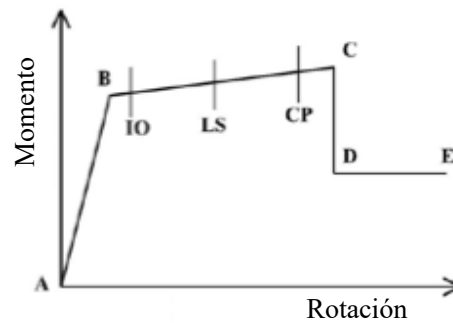
Modelo previamente diseñado

Diseño MBD



2.b.7. Cálculo del modelo no lineal de plasticidad concentrada.

Para el modelo de plasticidad concentrada de un marco resistente a momentos la no linealidad en el cálculo del diagrama Momento - Rotación se considera el material y la sección.



El análisis por desplazamiento dinámico no lineal se lo realiza similar al diseño por desplazamiento estático no lineal, la diferencia radica en la distribución de la carga en la configuración Modal de la estructura y el análisis modal se lo realiza con el registro de la zona más cercana convirtiéndolo en espectro de diseño y convirtiéndolo en espectro de desplazamiento.

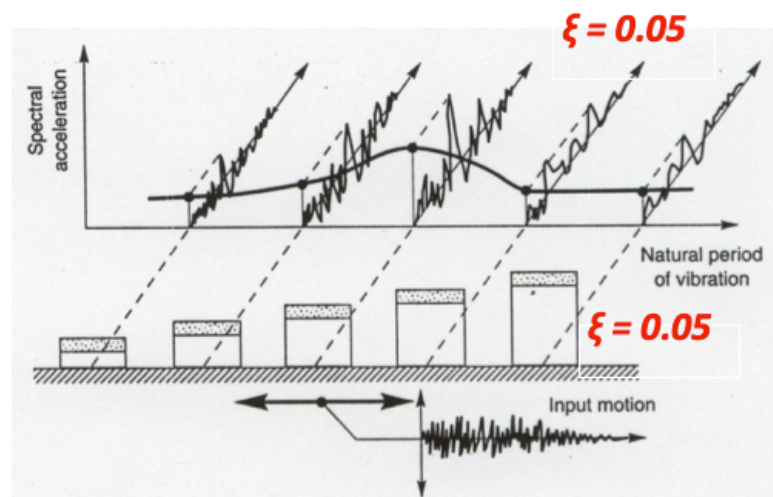


Figura 13. Gráfico de explicación de conversión de registro a espectro – Amador Terán

Para el análisis dinámico realizado con registros se utiliza el intervalo entre 0.2 y 1.5 del periodo de cada sentido para utilizar la zona de amplificación de cada espectro utilizando el método de Rayleigh,

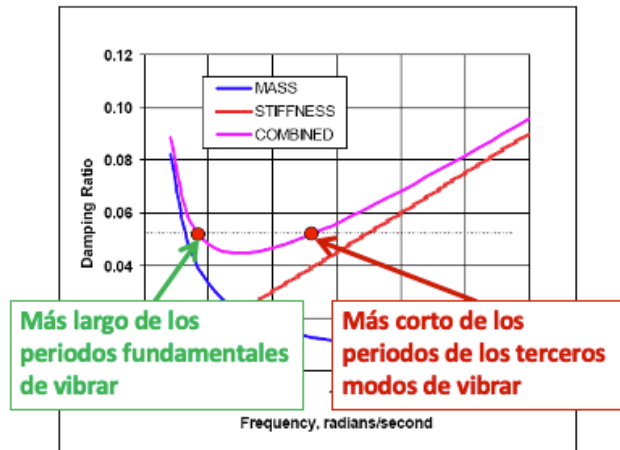


Figura 14. Gráfico de matriz de amortiguamiento de Rayleigh – Amador Teran

El resumen del análisis puede verse en el siguiente gráfico:

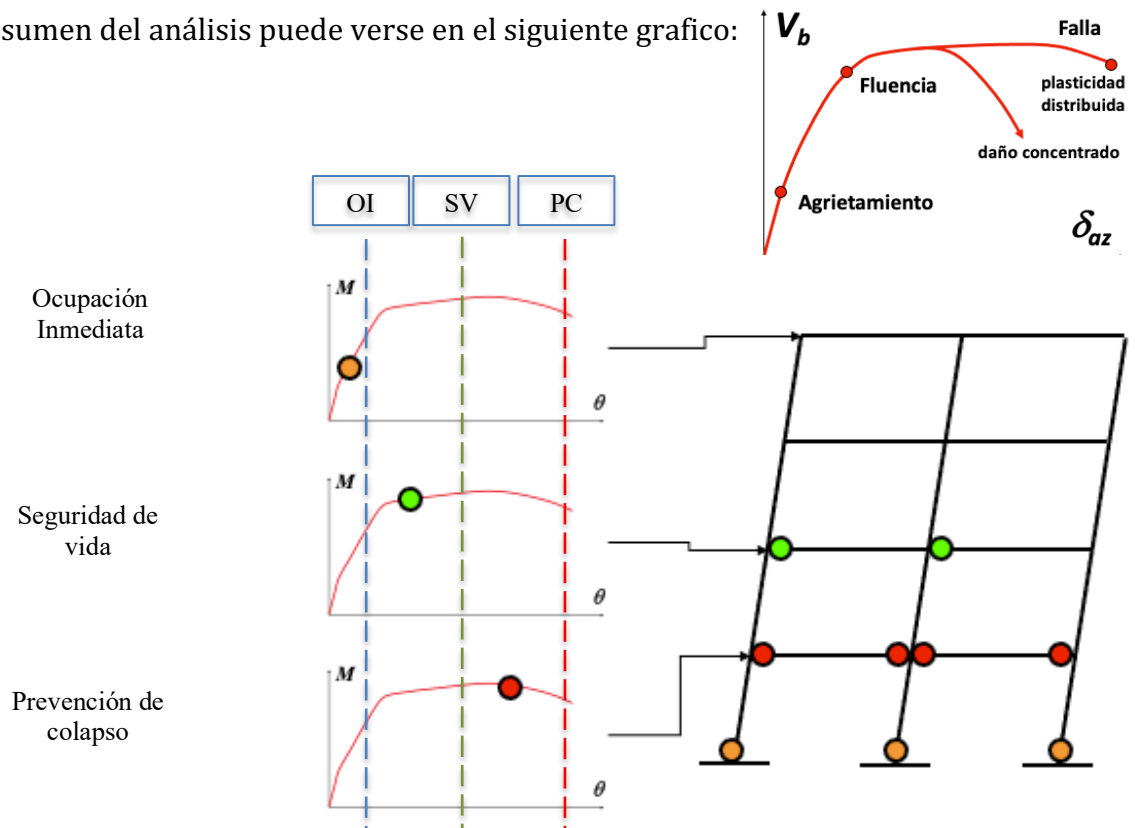


Figura 15. Gráfico del método de evaluación dinámica no lineal

2.b.8. Análisis estructural.

A diferencia del método de evaluación estático no lineal este método no convierte el sistema en un péndulo invertido de varias masas, diferente por cada piso.

Después de la distribución de carga en forma triangular considerando los modales espectrales predominantes de cada dirección horizontal (X y Y) se desplaza la estructura una fracción del desplazamiento objetivo de esta manera al obtener el momento de cada sección viga y columna se obtiene la rotación del diagrama Momento Rotación obtenida de la normativa ASCE 41-13.

Al deformar la estructura hasta la deformación objetivo obtendremos el límite del Momento y la Rotación, en este punto se obtiene el desempeño de la estructura según la peor condición (OI), (SV) o (PC) de las secciones vigas o columnas.

Cada análisis se lo realiza con los registros sísmicos, este análisis suele ser más largo que el método de evaluación estático no lineal.

Al igual que el método de diseño basado en fuerzas tiempo historia, el análisis se realizará utilizando las 2 componentes horizontales de registros de acelerogramas apropiadamente seleccionados y escalados a partir de los registros de al menos 3 pares de eventos sísmicos, estos acelerogramas deben poseer las características de magnitud, distancia a la falla, mecanismos de falla y efectos del suelo, consistentes con aquellos parámetros que controlen el sismo de diseño.

Si se realizan los análisis para los 3 pares de registros, se tomarán para el diseño la respuesta máxima de los parámetros de interés, si se realizan 7 o más, se utilizará para el diseño el valor promedio de los parámetros de respuesta de interés.

Los acelerogramas deben estar escalados de tal forma que el valor promedio de los espectros provenientes de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los registros no se encuentre por debajo del espectro de aceleraciones amortiguada al 5% del sismo de diseño para periodos entre 0.2 T y 1.5 T (T = periodo fundamental de vibrar en la dirección de interés).

Para el análisis se debe considerar el número de registro igual al análisis por fuerza dinámico lineal tiempo - historia.

Los resultados de este análisis nos muestran el nivel de desempeño (igual que el análisis por desplazamiento estático no lineal), este análisis es el más aproximado a la realidad. También se puede verificar la deriva del edificio, la curva de capacidad.

Este análisis se puede obtener las curvas histeréticas de los elementos estructurales columnas y vigas, además de los elementos rigidizadores laterales.

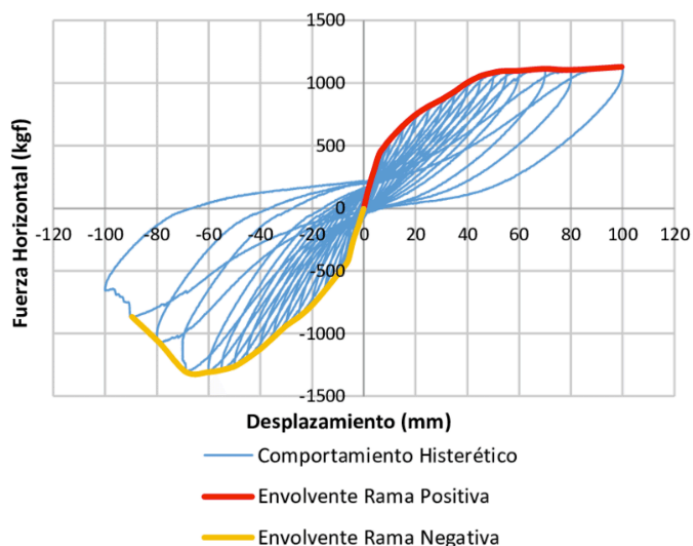


Figura 16. Gráfico curva histerética

ANÁLISIS DE DATOS

1. Característica de la Estructura:

La estructura a diseñar es de clasificación esencial y aporticada de hormigón armado. La estructura se encuentra en Quito Ecuador.

En esta tesis se realizará 2 diseños:

1. Método tradicional:

1.a. Método de diseño basado en fuerzas estático lineal (MBF)

1.b. Método de diseño basado en fuerzas dinámico lineal modal espectral (MME)

1.c. Método de diseño basado en fuerzas dinámico lineal tiempo historia (MME)

1.d. Método de evaluación basado en desplazamiento estático no lineal (MEBD-E)

2. Método innovador:

2.d. Método de diseño basado en desplazamiento (MBD)

2.e. Método de evaluación basado en desplazamiento estático no-lineal (pushover) (MEBD-E)

2.f. Método de evaluación basado en desplazamiento dinámico no-lineal (MEBD-D)

Con estos diseños comprobaremos que la estructura cumple con el nivel de desempeño objetivo.

La losa maciza considerada es de 18cm en todos los niveles.

2. Material Considerado para diseño:

Hormigón:

Resistencia a la compresión	$f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$
Módulo de Elasticidad del hormigón	$E_c = 209,549 \text{ Kg/cm}^2$ $E_c = 11,044\sqrt{f'c}$
Resistencia a la compresión esperado	$f'ce = 525 \text{ Kg/cm}^2$
Módulo de Elasticidad esperado	$E_c = 280,783 \text{ Kg/cm}^2$ $E_c = 15,009\sqrt{f'ce}$
Densidad del Hormigón armado	$wc = 2.10 \text{ T/m}^3$
Densidad del hormigón simple	$whs = 2.10 \text{ T/m}^3$
Módulo de Poisson	$\mu = 0.20$
Módulo de corte	87.31 T/cm^2

Acero de refuerzo:

Resistencia a la fluencia	$f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$
Resistencia a la compresión esperado	$f'ce = 5,250 \text{ Kg/cm}^2$
Módulo de Elasticidad del acero	$E_c = 2.10 \cdot 10^6 \text{ Kg/cm}^2$

3. Cargas aplicadas

SOBRE CARGA MUERTA APLICADA

Piso	Tipo	Paredes Kg/m ²	Vidrio Kg/m ²	Inst Elec Kg/m ²	Inst. Sani Kg/m ²	D Kg/m ²
6	Cubeirta accesible	150	50	25	25	250
5	Piso Escencial	150	50	25	25	250
4	Piso Escencial	150	50	25	25	250
3	Piso Escencial	150	50	25	25	250
2	Piso Escencial	150	50	25	25	250
1	Piso Escencial	150	50	25	25	250
PB	Plnta baja					

No se considera la carga de la estructura

CARGA VIVA APLICADA – NORMATIVA NEC

Piso	Tipo	Tipo	Ocupacion y uso	L Kg/m ²
6	Cubeirta accesible	Cubierta	Cubierta destinada a jardines o patio de reunion	500
5	Piso Escencial	Hospitales	Corredores en pisos superiores a la planta baja	500
4	Piso Escencial	Hospitales	Corredores en pisos superiores a la planta baja	500
3	Piso Escencial	Hospitales	Corredores en pisos superiores a la planta baja	500
2	Piso Escencial	Hospitales	Corredores en pisos superiores a la planta baja	500
1	Piso Escencial	Hospitales	Corredores en pisos superiores a la planta baja	500
PB	Plnta baja			

NIVELES DE AMENAZA SÍSMICA Y FILOSOFÍA SISMO RESISTENTE – NORMATIVA NEC

NIVELES DE AMENAZA SISMICA									Filosofia de diseño sismo resistente		
TIPO DE SISMO A SER CONSIDERADO	Niveles frecuencia	Relacion	Probabilidad		Periodo		Tasa anual exedencia	Nivel desempeño	Elementos		
			Ocurrenc	Exceden	de vida	retorno			Prevencion	Estructural	No Estructural
			Po	Pe 100% - Po	Tv años	Tr años					
1 SE Sismo de Serviciabilidad		0.09 DE	30%	70%	50	42	0.02381	Servicio	Ningun daño	Ningun daño	
2 SM Sismo (menor)	Frecuente	0.15 DE	50%	50%	50	72	0.01389	Daño	Ningun daño	Daños	
3 OM Sismo (Moderado)	Ocasional	0.47 DE	80%	20%	50	225	0.00444				
4 DE Sismo de Diseño	Raro	1.0 DE	90%	10%	50	475	0.00211	Colapso	Cierto grado daño	Daños considerabl	
5 MCE Sismo Maximo Posible	Muy raro Extremo	5.3 DE	98%	2%	51	2,500	0.00040				

NEC-15-4.3.2-Tabla 9 NEC-15-4.2.3-Tabla 8

Para este diseño por ser ocupación esencial se considera un nivel de desempeño de ocupación inmediata

3.1.- Carga Sísmica:

El diseño sísmico se lo realiza con la Normativa Ecuatoriana de la Construcción NEC-15-SE-DS-Peligro Sísmico.

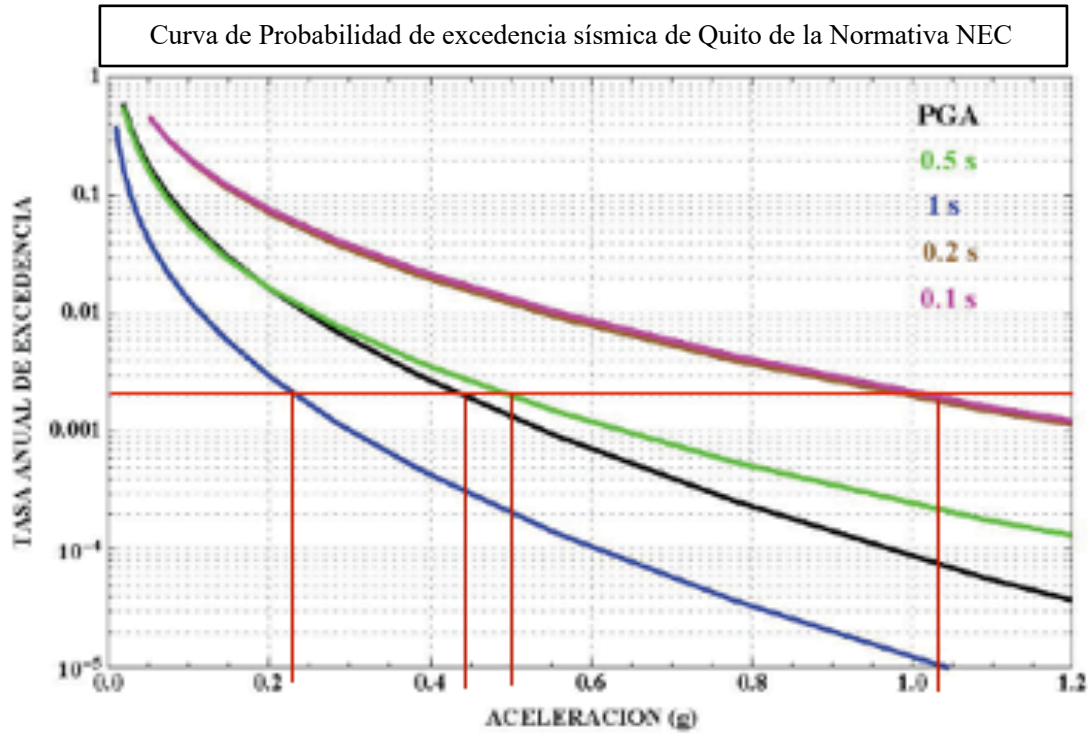
Para el diseño basado en Fuerzas y Desplazamientos se utilizó los siguientes niveles de amenaza sísmica y filosofía de diseño sísmo resistente:

NIVELES DE AMENAZA SISMICA									Filosofía de diseño sísmo resistente			
	TIPO DE SISMO A SER CONSIDERADO		Niveles frecuencia	Relación	Probabilidad		Periodo		Tasa anual exedencia	Nivel desempeño	Elementos	
					Ocurrenc	Exceden	de vida	retorno			Prevension	Estructural	No Estructural
					Po	Pe 100% - Po	Tv años	Tr años				
1	SE	Sismo de Serviciabilidad		0.09 DE	30%	70%	50	42	0.02381	Servicio	Ningun daño	Ningun daño
2	SM	Sismo (menor)	Frecuente	0.15 DE	50%	50%	50	72	0.01389	Daño	Ningun daño	Daños
3	OM	Sismo (Moderado)	Ocasional	0.47 DE	80%	20%	50	225	0.00444			
4	DE	Sismo de Diseño	Raro	1.0 DE	90%	10%	50	475	0.00211	Colapso	Cierto grado daño	Daños considerabl
5	MCE	Sismo Maximo Posible	Severo	5.3 DE	98%	2%	51	2,500	0.00040			
NEC-15-4.3.2-Tabla 9									NEC-15-4.2.3-Tabla 8			

El nivel de desempeño lo tomaremos de la tabla 8 “nivel de desempeño ASCE 13” como Operacional 1-A y de la tabla 6 “nivel de desempeño estructural ASCE 13” como **S-1 Ocupación inmediata**.

En este caso no se realizará la comprobación del nivel de desempeño no estructural.

Figura 17. La curva de probabilidad de excedencia y curva de peligro sísmico de Quito



Para la curva de Peligro Sísmico se considera:

- Una categoría de ismo de Diseño
- Probabilidad de ocurrencia del 90%
- Probabilidad de excedencia del 10%
- Periodo de vida de la estructura de 50 años
- Periodo de retorno de 475 años
- Una tasa anual de excedencia del 0.02111

QUITO	
Te =	0.0021
T	a
0.00 s	0.44 g
0.10 s	1.00 g
0.20 s	1.00 g
0.50 s	0.50 g
1.00 s	0.43 g
$\eta =$	2.273

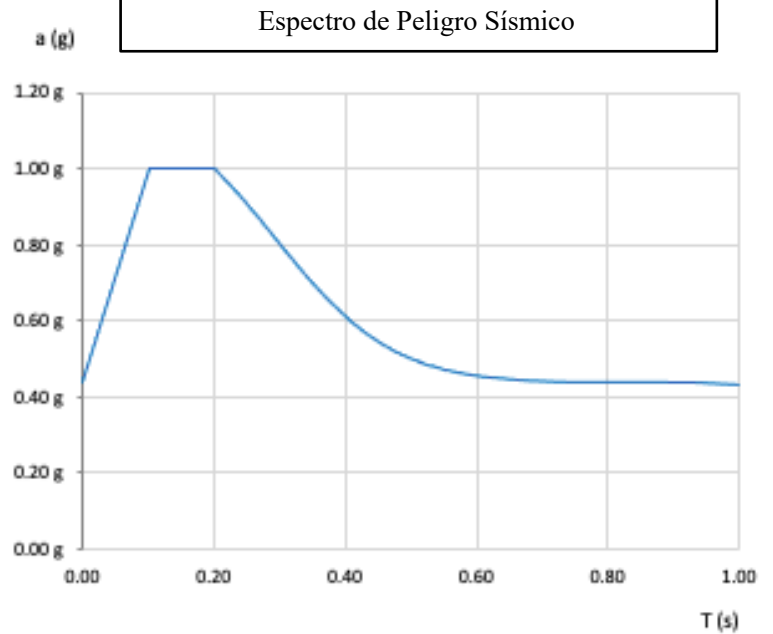


Figura 18. Valores y coeficientes para calcular el espectro de aceleración y desplazamiento Elástico e Inelástico de Quito de la normativa NEC.

Zona	Z =	V
		0.40 g
Importancia	I =	1.50
Tipo de Suelo	D	
	Fa =	1.20
	Fd =	1.19
	Fs =	1.28
	r =	1.00
Lugar	Sierra	
	η =	2.48

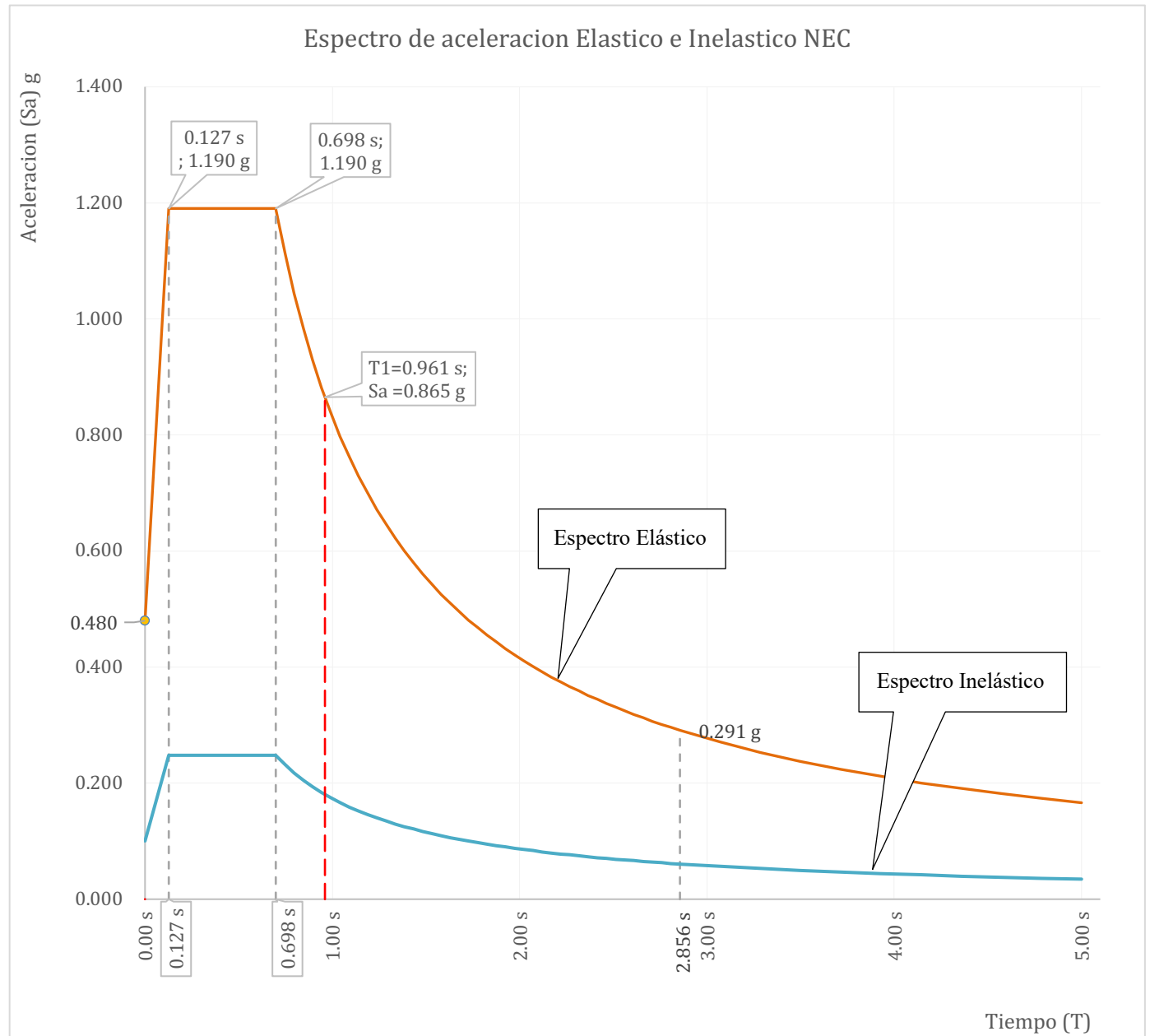
ELASTICO		INELASTICO
T [s]	Sa [g]	Sa [g]
0.000	0.480	0.100
0.127	1.190	0.248
0.698	1.190	0.248
0.747	1.112	0.232
0.796	1.044	0.217
0.845	0.983	0.205
0.894	0.929	0.194
0.943	0.881	0.184
0.992	0.837	0.174
1.041	0.798	0.166
1.090	0.762	0.159
1.140	0.729	0.152
1.189	0.699	0.146
1.238	0.672	0.140
1.287	0.646	0.135
1.336	0.622	0.130
1.385	0.600	0.125
1.434	0.580	0.121
1.483	0.560	0.117
1.532	0.543	0.113
1.581	0.526	0.110
1.630	0.510	0.106
1.679	0.495	0.103
1.728	0.481	0.100
1.777	0.468	0.097
1.826	0.455	0.095
1.875	0.443	0.092
1.924	0.432	0.090
1.973	0.421	0.088
2.022	0.411	0.086
2.071	0.401	0.084
2.120	0.392	0.082
2.169	0.383	0.080
2.218	0.375	0.078
2.267	0.367	0.076
2.317	0.359	0.075
2.366	0.351	0.073
2.415	0.344	0.072
2.464	0.337	0.070
2.513	0.331	0.069
2.562	0.324	0.068
2.611	0.318	0.066
2.660	0.312	0.065
2.709	0.307	0.064
2.758	0.301	0.063
2.807	0.296	0.062
2.856	0.291	0.061
3.070	0.271	0.056
3.285	0.253	0.053
3.499	0.237	0.049
3.714	0.224	0.047
3.928	0.212	0.044
4.142	0.201	0.042
4.357	0.191	0.040
4.571	0.182	0.038
4.786	0.174	0.036
5.000	0.166	0.035

Periodo de la estructura		
Altura	hn =	24.00 m
Metodo 1	$T_1 = C_t * (h_n)^\alpha$	0.961 s
Metodo 2	$T_2 = 1.30 T_1$	1.249 s

Limites de Periodo		
$T_0 = 0.10 F_s \left(\frac{F_d}{F_a}\right)$	To =	0.127 s
$T_c = 0.55 F_s \left(\frac{F_d}{F_a}\right)$	Tc =	0.698 s
$T_L = 2.4 * F_d$	TL =	2.856 s

Estructura				
No	Tipo	Ct	α	
1	Acero	SA	0.072	0.800
2		CA	0.073	0.750
3	Hormi	SM	0.055	0.900
4		CM	0.055	0.750

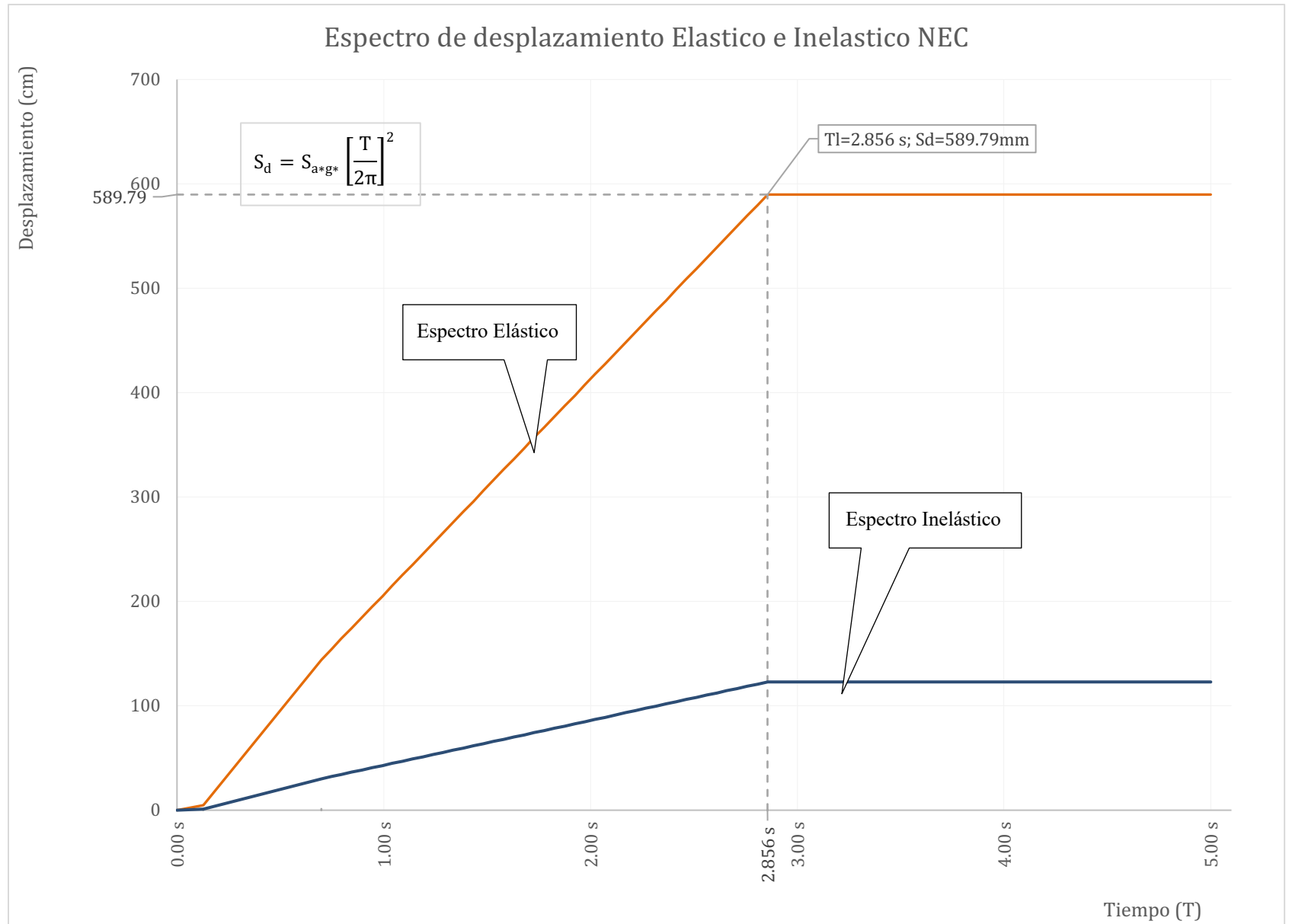
Factores de reduccion		
Factor de reduccion	R =	8
Configuracion planta	ϕ_p =	1
Configuracion Elevacion	ϕ_e =	0.9



Tiempo (T)

Figura 19. Espectro de desplazamiento Elástico e Inelástico de Quito de la Normativa NEC

ELASTICO		INELASTICO
T [s]	Sd [mm]	Sd [mm]
0.000	0.0	0.00
0.127	4.8	0.99
0.698	144.2	30.04
0.747	154.3	32.15
0.796	164.4	34.26
0.845	174.6	36.37
0.894	184.7	38.48
0.943	194.8	40.59
0.992	204.9	42.70
1.041	215.1	44.81
1.090	225.2	46.92
1.140	235.3	49.03
1.189	245.4	51.14
1.238	255.6	53.25
1.287	265.7	55.36
1.336	275.8	57.46
1.385	286.0	59.57
1.434	296.1	61.68
1.483	306.2	63.79
1.532	316.3	65.90
1.581	326.5	68.01
1.630	336.6	70.12
1.679	346.7	72.23
1.728	356.9	74.34
1.777	367.0	76.45
1.826	377.1	78.56
1.875	387.2	80.67
1.924	397.4	82.78
1.973	407.5	84.89
2.022	417.6	87.00
2.071	427.7	89.11
2.120	437.9	91.22
2.169	448.0	93.33
2.218	458.1	95.44
2.267	468.3	97.55
2.317	478.4	99.66
2.366	488.5	101.77
2.415	498.6	103.88
2.464	508.8	105.99
2.513	518.9	108.10
2.562	529.0	110.21
2.611	539.2	112.32
2.660	549.3	114.43
2.709	559.4	116.54
2.758	569.5	118.65
2.807	579.7	120.76
2.856	589.8	122.87
3.070	589.8	122.87
3.285	589.8	122.87
3.499	589.8	122.87
3.714	589.8	122.87
3.928	589.8	122.87
4.142	589.8	122.87
4.357	589.8	122.87
4.571	589.8	122.87
4.786	589.8	122.87
5.000	589.8	122.87



3.2.- Carga de Viento:

Para este diseño no se considera la interacción del viento.

4. Diseños Estructurales:

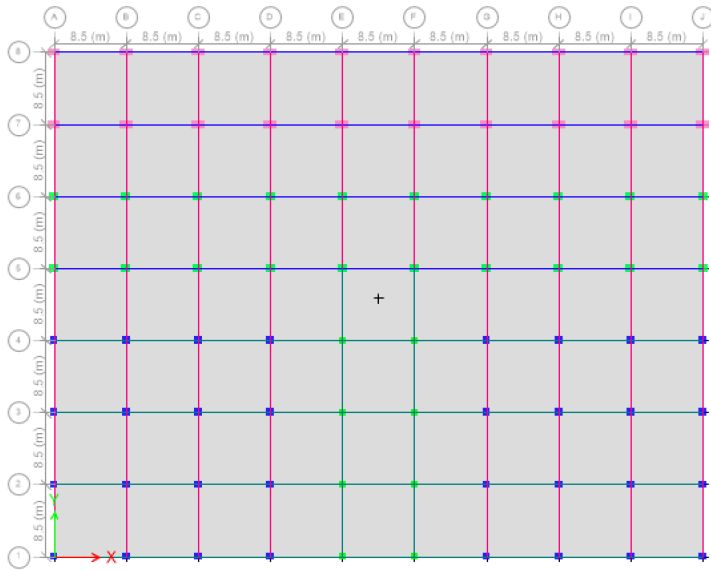
Geometría general: la geometría de la estructura esencial a diseñar para los dos diseños es la siguiente:

- La distancia entre ejes es de 8.50m en el sentido X y sentido Y,
- En el sentido X son 10 ejes que están nombrados en letras desde la A hasta la J, la longitud total en el sentido X es 76.50m
- En el sentido Y son 8 ejes que están nombrados en números desde el 1 hasta la 8, la longitud total en el sentido Y es 59.50m
- La altura de cada piso es constante de 4.00m, el número de pisos son 6, la altura total del edificio es de 24m.
- La geometría de las losas son las siguientes:
 - Pisos 1 y 2: la losa es completa en sentido X desde el eje A hasta J, en el sentido Y desde el eje 1 hasta 8.
 - Pisos 3 y 4: la losa completa (igual que los pisos 1 y 2) tiene una abertura en el sentido X desde en el eje D hasta el eje G y en el sentido Y desde el eje 1 hasta el eje 5.
 - Pisos 5 y 6: la losa en sentido X desde los ejes A hasta J, en el sentido Y desde los ejes 5 hasta 8.

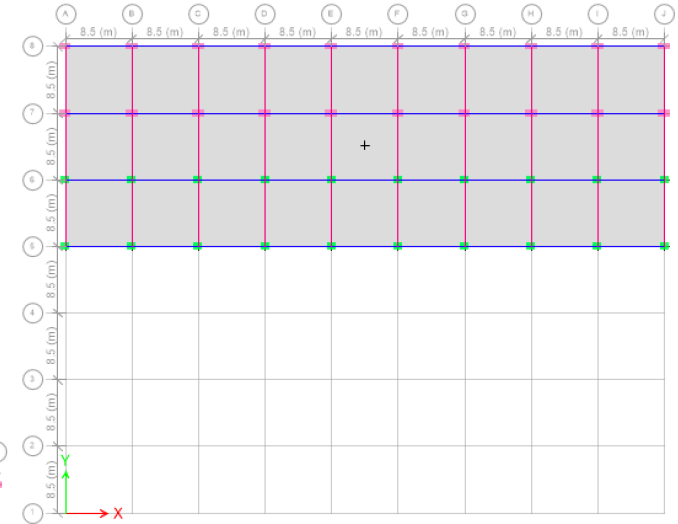
A continuación, se describe gráficamente la geometría del edificio:

Figura 20. Geometría del edificio

Piso 1 (Nv.4+000) y Piso 2 (Nv. 8+000)



Piso 5 (Nv.20+000) y Piso 6 (Nv.24+000)



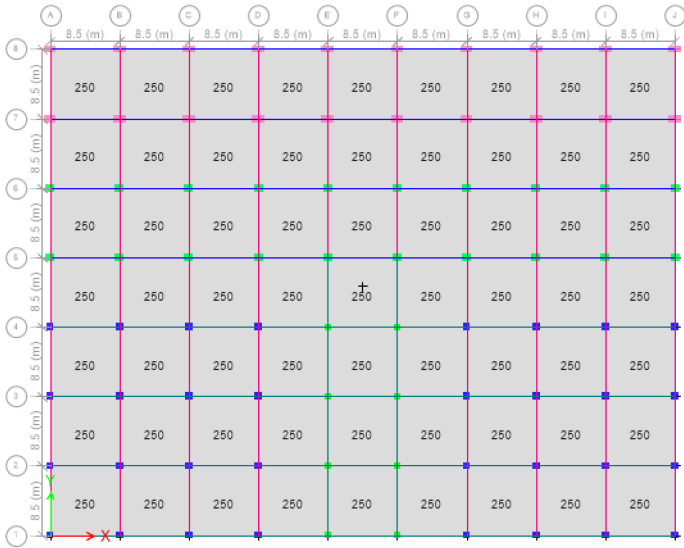
Piso 3 (Nv.12+000) y Piso 4 (Nv.16+000)



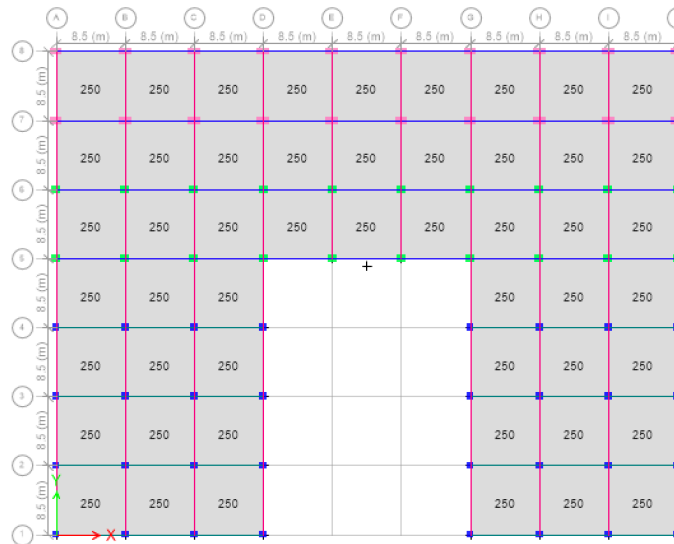
Cargas generales: Las cargas aplicadas para los dos diseños son:

Figura 21. Carga Muerta colocada en cada piso de la estructural:

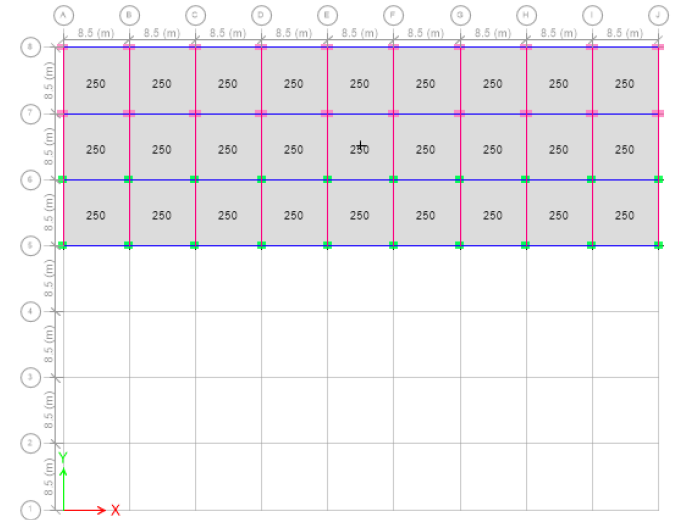
Piso 1 (Nv.4+000) y Piso 2 (Nv. 8+000)



Piso 3 (Nv.12+000) y Piso 4 (Nv.16+000)

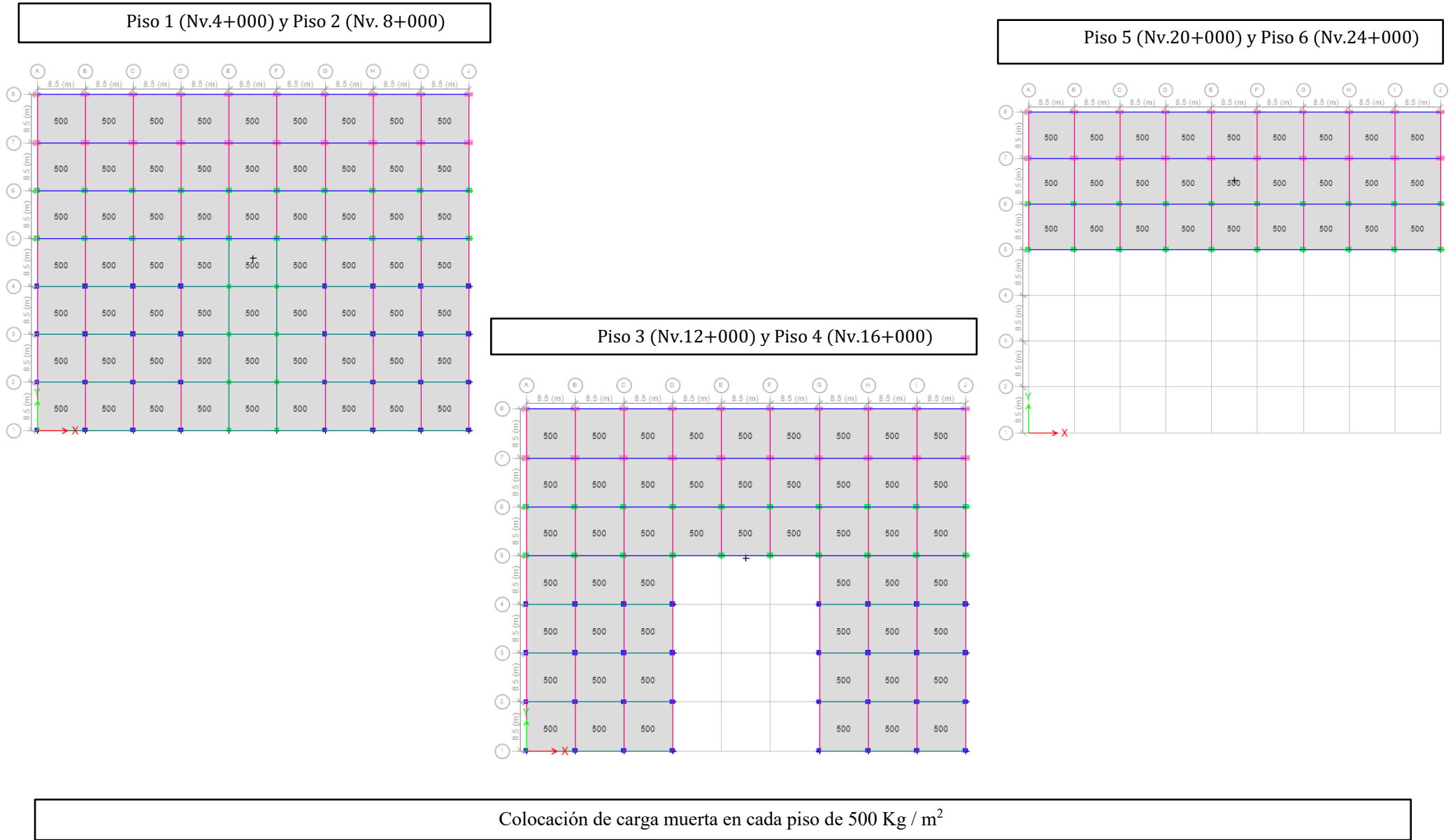


Piso 5 (Nv.20+000) y Piso 6 (Nv.24+000)



Colocación de carga muerta en cada piso de 250 Kg / m²

Figura 22.Carga Viva colocada en cada piso de la estructural:



- **Masas aplicadas:** para los dos diseños se considera el 100% de la Carga Muerta y el 25% de la Carga Viva.

Mass Source Data

Mass Source Name: MsSrc1

Mass Source

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
Dead	1
Live	0.25

Mass Options

- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

OK Cancel

4.1.- Diseño Tradicional:

Este método consiste en cumplir las exigencias de las normativas de los siguientes tipos de diseños:

- a. Diseño sísmico basado en Fuerzas Estático Lineal (MBF):
 1. Secciones mínimas y máximas de diseño.
 2. Deriva máxima de diseño.
- b. Diseño sísmico basado en Fuerzas Dinámico Lineal Modal Espectral (MME):
 1. Comprobaciones dinámicas de la Normativa.
 2. Deriva máxima de diseño.
- c. Diseño sísmico basado en Fuerzas Dinámico Lineal Tiempo Historia (MTH):
 1. Verificación de espectro de diseño.
 2. Deriva máxima de diseño.
- d. Evaluación por el método en desplazamiento estático no lineal – método Pushover (MEBD-E)
 1. Comprobación del nivel de desempeño para estructura esencial, nivel de desempeño estructural ocupación inmediata.

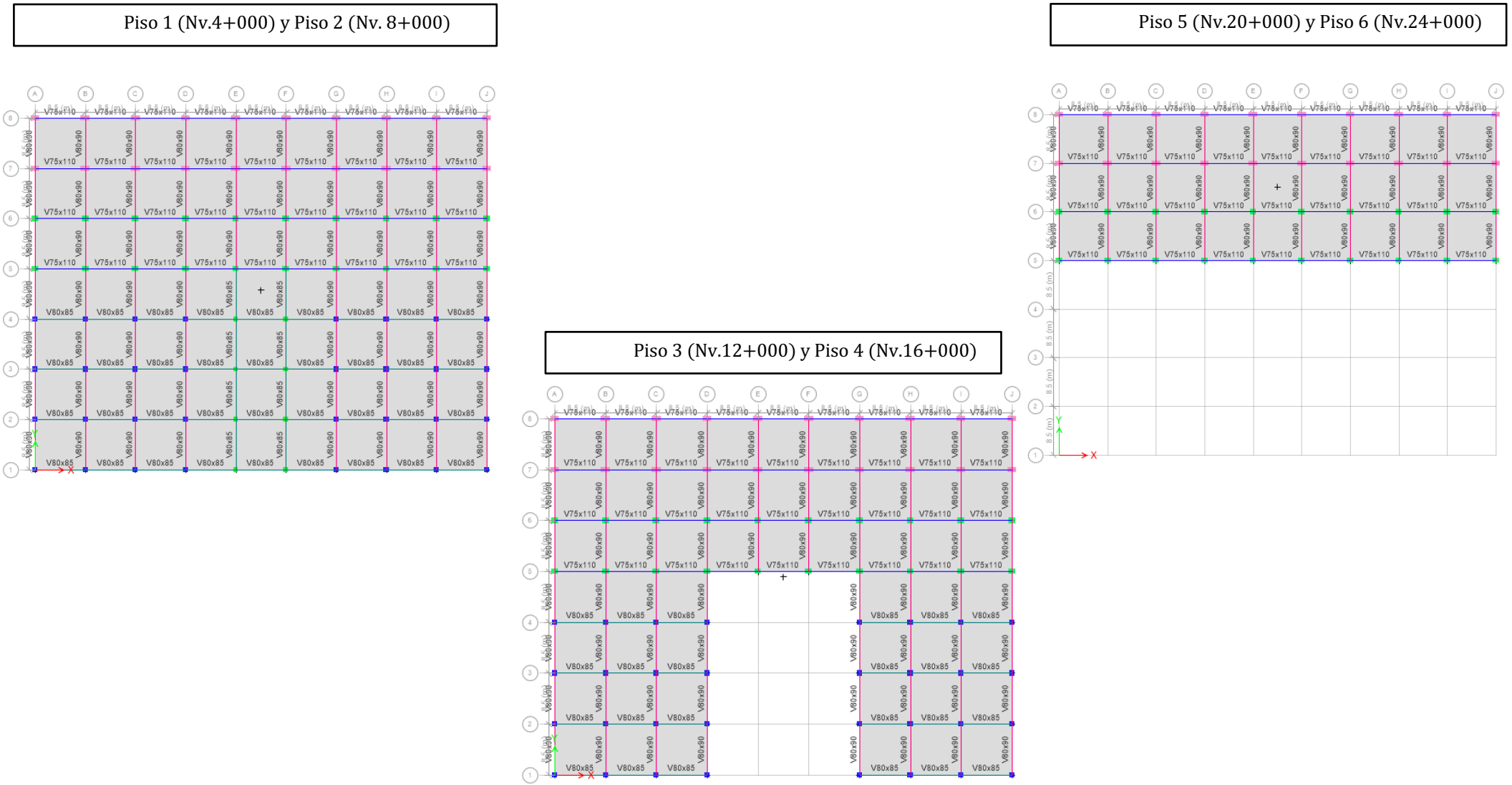
Para este tipo de diseño se tienen las siguientes secciones de vigas y columnas:

Tabla 4. Cuadro de secciones geométricas diseño tradicional

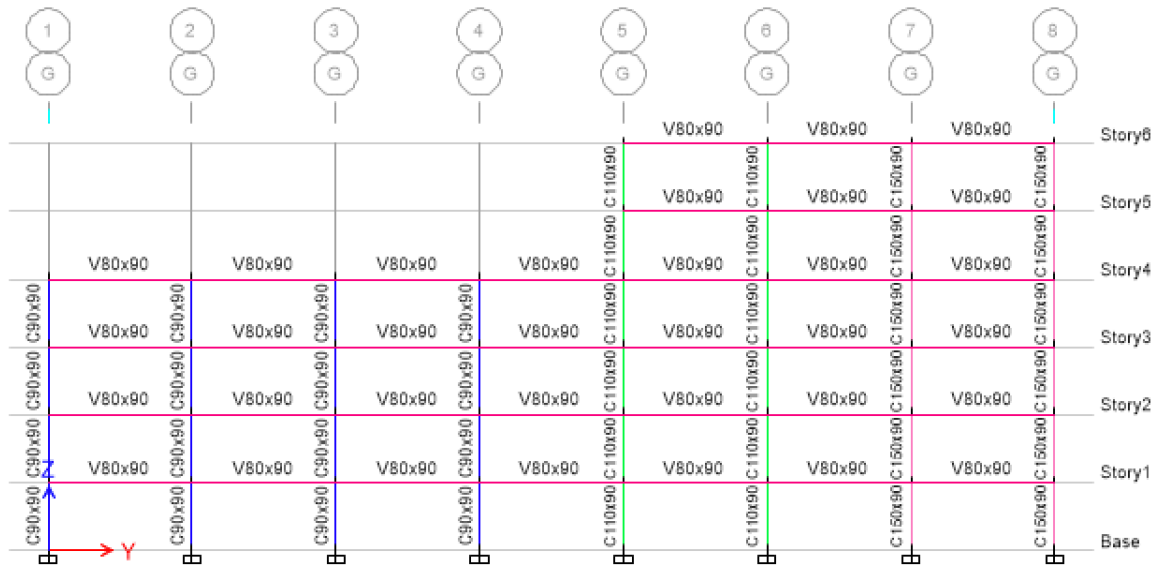
PISO	Nivel [m]	VIGAS		COLUMNAS	
		Horizontal Ejes 1 al 8	Vertical Ejes A al J	min	max
6	Nv.+24.00	75x110cm	80x90cm		110x90cm 150x90cm
5	Nv.+20.00	75x110cm	80x90cm		110x90cm 150x90cm
4	Nv.+16.00	75x110cm 80x85cm	80x90cm	90x90cm	110x90cm 150x90cm
3	Nv.+12.00	75x110cm 80x85cm	80x90cm	90x90cm	110x90cm 150x90cm
2	Nv.+8.00	75x110cm 80x85cm	80x90cm	80x80cm 90x90cm	110x90cm 150x90cm
1	Nv.+4.00	75x110cm 80x85cm	80x90cm	80x80cm 90x90cm	110x90cm 150x90cm
PB	Nv.+0.00				

A continuación, se colocan cada sección colocada en cada piso:

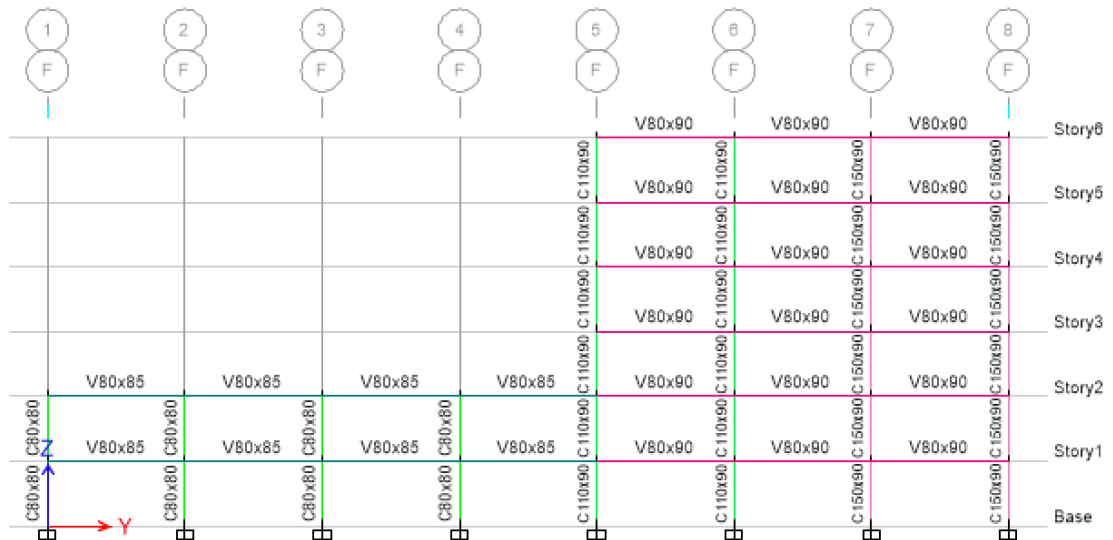
Figura 23. Geometría de las secciones para un diseño tradicional



Geometría diseño tradicional Ejes A, B, C, D, G, H, I y J



Geometría diseño tradicional Ejes E, F



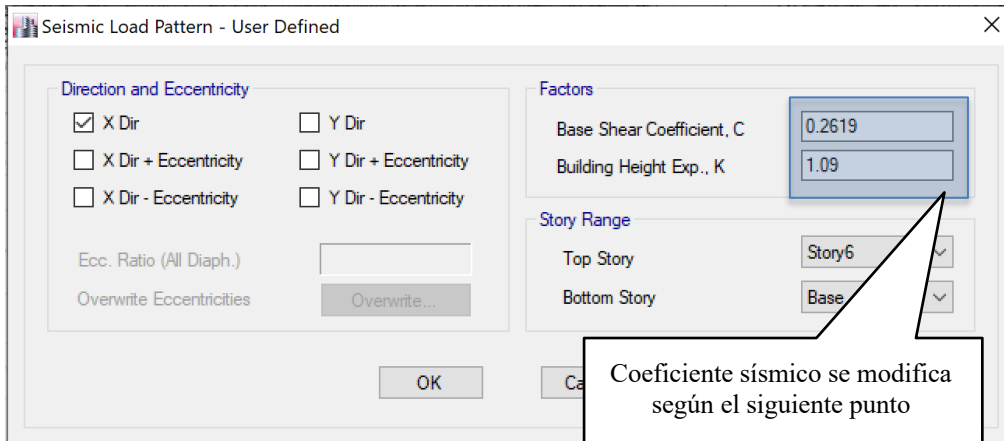
a. **Diseño sísmico basado en Fuerzas Estático Lineal (MBF):**

Del análisis estructural (MBF) se verifica lo siguiente:

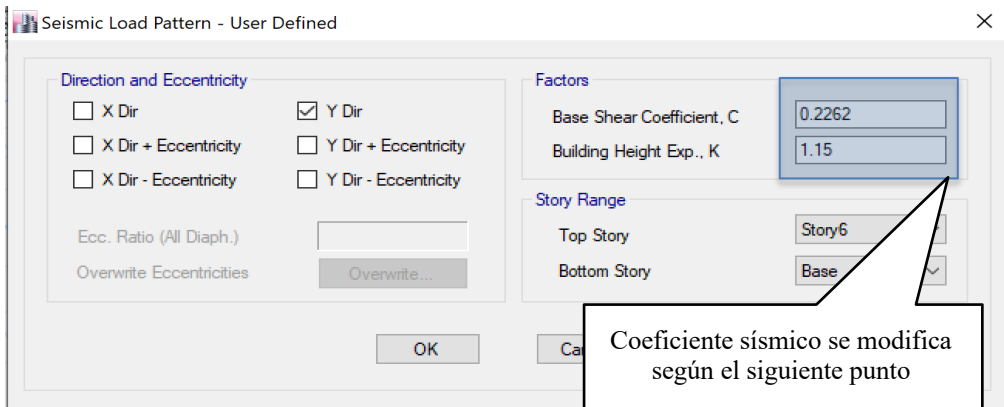
a.1.- **Coefficiente sísmico (MBF):**

Figura 24. Load Patterns: Coeficiente Sismo estático en Sentido X y Sentido Y (MBF)

Load Patterns Snetido X (MBF)



Load Patterns Snetido Y (MBF)



a.2.- Carga sísmica aplicada:

Se verifica el cortante basal aplicado en el programa ETABS:

a.2.1.- Coeficiente y Cortante basal inicial:

$$V = \frac{I \cdot S_a}{R \cdot \phi_p \cdot \phi_e} (W + 25\%L) \quad \text{Formula carga sísmica calculada}$$

$$W = 27,730.497 \text{ Ton} \quad \text{Carga Muerta}$$

$$L = 10,187.250 \text{ Ton} \quad \text{Carga Viva}$$

$$25\%L = 2,546.813 \text{ Ton} \quad \text{25\% Carga Viva}$$

$$W + 25\%L = 30,277 \text{ Ton}$$

$$\text{Para el periodo calculado} \quad T_1 = C_t * (h_n)^\alpha = 0.961 \text{ s}$$

$$V = 0.18 (30,277 \text{ Ton}) \quad \text{Cortante Basal para } T_1$$

$$V = 5,457 \text{ Ton} \quad \text{Cortante Basal para } T_1$$

a.2.2.- Coeficiente y Cortante Basal modificado por periodos en cada sentido:

Después de este análisis se realizó la modificación del coeficiente basal con los periodos máximos de cada sentido:

$$T_x = 0.670 \text{ s} \quad \text{Periodo Modal 3 - sentido X}$$

$$T_y = 0.808 \text{ s} \quad \text{Periodo Modal 1 - sentido Y}$$

$$S_{a_x} = 1.190 \text{ s} \quad \text{Aceleración espectro sentido X}$$

$$S_{a_y} = 1.029 \text{ s} \quad \text{Aceleración espectro sentido Y}$$

$$V_x = \frac{1.19 \cdot I}{R \cdot \phi_p \cdot \phi_e} W = 0.248 W \quad \text{Coeficiente Basal sentido X}$$

$$V_y = \frac{1.029 \cdot I}{R \cdot \phi_p \cdot \phi_e} W = 0.2143 W \quad \text{Coeficiente Basal sentido Y}$$

$$K_x = 1.09 \quad \text{Coeficiente K en el sentido X}$$

$$K_y = 1.15 \quad \text{Coeficiente K en el sentido Y}$$

a.2.3.- Coeficiente y Cortante Basal modificado por carga muerta y viva

$$V_x = 7,509 \text{ Ton} \quad \text{Cortante Basal calculado X}$$

$$V_y = 6,488 \text{ Ton} \quad \text{Cortante Basal calculado Y}$$

$$V_{X_{ETABS}} = 7,111 \text{ Ton} \quad \text{Cortante Basal ETABS X}$$

$$V_{Y_{ETABS}} = 6,488 \text{ Ton} \quad \text{Cortante Basal ETABS Y}$$

Cálculo del nuevo coeficiente basal

$$V_x = \frac{7,509}{7,111} 0.248 \quad \text{Nuevo Cortante Basal X}$$

$$V_y = \frac{6,488}{6,145} 0.2143 \quad \text{Nuevo Cortante Basal Y}$$

Tabla 5. Tabla ETABS uso de coeficiente sísmico (MBF)

Load Pattern	Type	Direction	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used tonf	Base Shear tonf
Sx	Seismic	X	Story6	Base	0.2619	1.09	28673.8311	7509.6764
Sy	Seismic	Y	Story6	Base	0.2262	1.15	28673.8311	6486.0206

a.3.- Masas Modales: Se verifica las masas modales resultantes

Tabla 6. Tabla ETABS masas modales (MBF)

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.808	0	0.7829	0	0	0.7829
Modal	2	0.694	0.0036	0	0	0.0036	0.7829
Modal	3	0.67	0.7914	0	0	0.7951	0.7829

Para las masas modales en el sentido X se pudo alcanzar al 78.3% y en el sentido Y se pudo alcanzar al 79.1%.

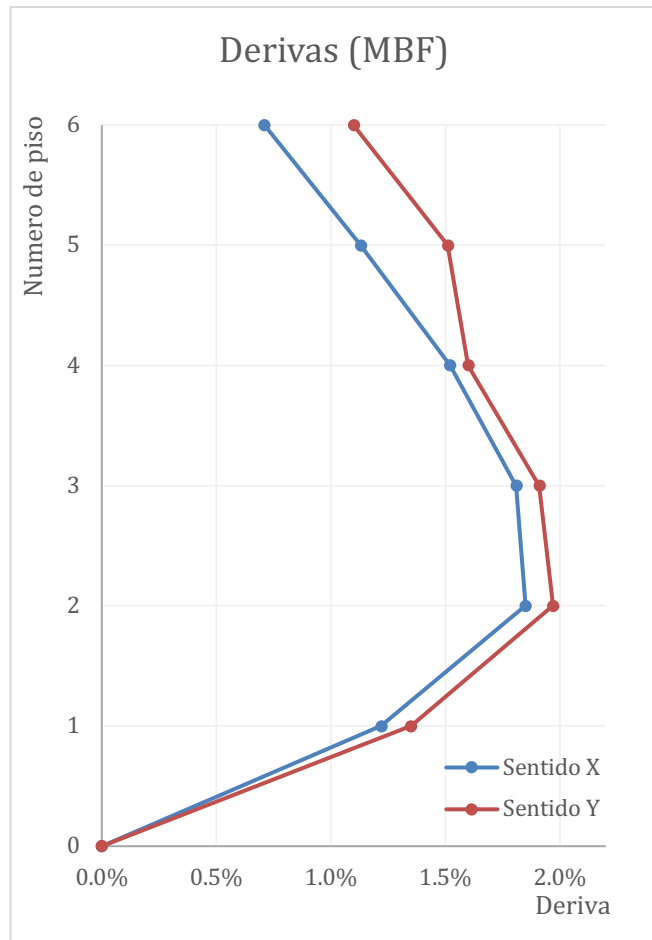
a.4.- Desplazamiento y Derivas: Se verifica que la estructura tenga una deriva máxima del 2%.

Para el siguiente grafico se considera la combinación de carga:

$Dex = 0.75 \cdot R = 0.75 \cdot 8 = 6$ Conversión de inelástico a elástico

$Dey = 0.75 \cdot R = 0.75 \cdot 8 = 6$ Conversión de inelástico a elástico

Figura 25. Desplazamiento y Deriva sentido X – Y (MBF)

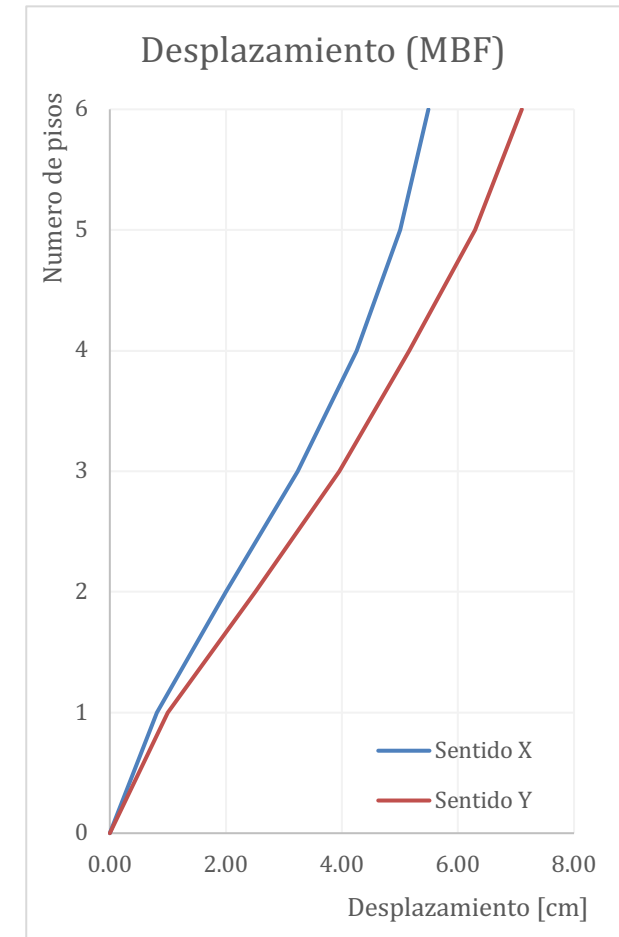


PISO	Deriva	
	Sentido X	Sentido Y
6	0.71%	1.10%
5	1.13%	1.51%
4	1.52%	1.60%
3	1.81%	1.91%
2	1.85%	1.97%
1	1.22%	1.35%
0	0.00%	0.00%

PISO	Desplazamiento [cm]	
	Sentido X	Sentido Y
6	5.49	7.10
5	5.00	6.30
4	4.25	5.16
3	3.24	3.95
2	2.00	2.51
1	0.81	1.00
0	0.00	0.00

Sentido X: Desplazamiento 5.49cm
Sentido Y: Desplazamiento 7.10cm

Sentido X: Deriva 1.85% < 2.00%
Sentido Y: Deriva 1.97% < 2.00%
 La estructura cumple



b. Diseño sísmico basado en Fuerzas Dinámico Lineal Modal Espectral (MME):

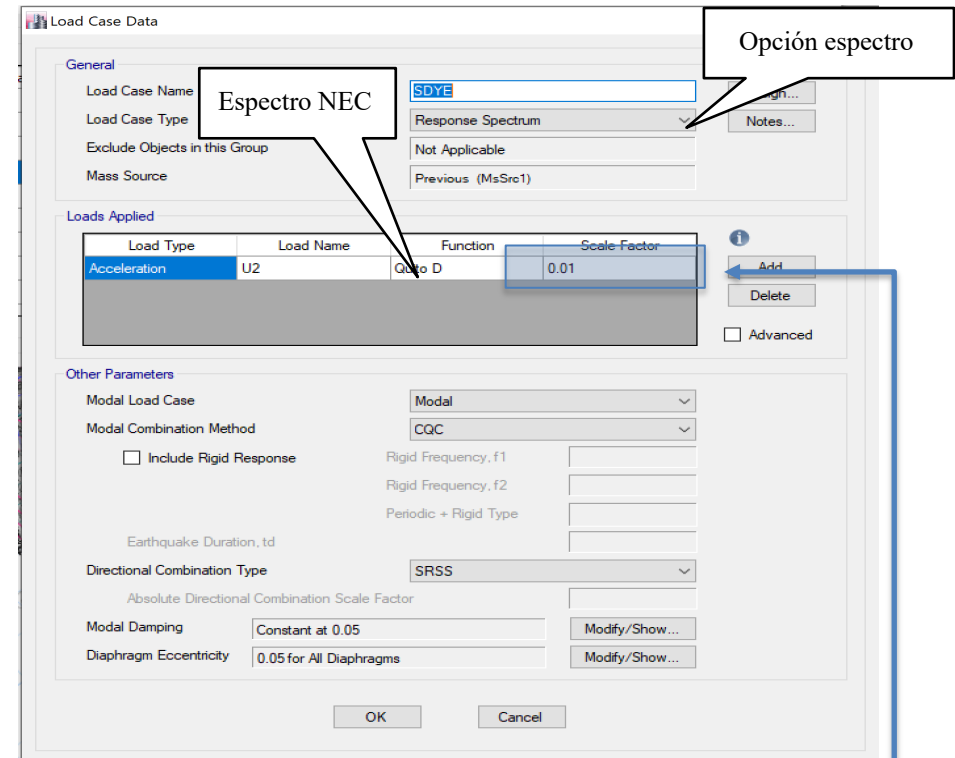
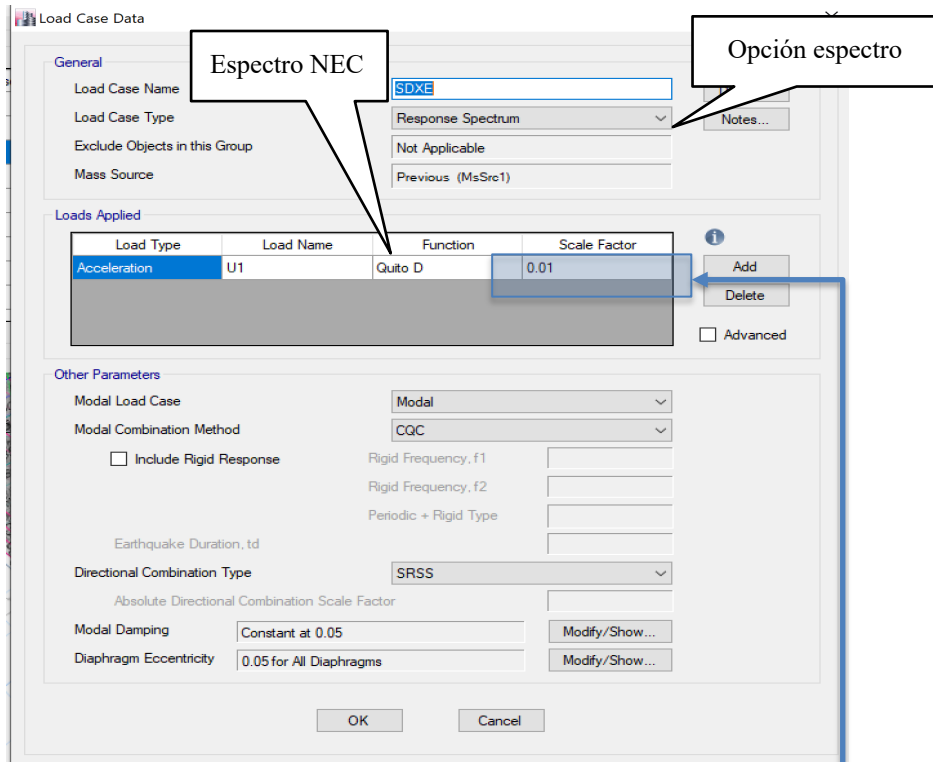
Del análisis estructural (MME) se verifica lo siguiente:

b.1.- Colocación de datos principales en el programa ETABS:

Figura 26. Coeficiente sísmico (MME):

Load Case: Coeficiente Sismo dinámico en X (MME)

Load Case: Coeficiente Sismo dinámico en Y (MME)



Los datos del espectro están en centímetro y el programa ETABS está en metros

Los datos del espectro están en centímetro y el programa ETABS está en metros

b.2.- Carga sísmica aplicada: se verifica el cortante basal dinámico aplicado en el programa ETABS:

b.2.1.- Verificación del cortante basal dinámico:

El cortante basal dinámico debe ser mínimo el 80% (estructura regular) o 85% (estructura irregular) del cortante basal estático, para este caso se considera el 85% por ser una estructura irregular.

$V_{Dmin} = 85\% * V$	Cortante basal dinámico
$V_{DXmin} = 85\% * 7,509 = 6,382 \text{ Ton}$	Cortante basal dinámico en X
$V_{DYmin} = 85\% * 6,488 = 5,514 \text{ Ton}$	Cortante basal dinámico en X

Para el análisis se considera las siguientes combinaciones de carga:

Combinación de estado elástico a inelástico

$Sdx = \frac{I}{R * \phi_p * \phi_e} = 0.208$	Coficiente inelástico
$Sdy = \frac{I}{R * \phi_p * \phi_e} = 0.208$	Coficiente inelástico

Cortante basal dinámico con las combinaciones Sdx y Sdy

$VDx = 5,716 \text{ Ton}$	Cortante dinámico en X
$VDy = 4,918 \text{ Ton}$	Cortante dinámico en Y

Verificación del cortante basal dinámico con el estático:

$VDx \text{ vs } Vex \Rightarrow 5,716 \text{ Ton} < 6,383 \text{ Ton}$
$VDy \text{ vs } Vey \Rightarrow 4,918 \text{ Ton} < 5,514 \text{ Ton}$

Se debe modificar el coeficiente para que el cortante basal dinámico sea como mínimo el 85% del cortante basal estático.

$Sdx = \frac{6,382}{5,716} * 0.208 = 0.23261$
$Sdy = \frac{5,514}{4,918} * 0.208 = 0.23360$

Tabla 7. Tabla de carga dinámica del programa ETABS

Load Case/Combo	FX	FY
SdX Max	6383.3811	1.289E-06
SdX Min	-6383.3811	-1.289E-06
SdY Max	1.621E-06	5515.3995
SdY Min	-1.621E-06	-5515.3995

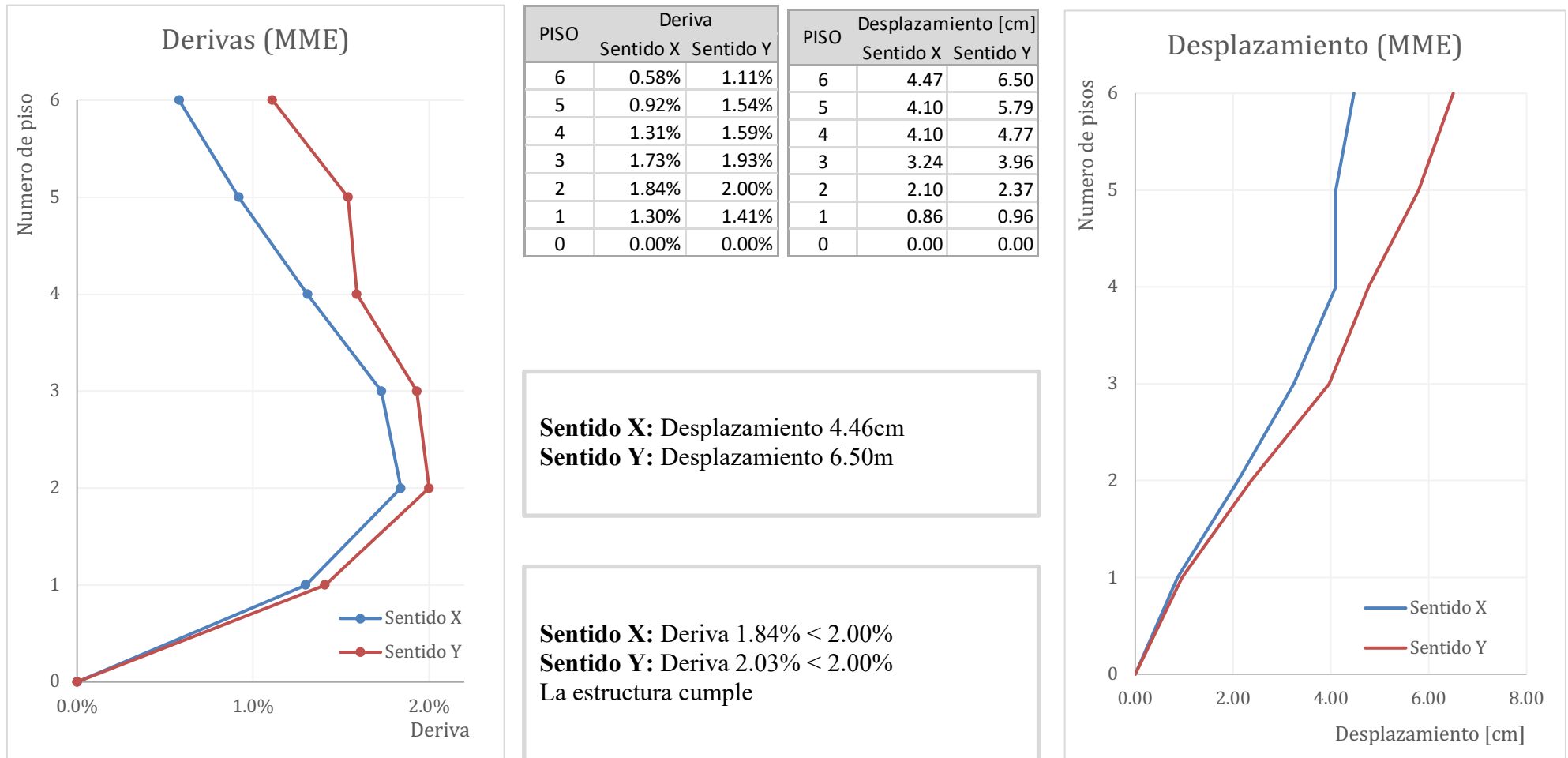
b.3.- Desplazamiento y Derivas: Se verifica que la estructura tenga una deriva máxima del 2%.

Para el siguiente grafico se considera la combinación de carga:

$D_{ex} = 0.75 \cdot R = 0.75 \cdot 8 = 6$ Conversión de inelástico a elástico

$D_{ey} = 0.75 \cdot R = 0.75 \cdot 8 = 6$ Conversión de inelástico a elástico

Figura 27. Desplazamiento y Deriva Sentido X – Y (MME)



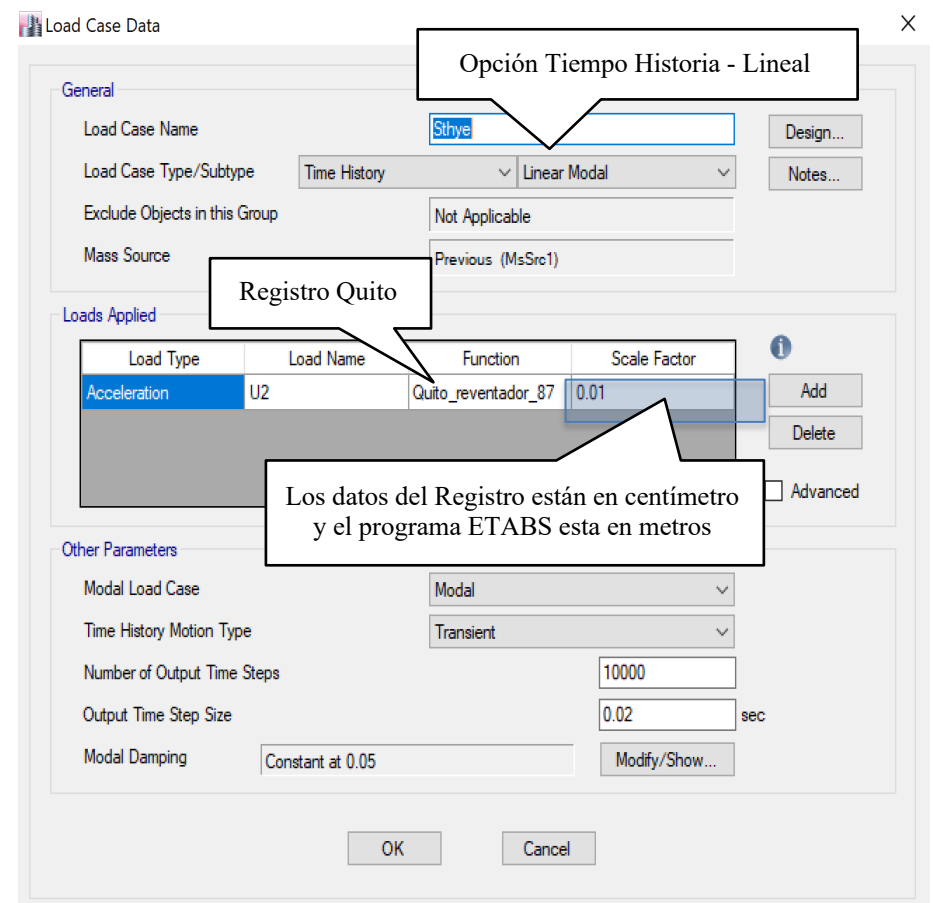
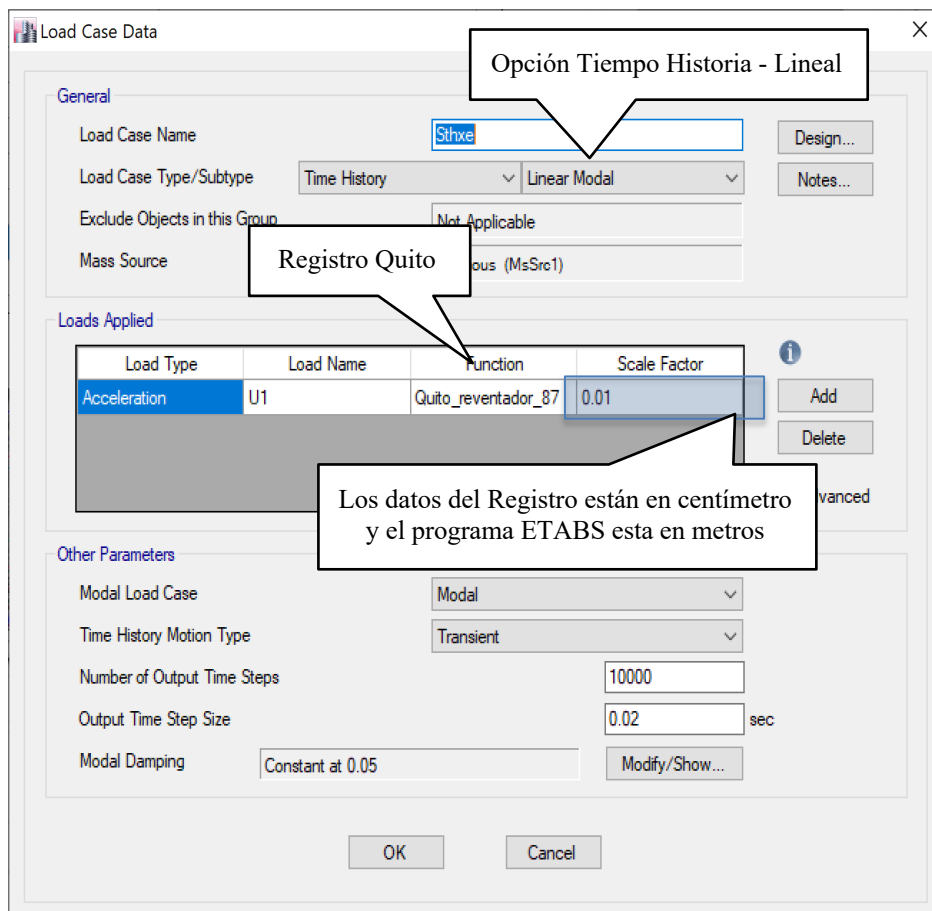
c. Diseño sísmico basado en Fuerzas Dinámico Lineal Tiempo Historia (MTH):

c.1.- Colocación de datos principales en el programa ETABS:

Figura 28. Análisis sísmico (MTH):

Load Case: Coeficiente Sismo dinámico en X (MTH)

Load Case: Coeficiente Sismo dinámico en Y (MTH)



c.2.- Derivas: Se verifica que la estructura tenga una deriva máxima del 2%.

Para el siguiente grafico se considera la combinación de carga:

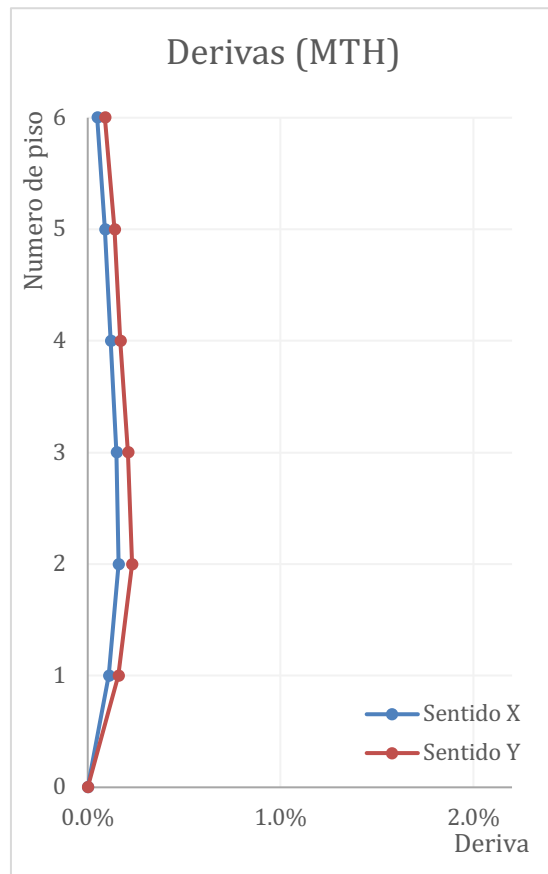
$$Dex = 0.75 * R = 0.75 * 8 = 6$$

Conversión de inelástico a elástico

$$Dey = 0.75 * R = 0.75 * 8 = 6$$

Conversión de inelástico a elástico

Figura 29. Deriva sentido X - Y (MTH)

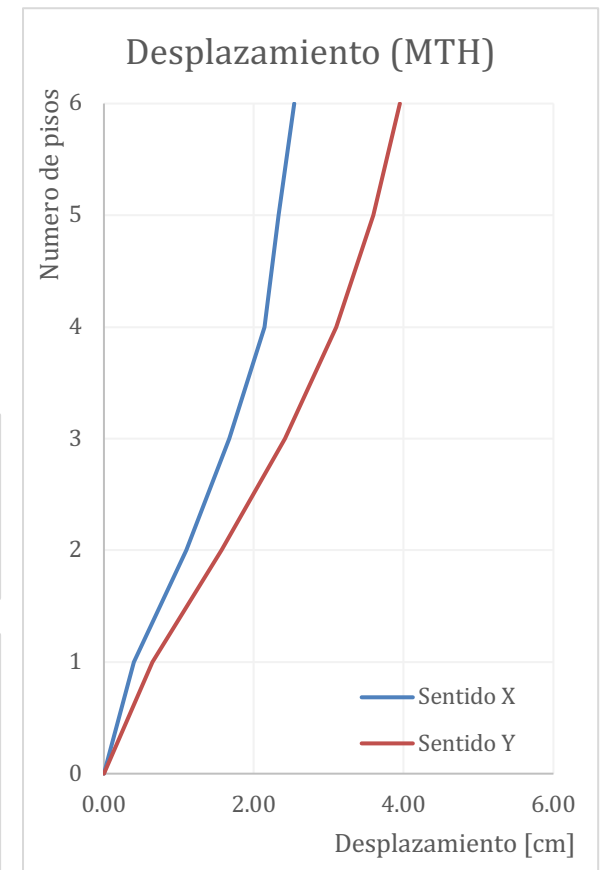


PISO	Deriva	
	Sentido X	Sentido Y
6	0.05%	0.09%
5	0.09%	0.14%
4	0.12%	0.17%
3	0.15%	0.21%
2	0.16%	0.23%
1	0.11%	0.16%
0	0.00%	0.00%

PISO	Desplazamiento [cm]	
	Sentido X	Sentido Y
6	2.54	3.95
5	2.33	3.60
4	2.14	3.10
3	1.67	2.42
2	1.10	1.57
1	0.40	0.65
0	0.00	0.00

Sentido X: Desplazamiento 2.54cm
Sentido Y: Desplazamiento 3.95cm

Sentido X: Deriva 0.157% < 2.00%
Sentido Y: Deriva 0.23% < 2.00%
 La estructura cumple



d. Método de evaluación basado en desplazamiento Estático No Lineal (MEBD-E):

d.1.- Desplazamiento objetivo de evaluación

ASCE 41-13: Calculo del desplazamiento objetivo

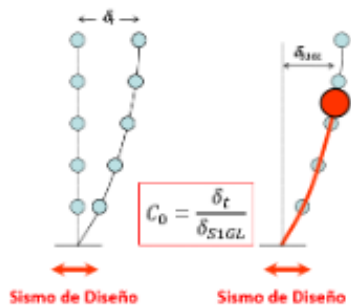
7.4.3.3 Determination of Forces, Displacements, and Deformations for NSP

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 S_a \left(\frac{T_e}{2\pi}\right)^2 g \quad (7-28)$$

C0 = ASCE 41-13 - Table 7-5

Pisos	Shear		Other
	Carga		
	Triangular	Uniforme	Cualquiera
1	1.00	1.00	1.00
2	1.20	1.15	1.20
3	1.20	1.20	1.30
5	1.30	1.20	1.40
10	1.30	1.20	1.50

Tipo de analisis: **Shear**
 Numero de pisos: 6
 Tipo de carga: **Uniforme**
 Valor Factor: C0 = 1.20



Peso de la estructura: W = 21,321.33 [Ton]
 Cortante basal: V = 3,953.68 [Ton]
 Relacion: $\frac{V}{W} = 0.185$
 $T_i = 0.646$ [s]
 $T_e = 0.646$ [s]
 Aceleracion de la gravedad: Sa = 1.190 g
 Sd = 12.34 [cm]

NP	Concreto			Steel			Other
	MF	Shear Wall	Pier-spandrel	MF	CBF	EBF	
1-2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3 +	0.90	0.80	0.80	0.90	0.90	0.90	1.00

Tipo de material: **Concreto**
 Tipo de configuracion: **MF**
 Valor masa efectiva: $C_w = 0.90$
 Ductilidad flexion: $\mu_{st} = \frac{S_a}{V_y/W} C_w = 5.778$
 Ductilidad: 5.00
 Tipo de suelo: **C**

Suelo	α
A o B	130
C	90
D, E o F	60

$\alpha = 90$

C1	$T_e \geq 1 \rightarrow C1 = 1$ $T_e < 1 \rightarrow C1 = 1 + \frac{\mu_{st} - 1}{(\alpha * T_e^2)}$	1.13
C2	$T_e > 0.70 \rightarrow C2 = 1$ $T_e < 0.70 \rightarrow C2 = 1 + \frac{1}{180} \left(\frac{\mu_{st} - 1}{T_e}\right)^2$	1.00

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 S_a \left(\frac{T_e}{2\pi}\right)^2 g = 16.70 \text{ [cm]}$$

Datos principales en el programa ETABS:

d.2.- Análisis sísmico (MEBD-E):

Figura 30. Load Case: Carga Estática No lineal (MEBD-E)

The figure displays six screenshots of the ETABS software interface, arranged in a 2x3 grid, illustrating the configuration of a Nonlinear Static Load Case (MEBD-E).

Top Row: Load Case Data

- Left Screenshot:** Shows the 'Load Case Data' window for 'NL_D+0.25L'. The 'Load Case Type' is set to 'Nonlinear Static'. A callout points to this dropdown with the text 'Carga No Lineal Estática'. The 'Initial Conditions' are set to 'Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State'. The 'Loads Applied' table shows 'Load Pattern' with 'Dead' (Scale Factor 1) and 'Live' (Scale Factor 0.25).
- Middle Screenshot:** Shows the 'Load Case Data' window for 'NL_S1'. The 'Load Case Type' is 'Nonlinear Static'. The 'Initial Conditions' are set to 'Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)'. The 'Nonlinear Case' is 'NL_D+0.25L'. The 'Loads Applied' table shows 'Mode' with '3' (Scale Factor 1). A callout points to this row with the text 'Modal 3 - Sentido X'.
- Right Screenshot:** Shows the 'Load Case Data' window for 'NL_S'. The 'Load Case Type' is 'Nonlinear Static'. The 'Initial Conditions' are set to 'Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)'. The 'Nonlinear Case' is 'NL_D+0.25L'. The 'Loads Applied' table shows 'Mode' with '1' (Scale Factor 1). A callout points to this row with the text 'Modal 1 - Sentido Y'.

Bottom Row: Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

- Left Screenshot:** Shows the 'Load Application Control' window for 'NL_D+0.25L'. The 'Load Application Control' is set to 'Full Load'. The 'Control Displacement' is 'Use Monitored Displacement'. The 'Monitored Displacement' is 'DOF/Joint U1 Story6 5'. A callout points to this dropdown with the text 'Punto en el centro de gravedad'.
- Middle Screenshot:** Shows the 'Load Application Control' window for 'NL_S1'. The 'Load Application Control' is 'Displacement Control'. The 'Control Displacement' is 'Use Monitored Displacement'. The 'Monitored Displacement' is 'DOF/Joint U1 Story6 5'. A callout points to the '0.26 m' value with the text 'Desplazamiento objetivo de la estructura'. Another callout points to the '5' dropdown with the text 'Punto en el centro de gravedad'.
- Right Screenshot:** Shows the 'Load Application Control' window for 'NL_S'. The 'Load Application Control' is 'Displacement Control'. The 'Control Displacement' is 'Use Monitored Displacement'. The 'Monitored Displacement' is 'DOF/Joint U2 Story6 5'. A callout points to the '0.26 m' value with the text 'Desplazamiento objetivo de la estructura'. Another callout points to the '5' dropdown with the text 'Punto en el centro de gravedad'.

d.3.- Rotula Plástica vigas (MEBD-E):

Tabla 8. Rotula plástica vigas: resumen de la sección de la viga, losa acero de refuerzo en losa:

NIVEL	No	EJES	Frame Property	VIGA											LOSA							ACERO DE REFUERZO EN LOSA																	
				Top Cover	Bottom Cover	Ancho		Alto		ACI318-19-18.6.2			Longitud	ancho coperante	Distancia entre ejes		Espesor losa	Ancho efectivo				Izq I Sup+Inf	Der I Sup+Inf	Suma I	Asmin Temp	Chk	Izq J Sup+Inf	Der J Sup+Inf	Suma J	As min Temp	Chk								
						B	H	bw ≥ 25cm	$\frac{L}{d} \geq 4$	Chk	L1	X1			X2	Izq [cm]		Der [cm]	bf [cm]	Asli [cm ²]	Asld [cm ²]											Σ [cm ²]	Asmin [cm ²]	Asli [cm ²]	Asld [cm ²]	Σ [cm ²]	Asmin [cm ²]		
				rs	rb	[cm]	[in]	[cm]	[in]	$\frac{bw}{h} \geq 0.3$	$\frac{L}{d} \geq 4$	Chk	[m]	[m]	[m]	[m]	tf [cm]	8tf	X1/2	L1/5	min	8tf	X2/2	L1/5	min	bf [cm]	Asli [cm ²]	Asld [cm ²]	Σ [cm ²]	Asmin [cm ²]	Chk	Asli [cm ²]	Asld [cm ²]	Σ [cm ²]	Asmin [cm ²]	Chk			
P1	Nv.+4.00	2	A-J(8)	V1-1	4.0	4.0	75	29.53	110	43.31	0.68	8.02	Ok	8.50	4.25	8.50	-	18	-	144	388	170	144	-	144	-	170	-	219.0	6.79	-	6.79	3.63	Ok	6.79	-	6.79	3.63	Ok
P1	Nv.+4.00	3	A-J(5-6-7)	V1-2	4.0	4.0	75	29.53	110	43.31	0.68	8.02	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	388	170	144	-	144	388	170	144	363.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P1	Nv.+4.00	1	A-J(1)	V1-3	4.0	4.0	80	31.50	85	33.46	0.94	10.49	Ok	8.50	4.25	-	8.50	18	-	144	-	170	-	-	144	385	170	144	224.0	-	6.79	6.79	3.63	Ok	-	6.79	6.79	3.63	Ok
P1	Nv.+4.00	3	A-J(2-3-4)	V1-4	4.0	4.0	85	33.46	85	33.46	1.00	10.49	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	383	170	144	-	144	383	170	144	373.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P1	Nv.+4.00	2	1-8(A y J)	V1-5	4.0	4.0	80	31.50	90	35.43	0.89	9.88	Ok	8.50	4.25	8.50	-	18	-	144	385	170	144	-	144	-	170	-	224.0	6.79	-	6.79	3.63	Ok	6.79	-	6.79	3.63	Ok
P1	Nv.+4.00	6	1-8(B,C,D,G)	V1-6	4.0	4.0	80	31.50	90	35.43	0.89	9.88	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	385	170	144	-	144	385	170	144	368.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P1	Nv.+4.00	2	1-8(E y F)	V1-7	4.0	4.0	80	31.50	85	33.46	0.94	10.49	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	385	170	144	-	144	385	170	144	368.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P2	Nv.+8.00	1	A-J(8)	V2-1	4.0	4.0	75	29.53	110	43.31	0.68	8.02	Ok	8.50	4.25	8.50	-	18	-	144	388	170	144	-	144	-	170	-	219.0	6.79	-	6.79	3.63	Ok	6.79	-	6.79	3.63	Ok
P2	Nv.+8.00	3	A-J(5-6-7)	V2-2	4.0	4.0	75	29.53	110	43.31	0.68	8.02	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	388	170	144	-	144	388	170	144	363.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P2	Nv.+8.00	1	A-J(1)	V2-3	4.0	4.0	80	31.50	85	33.46	0.94	10.49	Ok	8.50	4.25	-	8.50	18	-	144	-	170	-	-	144	385	170	144	224.0	-	6.79	6.79	3.63	Ok	-	6.79	6.79	3.63	Ok
P2	Nv.+8.00	3	A-J(2-3-4)	V2-4	4.0	4.0	85	33.46	85	33.46	1.00	10.49	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	383	170	144	-	144	383	170	144	373.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P2	Nv.+8.00	2	1-8(A y J)	V2-5	4.0	4.0	80	31.50	90	35.43	0.89	9.88	Ok	8.50	4.25	8.50	-	18	-	144	385	170	144	-	144	-	170	-	224.0	6.79	-	6.79	3.63	Ok	6.79	-	6.79	3.63	Ok
P2	Nv.+8.00	6	1-8(B,C,D,G)	V2-6	4.0	4.0	80	31.50	90	35.43	0.89	9.88	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	385	170	144	-	144	385	170	144	368.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P2	Nv.+8.00	2	1-8(E y F)	V2-7	4.0	4.0	80	31.50	85	33.46	0.94	10.49	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	385	170	144	-	144	385	170	144	368.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P3	Nv.+12.00	1	A-J(8)	V3-1	4.0	4.0	75	29.53	110	43.31	0.68	8.02	Ok	8.50	4.25	8.50	-	18	-	144	388	170	144	-	144	-	170	-	219.0	6.79	-	6.79	3.63	Ok	6.79	-	6.79	3.63	Ok
P3	Nv.+12.00	3	A-J(5-6-7)	V3-2	4.0	4.0	75	29.53	110	43.31	0.68	8.02	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	388	170	144	-	144	388	170	144	363.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P3	Nv.+12.00	1	A-J(1)	V3-3	4.0	4.0	80	31.50	85	33.46	0.94	10.49	Ok	8.50	4.25	-	8.50	18	-	144	-	170	-	-	144	385	170	144	224.0	-	6.79	6.79	3.63	Ok	-	6.79	6.79	3.63	Ok
P3	Nv.+12.00	3	A-J(2-3-4)	V3-4	4.0	4.0	85	33.46	85	33.46	1.00	10.49	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	383	170	144	-	144	383	170	144	373.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P3	Nv.+12.00	2	1-8(A y J)	V3-5	4.0	4.0	80	31.50	90	35.43	0.89	9.88	Ok	8.50	4.25	8.50	-	18	-	144	385	170	144	-	144	-	170	-	224.0	6.79	-	6.79	3.63	Ok	6.79	-	6.79	3.63	Ok
P3	Nv.+12.00	6	1-8(B,C,D,G)	V3-6	4.0	4.0	80	31.50	90	35.43	0.89	9.88	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	385	170	144	-	144	385	170	144	368.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P3	Nv.+12.00	2	1-8(E y F)	V3-7	4.0	4.0	80	31.50	85	33.46	0.94	10.49	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	385	170	144	-	144	385	170	144	368.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P4	Nv.+16.00	1	A-J(8)	V4-1	4.0	4.0	75	29.53	110	43.31	0.68	8.02	Ok	8.50	4.25	8.50	-	18	-	144	388	170	144	-	144	-	170	-	219.0	6.79	-	6.79	3.63	Ok	6.79	-	6.79	3.63	Ok
P4	Nv.+16.00	3	A-J(5-6-7)	V4-2	4.0	4.0	75	29.53	110	43.31	0.68	8.02	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	388	170	144	-	144	388	170	144	363.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P4	Nv.+16.00	1	A-D(1)/G-J(	V4-3	4.0	4.0	80	31.50	85	33.46	0.94	10.49	Ok	8.50	4.25	-	8.50	18	-	144	-	170	-	-	144	385	170	144	224.0	-	6.79	6.79	3.63	Ok	-	6.79	6.79	3.63	Ok
P4	Nv.+16.00	3	A-D(2-3-4)/	V4-4	4.0	4.0	85	33.46	85	33.46	1.00	10.49	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	383	170	144	-	144	383	170	144	373.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P4	Nv.+16.00	2	1-8(A y J)	V4-5	4.0	4.0	80	31.50	90	35.43	0.89	9.88	Ok	8.50	4.25	8.50	-	18	-	144	385	170	144	-	144	-	170	-	224.0	6.79	-	6.79	3.63	Ok	6.79	-	6.79	3.63	Ok
P4	Nv.+16.00	6	1-8(B,C,D,G)	V4-6	4.0	4.0	80	31.50	90	35.43	0.89	9.88	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	385	170	144	-	144	385	170	144	368.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P4	Nv.+16.00	2	5-8(E y F)	V4-7	4.0	4.0	80	31.50	85	33.46	0.94	10.49	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	385	170	144	-	144	385	170	144	368.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P5	Nv.+20.00	2	A-J(5 y 8)	V5-1	4.0	4.0	75	29.53	110	43.31	0.68	8.02	Ok	8.50	4.25	8.50	-	18	-	144	388	170	144	-	144	-	170	-	219.0	6.79	-	6.79	3.63	Ok	6.79	-	6.79	3.63	Ok
P5	Nv.+20.00	2	A-J(6 y 7)	V5-2	4.0	4.0	75	29.53	110	43.31	0.68	8.02	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50	18	-	144	388	170	144	-	144	388	170	144	363.0	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok	6.79	6.79	13.57	7.26	Ok
P5	Nv.+20.00	2	5-8(A y J)	V5-3	4.0	4.0	80	31.50	90	35.43	0.89	9.88	Ok	8.50	4.25	8.50																							

Tabla 9. Rotula plástica vigas: acero longitudinal en vigas

					ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL EN VIGAS																								Acero viga + losa														
NIVEL	No	EJES	Frame Property	Acero limite		Acero superior izquierda (Top i)						Acero superior derecha (Top j)						Acero inferior izquierda (Bottom i)						Acero inferior derecha (Bottom j)						Top		Bottom											
				minimo	Maximo	Colocado			Calculado			Verificacion			Colocado			Calculado			Verificacion			Colocado			Calculado			Verificacion			Area I	Area J	Area I	Area J							
				$A_{s_{min}}$ [cm ²]	ρ_{min}	$A_{s_{Max}}$ [cm ²]	No	ϕ [mm]	Asi [cm ²]	ρ_{ladop} Izq	Asi _{cal} [cm ²]	ρ_{cal} Izq	$\frac{A_{s_{adop}}}{A_{s_{cal}}} \geq 95\%$	No	ϕ [mm]	Asj [cm ²]	ρ_{adop} Der	Asj _{cal} [cm ²]	ρ_{cal} Izq	$\frac{A_{s_{adop}}}{A_{s_{cal}}} \geq 95\%$	No	ϕ [mm]	Asi [cm ²]	ρ_{ladop} Izq	Asi _{cal} [cm ²]	ρ_{cal} Izq	$\frac{A_{s_{adop}}}{A_{s_{cal}}} \geq 95\%$	No	ϕ [mm]	Asi [cm ²]	ρ_{ladop} Izq	Asi _{cal} [cm ²]	ρ_{cal} Izq	$\frac{A_{s_{adop}}}{A_{s_{cal}}} \geq 95\%$	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²					
P1	Nv.+4.00	2	A-J(8)	V1-1	28.33	0.33%	143.60	12	25	58.90	0.74%	58.46	0.74%	101%	Ok	12	25	58.90	0.74%	54.78	0.69%	108%	Ok	10	25	49.09	0.62%	46.30	0.58%	106%	Ok	10	25	49.09	0.62%	43.73	0.55%	112%	Ok	65.69	65.69	49.09	49.09
P1	Nv.+4.00	3	A-J(5-6-7)	V1-2	28.33	0.33%	143.60	12	25	58.90	0.74%	58.46	0.74%	101%	Ok	12	25	58.90	0.74%	54.78	0.69%	108%	Ok	10	25	49.09	0.62%	46.30	0.58%	106%	Ok	10	25	49.09	0.62%	43.73	0.55%	112%	Ok	72.48	72.48	49.09	49.09
P1	Nv.+4.00	1	A-J(1)	V1-3	23.09	0.33%	117.05	10	25	49.09	0.76%	50.80	0.78%	97%	Ok	10	25	49.09	0.76%	49.33	0.76%	100%	Ok	8	25	39.27	0.61%	35.63	0.55%	110%	Ok	8	25	39.27	0.61%	31.26	0.48%	126%	Ok	55.87	55.87	39.27	39.27
P1	Nv.+4.00	3	A-J(2-3-4)	V1-4	24.53	0.33%	124.36	10	25	49.09	0.71%	50.80	0.74%	97%	Ok	10	25	49.09	0.71%	49.33	0.72%	100%	Ok	8	25	39.27	0.57%	35.63	0.52%	110%	Ok	8	25	39.27	0.57%	31.26	0.45%	126%	Ok	62.66	62.66	39.27	39.27
P1	Nv.+4.00	2	1-8(A y J)	V1-5	24.52	0.33%	124.27	14	25	68.72	1.00%	65.33	0.95%	105%	Ok	14	25	68.72	1.00%	62.19	0.90%	111%	Ok	12	25	58.90	0.86%	48.52	0.71%	121%	Ok	12	25	58.90	0.86%	52.87	0.77%	111%	Ok	75.51	75.51	58.90	58.90
P1	Nv.+4.00	6	1-8(B,C,D,G)	V1-6	24.52	0.33%	124.27	14	25	68.72	1.00%	66.35	0.96%	104%	Ok	14	25	68.72	1.00%	69.08	1.00%	99%	Ok	12	25	58.90	0.86%	44.57	0.65%	132%	Ok	12	25	58.90	0.86%	48.94	0.71%	120%	Ok	82.29	82.29	58.90	58.90
P1	Nv.+4.00	2	1-8(E y F)	V1-7	23.09	0.33%	117.05	14	25	68.72	1.06%	61.89	0.96%	111%	Ok	14	25	68.72	1.06%	64.29	0.99%	107%	Ok	10	25	49.09	0.76%	40.35	0.62%	122%	Ok	10	25	49.09	0.76%	44.79	0.69%	110%	Ok	82.29	82.29	49.09	49.09
P2	Nv.+8.00	1	A-J(8)	V2-1	28.33	0.33%	143.60	12	25	58.90	0.74%	60.82	0.77%	97%	Ok	12	25	58.90	0.74%	54.78	0.69%	108%	Ok	10	25	49.09	0.62%	51.04	0.64%	96%	Ok	10	25	49.09	0.62%	49.22	0.62%	100%	Ok	65.69	65.69	49.09	49.09
P2	Nv.+8.00	3	A-J(5-6-7)	V2-2	28.33	0.33%	143.60	12	25	58.90	0.74%	60.82	0.77%	97%	Ok	12	25	58.90	0.74%	54.78	0.69%	108%	Ok	10	25	49.09	0.62%	49.22	0.62%	100%	Ok	10	25	49.09	0.62%	49.22	0.62%	100%	Ok	72.48	72.48	49.09	49.09
P2	Nv.+8.00	1	A-J(1)	V2-3	23.09	0.33%	117.05	11	25	54.00	0.83%	53.45	0.82%	101%	Ok	11	25	54.00	0.83%	50.23	0.78%	107%	Ok	8	25	39.27	0.61%	36.41	0.56%	108%	Ok	8	25	39.27	0.61%	32.99	0.51%	119%	Ok	60.78	60.78	39.27	39.27
P2	Nv.+8.00	3	A-J(2-3-4)	V2-4	24.53	0.33%	124.36	11	25	54.00	0.78%	53.45	0.78%	101%	Ok	11	25	54.00	0.78%	50.23	0.73%	107%	Ok	8	25	39.27	0.57%	36.41	0.53%	108%	Ok	8	25	39.27	0.57%	32.99	0.48%	119%	Ok	67.57	67.57	39.27	39.27
P2	Nv.+8.00	2	1-8(A y J)	V2-5	24.52	0.33%	124.27	14	25	68.72	1.00%	64.81	0.94%	106%	Ok	14	25	68.72	1.00%	68.81	1.00%	100%	Ok	12	25	58.90	0.86%	51.81	0.75%	114%	Ok	12	25	58.90	0.86%	55.20	0.80%	107%	Ok	75.51	75.51	58.90	58.90
P2	Nv.+8.00	6	1-8(B,C,D,G)	V2-6	24.52	0.33%	124.27	15	25	73.63	1.07%	68.98	1.00%	107%	Ok	15	25	73.63	1.07%	72.99	1.06%	101%	Ok	12	25	58.90	0.86%	47.88	0.70%	123%	Ok	12	25	58.90	0.86%	50.92	0.74%	116%	Ok	87.20	87.20	58.90	58.90
P2	Nv.+8.00	2	1-8(E y F)	V2-7	23.09	0.33%	117.05	14	25	68.72	1.06%	63.69	0.98%	108%	Ok	14	25	68.72	1.06%	67.90	1.05%	101%	Ok	10	25	49.09	0.76%	43.34	0.67%	113%	Ok	10	25	49.09	0.76%	46.06	0.71%	107%	Ok	82.29	82.29	49.09	49.09
P3	Nv.+12.00	1	A-J(8)	V3-1	28.33	0.33%	143.60	12	25	58.90	0.74%	57.30	0.72%	103%	Ok	12	25	58.90	0.74%	50.14	0.63%	117%	Ok	10	25	49.09	0.62%	43.38	0.55%	113%	Ok	10	25	49.09	0.62%	42.40	0.53%	116%	Ok	65.69	65.69	49.09	49.09
P3	Nv.+12.00	3	A-J(5-6-7)	V3-2	28.33	0.33%	143.60	12	25	58.90	0.74%	57.30	0.72%	103%	Ok	12	25	58.90	0.74%	50.14	0.63%	117%	Ok	10	25	49.09	0.62%	43.38	0.55%	113%	Ok	10	25	49.09	0.62%	42.40	0.53%	116%	Ok	72.48	72.48	49.09	49.09
P3	Nv.+12.00	1	A-J(1)	V3-3	23.09	0.33%	117.05	10	25	49.09	0.76%	48.19	0.74%	102%	Ok	10	25	49.09	0.76%	45.39	0.70%	108%	Ok	8	25	39.27	0.61%	31.18	0.48%	126%	Ok	8	25	39.27	0.61%	27.61	0.43%	142%	Ok	55.87	55.87	39.27	39.27
P3	Nv.+12.00	3	A-J(2-3-4)	V3-4	24.53	0.33%	124.36	10	25	49.09	0.71%	48.19	0.70%	102%	Ok	10	25	49.09	0.71%	45.39	0.66%	108%	Ok	8	25	39.27	0.57%	31.18	0.45%	126%	Ok	8	25	39.27	0.57%	27.61	0.40%	142%	Ok	62.66	62.66	39.27	39.27
P3	Nv.+12.00	2	1-8(A y J)	V3-5	24.52	0.33%	124.27	12	25	58.90	0.86%	55.01	0.80%	107%	Ok	12	25	58.90	0.86%	59.24	0.86%	99%	Ok	10	25	49.09	0.71%	42.97	0.62%	114%	Ok	10	25	49.09	0.71%	45.26	0.66%	108%	Ok	65.69	65.69	49.09	49.09
P3	Nv.+12.00	6	1-8(B,C,D,G)	V3-6	24.52	0.33%	124.27	14	25	68.72	1.00%	58.60	0.85%	117%	Ok	14	25	68.72	1.00%	63.82	0.93%	108%	Ok	12	25	58.90	0.86%	39.46	0.57%	149%	Ok	12	25	58.90	0.86%	41.21	0.60%	143%	Ok	82.29	82.29	58.90	58.90
P3	Nv.+12.00	2	1-8(E y F)	V3-7	23.09	0.33%	117.05	12	25	58.90	0.91%	54.71	0.84%	108%	Ok	12	25	58.90	0.91%	59.72	0.92%	99%	Ok	10	25	49.09	0.76%	35.79	0.55%	137%	Ok	10	25	49.09	0.76%	37.27	0.58%	132%	Ok	72.48	72.48	49.09	49.09
P4	Nv.+16.00	1	A-J(8)	V4-1	28.33	0.33%	143.60	10	25	49.09	0.62%	46.02	0.58%	107%	Ok	10	25	49.09	0.62%	38.42	0.48%	128%	Ok	8	25	39.27	0.49%	31.55	0.40%	124%	Ok	8	25	39.27	0.49%	31.44	0.40%	125%	Ok	55.87	55.87	39.27	39.27
P4	Nv.+16.00	3	A-J(5-6-7)	V4-2	28.33	0.33%	143.60	10	25	49.09	0.62%	46.02	0.58%	107%	Ok	10	25	49.09	0.62%	38.42	0.48%	128%	Ok	8	25	39.27	0.49%	31.55	0.40%	124%	Ok	8	25	39.27	0.49%	31.44	0.40%	125%	Ok	62.66	62.66	39.27	39.27
P4	Nv.+16.00	1	A-D(1)/G-J(V4-3	23.09	0.33%	117.05	8	25	39.27	0.61%	31.15	0.48%	126%	Ok	8	25	39.27	0.61%	30.87	0.48%	127%	Ok	6	25	29.45	0.45%	22.30	0.34%	132%	Ok	6	25	29.45	0.45%	20.21	0.31%	146%	Ok	46.06	46.06	29.45	29.45
P4	Nv.+16.00	3	A-D(2-3-4)/	V4-4	24.53	0.33%	124.36	8	25	39.27	0.57%	31.15	0.45%	126%	Ok	8	25	39.27	0.57%	30.87	0.45%	127%	Ok	6	25	29.45	0.43%	22.30	0.32%	132%	Ok	6	25	29.45	0.43%	20.21	0.29%	146%	Ok	52.84	52.84	29.45	29.45
P4	Nv.+16.00	2	1-8(A y J)	V4-5	24.52	0.33%	124.27	12	25	58.90	0.86%	49.40	0.72%	119%	Ok	12	25	58.90	0.86%	52.79	0.77%	112%	Ok	8	25	39.27	0.57%	37.13	0.54%	106%	Ok	8	25	39.27	0.57%	39.45	0.57%	100%	Ok	65.69	65.69	39.27	39.27
P4	Nv.+16.00	6	1-8(B,C,D,G)	V4-6	24.52	0.33%	124.27	12	25	58.90	0.86%	52.73	0.77%	112%	Ok	12	25	58.90	0.86%	57.40	0.83%	103%	Ok	8	25	39.27	0.57%	33.70	0.49%	117%	Ok	8	25	39.27	0.57%	35.37	0.51%	111%	Ok	72.48	72.48	39.27	39.27
P4	Nv.+16.00	2	5-8(E y F)	V4-7	23.09	0.33%	117.05	12	25	58.90	0.91%	48.77	0.75%	121%	Ok	12	25	58.90	0.91%	53.25	0.82%	111%	Ok	8	25	39.27	0.61%	29.98	0.46%	131%	Ok	8	25	39.27	0.61%	31.36	0.48%	125%	Ok	72.48	72.48	39.27	39.27
P5	Nv.+20.00	2	A-J(5 y 8)	V5-1	28.33	0.33%	143.60	8	25	39.27	0.49%	34.21	0.43%	115%	Ok	8	25	39.27	0.49%	27.52	0.35%	143%	Ok	6	25	29.45	0.37%	24.60	0.31%	120%	Ok	6	25	29.45	0.37%	25.97	0.33%	113%	Ok	46.06	46.06	29.45	29.45
P5	Nv.+20.00	2	A-J(6 y 7)	V5-2	28.33	0.33%	143.60	8	25	39.27	0.49%	34.21	0.43%	115%	Ok	8	25	39.27	0.49%	27.52	0.35%	143																					

Tabla 10. Rotula plástica vigas: acero transversal en vigas

				ACERO TRANSVERSAL DE VIGAS																												
NIVEL	No	EJES	Frame Property	M probable		Cortante	Cortante	Vs ≤ Vc	Cortante ultimo		Cortante Diseño		Cortante Hormigon		Cortante necesario		Long de refuerzo		Separacion		Chk	Acero requerido	Acero adoptado			Verificacion						
				Izquierda	Derecha	Sismico	Hormigon		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	4Vc	V _{SD} ≤4Vc	Lo = 2H	s1			s1	ramas	∅	Av	As _{colocado}	d	entre estribos			
				[m]	[T-m]	[T-m]	V _{sis}	V _c	V _{uIzq}	V _{uDer}	V _{uDiseño-Izq}	V _{uDiseño-Der}	V _{cIzq}	V _{cDer}	V _{SD-Izq}	V _{SD-Der}	V _{SD-Izq}	V _{SD-Der}	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ²]	[unij]	[mm]	[cm ²]	As _{colocado} / As _{adop} ≥	95%	dest=	35cm
P1	Nv.+4.00	2	A-J(8)	V1-1	345.92	376.00	84.93	163.60	Ok	71.42	71.42	156.35	156.35	-	-	183.94	183.94	654.42	Ok	220	15.0	15.00	Ok	6.20	12	6	12	6.79	109%	Ok	13.4	Ok
P1	Nv.+4.00	3	A-J(5-6-7)	V1-2	345.92	411.03	89.05	163.60	Ok	81.00	81.00	170.05	170.05	-	-	200.06	200.06	654.42	Ok	220	15.0	15.00	Ok	6.74	12	6	12	6.79	101%	Ok	13.4	Ok
P1	Nv.+4.00	1	A-J(1)	V1-3	219.79	243.44	54.50	133.35	Ok	67.00	67.00	121.50	121.50	64.25	64.25	78.69	78.69	533.41	Ok	170	15.0	15.00	Ok	3.47	10	4	12	4.52	130%	Ok	24.0	Ok
P1	Nv.+4.00	3	A-J(2-3-4)	V1-4	220.46	271.59	57.89	141.69	Ok	65.00	65.00	122.89	122.89	68.27	68.27	76.31	76.31	566.75	Ok	170	15.0	15.00	Ok	3.36	10	4	12	4.52	134%	Ok	25.7	Ok
P1	Nv.+4.00	2	1-8(A y J)	V1-5	320.07	340.42	77.70	141.58	Ok	71.00	71.00	148.70	148.70	-	-	174.95	174.95	566.34	Ok	180	15.0	15.00	Ok	7.27	14	8	12	9.05	125%	Ok	10.3	Ok
P1	Nv.+4.00	6	1-8(B,C,D,G)	V1-6	320.07	366.95	80.83	141.58	Ok	81.00	81.00	161.83	161.83	68.22	68.22	122.17	122.17	566.34	Ok	180	15.0	15.00	Ok	5.07	14	6	12	6.79	134%	Ok	14.4	Ok
P1	Nv.+4.00	2	1-8(E y F)	V1-7	299.87	342.76	75.60	133.35	Ok	73.00	73.00	148.60	148.60	-	-	174.83	174.83	533.41	Ok	170	15.0	15.00	Ok	7.71	14	8	12	9.05	117%	Ok	10.3	Ok
P2	Nv.+8.00	1	A-(8)	V2-1	345.92	376.00	84.93	163.60	Ok	78.00	78.00	162.93	162.93	-	-	191.68	191.68	654.42	Ok	220	15.0	15.00	Ok	6.46	12	6	12	6.79	105%	Ok	13.4	Ok
P2	Nv.+8.00	3	A-J(5-6-7)	V2-2	345.92	411.03	89.05	163.60	Ok	86.00	86.00	175.05	175.05	-	-	205.95	205.95	654.42	Ok	220	15.0	15.00	Ok	6.94	12	6	12	6.79	98%	Ok	13.4	Ok
P2	Nv.+8.00	1	A-J(1)	V2-3	240.23	262.66	59.16	133.35	Ok	70.00	70.00	129.16	129.16	64.25	64.25	87.71	87.71	533.41	Ok	170	15.0	15.00	Ok	3.87	11	4	12	4.52	117%	Ok	24.0	Ok
P2	Nv.+8.00	3	A-J(2-3-4)	V2-4	241.04	290.60	62.55	141.69	Ok	69.00	69.00	131.55	131.55	68.27	68.27	86.49	86.49	566.75	Ok	170	15.0	15.00	Ok	3.81	11	4	12	4.52	119%	Ok	25.7	Ok
P2	Nv.+8.00	2	1-8(A y J)	V2-5	320.07	340.42	77.70	141.58	Ok	78.00	78.00	155.70	155.70	68.22	68.22	114.96	114.96	566.34	Ok	180	15.0	15.00	Ok	4.77	14	6	12	6.79	142%	Ok	14.4	Ok
P2	Nv.+8.00	6	1-8(B,C,D,G)	V2-6	340.83	385.73	85.48	141.58	Ok	86.00	86.00	171.48	171.48	68.22	68.22	133.52	133.52	566.34	Ok	180	15.0	15.00	Ok	5.54	15	6	12	6.79	122%	Ok	14.4	Ok
P2	Nv.+8.00	2	1-8(E y F)	V2-7	299.87	342.76	75.60	133.35	Ok	86.00	86.00	161.60	161.60	64.25	64.25	125.87	125.87	533.41	Ok	170	15.0	15.00	Ok	5.55	14	6	12	6.79	122%	Ok	14.4	Ok
P3	Nv.+12.00	1	A-(8)	V3-1	345.92	376.00	84.93	163.60	Ok	70.00	70.00	154.93	154.93	-	-	182.27	182.27	654.42	Ok	220	15.0	15.00	Ok	6.14	12	6	12	6.79	110%	Ok	13.4	Ok
P3	Nv.+12.00	3	A-J(5-6-7)	V3-2	345.92	411.03	89.05	163.60	Ok	79.00	79.00	168.05	168.05	-	-	197.71	197.71	654.42	Ok	220	15.0	15.00	Ok	6.66	12	6	12	6.79	102%	Ok	13.4	Ok
P3	Nv.+12.00	1	A-J(1)	V3-3	219.79	243.44	54.50	133.35	Ok	69.00	69.00	123.50	123.50	64.25	64.25	81.04	81.04	533.41	Ok	170	15.0	15.00	Ok	3.57	10	4	12	4.52	127%	Ok	24.0	Ok
P3	Nv.+12.00	3	A-J(2-3-4)	V3-4	220.46	271.59	57.89	141.69	Ok	65.00	65.00	122.89	122.89	68.27	68.27	76.31	76.31	566.75	Ok	170	15.0	15.00	Ok	3.36	10	4	12	4.52	134%	Ok	25.7	Ok
P3	Nv.+12.00	2	1-8(A y J)	V3-5	277.71	300.84	68.06	141.58	Ok	74.00	74.00	142.06	142.06	68.22	68.22	98.92	98.92	566.34	Ok	180	15.0	15.00	Ok	4.11	12	4	12	4.52	110%	Ok	24.0	Ok
P3	Nv.+12.00	6	1-8(B,C,D,G)	V3-6	320.07	366.95	80.83	141.58	Ok	80.00	80.00	160.83	160.83	-	-	189.21	189.21	566.34	Ok	180	15.0	15.00	Ok	7.86	14	8	12	9.05	115%	Ok	10.3	Ok
P3	Nv.+12.00	2	1-8(E y F)	V3-7	260.39	307.04	66.76	133.35	Ok	80.00	80.00	146.76	146.76	64.25	64.25	108.40	108.40	533.41	Ok	170	15.0	15.00	Ok	4.78	12	6	12	6.79	142%	Ok	14.4	Ok
P4	Nv.+16.00	1	A-J(8)	V4-1	291.21	324.06	72.39	163.60	Ok	62.00	62.00	134.39	134.39	-	-	158.10	158.10	654.42	Ok	220	15.0	15.00	Ok	5.33	10	6	12	6.79	127%	Ok	13.4	Ok
P4	Nv.+16.00	3	A-J(5-6-7)	V4-2	291.21	360.12	76.63	163.60	Ok	64.00	64.00	140.63	140.63	-	-	165.44	165.44	654.42	Ok	220	15.0	15.00	Ok	5.57	10	6	12	6.79	122%	Ok	13.4	Ok
P4	Nv.+16.00	1	A-D(1)/G-J(	V4-3	178.07	203.95	44.94	133.35	Ok	51.00	51.00	95.94	95.94	64.25	64.25	48.62	48.62	533.41	Ok	170	15.0	15.00	Ok	2.14	8	4	12	4.52	211%	Ok	24.0	Ok
P4	Nv.+16.00	3	A-D(2-3-4)/	V4-4	178.50	232.59	48.36	141.69	Ok	56.00	56.00	104.36	104.36	68.27	68.27	54.51	54.51	566.75	Ok	170	15.0	15.00	Ok	2.40	8	4	12	4.52	188%	Ok	25.7	Ok
P4	Nv.+16.00	2	1-8(A y J)	V4-5	277.71	300.84	68.06	141.58	Ok	59.00	59.00	127.06	127.06	-	-	149.49	149.49	566.34	Ok	180	15.0	15.00	Ok	6.21	12	6	12	6.79	109%	Ok	14.4	Ok
P4	Nv.+16.00	6	1-8(B,C,D,G)	V4-6	277.71	328.35	71.30	141.58	Ok	68.00	68.00	139.30	139.30	-	-	163.88	163.88	566.34	Ok	180	15.0	15.00	Ok	6.81	12	6	12	6.79	100%	Ok	14.4	Ok
P4	Nv.+16.00	2	5-8(E y F)	V4-7	260.39	307.04	66.76	133.35	Ok	69.00	69.00	135.76	135.76	64.25	64.25	95.46	95.46	533.41	Ok	170	15.0	15.00	Ok	4.21	12	4	12	4.52	107%	Ok	24.0	Ok
P5	Nv.+20.00	2	A-J(5 y 8)	V5-1	235.33	270.62	59.52	163.60	Ok	46.00	46.00	105.52	105.52	-	-	124.15	124.15	654.42	Ok	220	15.0	15.00	Ok	4.18	8	4	12	4.52	108%	Ok	22.3	Ok
P5	Nv.+20.00	2	A-J(6 y 7)	V5-2	235.33	307.72	63.89	163.60	Ok	56.00	56.00	119.89	119.89	-	-	141.04	141.04	654.42	Ok	220	15.0	15.00	Ok	4.75	8	4	12	4.52	95%	Ok	22.3	Ok
P5	Nv.+20.00	2	5-8(A y J)	V5-3	234.22	259.86	58.13	141.58	Ok	49.00	49.00	107.13	107.13	-	-	126.03	126.03	566.34	Ok	180	15.0	15.00	Ok	5.23	10	6	12	6.79	130%	Ok	14.4	Ok
P5	Nv.+20.00	8	5-8(B,C,D,E,I)	V5-4	234.22	288.34	61.48	141.58	Ok	60.00	60.00	121.48	121.48	-	-	142.91	142.91	566.34	Ok	180	15.0	15.00	Ok	5.94	10	6	12	6.79	114%	Ok	14.4	Ok
P6	Nv.+24.00	2	A-J(5 y 8)	V6-1	235.33	270.62	59.52	163.60	Ok	34.00	34.00	93.52	93.52	-	-	110.03	110.03	654.42	Ok	220	15.0	15.00	Ok	3.71	8	4	12	4.52	122%	Ok	22.3	Ok
P6	Nv.+24.00	2	A-J(6 y 7)	V6-2	235.33	307.72	63.89	163.60	Ok	47.00	47.00	110.89	110.89	-	-	130.46	130.46	654.42	Ok	220	15.0	15.00	Ok	4.40	8	4	12	4.52	103%	Ok	22.3	Ok
P6	Nv.+24.00	2	5-8(A y J)	V6-3	234.22	259.86	58.13	141.58	Ok	36.00	36.00	94.13	94.13	-	-	110.74	110.74	566.34	Ok	180	15.0	15.00	Ok	4.60	10	4	12	4.52	98%	Ok	24.0	Ok
P6	Nv.+24.00	8	5-8(B,C,D,E,I)	V6-4	234.22	288.34	61.48	141.58	Ok	47.00	47.00	108.48	108.48	-	-	127.62	127.62	566.34	Ok	180	15.0	15.00	Ok	5.30	10	6	12	6.79	128%	Ok	14.4	Ok

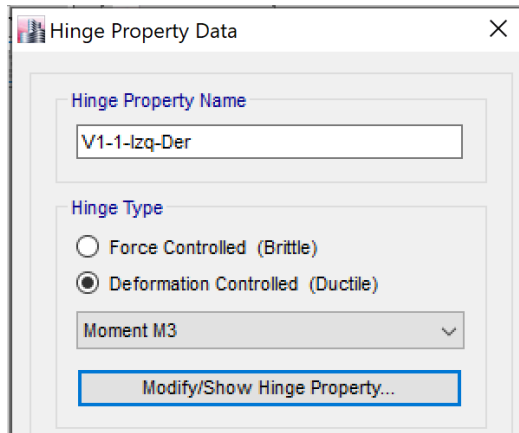
Tabla 11. Rotula plástica en vigas: resumen de cálculo de coeficientes para cálculo de la rótula plástica en vigas

NIVEL	No	EJES	Frame Property	Momento Probable				Relacion de Cuantia de Refuerzo [2] [rad]										Confinamiento [1.1]		Confinamiento [1.2]		[1]	Relacion de Cortante [3]							
				Momento Izquierda		Momento Derecha		As sup b * d	As inf b * d	0.85 * β1 * (fc / fy) * (ec / es)	Izquierda		As sup b * d	As inf b * d	0.85 * β1 * (fc / fy) * (ec / es)	Derecha		s / d ≤ 1	s1 Confinado >1 No Confinado	Vs = Av * fy * d / s	3 Vt / 4 Vs ≤ 1		s1 Confinado >1 No Confinado	Chk	Ve=qu * L1 * ac / 2	Vsis	Vt=Vest+Vsis		Vt / (bw * d * sqrt(fc))	
				M+	M-	M+	M-				Psup - Pinf	Pinf - Psup				Psup	Pinf										Pbal	Psup - Pinf		Pinf - Psup
				[ton.m]	[ton.m]	[ton.m]	[ton.m]	Pbal	Pbal	Pbal			Pbal	[Ton]	[Ton]			[Ton]	[lb]	[Kg/cm²]	[PSI=lb/m²]									
P1	Nv.+4.00	2	A-(8)	V1-1	337.22	390.33	337.22	390.33	0.83%	0.62%	3.63%	0.058	-0.058	0.83%	0.62%	3.63%	0.058	-0.058	0.28	Confinada	251.75	0.330	Confinado				Confinado	25.29		85.59	110.88	244,382	0.609	2.212
P1	Nv.+4.00	3	A-(5-6-7)	V1-2	338.90	423.05	338.90	423.05	0.91%	0.62%	3.63%	0.081	-0.081	0.91%	0.62%	3.63%	0.081	-0.081	0.28	Confinada	251.75	0.418	Confinado	Confinado	50.58	89.64	140.22	309,038	0.770	2.797
P1	Nv.+4.00	1	A-(1)	V1-3	206.09	248.80	206.09	248.80	0.86%	0.61%	3.63%	0.071	-0.071	0.86%	0.61%	3.63%	0.071	-0.071	0.37	Confinada	128.25	0.461	Confinado	Confinado	25.29	53.52	78.80	173,682	0.531	1.907
P1	Nv.+4.00	3	A-(2-3-4)	V1-4	207.15	272.45	207.15	272.45	0.91%	0.57%	3.63%	0.094	-0.094	0.91%	0.57%	3.63%	0.094	-0.094	0.37	Confinada	128.25	0.626	Confinado	Confinado	50.58	56.42	107.00	235,824	0.678	2.437
P1	Nv.+4.00	2	1-8(A y J)	V1-5	326.46	338.11	326.46	338.11	1.10%	0.86%	3.63%	0.067	-0.067	1.10%	0.86%	3.63%	0.067	-0.067	0.35	Confinada	272.34	0.285	Confinado	Confinado	25.29	78.19	103.47	228,054	0.656	2.365
P1	Nv.+4.00	6	1-8(B,C,D,G)	V1-6	328.80	359.87	328.80	359.87	1.20%	0.86%	3.63%	0.094	-0.094	1.20%	0.86%	3.63%	0.094	-0.094	0.35	Confinada	204.25	0.483	Confinado	Confinado	50.58	81.02	131.60	290,038	0.835	3.008
P1	Nv.+4.00	2	1-8(E y F)	V1-7	258.40	332.87	258.40	332.87	1.27%	0.76%	3.63%	0.141	-0.141	1.27%	0.76%	3.63%	0.141	-0.141	0.37	Confinada	256.50	0.351	Confinado	Confinado	50.58	69.56	120.14	264,781	0.809	2.907
P2	Nv.+8.00	1	A-(8)	V2-1	337.22	390.33	337.22	390.33	0.83%	0.62%	3.63%	0.058	-0.058	0.83%	0.62%	3.63%	0.058	-0.058	0.28	Confinada	251.75	0.330	Confinado	Confinado	25.29	85.59	110.88	244,382	0.609	2.212
P2	Nv.+8.00	3	A-(5-6-7)	V2-2	338.90	423.05	338.90	423.05	0.91%	0.62%	3.63%	0.081	-0.081	0.91%	0.62%	3.63%	0.081	-0.081	0.28	Confinada	251.75	0.418	Confinado	Confinado	50.58	89.64	140.22	309,038	0.770	2.797
P2	Nv.+8.00	1	A-(1)	V2-3	206.09	266.05	206.09	266.05	0.94%	0.61%	3.63%	0.092	-0.092	0.94%	0.61%	3.63%	0.092	-0.092	0.37	Confinada	128.25	0.473	Confinado	Confinado	25.29	55.55	80.83	178,155	0.544	1.956
P2	Nv.+8.00	3	A-(2-3-4)	V2-4	207.15	288.67	207.15	288.67	0.98%	0.57%	3.63%	0.113	-0.113	0.98%	0.57%	3.63%	0.113	-0.113	0.37	Confinada	128.25	0.637	Confinado	Confinado	50.58	58.33	108.91	240,030	0.690	2.480
P2	Nv.+8.00	2	1-8(A y J)	V2-5	326.46	338.11	326.46	338.11	1.10%	0.86%	3.63%	0.067	-0.067	1.10%	0.86%	3.63%	0.067	-0.067	0.35	Confinada	204.25	0.380	Confinado	Confinado	25.29	78.19	103.47	228,054	0.656	2.365
P2	Nv.+8.00	6	1-8(B,C,D,G)	V2-6	328.80	374.73	328.80	374.73	1.27%	0.86%	3.63%	0.113	-0.113	1.27%	0.86%	3.63%	0.113	-0.113	0.35	Confinada	204.25	0.490	Confinado	Confinado	50.58	82.77	133.34	293,890	0.846	3.047
P2	Nv.+8.00	2	1-8(E y F)	V2-7	258.40	332.87	258.40	332.87	1.27%	0.76%	3.63%	0.141	-0.141	1.27%	0.76%	3.63%	0.141	-0.141	0.37	Confinada	192.38	0.468	Confinado	Confinado	50.58	69.56	120.14	264,781	0.809	2.907
P3	Nv.+12.00	1	A-(8)	V3-1	337.22	390.33	337.22	390.33	0.83%	0.62%	3.63%	0.058	-0.058	0.83%	0.62%	3.63%	0.058	-0.058	0.28	Confinada	251.75	0.330	Confinado	Confinado	25.29	85.59	110.88	244,382	0.609	2.212
P3	Nv.+12.00	3	A-(5-6-7)	V3-2	338.90	423.05	338.90	423.05	0.91%	0.62%	3.63%	0.081	-0.081	0.91%	0.62%	3.63%	0.081	-0.081	0.28	Confinada	251.75	0.418	Confinado	Confinado	50.58	89.64	140.22	309,038	0.770	2.797
P3	Nv.+12.00	1	A-(1)	V3-3	206.09	248.80	206.09	248.80	0.86%	0.61%	3.63%	0.071	-0.071	0.86%	0.61%	3.63%	0.071	-0.071	0.37	Confinada	128.25	0.461	Confinado	Confinado	25.29	53.52	78.80	173,682	0.531	1.907
P3	Nv.+12.00	3	A-(2-3-4)	V3-4	207.15	272.45	207.15	272.45	0.91%	0.57%	3.63%	0.094	-0.094	0.91%	0.57%	3.63%	0.094	-0.094	0.37	Confinada	128.25	0.626	Confinado	Confinado	50.58	56.42	107.00	235,824	0.678	2.437
P3	Nv.+12.00	2	1-8(A y J)	V3-5	272.88	304.11	272.88	304.11	0.95%	0.71%	3.63%	0.067	-0.067	0.95%	0.71%	3.63%	0.067	-0.067	0.35	Confinada	136.17	0.513	Confinado	Confinado	25.29	67.88	93.17	205,345	0.591	2.129
P3	Nv.+12.00	6	1-8(B,C,D,G)	V3-6	328.80	359.87	328.80	359.87	1.20%	0.86%	3.63%	0.094	-0.094	1.20%	0.86%	3.63%	0.094	-0.094	0.35	Confinada	272.34	0.362	Confinado	Confinado	50.58	81.02	131.60	290,038	0.835	3.008
P3	Nv.+12.00	2	1-8(E y F)	V3-7	258.40	304.15	258.40	304.15	1.12%	0.76%	3.63%	0.100	-0.100	1.12%	0.76%	3.63%	0.100	-0.100	0.37	Confinada	192.38	0.455	Confinado	Confinado	50.58	66.18	116.76	257,333	0.786	2.825
P4	Nv.+16.00	1	A-(8)	V4-1	270.45	340.46	270.45	340.46	0.70%	0.49%	3.63%	0.058	-0.058	0.70%	0.49%	3.63%	0.058	-0.058	0.28	Confinada	251.75	0.289	Confinado	Confinado	25.29	71.87	97.16	214,141	0.533	1.938
P4	Nv.+16.00	3	A-(5-6-7)	V4-2	271.53	375.25	271.53	375.25	0.79%	0.49%	3.63%	0.081	-0.081	0.79%	0.49%	3.63%	0.081	-0.081	0.28	Confinada	251.75	0.377	Confinado	Confinado	50.58	76.09	126.67	279,173	0.695	2.526
P4	Nv.+16.00	1	A-D(1)/G-J	V4-3	155.06	212.06	155.06	212.06	0.71%	0.45%	3.63%	0.071	-0.071	0.71%	0.45%	3.63%	0.071	-0.071	0.37	Confinada	128.25	0.400	Confinado	Confinado	25.29	43.19	68.48	150,927	0.461	1.657
P4	Nv.+16.00	3	A-D(2-3-4)/	V4-4	155.66	237.77	155.66	237.77	0.77%	0.43%	3.63%	0.094	-0.094	0.77%	0.43%	3.63%	0.094	-0.094	0.37	Confinada	128.25	0.566	Confinado	Confinado	50.58	46.29	96.86	213,482	0.614	2.206
P4	Nv.+16.00	2	1-8(A y J)	V4-5	218.97	304.11	218.97	304.11	0.95%	0.57%	3.63%	0.106	-0.106	0.95%	0.57%	3.63%	0.106	-0.106	0.35	Confinada	204.25	0.319	Confinado	Confinado	25.29	61.54	86.83	191,365	0.551	1.984
P4	Nv.+16.00	6	1-8(B,C,D,G)	V4-6	220.01	327.93	220.01	327.93	1.05%	0.57%	3.63%	0.133	-0.133	1.05%	0.57%	3.63%	0.133	-0.133	0.35	Confinada	204.25	0.422	Confinado	Confinado	50.58	64.46	115.04	253,545	0.730	2.629
P4	Nv.+16.00	2	5-8(E y F)	V4-7	207.13	304.15	207.13	304.15	1.12%	0.61%	3.63%	0.141	-0.141	1.12%	0.61%	3.63%	0.141	-0.141	0.37	Confinada	128.25	0.648	Confinado	Confinado	50.58	60.15	110.72	244,038	0.746	2.679
P5	Nv.+20.00	2	A-(5 y 8)	V5-1	203.35	287.62	203.35	287.62	0.58%	0.37%	3.63%	0.058	-0.058	0.58%	0.37%	3.63%	0.058	-0.058	0.28	Confinada	167.84	0.371	Confinado	Confinado	25.29	57.76	83.05	183,040	0.456	1.656
P5	Nv.+20.00	2	A-(6 y 7)	V5-2	203.96	324.46	203.96	324.46	0.66%	0.37%	3.63%	0.081	-0.081	0.66%	0.37%	3.63%	0.081	-0.081	0.28	Confinada	167.84	0.504	Confinado	Confinado	50.58	62.17	112.74	248,483	0.619	2.249
P5	Nv.+20.00	2	5-8(A y J)	V5-3	218.97	267.13	218.97	267.13	0.81%	0.57%	3.63%	0.067	-0.067	0.81%	0.57%	3.63%	0.067	-0.067	0.35	Confinada	204.25	0.303	Confinado	Confinado	25.29	57.19	82.48	181,777	0.523	1.885
P5	Nv.+20.00	8	5-8(B,C,D,E)	V5-4	165.31	293.01	165.31	293.01	0.91%	0.43%	3.63%	0.133	-0.133	0.91%	0.43%	3.63%	0.133	-0.133	0.35	Confinada	204.25	0.384	Confinado	Confinado	50.58	53.92	104.49	230,307	0.663	2.388
P6	Nv.+24.00	2	A-(5 y 8)	V6-1	203.35	287.62	203.35	287.62	0.58%	0.37%	3.63%	0.058	-0.058	0.58%	0.37%	3.63%	0.058	-0.058	0.28	Confinada	167.84	0.371	Confinado	Confinado	25.29	57.76	83.05	183,040	0.456	1.656
P6	Nv.+24.00	2	A-(6 y 7)	V6-2	203.96	324.46	203.96	324.46	0.66%	0.37%	3.63%	0.081	-0.081	0.66%	0.37%	3.63%	0.081	-0.081	0.28	Confinada	167.84	0.504	Confinado	Confinado	50.58	62.17	112.74	248,483	0.619	2.249
P6	Nv.+24.00	2	5-8(A y J)	V6-3	218.97	267.13	218.97	267.13	0.81%	0.57%	3.6																			

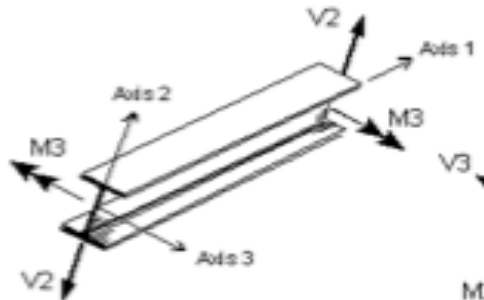
Tabla 13. Rotula plástica en vigas: resumen coeficientes de inercia en vigas

NIVEL	No	EJES	Frame Property	Viga			Rigidez de fluencia			Rotacion de fluencia Elastica				
				Rectang	T	Promedio	Tabla 10-5	$I_g = \alpha \frac{I_{gprom}}{I_{grect}}$	$k_f = 6\alpha \frac{E I_g}{L}$	$\theta_y = \frac{M_{izq(-)}}{K_f}$	$\theta_y = \frac{M_{izq(+)}}{K_f}$	$\theta_y = \frac{M_{der(-)}}{K_f}$	$\theta_y = \frac{der(+)}{K_f}$	
				I_{Rect} [m ⁴]	I_T [m ⁴]	I_{prom} [m ⁴]	α	Flexion doble curvatura	Izq (-) $\theta_y(-)$	Izq (+) $\theta_y(+)$	Der (-) $\theta_y(-)$	Der (+) $\theta_y(+)$		
P1	Nv.+4.00	2	A-J(8)	V1-1	0.08319	0.12562	0.10440	0.45	0.565	113,982	0.00342	0.00296	0.00342	0.00296
P1	Nv.+4.00	3	A-J(5-6-7)	V1-2	0.08319	0.15195	0.11757	0.45	0.636	128,354	0.00330	0.00264	0.00330	0.00264
P1	Nv.+4.00	1	A-J(1)	V1-3	0.04094	0.06270	0.05182	0.45	0.570	56,576	0.00440	0.00364	0.00440	0.00364
P1	Nv.+4.00	3	A-J(2-3-4)	V1-4	0.04350	0.07877	0.06114	0.45	0.632	66,745	0.00408	0.00310	0.00408	0.00310
P1	Nv.+4.00	2	1-8(A y J)	V1-5	0.04860	0.07400	0.06130	0.45	0.568	66,923	0.00505	0.00488	0.00505	0.00488
P1	Nv.+4.00	6	1-8(B,C,D,G,	V1-6	0.04860	0.08906	0.06883	0.45	0.637	75,144	0.00479	0.00438	0.00479	0.00438
P1	Nv.+4.00	2	1-8(E y F)	V1-7	0.04094	0.07535	0.05815	0.45	0.639	63,481	0.00524	0.00407	0.00524	0.00407
P2	Nv.+8.00	1	A-J(8)	V2-1	0.08319	0.12562	0.10440	0.45	0.565	113,982	0.00342	0.00296	0.00342	0.00296
P2	Nv.+8.00	3	A-J(5-6-7)	V2-2	0.08319	0.15195	0.11757	0.45	0.636	128,354	0.00330	0.00264	0.00330	0.00264
P2	Nv.+8.00	1	A-J(1)	V2-3	0.04094	0.06270	0.05182	0.45	0.570	56,576	0.00470	0.00364	0.00470	0.00364
P2	Nv.+8.00	3	A-J(2-3-4)	V2-4	0.04350	0.07877	0.06114	0.45	0.632	66,745	0.00432	0.00310	0.00432	0.00310
P2	Nv.+8.00	2	1-8(A y J)	V2-5	0.04860	0.07400	0.06130	0.45	0.568	66,923	0.00505	0.00488	0.00505	0.00488
P2	Nv.+8.00	6	1-8(B,C,D,G,	V2-6	0.04860	0.08906	0.06883	0.45	0.637	75,144	0.00499	0.00438	0.00499	0.00438
P2	Nv.+8.00	2	1-8(E y F)	V2-7	0.04094	0.07535	0.05815	0.45	0.639	63,481	0.00524	0.00407	0.00524	0.00407
P3	Nv.+12.00	1	A-J(8)	V3-1	0.08319	0.12562	0.10440	0.45	0.565	113,982	0.00342	0.00296	0.00342	0.00296
P3	Nv.+12.00	3	A-J(5-6-7)	V3-2	0.08319	0.15195	0.11757	0.45	0.636	128,354	0.00330	0.00264	0.00330	0.00264
P3	Nv.+12.00	1	A-J(1)	V3-3	0.04094	0.06270	0.05182	0.45	0.570	56,576	0.00440	0.00364	0.00440	0.00364
P3	Nv.+12.00	3	A-J(2-3-4)	V3-4	0.04350	0.07877	0.06114	0.45	0.632	66,745	0.00408	0.00310	0.00408	0.00310
P3	Nv.+12.00	2	1-8(A y J)	V3-5	0.04860	0.07400	0.06130	0.45	0.568	66,923	0.00454	0.00408	0.00454	0.00408
P3	Nv.+12.00	6	1-8(B,C,D,G,	V3-6	0.04860	0.08906	0.06883	0.45	0.637	75,144	0.00479	0.00438	0.00479	0.00438
P3	Nv.+12.00	2	1-8(E y F)	V3-7	0.04094	0.07535	0.05815	0.45	0.639	63,481	0.00479	0.00407	0.00479	0.00407
P4	Nv.+16.00	1	A-J(8)	V4-1	0.08319	0.12562	0.10440	0.45	0.565	113,982	0.00299	0.00237	0.00299	0.00237
P4	Nv.+16.00	3	A-J(5-6-7)	V4-2	0.08319	0.15195	0.11757	0.45	0.636	128,354	0.00292	0.00212	0.00292	0.00212
P4	Nv.+16.00	1	A-D(1)/G-J(	V4-3	0.04094	0.06270	0.05182	0.45	0.570	56,576	0.00375	0.00274	0.00375	0.00274
P4	Nv.+16.00	3	A-D(2-3-4)/	V4-4	0.04350	0.07877	0.06114	0.45	0.632	66,745	0.00356	0.00233	0.00356	0.00233
P4	Nv.+16.00	2	1-8(A y J)	V4-5	0.04860	0.07400	0.06130	0.45	0.568	66,923	0.00454	0.00327	0.00454	0.00327
P4	Nv.+16.00	6	1-8(B,C,D,G,	V4-6	0.04860	0.08906	0.06883	0.45	0.637	75,144	0.00436	0.00293	0.00436	0.00293
P4	Nv.+16.00	2	5-8(E y F)	V4-7	0.04094	0.07535	0.05815	0.45	0.639	63,481	0.00479	0.00326	0.00479	0.00326
P5	Nv.+20.00	2	A-J(5 y 8)	V5-1	0.08319	0.12562	0.10440	0.45	0.565	113,982	0.00252	0.00178	0.00252	0.00178
P5	Nv.+20.00	2	A-J(6 y 7)	V5-2	0.08319	0.15195	0.11757	0.45	0.636	128,354	0.00253	0.00159	0.00253	0.00159
P5	Nv.+20.00	2	5-8(A y j)	V5-3	0.04860	0.07400	0.06130	0.45	0.568	66,923	0.00399	0.00327	0.00399	0.00327
P5	Nv.+20.00	8	5-8(B,C,D,E,|	V5-4	0.04860	0.08906	0.06883	0.45	0.637	75,144	0.00390	0.00220	0.00390	0.00220
P6	Nv.+24.00	2	A-J(5 y 8)	V6-1	0.08319	0.12562	0.10440	0.45	0.565	113,982	0.00252	0.00178	0.00252	0.00178
P6	Nv.+24.00	2	A-J(6 y 7)	V6-2	0.08319	0.15195	0.11757	0.45	0.636	128,354	0.00253	0.00159	0.00253	0.00159
P6	Nv.+24.00	2	5-8(A y j)	V6-3	0.04860	0.07400	0.06130	0.45	0.568	66,923	0.00399	0.00327	0.00399	0.00327
P6	Nv.+24.00	8	5-8(B,C,D,E,|	V6-4	0.04860	0.08906	0.06883	0.45	0.637	75,144	0.00390	0.00220	0.00390	0.00220

Figura 31. Rótula plástica en vigas en el programa ETABS (Viga 1-1)



Ubicación del momento M3



Displacement Control Parameters

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0.2	-0.0323
D-	-0.2	-0.0206
C-	-1	-0.0206
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1	0.025
D	0.2	0.025
E	0.2	0.05

Symmetric

Load Carrying Capacity Beyond Point E

Drops To Zero
 Is Extrapolated

Scaling for Moment and Rotation

	Positive	Negative	Unit
<input type="checkbox"/> Use Yield Moment	Moment SF: 337.22	390.33	tonf-m
<input type="checkbox"/> Use Yield Rotation	Rotation SF: 1	1	(Steel Objects Only)

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

	Positive	Negative
<input type="checkbox"/> Immediate Occupancy	0.00558	-0.01
<input type="checkbox"/> Life Safety	0.02058	-0.025
<input type="checkbox"/> Collapse Prevention	0.0323	-0.05

Show Acceptance Criteria on Plot

Type

Moment - Rotation
 Moment - Curvature
 Hinge Length:
 Relative Length

Hysteresis Type and Parameters

Hysteresis:
 No Parameters Are Required For This Hysteresis Type

OK Cancel

Rotula Plástica columnas (MEBD-E):

Tabla 14. Rotula plástica en columnas: resumen de geometría y acero longitudinal.

NIVEL	EJES	Column	COLUMNA											ACERO LONGITUDINAL														
			Top Cover	Bottom Cover	Ancho		Alto		Area		Altura	Varillas colocadas					ACERO LONGITUDINAL					Chk	dx	dy	Chk			
			rs	rb	b	h	Ag	H1	Sentido	Total	Ø	Asc	pc	minimo	As _{calc}	As _{req}	95%	Maximo	Chk	dx	dy					Chk		
cm	cm	[cm]	[in]	[cm]	[in]	[cm ²]	[in ²]	[m]	X	Y	[mm]	[cm ²]		[cm ²]	[cm ²]		[cm ²]		[cm]	[cm]	≥ 2.54cm							
1	P5	P6	P5-P6	A8-B8	C1	4.0	4.0	150	59.06	90	35.43	13,500	2,092.5	4.00	11	7	32	25	157.08	1.22%	135.00	135.00	116%	810.00	Ok	14.20	13.67	Ok
2	P4	P5	P4-P5	C8-D8	C1	4.0	4.0	150	59.06	90	35.43	13,500	2,092.5	4.00	11	7	32	25	157.08	1.22%	135.00	135.00	116%	810.00	Ok	14.20	13.67	Ok
3	P3	P4	P3-P4	E8-F8	C1	4.0	4.0	150	59.06	90	35.43	13,500	2,092.5	4.00	11	7	32	25	157.08	1.22%	135.00	135.00	116%	810.00	Ok	14.20	13.67	Ok
4	P2	P3	P2-P3	G8-H8	C1	4.0	4.0	150	59.06	90	35.43	13,500	2,092.5	4.00	11	7	32	25	157.08	1.22%	135.00	135.00	116%	810.00	Ok	14.20	13.67	Ok
5	P1	P2	P1-P2	I8-J8	C1	4.0	4.0	150	59.06	90	35.43	13,500	2,092.5	4.00	11	7	32	25	157.08	1.22%	135.00	135.00	116%	810.00	Ok	14.20	13.67	Ok
6	-	P1	PO-P1		C1	4.0	4.0	150	59.06	90	35.43	13,500	2,092.5	4.00	23	10	62	25	304.34	2.36%	135.00	319.17	95%	810.00	Ok	6.45	9.11	Ok
7	P5	P6	P5-P6	A7-B7	C1	4.0	4.0	150	59.06	90	35.43	13,500	2,092.5	4.00	11	7	32	25	157.08	1.22%	135.00	149.00	105%	810.00	Ok	14.20	13.67	Ok
8	P4	P5	P4-P5	C7-D7	C1	4.0	4.0	150	59.06	90	35.43	13,500	2,092.5	4.00	11	7	32	25	157.08	1.22%	135.00	149.00	105%	810.00	Ok	14.20	13.67	Ok
9	P3	P4	P3-P4	E7-F7	C1	4.0	4.0	150	59.06	90	35.43	13,500	2,092.5	4.00	11	7	32	25	157.08	1.22%	135.00	149.00	105%	810.00	Ok	14.20	13.67	Ok
10	P2	P3	P2-P3	G7-H7	C1	4.0	4.0	150	59.06	90	35.43	13,500	2,092.5	4.00	11	7	32	25	157.08	1.22%	135.00	149.00	105%	810.00	Ok	14.20	13.67	Ok
11	P1	P2	P1-P2	I7-J7	C1	4.0	4.0	150	59.06	90	35.43	13,500	2,092.5	4.00	11	7	32	25	157.08	1.22%	135.00	149.00	105%	810.00	Ok	14.20	13.67	Ok
12	-	P1	PO-P1		C1	4.0	4.0	150	59.06	90	35.43	13,500	2,092.5	4.00	23	10	62	25	304.34	2.36%	135.00	319.17	95%	810.00	Ok	6.45	9.11	Ok
13	P5	P6	P5-P6	A6-B6	C2	4.0	4.0	110	43.31	90	35.43	9,900	1,534.5	4.00	10	7	30	25	147.26	1.56%	99.00	99.00	149%	594.00	Ok	11.33	13.67	Ok
14	P4	P5	P4-P5	C6-D6	C2	4.0	4.0	110	43.31	90	35.43	9,900	1,534.5	4.00	10	7	30	25	147.26	1.56%	99.00	99.00	149%	594.00	Ok	11.33	13.67	Ok
15	P3	P4	P3-P4	E6-F6	C2	4.0	4.0	110	43.31	90	35.43	9,900	1,534.5	4.00	10	7	30	25	147.26	1.56%	99.00	99.00	149%	594.00	Ok	11.33	13.67	Ok
16	P2	P3	P2-P3	G6-H6	C2	4.0	4.0	110	43.31	90	35.43	9,900	1,534.5	4.00	10	7	30	25	147.26	1.56%	99.00	113.50	130%	594.00	Ok	11.33	13.67	Ok
17	P1	P2	P1-P2	I6-J6	C2	4.0	4.0	110	43.31	90	35.43	9,900	1,534.5	4.00	10	7	30	25	147.26	1.56%	99.00	145.00	102%	594.00	Ok	11.33	13.67	Ok
18	-	P1	PO-P1		C2	4.0	4.0	110	43.31	90	35.43	9,900	1,534.5	4.00	15	13	52	25	255.25	2.70%	99.00	245.00	104%	594.00	Ok	7.29	6.83	Ok
19	P5	P6	P5-P6	A5-B5	C2	4.0	4.0	110	43.31	90	35.43	9,900	1,534.5	4.00	10	7	30	25	147.26	1.56%	99.00	99.00	149%	594.00	Ok	11.33	13.67	Ok
20	P4	P5	P4-P5	C5-D5	C2	4.0	4.0	110	43.31	90	35.43	9,900	1,534.5	4.00	10	7	30	25	147.26	1.56%	99.00	99.00	149%	594.00	Ok	11.33	13.67	Ok
21	P3	P4	P3-P4	E5-F5	C2	4.0	4.0	110	43.31	90	35.43	9,900	1,534.5	4.00	10	7	30	25	147.26	1.56%	99.00	99.00	149%	594.00	Ok	11.33	13.67	Ok
22	P2	P3	P2-P3	G5-H5	C2	4.0	4.0	110	43.31	90	35.43	9,900	1,534.5	4.00	10	7	30	25	147.26	1.56%	99.00	123.00	120%	594.00	Ok	11.33	13.67	Ok
23	P1	P2	P1-P2	I5-J5	C2	4.0	4.0	110	43.31	90	35.43	9,900	1,534.5	4.00	10	7	30	25	147.26	1.56%	99.00	149.00	99%	594.00	Ok	11.33	13.67	Ok
24	-	P1	PO-P1		C2	4.0	4.0	110	43.31	90	35.43	9,900	1,534.5	4.00	15	13	52	25	255.25	2.70%	99.00	263.00	97%	594.00	Ok	7.29	6.83	Ok
25	P3	P4	P3-P4	A4-B4	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	8	7	26	25	127.63	1.65%	81.00	95.00	134%	486.00	Ok	11.71	13.67	Ok
26	P2	P3	P2-P3	C4-D4	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	8	7	26	25	127.63	1.65%	81.00	115.00	111%	486.00	Ok	11.71	13.67	Ok
27	P1	P2	P1-P2	G4-H4	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	8	7	26	25	127.63	1.65%	81.00	132.00	97%	486.00	Ok	11.71	13.67	Ok
28	-	P1	PO-P1	I4-J4	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	17	13	56	25	274.89	3.55%	81.00	194.00	142%	486.00	Ok	5.13	6.83	Ok
29	P3	P4	P3-P4	A3-B3	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	8	7	26	25	127.63	1.65%	81.00	90.00	142%	486.00	Ok	11.71	13.67	Ok
30	P2	P3	P2-P3	C3-D3	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	8	7	26	25	127.63	1.65%	81.00	114.00	112%	486.00	Ok	11.71	13.67	Ok
31	P1	P2	P1-P2	G3-H3	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	8	7	26	25	127.63	1.65%	81.00	131.00	97%	486.00	Ok	11.71	13.67	Ok
32	-	P1	PO-P1	I3-J3	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	17	13	56	25	274.89	3.55%	81.00	204.00	135%	486.00	Ok	5.13	6.83	Ok
33	P3	P4	P3-P4	A2-B2	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	8	7	26	25	127.63	1.65%	81.00	90.00	142%	486.00	Ok	11.71	13.67	Ok
34	P2	P3	P2-P3	C2-D2	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	8	7	26	25	127.63	1.65%	81.00	115.00	111%	486.00	Ok	11.71	13.67	Ok
35	P1	P2	P1-P2	G2-H2	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	8	7	26	25	127.63	1.65%	81.00	130.00	98%	486.00	Ok	11.71	13.67	Ok
36	-	P1	PO-P1	I2-J2	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	17	13	56	25	274.89	3.55%	81.00	218.00	126%	486.00	Ok	5.13	6.83	Ok
37	P3	P4	P3-P4	A1-B1	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	8	7	26	25	127.63	1.65%	81.00	81.00	158%	486.00	Ok	11.71	13.67	Ok
38	P2	P3	P2-P3	C1-D1	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	8	7	26	25	127.63	1.65%	81.00	103.00	124%	486.00	Ok	11.71	13.67	Ok
39	P1	P2	P1-P2	G1-H1	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	8	7	26	25	127.63	1.65%	81.00	125.00	102%	486.00	Ok	11.71	13.67	Ok
40	-	P1	PO-P1	I1-J1	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	17	13	56	25	274.89	3.55%	81.00	203.00	135%	486.00	Ok	5.13	6.83	Ok
41	P1	P2	P1-P2	E4-F4	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	9	6	26	25	127.63	1.65%	81.00	129.00	99%	486.00	Ok	10.25	16.40	Ok
42	-	P1	PO-P1		C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	9	6	26	25	127.63	1.65%	81.00	112.00	114%	486.00	Ok	10.25	16.40	Ok
43	P1	P2	P1-P2	E3-F3	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	9	6	26	25	127.63	1.65%	81.00	129.00	99%	486.00	Ok	10.25	16.40	Ok
44	-	P1	PO-P1		C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	9	6	26	25	127.63	1.65%	81.00	115.00	111%	486.00	Ok	10.25	16.40	Ok
45	P1	P2	P1-P2	E2-F2	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	9	7	28	25	137.44	1.78%	81.00	138.00	100%	486.00	Ok	10.25	13.67	Ok
46	-	P1	PO-P1		C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	9	7	28	25	137.44	1.78%	81.00	119.00	115%	486.00	Ok	10.25	13.67	Ok
47	P1	P2	P1-P2	E1-F1	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	9	7	28	25	137.44	1.78%	81.00	130.00	106%	486.00	Ok	10.25	13.67	Ok
48	-	P1	PO-P1		C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5</															

Tabla 15. Rotula plástica en columnas: resumen de momento y carga balanceada de cada columna del diagrama de interacciones

NIVEL	EJES	Column	SENTIDO X - DATOS DE ENTRADA METODO ASCE							SENTIDO Y - DATOS DE ENTRADA METODO ASCE									
			Carga balanceada φPbx	Momento balanceado φMbx	Vpx = $\frac{2Mb}{Hb}$		Vx		Px = $\frac{Av_x}{bw * s}$ ASCE 41	Carga balanceada φPby	Momento balanceado φMby	Vpy = $\frac{2Mby}{Hb}$		Vy		Py = $\frac{Av_y}{hw * s}$ ASCE 42			
					θ =	1.15	$\frac{Vx}{bw \sqrt{d}}$	[Psi=lb/in ²]				θ =	1.15	$\frac{Vy}{bw \sqrt{d}}$	[Psi=lb/in ²]				
Inicio	Fin		[Ton]	[Ton-m]	[Ton]	[Lb]	[Kg/cm ²]	[Ton]	[Ton-m]	[Ton]	[Lb]	[Kg/cm ²]	[Psi=lb/in ²]						
1	P5	P6	P5-P6	A8-B8-	C1	1,789.64	573.73	425.67	938,391	1.41	5.33	0.01382	1,863.84	926.07	851.98	1,878,200	2.88	10.87	0.00880
2	P4	P5	P4-P5	C8-D8-	C1	1,789.64	573.73	425.67	938,391	1.41	5.33	0.01382	1,863.84	926.07	851.98	1,878,200	2.88	10.87	0.00880
3	P3	P4	P3-P4	E8-F8-	C1	1,789.64	573.73	425.67	938,391	1.41	5.33	0.01382	1,863.84	926.07	851.98	1,878,200	2.88	10.87	0.00880
4	P2	P3	P2-P3	G8-H8-	C1	1,789.64	573.73	425.67	938,391	1.41	5.33	0.01382	1,863.84	926.07	851.98	1,878,200	2.88	10.87	0.00880
5	P1	P2	P1-P2	I8-J8	C1	1,789.64	573.73	425.67	938,391	1.41	5.33	0.01382	1,863.84	926.07	851.98	1,878,200	2.88	10.87	0.00880
6	-	P1	P0-P1		C1	1,847.24	724.15	537.27	1,184,418	1.78	6.73	0.01382	1,938.78	1,075.45	989.42	2,181,168	3.35	12.62	0.01005
7	P5	P6	P5-P6	A7-B7-	C1	1,789.64	573.73	425.67	938,391	1.41	5.33	0.01382	1,863.84	926.07	851.98	1,878,200	2.88	10.87	0.00880
8	P4	P5	P4-P5	C7-D7-	C1	1,789.64	573.73	425.67	938,391	1.41	5.33	0.01382	1,863.84	926.07	851.98	1,878,200	2.88	10.87	0.00880
9	P3	P4	P3-P4	E7-F7-	C1	1,789.64	573.73	425.67	938,391	1.41	5.33	0.01382	1,863.84	926.07	851.98	1,878,200	2.88	10.87	0.00880
10	P2	P3	P2-P3	G7-H7-	C1	1,789.64	573.73	425.67	938,391	1.41	5.33	0.01382	1,863.84	926.07	851.98	1,878,200	2.88	10.87	0.00880
11	P1	P2	P1-P2	I7-J7	C1	1,789.64	573.73	425.67	938,391	1.41	5.33	0.01382	1,863.84	926.07	851.98	1,878,200	2.88	10.87	0.00880
12	-	P1	P0-P1		C1	1,847.24	724.15	537.27	1,184,418	1.78	6.73	0.03250	1,938.78	1,075.45	989.42	2,181,168	3.35	12.62	0.01005
13	P5	P6	P5-P6	A6-B6-	C2	1,324.05	446.34	331.16	730,032	1.51	5.71	0.01257	1,327.38	537.75	426.49	940,200	1.97	7.42	0.00880
14	P4	P5	P4-P5	C6-D6-	C2	1,324.05	446.34	331.16	730,032	1.51	5.71	0.01257	1,327.38	537.75	426.49	940,200	1.97	7.42	0.00880
15	P3	P4	P3-P4	E6-F6-	C2	1,324.05	446.34	331.16	730,032	1.51	5.71	0.01257	1,327.38	537.75	426.49	940,200	1.97	7.42	0.00880
16	P2	P3	P2-P3	G6-H6-	C2	1,324.05	446.34	331.16	730,032	1.51	5.71	0.01710	1,327.38	537.75	426.49	940,200	1.97	7.42	0.00880
17	P1	P2	P1-P2	I6-J6	C2	1,324.05	446.34	331.16	730,032	1.51	5.71	0.01710	1,327.38	537.75	426.49	940,200	1.97	7.42	0.00880
18	-	P1	P0-P1		C2	1,364.76	516.12	382.93	844,164	1.75	6.61	0.02566	1,394.04	635.58	504.08	1,111,246	2.33	8.77	0.00880
19	P5	P6	P5-P6	A5-B5-	C2	1,324.05	446.34	331.16	730,032	1.51	5.71	0.01257	1,354.29	525.00	416.38	917,908	1.92	7.24	0.00880
20	P4	P5	P4-P5	C5-D5-	C2	1,324.05	446.34	331.16	730,032	1.51	5.71	0.01257	1,354.29	525.00	416.38	917,908	1.92	7.24	0.00880
21	P3	P4	P3-P4	E5-F5-	C2	1,324.05	446.34	331.16	730,032	1.51	5.71	0.01257	1,354.29	525.00	416.38	917,908	1.92	7.24	0.00880
22	P2	P3	P2-P3	G5-H5-	C2	1,324.05	446.34	331.16	730,032	1.51	5.71	0.01257	1,354.29	525.00	416.38	917,908	1.92	7.24	0.00880
23	P1	P2	P1-P2	I5-J5	C2	1,324.05	446.34	331.16	730,032	1.51	5.71	0.01710	1,354.29	525.00	416.38	917,908	1.92	7.24	0.00880
24	-	P1	P0-P1		C2	1,368.11	527.58	391.43	862,908	1.79	6.75	0.02566	1,394.04	635.58	504.08	1,111,246	2.33	8.77	0.00880
25	P3	P4	P3-P4	A4-B4-	C3	1,086.22	365.46	271.15	597,745	1.53	5.77	0.01005	1,086.75	357.70	265.39	585,053	1.50	5.64	0.00880
26	P2	P3	P2-P3	C4-D4-	C3	1,086.22	365.46	271.15	597,745	1.53	5.77	0.01005	1,086.75	357.70	265.39	585,053	1.50	5.64	0.00880
27	P1	P2	P1-P2	G4-H4-	C3	1,086.22	365.46	271.15	597,745	1.53	5.77	0.01368	1,086.75	357.70	265.39	585,053	1.50	5.64	0.00880
28	-	P1	P0-P1	I4-J4	C3	1,143.69	492.53	365.43	805,580	2.06	7.77	0.01885	1,151.13	463.61	343.97	758,279	1.94	7.31	0.00880
29	P3	P4	P3-P4	A3-B3-	C3	1,086.22	365.46	271.15	597,745	1.53	5.77	0.01005	1,086.75	357.70	265.39	585,053	1.50	5.64	0.00880
30	P2	P3	P2-P3	C3-D3-	C3	1,086.22	365.46	271.15	597,745	1.53	5.77	0.01005	1,086.75	357.70	265.39	585,053	1.50	5.64	0.00880
31	P1	P2	P1-P2	G3-H3-	C3	1,086.22	365.46	271.15	597,745	1.53	5.77	0.01368	1,086.75	357.70	265.39	585,053	1.50	5.64	0.00880
32	-	P1	P0-P1	I3-J3	C3	1,143.69	492.53	365.43	805,580	2.06	7.77	0.01885	1,151.13	463.61	343.97	758,279	1.94	7.31	0.00880
33	P3	P4	P3-P4	A2-B2-	C3	1,086.22	365.46	271.15	597,745	1.53	5.77	0.01005	1,086.75	357.70	265.39	585,053	1.50	5.64	0.00880
34	P2	P3	P2-P3	C2-D2-	C3	1,086.22	365.46	271.15	597,745	1.53	5.77	0.01005	1,086.75	357.70	265.39	585,053	1.50	5.64	0.00880
35	P1	P2	P1-P2	G2-H2-	C3	1,086.22	365.46	271.15	597,745	1.53	5.77	0.01368	1,086.75	357.70	265.39	585,053	1.50	5.64	0.00880
36	-	P1	P0-P1	I2-J2	C3	1,143.69	492.53	365.43	805,580	2.06	7.77	0.01885	1,086.75	339.40	251.81	555,122	1.42	5.35	0.00880
37	P3	P4	P3-P4	A1-B1-	C3	1,086.22	365.46	271.15	597,745	1.53	5.77	0.01005	1,086.75	357.70	265.39	585,053	1.50	5.64	0.00880
38	P2	P3	P2-P3	C1-D1-	C3	1,086.22	365.46	271.15	597,745	1.53	5.77	0.01005	1,086.75	357.70	265.39	585,053	1.50	5.64	0.00880
39	P1	P2	P1-P2	G1-H1-	C3	1,086.22	365.46	271.15	597,745	1.53	5.77	0.01005	1,086.75	357.70	265.39	585,053	1.50	5.64	0.00880
40	-	P1	P0-P1	I1-J1	C3	1,143.69	492.53	365.43	805,580	2.06	7.77	0.01131	1,151.13	463.61	343.97	758,279	1.94	7.31	0.00880
41	P1	P2	P1-P2	E4-F4	C3	1,085.70	373.29	276.96	610,552	1.56	5.89	0.01131	1,093.89	351.88	261.07	575,534	1.47	5.55	0.00754
42	-	P1	P0-P1		C3	1,085.70	373.29	276.96	610,552	1.56	5.89	0.01131	1,093.89	351.88	261.07	575,534	1.47	5.55	0.00754
43	P1	P2	P1-P2	E3-F3	C3	1,085.70	373.29	276.96	610,552	1.56	5.89	0.01131	1,093.89	351.88	261.07	575,534	1.47	5.55	0.00754
44	-	P1	P0-P1		C3	1,085.70	373.29	276.96	610,552	1.56	5.89	0.01131	1,093.89	351.88	261.07	575,534	1.47	5.55	0.00754
45	P1	P2	P1-P2	E2-F2	C3	1,089.60	376.92	279.65	616,489	1.58	5.95	0.01131	1,097.24	363.33	269.57	594,261	1.52	5.73	0.00880
46	-	P1	P0-P1		C3	1,089.60	376.92	279.65	616,489	1.58	5.95	0.01131	1,097.24	363.33	269.57	594,261	1.52	5.73	0.00880
47	P1	P2	P1-P2	E1-F1	C3	1,089.60	376.92	279.65	616,489	1.58	5.95	0.01131	1,097.24	363.33	269.57	594,261	1.52	5.73	0.00880
48	-	P1	P0-P1		C3	1,089.60	376.92	279.65	616,489	1.58	5.95	0.01131	1,097.24	363.33	269.57	594,261	1.52	5.73	0.00880

Figura 32. Diagrama de interacción de las columnas (MDB)

Columna C1 – Diagrama de interacción

Sentido X

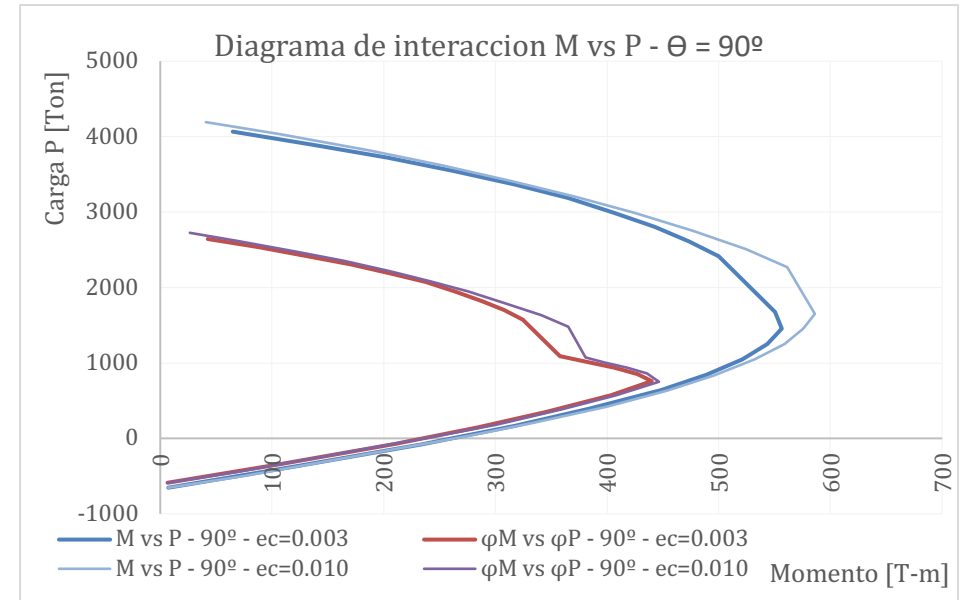
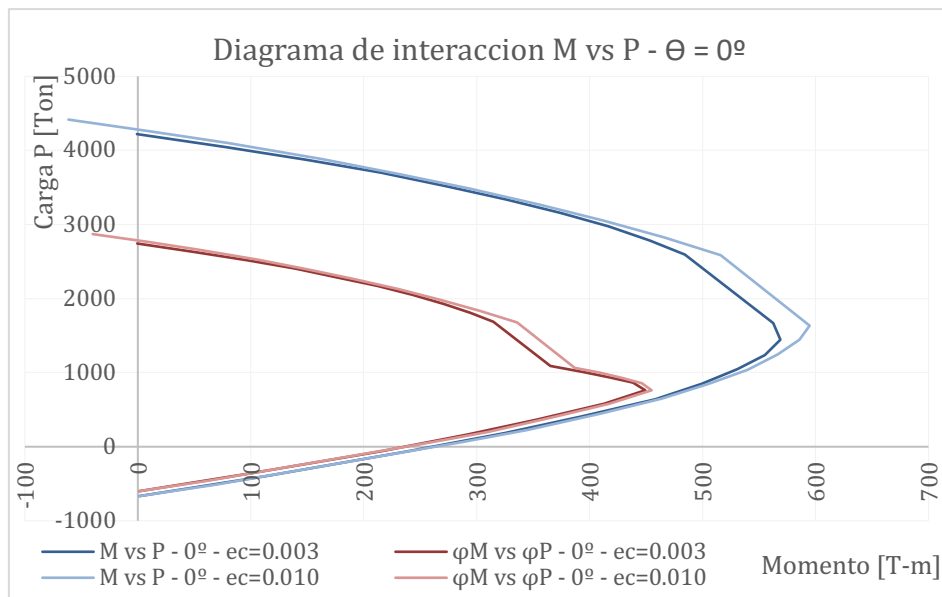
b = 150.0 [cm]	C = 0.6*d = 49.80 [cm]
h = 90.0 [cm]	C = 49.80 [cm]
r = 4.0 [cm]	a = β ₁ *C = 39.84 [cm]
d = 83.0 [cm]	ε _c = 0.0030
	ε _c = 0.0100

	C	P	M	φP	φM
	49.80	2753.29	882.66	1789.64	573.73
10	116.60	6,822.30	-22.52	4,434.50	-14.64
9	111.60	6,539.59	106.11	4,250.74	68.97
8	106.60	6,255.48	224.48	4,066.06	145.91
7	101.60	5,969.75	332.65	3,880.34	216.22
6	96.70	5,677.57	427.51	3,690.42	277.88
5	91.70	5,386.74	515.59	3,501.38	335.13
4	86.70	5,093.24	593.73	3,310.61	385.92
3	81.70	4,796.60	662.09	3,117.79	430.36
2	76.70	4,496.19	720.85	2,922.52	468.55
1	71.80	4,197.37	769.34	2,728.29	500.07
Balanceada	49.80	2,753.29	882.66	1,789.64	573.73
1	44.90	2,403.71	887.69	1,671.71	617.37
2	39.90	2,092.75	861.90	1,576.64	649.34
3	35.00	1,796.79	822.05	1,484.49	679.17
4	30.00	1,488.98	769.96	1,340.09	692.97
5	25.00	1,179.18	704.64	1,061.26	634.17
6	20.00	816.90	603.03	735.21	542.73
7	15.00	475.79	498.11	428.21	448.30
8	10.10	104.08	368.93	93.67	332.04
9	5.10	-394.82	176.89	-355.33	159.20
10	0.10	-819.31	2.41	-737.38	2.17

Sentido Y

b = 90.0 [cm]	C = 0.6*d = 85.80 [cm]
h = 150.0 [cm]	C = 85.80 [cm]
r = 4.0 [cm]	a = β ₁ *C = 68.64 [cm]
d = 143.0 [cm]	ε _c = 0.0030
	ε _c = 0.0100

	C	P	M	φP	φM
	85.80	2867.44	1424.72	1863.84	926.07
10	193.10	6,792.61	-18.07	4,415.19	-11.75
9	184.50	6,501.19	199.47	4,225.77	129.66
8	175.90	6,197.01	397.20	4,028.06	258.18
7	167.30	5,901.30	578.13	3,835.84	375.79
6	158.70	5,603.49	741.02	3,642.27	481.66
5	150.20	5,306.72	884.44	3,449.37	574.88
4	141.60	4,993.00	1,009.08	3,245.45	655.90
3	133.00	4,685.03	1,118.81	3,045.27	727.23
2	124.40	4,372.68	1,211.39	2,842.24	787.40
1	115.80	4,054.98	1,287.23	2,635.74	836.70
Balanceada	85.80	2,867.44	1,424.72	1,863.84	926.07
1	78.10	2,537.45	1,434.58	1,753.58	991.41
2	69.50	2,198.77	1,401.50	1,644.07	1,047.93
3	60.90	1,840.48	1,340.01	1,509.86	1,099.29
4	52.30	1,500.84	1,253.31	1,350.76	1,127.98
5	43.80	1,165.40	1,142.78	1,048.86	1,028.51
6	35.20	827.00	1,006.07	744.30	905.46
7	26.60	490.15	844.84	441.13	760.36
8	18.00	108.97	627.92	98.07	565.13
9	9.40	-286.98	375.41	-258.28	337.87
10	0.90	-795.75	21.58	-716.18	19.43



Columna C2 – Diagrama de interacción

Sentido X

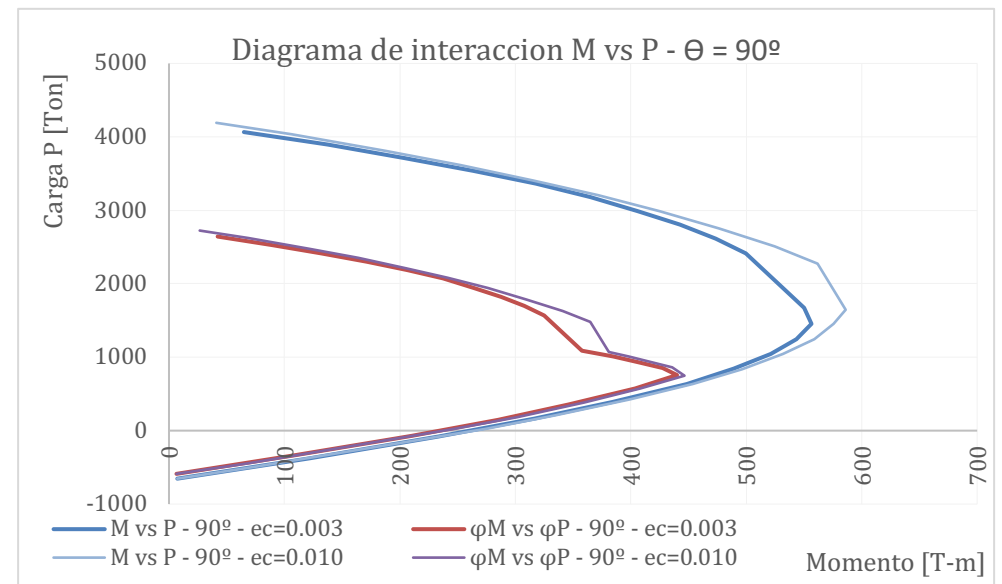
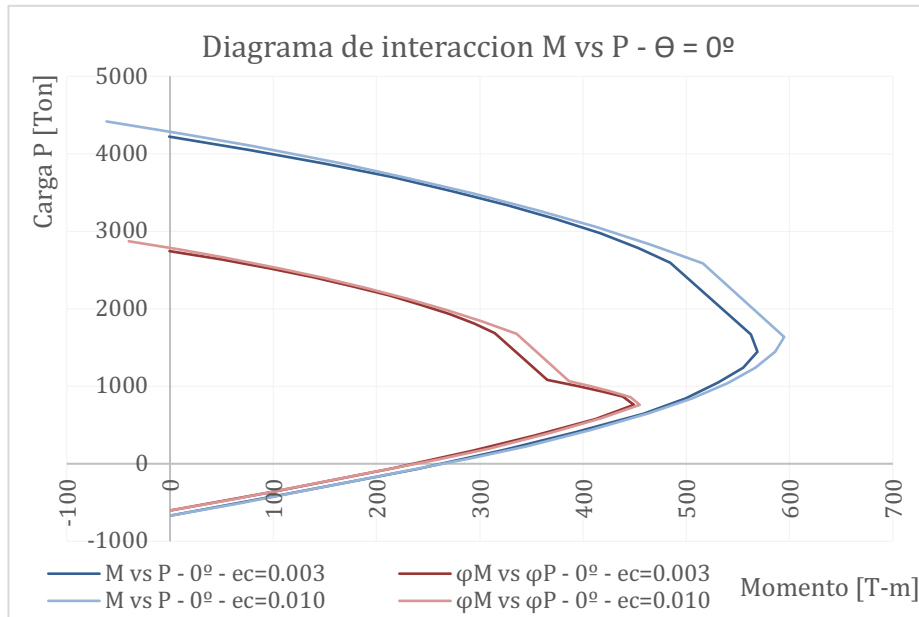
b = 110.0 [cm]	C = 0.6*d = 49.80 [cm]
h = 90.0 [cm]	C = 49.80 [cm]
r = 4.0 [cm]	a = β ₁ *C = 39.84 [cm]
d = 83.0 [cm]	ε _c = 0.0030
	ε _c = 0.0100

	C	P	M	φP	φM
	49.80	2037.00	686.68	1324.05	446.34
10	116.60	5,122.57	-1.62	3,329.67	-1.05
9	111.60	4,912.25	93.60	3,192.96	60.84
8	106.60	4,700.61	181.37	3,055.40	117.89
7	101.60	4,487.47	261.75	2,916.86	170.14
6	96.70	4,266.54	332.11	2,773.25	215.87
5	91.70	4,048.56	397.96	2,631.56	258.67
4	86.70	3,828.08	456.67	2,488.25	296.83
3	81.70	3,604.64	508.38	2,343.02	330.44
2	76.70	3,377.68	553.25	2,195.49	359.61
1	71.80	3,151.12	590.79	2,048.23	384.01
Balanceada	49.80	2,037.00	686.68	1,324.05	446.34
1	44.90	1,762.53	694.74	1,225.79	483.17
2	39.90	1,522.98	676.86	1,147.39	509.93
3	35.00	1,296.99	647.53	1,071.56	534.98
4	30.00	1,060.58	609.01	954.53	548.10
5	25.00	822.18	560.10	739.96	504.09
6	20.00	536.97	479.93	483.27	431.94
7	15.00	270.87	398.52	243.78	358.66
8	10.10	-23.87	296.46	-21.48	266.81
9	5.10	-430.35	140.19	-387.32	126.17
10	0.10	-769.20	1.77	-692.28	1.59

Sentido Y

b = 90.0 [cm]	C = 0.6*d = 61.80 [cm]
h = 110.0 [cm]	C = 61.80 [cm]
r = 4.0 [cm]	a = β ₁ *C = 49.44 [cm]
d = 103.0 [cm]	ε _c = 0.0030
	ε _c = 0.0100

	C	P	M	φP	φM
	61.80	2083.53	807.69	1354.29	525.00
10	139.10	5,011.89	53.09	3,257.73	34.51
9	132.90	4,797.84	165.26	3,118.60	107.42
8	126.70	4,582.34	268.05	2,978.52	174.23
7	120.50	4,365.16	361.52	2,837.35	234.99
6	114.30	4,135.24	444.04	2,687.91	288.63
5	108.20	3,916.23	517.85	2,545.55	336.60
4	102.00	3,690.81	583.94	2,399.02	379.56
3	95.80	3,461.99	641.21	2,250.29	416.79
2	89.60	3,229.08	689.88	2,098.90	448.42
1	83.40	2,980.45	727.37	1,937.29	472.79
Balanceada	61.80	2,083.53	807.69	1,354.29	525.00
1	56.20	1,825.41	816.40	1,262.30	564.55
2	50.10	1,561.92	794.71	1,167.23	593.89
3	43.90	1,303.76	761.92	1,068.94	624.70
4	37.70	1,046.01	714.93	941.41	643.43
5	31.50	788.91	653.83	710.02	588.45
6	25.30	532.93	578.87	479.64	520.98
7	19.20	240.32	471.52	216.29	424.36
8	13.00	-45.79	353.51	-41.21	318.16
9	6.80	-380.61	197.76	-342.55	177.98
10	0.60	-753.85	10.56	-678.46	9.50



Columna C3 – Diagrama de interacción

Sentido X

b = 90.0 [cm]	C = 0.6*d = 49.80 [cm]
h = 90.0 [cm]	C = 49.80 [cm]
r = 4.0 [cm]	a = β ₁ *C = 39.84 [cm]
d = 83.0 [cm]	ε _c = 0.0030
	ε _c = 0.0100

	C	P	M	φP	φM
	49.80	1671.11	562.24	1086.22	365.46
10	116.60	4,220.68	-0.78	2,743.44	-0.51
9	111.60	4,048.03	77.17	2,631.22	50.16
8	106.60	3,874.25	149.02	2,518.27	96.86
7	101.60	3,699.19	214.84	2,404.47	139.64
6	96.70	3,515.80	272.22	2,285.27	176.94
5	91.70	3,336.41	326.13	2,168.67	211.98
4	86.70	3,154.86	374.20	2,050.66	243.23
3	81.70	2,970.75	416.55	1,930.99	270.76
2	76.70	2,783.58	453.31	1,809.33	294.65
1	71.80	2,596.57	484.08	1,687.77	314.65
Balanceada	49.80	1,671.11	562.24	1,086.22	365.46
1	44.90	1,441.95	568.88	1,002.83	395.64
2	39.90	1,238.09	554.95	932.76	418.09
3	35.00	1,047.09	530.89	865.10	438.62
4	30.00	846.38	499.15	761.75	449.23
5	25.00	643.68	458.45	579.31	412.61
6	20.00	405.51	392.23	364.96	353.01
7	15.00	182.32	324.63	164.09	292.16
8	10.10	-63.43	240.12	-57.09	216.11
9	5.10	-392.18	113.71	-352.96	102.34
10	0.10	-666.83	1.44	-600.15	1.30

Sentido Y

b = 90.0 [cm]	C = 0.6*d = 49.80 [cm]
h = 90.0 [cm]	C = 49.80 [cm]
r = 4.0 [cm]	a = β ₁ *C = 39.84 [cm]
d = 83.0 [cm]	ε _c = 0.0030
	ε _c = 0.0100

	C	P	M	φP	φM
	49.80	1671.92	550.31	1086.75	357.70
10	112.10	4,065.57	65.12	2,642.62	42.33
9	107.10	3,891.69	137.30	2,529.60	89.25
8	102.10	3,716.50	203.42	2,415.73	132.22
7	97.10	3,539.82	263.52	2,300.88	171.29
6	92.10	3,361.40	317.66	2,184.91	206.48
5	87.20	3,184.57	365.03	2,069.97	237.27
4	82.20	2,990.45	405.82	1,943.79	263.78
3	77.20	2,803.35	442.58	1,822.18	287.68
2	72.20	2,612.59	473.83	1,698.19	307.99
1	67.20	2,417.36	499.78	1,571.28	324.85
Balanceada	49.80	1,671.92	550.31	1,086.75	357.70
1	45.30	1,457.95	556.50	1,008.01	384.76
2	40.30	1,248.89	543.44	934.45	406.61
3	35.40	1,043.10	521.51	854.82	427.37
4	30.40	843.21	488.93	758.89	440.04
5	25.40	637.27	448.41	573.54	403.57
6	20.40	393.59	384.42	354.23	345.98
7	15.40	164.91	316.91	148.42	285.22
8	10.50	-80.12	233.62	-72.11	210.25
9	5.50	-371.97	121.75	-334.77	109.57
10	0.50	-653.98	7.20	-588.58	6.48

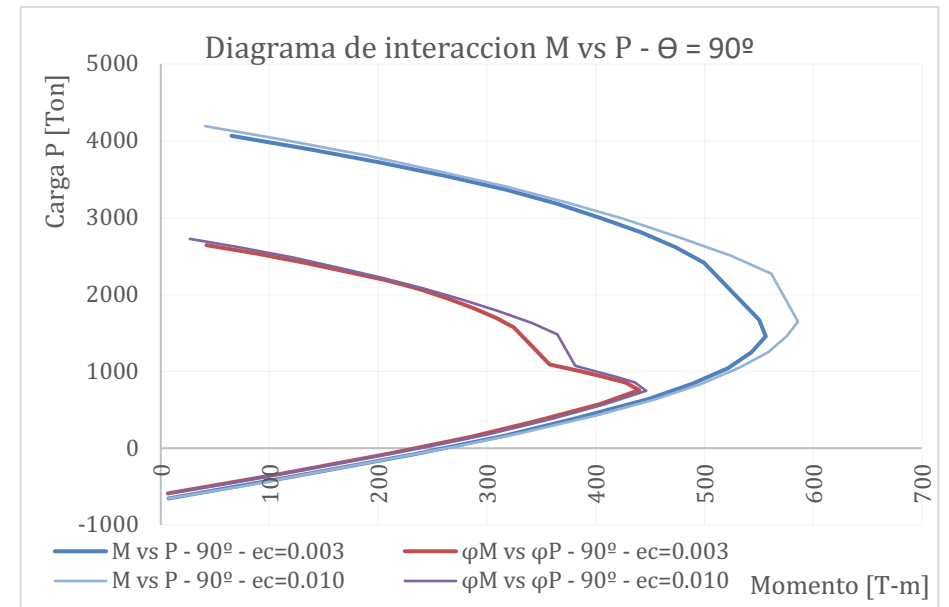
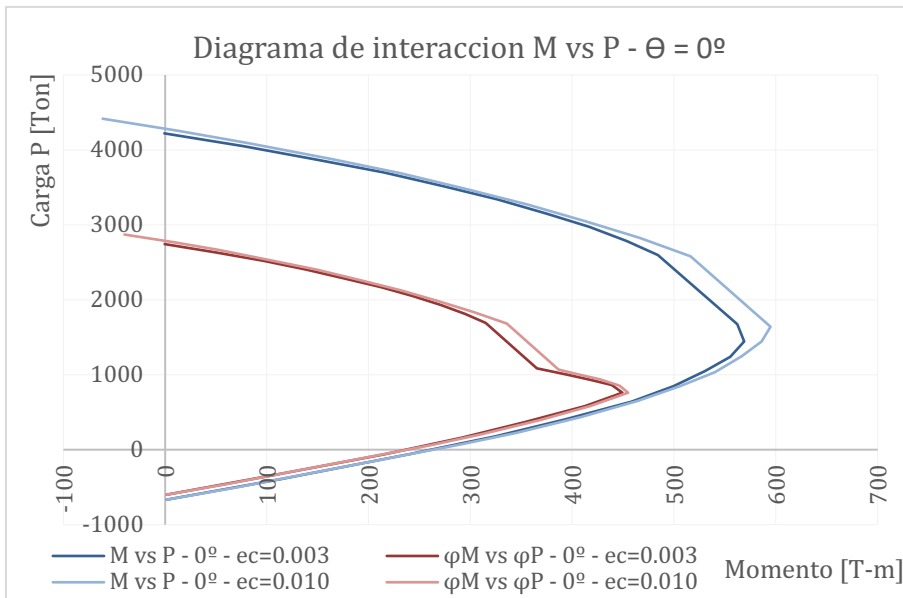


Tabla 16. Rotula plástica en columna: resumen de acero transversal

NIVEL		EJES		Column	ACERO TRANSVERSAL SENTIDO X																				ACERO TRANSVERSAL SENTIDO Y																			
Inicio	Fin	As ₁	As ₂	As ₃	Dist entre estribos			As por Capacidad					As de Corte			As diseño	Varillas	Área de Refuerzo adoptado			As _{total} ≥ 95%	hx ≤ 35cm		As por Capacidad					As de Corte			As diseño	Varillas	Área de Refuerzo adoptado			As _{total} ≥ 95%	hy ≤ 35cm						
					Lo [cm]	s1 _{calc} [cm]	s1 _{top} [cm]	As ₁ (a) [cm ²]	As ₁ (b) [cm ²]	0.3 Ag [Ton]	As ₁ (c) [cm ²]	As _{capacidad} [cm ²]	Vs [Kg]	Vs ≤ 4Vc Chk	As _{corona} [cm ²]	As _{diseño} [cm ²]	No.	ramas [uni]	Ø [mm]	Avx cm ²	95%	hx _{Max} [cm]	35	As ₁ [cm ²]	As ₂ [cm ²]	0.3 Ag [Ton]	As ₃ [cm ²]	As _{capacidad} [cm ²]	Vs [Kg]	4Vc Chk	Vs ≤ 4Vc Chk	As _{corona} [cm ²]	As _{diseño} [cm ²]	No.	rama [uni]	Ø [mm]	Avy cm ²	95%	hy _{Max} [cm]	35				
1	P5	P6	P5-P6	A8-B8	C1	150	15.00	10.00	3.89	10.83	1.418	10.80	10.83	209,580	Ok	5.80	10.83	11	11	12	12.44	115%	Ok	17.75	Ok	2.27	6.33	1.418	6.33	6.33	414,459	521,153	Ok	6.76	6.76	7	7	12	7.92	117%	Ok	20.50	Ok	
2	P4	P5	P4-P5	C8-B8	C1	150	15.00	10.00	3.89	10.83	1.418	10.80	10.83	209,580	Ok	5.80	10.83	11	11	12	12.44	115%	Ok	17.75	Ok	2.27	6.33	1.418	6.33	6.33	414,459	521,153	Ok	6.76	6.76	7	7	12	7.92	117%	Ok	20.50	Ok	
3	P3	P4	P3-P4	E8-F8	C1	150	15.00	10.00	3.89	10.83	1.418	10.80	10.83	209,580	Ok	5.80	10.83	11	11	12	12.44	115%	Ok	17.75	Ok	2.27	6.33	1.418	6.33	6.33	414,459	521,153	Ok	6.76	6.76	7	7	12	7.92	117%	Ok	20.50	Ok	
4	P2	P3	P2-P3	G8-H8	C1	150	15.00	10.00	3.89	10.83	1.418	10.80	10.83	209,580	Ok	5.80	10.83	11	11	12	12.44	115%	Ok	17.75	Ok	2.27	6.33	1.418	6.33	6.33	414,459	521,153	Ok	6.76	6.76	7	7	12	7.92	117%	Ok	20.50	Ok	
5	P1	P2	P1-P2	I8-J8	C1	150	15.00	10.00	3.89	10.83	1.418	10.80	10.83	209,580	Ok	5.80	10.83	11	11	12	12.44	115%	Ok	17.75	Ok	2.27	6.33	1.418	6.33	6.33	414,459	521,153	Ok	6.76	6.76	7	7	12	7.92	117%	Ok	20.50	Ok	
6	-	P1	P0-P1	-	C1	150	15.00	10.00	3.89	10.83	1.418	10.80	10.83	298,062	Ok	8.25	10.83	23	11	12	12.44	115%	Ok	17.75	Ok	2.27	6.33	1.418	6.32	6.33	502,331	521,153	Ok	8.19	8.19	10	8	12	9.05	110%	Ok	13.67	Ok	
7	P5	P6	P5-P6	A7-B7	C1	150	15.00	10.00	3.89	10.83	1.418	10.80	10.83	209,580	Ok	5.80	10.83	11	11	12	12.44	115%	Ok	17.75	Ok	2.27	6.33	1.418	6.33	6.33	414,459	521,153	Ok	6.76	6.76	7	7	12	7.92	117%	Ok	20.50	Ok	
8	P4	P5	P4-P5	C7-D7	C1	150	15.00	10.00	3.89	10.83	1.418	10.80	10.83	209,580	Ok	5.80	10.83	11	11	12	12.44	115%	Ok	17.75	Ok	2.27	6.33	1.418	6.33	6.33	414,459	521,153	Ok	6.76	6.76	7	7	12	7.92	117%	Ok	20.50	Ok	
9	P3	P4	P3-P4	E7-F7	C1	150	15.00	10.00	3.89	10.83	1.418	10.80	10.83	209,580	Ok	5.80	10.83	11	11	12	12.44	115%	Ok	17.75	Ok	2.27	6.33	1.418	6.33	6.33	414,459	521,153	Ok	6.76	6.76	7	7	12	7.92	117%	Ok	20.50	Ok	
10	P2	P3	P2-P3	G7-H7	C1	150	15.00	10.00	3.89	10.83	1.418	10.80	10.83	209,580	Ok	5.80	10.83	11	11	12	12.44	115%	Ok	17.75	Ok	2.27	6.33	1.418	6.33	6.33	414,459	521,153	Ok	6.76	6.76	7	7	12	7.92	117%	Ok	20.50	Ok	
11	P1	P2	P1-P2	I7-J7	C1	150	15.00	10.00	3.60	10.86	1.418	10.78	10.86	298,062	Ok	5.80	10.86	11	11	14	16.93	156%	Ok	17.75	Ok	2.27	6.33	1.418	6.33	6.33	414,459	521,153	Ok	6.76	6.76	7	7	12	7.92	117%	Ok	20.50	Ok	
12	-	P1	P0-P1	-	C1	150	15.00	10.00	3.60	10.86	1.418	10.78	10.86	298,062	Ok	8.25	10.86	23	19	14	29.25	269%	Ok	8.88	Ok	2.27	6.33	1.418	6.32	6.33	502,331	521,153	Ok	8.19	8.19	10	8	12	9.05	110%	Ok	13.67	Ok	
13	P5	P6	P5-P6	A6-B6	C2	110	15.00	10.00	3.22	7.83	1.040	8.03	8.03	168,753	Ok	4.67	8.03	10	10	12	11.31	141%	Ok	12.75	Ok	2.61	6.33	1.040	6.50	6.50	221,731	378,371	Ok	4.98	6.50	7	7	12	7.92	122%	Ok	20.50	Ok	
14	P4	P5	P4-P5	C6-D6	C2	110	15.00	10.00	3.22	7.83	1.040	8.03	8.03	168,753	Ok	4.67	8.03	10	10	12	11.31	141%	Ok	12.75	Ok	2.61	6.33	1.040	6.50	6.50	221,731	378,371	Ok	4.98	6.50	7	7	12	7.92	122%	Ok	20.50	Ok	
15	P3	P4	P3-P4	E6-F6	C2	110	15.00	10.00	3.22	7.83	1.040	8.03	8.03	168,753	Ok	4.67	8.03	10	10	12	11.31	141%	Ok	12.75	Ok	2.61	6.33	1.040	6.50	6.50	221,731	378,371	Ok	4.98	6.50	7	7	12	7.92	122%	Ok	20.50	Ok	
16	P2	P3	P2-P3	G6-H6	C2	110	15.00	10.00	2.99	7.86	1.040	8.03	8.03	168,753	Ok	4.67	8.03	10	10	14	15.39	192%	Ok	12.75	Ok	2.61	6.33	1.040	6.50	6.50	221,731	378,371	Ok	4.98	6.50	7	7	12	7.92	122%	Ok	20.50	Ok	
17	P1	P2	P1-P2	I6-J6	C2	110	15.00	10.00	2.99	7.86	1.040	8.03	8.03	168,753	Ok	4.67	8.03	10	10	14	15.39	192%	Ok	12.75	Ok	2.61	6.33	1.040	6.50	6.50	221,731	378,371	Ok	4.98	6.50	7	7	12	7.92	122%	Ok	20.50	Ok	
18	-	P1	P0-P1	-	C2	110	15.00	10.00	2.99	7.86	1.040	8.03	8.03	209,800	Ok	5.81	8.03	15	15	14	23.09	287%	Ok	8.50	Ok	2.61	6.33	1.040	6.50	6.50	279,278	378,371	Ok	6.27	6.50	13	7	12	7.92	122%	Ok	20.50	Ok	
19	P5	P6	P5-P6	A5-B5	C2	110	15.00	10.00	3.22	7.83	1.040	8.03	8.03	168,753	Ok	4.67	8.03	10	10	12	11.31	141%	Ok	12.75	Ok	2.61	6.33	1.040	6.50	6.50	214,231	378,371	Ok	4.81	6.50	7	7	12	7.92	122%	Ok	20.50	Ok	
20	P4	P5	P4-P5	C5-D5	C2	110	15.00	10.00	3.22	7.83	1.040	8.03	8.03	168,753	Ok	4.67	8.03	10	10	12	11.31	141%	Ok	12.75	Ok	2.61	6.33	1.040	6.50	6.50	214,231	378,371	Ok	4.81	6.50	7	7	12	7.92	122%	Ok	20.50	Ok	
21	P3	P4	P3-P4	E5-F5	C2	110	15.00	10.00	3.22	7.83	1.040	8.03	8.03	168,753	Ok	4.67	8.03	10	10	12	11.31	141%	Ok	12.75	Ok	2.61	6.33	1.040	6.50	6.50	214,231	378,371	Ok	4.81	6.50	7	7	12	7.92	122%	Ok	20.50	Ok	
22	P2	P3	P2-P3	G5-H5	C2	110	15.00	10.00	3.22	7.83	1.040	8.03	8.03	168,753	Ok	4.67	8.03	10	10	12	11.31	141%	Ok	12.75	Ok	2.61	6.33	1.040	6.50	6.50	214,231	378,371	Ok	4.81	6.50	7	7	12	7.92	122%	Ok	20.50	Ok	
23	P1	P2	P1-P2	I5-J5	C2	110	15.00	10.00	2.99	7.86	1.040	8.03	8.03	168,753	Ok	4.67	8.03	10	10	14	15.39	192%	Ok	12.75	Ok	2.61	6.33	1.040	6.50	6.50	214,231	378,371	Ok	4.81	6.50	7	7	12	7.92	122%	Ok	20.50	Ok	
24	-	P1	P0-P1	-	C2	110	15.00	10.00	2.99	7.86	1.040	8.05	8.05	216,542	Ok	6.00	8.05	15	15	14	23.09	287%	Ok	8.50	Ok	2.61	6.33	1.040	6.52	6.52	279,278	378,371	Ok	6.27	6.52	13	7	12	7.92	121%	Ok	20.50	Ok	
25	P3	P4	P3-P4	A4-B4	C3	90	15.00	10.00	2.89	6.33	851	6.67	6.67	138,231	Ok	3.83	6.67	8	8	12	9.05	136%	Ok	13.67	Ok	2.89	6.33	851	6.67	6.67	133,667	306,981	Ok	3.70	6.67	7	7	12	7.92	119%	Ok	20.50	Ok	
26	P2	P3	P2-P3	C4-D4	C3	90	15.00	10.00	2.89	6.33	851	6.67	6.67	138,231	Ok	3.83	6.67	8	8	12	9.05	136%	Ok	13.67	Ok	2.89	6.33	851	6.67	6.67	133,667	306,981	Ok	3.70	6.67	7	7	12	7.92	119%	Ok	20.50	Ok	
27	P1	P2	P1-P2	G4-H4	C3	90	15.00	10.00	2.68	6.36	851	6.67	6.67	138,231	Ok	3.83	6.67	8	8	14	12.32	185%	Ok	13.67	Ok	2.89	6.33	851	6.67	6.67	133,667	306,981	Ok	3.70	6.67	7	7	12	7.92	119%	Ok	20.50	Ok	
28	-	P1	P0-P1	I4-J4	C3	90	15.00	10.00	2.89	6.33	851	6.72	6.72	212,9																														

Tabla 17. Rotula plástica en columnas: condiciones iniciales de ASCE 41-13

										CONDICIONES ASCE																					
NIVEL			EJES	Column	Sentido X										Sentido Y																
Inicio	Fin				Axial (ENV)	Momento Mx (ENV) (M3)		Corte Vx (ENV) (V2)		M	Vo	Vp = V Rotula plast		Vp	$\frac{s}{d} \leq 0.50$	$\frac{A_c}{A_g} \geq 0.002$	PO	Momento Mx (ENV) (M2)	Corte Vx (ENV) (V3)		M	Vo	Vp = V Rotula plast		Vp	$\frac{s}{d} \leq 0.50$	$\frac{A_c}{A_g} \geq 0.002$	PO			
			[Ton]	[Lb]	[Ton-m]	[Lb-in]	[Ton]	[Lb]	$\frac{M}{V * d}$	[Lb]	[Ton]	[Lb]	$\frac{V_p}{V_o}$			[Ton-m]	[Lb-in]	[Ton]	[Lb]	$\frac{M}{V * d}$	[Lb]	[Ton]	[Lb]	$\frac{V_p}{V_o}$							
1	P5	P6	P5-P6	A8-B8-	C1	101	202,000	78	6,770,104	38	76,000	2.6	1,158,652	38.00	76,000	0.07	0.116	0.008	i	51	4,426,606	40	80,000	2.0	1,842,763	40.00	80,000	0.04	0.068	0.009	i
2	P4	P5	P4-P5	C8-D8-	C1	216	432,000	111	9,634,378	71	142,000	2.0	1,265,654	71.00	142,000	0.11	0.116	0.008	i	106	9,200,397	57	114,000	2.0	1,871,114	57.00	114,000	0.06	0.068	0.009	i
3	P3	P4	P3-P4	E8-F8-	C1	338	676,000	131	11,370,302	97	194,000	2.0	1,294,161	97.00	194,000	0.15	0.116	0.008	i	70	6,075,734	40	80,000	2.0	1,898,926	40.00	80,000	0.04	0.068	0.009	i
4	P2	P3	P2-P3	G8-H8-	C1	463	926,000	185	16,057,297	124	248,000	2.0	1,320,722	124.00	248,000	0.19	0.116	0.008	i	111	9,634,378	62	124,000	2.0	1,925,487	62.00	124,000	0.06	0.068	0.009	i
5	P1	P2	P1-P2	I8-J8	C1	594	1,188,000	280	24,302,936	141	282,000	2.5	1,252,636	141.00	282,000	0.23	0.116	0.008	i	135	11,717,487	65	130,000	2.0	1,951,604	65.00	130,000	0.07	0.068	0.009	i
6	-	P1	P0-P1		C1	720	1,440,000	500	43,398,100	157	314,000	4.0	1,138,860	157.00	314,000	0.28	0.116	0.008	i	275	23,868,955	91	182,000	2.3	1,918,138	91.00	182,000	0.09	0.068	0.010	i
7	P5	P6	P5-P6	A7-B7-	C1	167	334,000	80	6,943,696	39	78,000	2.6	1,171,409	39.00	78,000	0.07	0.116	0.008	i	69	5,988,938	47	94,000	2.0	1,859,317	47.00	94,000	0.05	0.068	0.009	i
8	P4	P5	P4-P5	C7-D7-	C1	332	664,000	112	9,721,174	71	142,000	2.0	1,288,657	71.00	142,000	0.11	0.116	0.008	i	142	12,325,060	74	148,000	2.0	1,897,605	74.00	148,000	0.08	0.068	0.009	i
9	P3	P4	P3-P4	E7-F7-	C1	498	996,000	154	13,366,615	97	194,000	2.0	1,320,632	97.00	194,000	0.15	0.116	0.008	i	108	9,373,990	58	116,000	2.0	1,932,624	58.00	116,000	0.07	0.068	0.009	i
10	P2	P3	P2-P3	G7-H7-	C1	664	1,328,000	200	17,359,240	124	248,000	2.1	1,345,419	124.00	248,000	0.18	0.116	0.008	i	162	14,060,984	86	172,000	2.0	1,964,944	86.00	172,000	0.09	0.068	0.009	i
11	P1	P2	P1-P2	I7-J7	C1	828	1,656,000	290	25,170,898	141	282,000	2.6	1,601,039	141.00	282,000	0.18	0.116	0.011	i	192	16,664,870	91	182,000	2.0	2,540,722	91.00	182,000	0.07	0.068	0.009	i
12	-	P1	P0-P1		C1	995	1,990,000	510	44,266,062	156	312,000	4.0	2,388,420	156.00	312,000	0.13	0.116	0.019	i	300	26,038,860	104	208,000	2.2	4,024,160	104.00	208,000	0.05	0.068	0.010	i
13	P5	P6	P5-P6	A6-B6-	C2	160	320,000	50	4,339,810	37	74,000	2.0	1,088,472	37.00	74,000	0.07	0.116	0.010	i	70	6,075,734	44	88,000	2.0	1,271,734	44.00	88,000	0.07	0.094	0.009	i
14	P4	P5	P4-P5	C6-D6-	C2	318	636,000	90	7,811,658	60	120,000	2.0	1,123,506	60.00	120,000	0.11	0.116	0.010	i	127	11,023,117	67	134,000	2.0	1,306,768	67.00	134,000	0.10	0.094	0.009	i
15	P3	P4	P3-P4	E6-F6-	C2	477	954,000	127	11,023,117	74	148,000	2.2	1,123,506	74.00	148,000	0.13	0.116	0.010	i	104	9,026,805	54	108,000	2.0	1,337,832	54.00	108,000	0.08	0.094	0.009	i
16	P2	P3	P2-P3	G6-H6-	C2	636	1,272,000	168	14,581,762	96	192,000	2.2	1,442,685	96.00	192,000	0.13	0.116	0.014	i	149	12,932,634	77	154,000	2.0	1,728,846	77.00	154,000	0.09	0.094	0.009	i
17	P1	P2	P1-P2	I6-J6	C2	796	1,592,000	200	17,359,240	104	208,000	2.5	1,435,604	104.00	208,000	0.14	0.116	0.014	i	174	15,102,539	83	166,000	2.2	1,725,958	83.00	166,000	0.10	0.094	0.009	i
18	-	P1	P0-P1		C2	956	1,912,000	250	21,699,050	94	188,000	3.4	1,924,829	94.00	188,000	0.10	0.116	0.021	i	230	19,963,126	84	168,000	2.8	2,346,538	84.00	168,000	0.07	0.094	0.009	i
19	P5	P6	P5-P6	A5-B5-	C2	99	198,000	53	4,600,199	39	78,000	2.0	1,073,631	39.00	78,000	0.07	0.116	0.010	i	64	5,554,957	40	80,000	2.0	1,256,893	40.00	80,000	0.06	0.094	0.009	i
20	P4	P5	P4-P5	C5-D5-	C2	211	422,000	96	8,332,435	64	128,000	2.0	1,100,268	64.00	128,000	0.12	0.116	0.010	i	105	9,113,601	59	118,000	2.0	1,283,530	59.00	118,000	0.09	0.094	0.009	i
21	P3	P4	P3-P4	E5-F5-	C2	355	710,000	120	10,415,544	72	144,000	2.1	1,111,585	72.00	144,000	0.13	0.116	0.010	i	101	8,766,416	53	106,000	2.0	1,314,394	53.00	106,000	0.08	0.094	0.009	i
22	P2	P3	P2-P3	G5-H5-	C2	516	1,032,000	180	15,623,316	99	198,000	2.3	1,114,438	99.00	198,000	0.18	0.116	0.010	i	145	12,585,449	77	154,000	2.0	1,345,578	77.00	154,000	0.11	0.094	0.009	i
23	P1	P2	P1-P2	I5-J5-	C2	677	1,354,000	210	18,227,202	105	210,000	2.6	1,408,161	105.00	210,000	0.15	0.116	0.014	i	169	14,668,558	81	162,000	2.2	1,709,454	81.00	162,000	0.09	0.094	0.009	i
24	-	P1	P0-P1		C2	839	1,678,000	257	22,306,623	98	196,000	3.4	1,917,437	98.00	196,000	0.10	0.116	0.021	i	228	19,789,534	84	168,000	2.8	2,336,203	84.00	168,000	0.07	0.094	0.009	i
25	P3	P4	P3-P4	A4-B4-	C3	160	320,000	67	5,815,345	46	92,000	2.0	882,347	46.00	92,000	0.10	0.116	0.010	i	115	9,981,563	68	136,000	2.2	865,127	68.00	136,000	0.16	0.116	0.009	i
26	P2	P3	P2-P3	C4-D4-	C3	318	636,000	102	8,853,212	54	108,000	2.4	871,449	54.00	108,000	0.12	0.116	0.010	i	137	11,891,079	70	140,000	2.5	864,065	70.00	140,000	0.16	0.116	0.009	i
27	P1	P2	P1-P2	G4-H4-	C3	474	948,000	118	10,241,952	58	116,000	2.6	1,117,073	58.00	116,000	0.10	0.116	0.014	i	160	13,887,392	77	154,000	2.7	1,112,493	77.00	154,000	0.14	0.116	0.009	i
28	-	P1	P0-P1	I4-J4	C3	631	1,262,000	152	13,193,022	58	116,000	3.4	1,423,053	58.00	116,000	0.08	0.116	0.019	i	194	16,838,463	74	148,000	3.4	1,422,987	74.00	148,000	0.10	0.116	0.009	i
29	P3	P4	P3-P4	A3-B3-	C3	158	316,000	67	5,815,345	46	92,000	2.0	881,888	46.00	92,000	0.10	0.116	0.010	i	112	9,721,174	63	126,000	2.3	854,720	63.00	126,000	0.15	0.116	0.009	i
30	P2	P3	P2-P3	C3-D3-	C3	316	632,000	106	9,200,397	56	112,000	2.4	870,676	56.00	112,000	0.13	0.116	0.010	i	136	11,804,283	69	138,000	2.5	862,312	69.00	138,000	0.16	0.116	0.009	i
31	P1	P2	P1-P2	G3-H3-	C3	471	942,000	119	10,328,748	60	120,000	2.5	1,122,301	60.00	120,000	0.11	0.116	0.014	i	160	13,887,392	76	152,000	2.7	1,109,309	76.00	152,000	0.14	0.116	0.009	i
32	-	P1	P0-P1	I3-J3	C3	629	1,258,000	162	14,060,984	62	124,000	3.3	1,423,413	62.00	124,000	0.09	0.116	0.019	i	193	16,751,667	73	146,000	3.4	1,421,232	73.00	146,000	0.10	0.116	0.009	i
33	P3	P4	P3-P4	A2-B2-	C3	160	320,000	78	6,770,104	48	96,000	2.1	873,491	48.00	96,000	0.11	0.116	0.010	i	114	9,894,767	65	130,000	2.2	857,788	65.00	130,000	0.15	0.116	0.009	i
34	P2	P3	P2-P3	C2-D2-	C3	316	632,000	110	9,547,582	58	116,000	2.4	870,265	58.00	116,000	0.13	0.116	0.010	i	138	11,977,876	71	142,000	2.5	865,163	71.00	142,000	0.16	0.116	0.009	i
35	P1	P2	P1-P2	G2-H2-	C3	472	944,000	127	11,023,117	62	124,000	2.6	1,115,313	62.00	124,000	0.11	0.116	0.014	i	163	14,147,781	78	156,000	2.7	1,111,012	78.00	156,000	0.14	0.116	0.009	i
36	-	P1	P0-P1	I2-J2	C3	630	1,260,000	172	14,928,946	65	130,000	3.4	1,421,167	65.00	130,000	0.09	0.116	0.019	i	195	16,925,259	74	148,000	3.4	1,421,937	74.00	148,000	0.10	0.116	0.009	i
37	P3	P4	P3-P4	A1-B1-	C3	101	202,000	79	6,856,900	49	98,000	2.1	861,667	49.00	98,000	0.11	0.116	0.010	i	82	7,117,288	65	130,000	2.0	868,382	65.00	130,000	0.15	0.116	0.009	i
38	P2	P3	P2-P3	C1-D1-	C3	216	432,000	119	10,328,748	60	120,000	2.5	844,698	60.00	120,000	0.14	0.116	0.010	i	99	8,592,824	34	68,000	3.7	785,724	34.00	68,000	0.09	0.116	0.009	i
39	P1	P2	P1-P2	G1-H1-	C3	335	670,000	132	11,45																						

Tabla 18. Rotula plástica en columnas: tipo de condición para coeficiente para rotula plástica

NIVEL		EJES		Column	CONDICIONES ASCE																						
Inicio	Fin				ENV		Axial		Sentido X								Sentido Y										
					Axial [Ton]	Nuu [Lb]	Momento Mx (ENV) (M3) [Ton-m]	[Lb-in]	Corte Vx (ENV) (V2) [Ton]	[Lb]	M V * d	Vo [Lb]	Vp = V Rotula plast [Ton]	[Lb]	Vp Vo	TIPO	Momento Mx (ENV) (M2) [Ton-m]	[Lb-in]	Corte Vx (ENV) (V3) [Ton]	[Lb]	M V * d	Vo [Lb]	Vp = V Rotula plast [Ton]	[Lb]	Vp Vo	TIPO	
1	P5	P6	P5-P6	A8-B8-	C1	102.40	204,800	98	8,506,028	37	74,000	3.4	1,102,268	37.00	74,000	0.07	i	88	7,638,066	7.7	15,400	4.0	1,677,518	7.70	15,400	0.01	i
2	P4	P5	P4-P5	C8-D8-	C1	214.51	429,020	150	13,019,430	69	138,000	2.8	1,164,716	69.00	138,000	0.12	i	84	7,290,881	35	70,000	2.0	1,870,761	35.00	70,000	0.04	i
3	P3	P4	P3-P4	E8-F8-	C1	327.60	655,200	183	15,883,705	95	190,000	2.5	1,218,780	95.00	190,000	0.16	i	74	6,422,919	36	72,000	2.0	1,896,634	36.00	72,000	0.04	i
4	P2	P3	P2-P3	G8-H8-	C1	444.80	889,600	198	17,185,648	120	240,000	2.1	1,294,697	120.00	240,000	0.19	i	98	8,506,028	58	116,000	2.0	1,921,727	58.00	116,000	0.06	i
5	P1	P2	P1-P2	I8-J8	C1	565.45	1,130,900	225.4	19,563,863	136	272,000	2.1	1,315,874	136.00	272,000	0.21	i	96	8,332,435	61	122,000	2.0	1,946,046	61.00	122,000	0.06	i
6	-	P1	P0-P1		C1	683.34	1,366,680	421	36,541,200	150	300,000	3.6	1,161,019	150.00	300,000	0.26	i	202	17,532,832	79	158,000	2.0	1,968,560	79.00	158,000	0.08	i
7	P5	P6	P5-P6	A7-B7-	C1	102.80	205,600	100	8,679,620	37	74,000	3.5	1,098,425	37.00	74,000	0.07	i	81	7,030,492	39	78,000	2.0	1,843,226	39.00	78,000	0.04	i
8	P4	P5	P4-P5	C7-D7-	C1	214.51	429,020	152	13,193,022	72	144,000	2.7	1,172,378	72.00	144,000	0.12	i	97	8,419,231	64	128,000	2.0	1,870,761	64.00	128,000	0.07	i
9	P3	P4	P3-P4	E7-F7-	C1	327.60	655,200	181	15,710,112	92	184,000	2.5	1,212,274	92.00	184,000	0.15	i	82	7,117,288	48	96,000	2.0	1,896,634	48.00	96,000	0.05	i
10	P2	P3	P2-P3	G7-H7-	C1	444.80	889,600	205	17,793,221	124	248,000	2.1	1,293,941	124.00	248,000	0.19	i	119	10,328,748	74	148,000	2.0	1,921,727	74.00	148,000	0.08	i
11	P1	P2	P1-P2	I7-J7	C1	565.50	1,131,000	224	19,442,349	136	272,000	2.1	1,646,019	136.00	272,000	0.17	i	120	10,415,544	77	154,000	2.0	2,492,025	77.00	154,000	0.06	i
12	-	P1	P0-P1		C1	683.40	1,366,800	434	37,669,551	156	312,000	3.6	2,388,837	156.00	312,000	0.13	i	214	18,574,387	91	182,000	2.0	4,011,180	91.00	182,000	0.05	i
13	P5	P6	P5-P6	A6-B6-	C2	165.50	331,000	71	6,162,530	37	74,000	2.5	1,040,236	37.00	74,000	0.07	i	75	6,509,715	41	82,000	2.0	1,273,032	41.00	82,000	0.06	i
14	P4	P5	P4-P5	C6-D6-	C2	330.50	661,000	101	8,766,416	59	118,000	2.2	1,099,427	59.00	118,000	0.11	i	89	7,724,862	61	122,000	2.0	1,309,366	61.00	122,000	0.09	i
15	P3	P4	P3-P4	E6-F6-	C2	494.00	988,000	124	10,762,729	74	148,000	2.1	1,135,272	74.00	148,000	0.13	i	76	6,596,911	46	92,000	2.0	1,341,489	46.00	92,000	0.07	i
16	P2	P3	P2-P3	G6-H6-	C2	659.00	1,318,000	151	13,106,226	98	198,000	2.0	1,485,575	98.00	198,000	0.13	i	108	9,373,990	69	138,000	2.0	1,735,015	69.00	138,000	0.08	i
17	P1	P2	P1-P2	I6-J6	C2	824.00	1,648,000	161	13,974,188	105	210,000	2.0	1,512,892	105.00	210,000	0.14	i	111	9,634,378	73	146,000	2.0	1,762,332	73.00	146,000	0.08	i
18	-	P1	P0-P1		C2	990.00	1,980,000	218	18,921,572	100	200,000	2.8	1,981,541	100.00	200,000	0.10	i	172	14,928,946	78	156,000	2.3	2,420,778	78.00	156,000	0.06	i
19	P5	P6	P5-P6	A5-B5-	C2	102.00	204,000	75	6,509,715	38	76,000	2.5	1,022,089	38.00	76,000	0.07	i	85	7,377,677	44	88,000	2.0	1,256,534	44.00	88,000	0.07	i
20	P4	P5	P4-P5	C5-D5-	C2	213.00	426,000	105	9,113,601	62	124,000	2.2	1,079,011	62.00	124,000	0.11	i	77	6,683,307	53	106,000	2.0	1,283,982	53.00	106,000	0.08	i
21	P3	P4	P3-P4	E5-F5-	C2	364.00	728,000	124	10,762,729	73	146,000	2.2	1,107,864	73.00	146,000	0.13	i	84	7,290,881	50	100,000	2.0	1,316,221	50.00	100,000	0.08	i
22	P2	P3	P2-P3	G5-H5-	C2	530.00	1,060,000	157	13,627,003	101	202,000	2.0	1,164,892	101.00	202,000	0.17	i	108	9,373,990	69	138,000	2.0	1,348,154	69.00	138,000	0.10	i
23	P1	P2	P1-P2	I5-J5	C2	696.00	1,392,000	164	14,234,577	107	214,000	2.0	1,491,876	107.00	214,000	0.14	i	109	9,460,786	72	144,000	2.0	1,741,316	72.00	144,000	0.08	i
24	-	P1	P0-P1		C2	863.00	1,726,000	228	19,789,534	104	208,000	2.8	1,965,993	104.00	208,000	0.11	i	171	14,842,150	76	152,000	2.3	2,396,877	76.00	152,000	0.06	i
25	P3	P4	P3-P4	A4-B4-	C3	163.00	326,000	82	7,117,288	46	92,000	2.3	855,194	46.00	92,000	0.11	i	107	9,287,193	61	122,000	2.2	858,371	61.00	122,000	0.14	i
26	P2	P3	P2-P3	C4-D4-	C3	324.00	648,000	83	7,204,085	51	102,000	2.1	906,600	51.00	102,000	0.11	i	98	8,506,028	60	120,000	2.1	905,711	60.00	120,000	0.13	i
27	P1	P2	P1-P2	G4-H4-	C3	485.00	970,000	89	7,724,862	54	108,000	2.1	1,170,283	54.00	108,000	0.09	i	108	9,373,990	68	136,000	2.0	1,180,555	68.00	136,000	0.12	i
28	-	P1	P0-P1	I4-J4	C3	646.00	1,292,000	129	11,196,710	56	112,000	3.0	1,450,317	56.00	112,000	0.08	i	145	12,585,449	68	136,000	2.7	1,467,443	68.00	136,000	0.09	i
29	P3	P4	P3-P4	A3-B3-	C3	162.00	324,000	85	7,377,677	47	94,000	2.3	852,197	47.00	94,000	0.11	i	104	9,026,805	59	118,000	2.3	857,198	59.00	118,000	0.14	i
30	P2	P3	P2-P3	C3-D3-	C3	323.00	646,000	86	7,464,473	52	104,000	2.1	902,473	52.00	104,000	0.12	i	98	8,506,028	60	120,000	2.1	905,522	60.00	120,000	0.13	i
31	P1	P2	P1-P2	G3-H3-	C3	483.00	966,000	91	7,898,454	56	112,000	2.1	1,173,821	56.00	112,000	0.10	i	107	9,287,193	67	134,000	2.0	1,178,654	67.00	134,000	0.11	i
32	-	P1	P0-P1	I3-J3	C3	643.00	1,286,000	135	11,717,487	59	118,000	2.9	1,451,424	59.00	118,000	0.08	i	146	12,672,245	68	136,000	2.8	1,465,512	68.00	136,000	0.09	i
33	P3	P4	P3-P4	A2-B2-	C3	163.00	326,000	86	7,464,473	46	92,000	2.4	846,103	46.00	92,000	0.11	i	106	9,200,397	60	120,000	2.3	856,958	60.00	120,000	0.14	i
34	P2	P3	P2-P3	C2-D2-	C3	324.00	648,000	89	7,724,862	54	108,000	2.1	903,500	54.00	108,000	0.12	i	98	8,506,028	61	122,000	2.1	909,811	61.00	122,000	0.13	i
35	P1	P2	P1-P2	G2-H2-	C3	485.00	970,000	93	8,072,047	57	114,000	2.1	1,173,048	57.00	114,000	0.10	i	109	9,460,786	68	136,000	2.1	1,177,962	68.00	136,000	0.12	i
36	-	P1	P0-P1	I2-J2	C3	646.00	1,292,000	141	12,238,264	63	126,000	2.9	1,456,557	63.00	126,000	0.09	i	146	12,672,245	68	136,000	2.8	1,465,865	68.00	136,000	0.09	i
37	P3	P4	P3-P4	A1-B1-	C3	102.00	204,000	87	7,551,269	46	92,000	2.4	832,075	46.00	92,000	0.11	i	102	8,853,212	56	112,000	2.3	838,687	56.00	112,000	0.13	i
38	P2	P3	P2-P3	C1-D1-	C3	212.00	424,000	92	7,985,250	56	112,000	2.1	882,203	56.00	112,000	0.13	i	80	6,943,696	49	98,000	2.1	883,593	49.00	98,000	0.11	i
39	P1	P2	P1-P2	G1-H1-	C3	324.00	648,000	95	8,245,639	59	118,000	2.1	905,028	59.00	118,000	0.13	i	98	8,506,028	56	112,000	2.2	889,313	56.00	112,000	0.13	i
40	-	P1	P0-P1	I1-J1	C3	434.00	868,000	147	12,759,041	65	130,000	2.9	934,310	65.00	130,000	0.14	i	113	9,807,971	60	120,000	2.4	972,887	60.00	120,000	0.12	i
41	P1	P2	P1-P2	E4-F4	C3	159.00	318,000	97	8,419,231	59	118,000	2.1	953,263	59.00	118,000	0.12	i	103	8,940,009	63	126,000	2.1	954,443	63.00	126,000	0.13	i
42	-	P1	P0-P1		C3	317.00	634,000	88	7,638,066	42	84,000	2.7	932,918	42.00	84,000	0.09	i	92	7,985,250	44	88,000	2.7	933,313	44.00	88,000	0.09	i
43	P1	P2	P1-P2	E3-F3	C3	158.00	316,000	103	8,940,009	62	124,000	2.1	950,859	62.00	124,000	0.13	i	96	8,332,435	60	120,000	2.1	958,852	60.00	120,000	0.13	i
44	-	P1	P0-P1		C3	316.00	632,000	92	7,985,250	44	88,000	2.7	933,164	44.00	88,000	0.09	i	92	7,985,250	44	88,000	2.7	933,164	44.00	88,000	0.09	i
45	P1	P2	P1-P2	E2-F2	C3	161.00	322,000	106	9,200,397	64	128,000	2.1	952,142	64.00	128,000	0.13	i	101	8,766,416	61							

Tabla 21. Rotula plástica en columnas: coeficiente de inercia

Caga D	Limites			relacion $\frac{P}{Ag f'c}$	$\frac{P}{Ag f'c} \geq 0.5 \rightarrow 0.7$ $\frac{P}{Ag f'c} \leq 0.1 \rightarrow 0.3$	Inercia Columna Rectang I_{Rect} [m ⁴]	Rigidez $K_f = 6 \frac{EI_g}{L}$ [Kg-cm]	0°		90°				
	P [Ton]	0.5 Ag f'c [Ton]	0.1 Ag f'c [Ton]					Giro	$\theta_y = \frac{M}{K_f}$	Giro de fluencia				
										$\theta_y(+)$	$\theta_y(-)$			
	NIVEL			EJES	Columnn									
	Inicio	Fin												
1	P5	P6	P5-P6	A8-B8-	C1	57	3543.8	708.8	0.008	0.30	0.0911	140,936	0.0041	0.0066
2	P4	P5	P4-P5	C8-D8-	C1	116	3543.8	708.8	0.016	0.30	0.0911	140,936	0.0041	0.0066
3	P3	P4	P3-P4	E8-F8-	C1	174	3543.8	708.8	0.025	0.30	0.0911	140,936	0.0041	0.0066
4	P2	P3	P2-P3	G8-H8-	C1	233	3543.8	708.8	0.033	0.30	0.0911	140,936	0.0041	0.0066
5	P1	P2	P1-P2	I8-J8-	C1	292	3543.8	708.8	0.041	0.30	0.0911	140,936	0.0041	0.0066
6	-	P1	P0-P1		C1	349	3543.8	708.8	0.049	0.30	0.0911	140,936	0.0051	0.0076
7	P5	P6	P5-P6	A7-B7-	C1	90	3543.8	708.8	0.013	0.30	0.0911	140,936	0.0041	0.0066
8	P4	P5	P4-P5	C7-D7-	C1	180	3543.8	708.8	0.025	0.30	0.0911	140,936	0.0041	0.0066
9	P3	P4	P3-P4	E7-F7-	C1	270	3543.8	708.8	0.038	0.30	0.0911	140,936	0.0041	0.0066
10	P2	P3	P2-P3	G7-H7-	C1	360	3543.8	708.8	0.051	0.30	0.0911	140,936	0.0041	0.0066
11	P1	P2	P1-P2	I7-J7-	C1	449	3543.8	708.8	0.063	0.30	0.0911	140,936	0.0041	0.0066
12	-	P1	P0-P1		C1	539	3543.8	708.8	0.076	0.30	0.0911	140,936	0.0051	0.0076
13	P5	P6	P5-P6	A6-B6-	C2	85	2598.8	519.8	0.016	0.30	0.0668	103,353	0.0043	0.0052
14	P4	P5	P4-P5	C6-D6-	C2	170	2598.8	519.8	0.033	0.30	0.0668	103,353	0.0043	0.0052
15	P3	P4	P3-P4	E6-F6-	C2	255	2598.8	519.8	0.049	0.30	0.0668	103,353	0.0043	0.0052
16	P2	P3	P2-P3	G6-H6-	C2	340	2598.8	519.8	0.065	0.30	0.0668	103,353	0.0043	0.0052
17	P1	P2	P1-P2	I6-J6-	C2	425	2598.8	519.8	0.082	0.30	0.0668	103,353	0.0043	0.0052
18	-	P1	P0-P1		C2	512	2598.8	519.8	0.099	0.30	0.0668	103,353	0.0050	0.0061
19	P5	P6	P5-P6	A5-B5-	C2	56	2598.8	519.8	0.011	0.30	0.0668	103,353	0.0043	0.0051
20	P4	P5	P4-P5	C5-D5-	C2	114	2598.8	519.8	0.022	0.30	0.0668	103,353	0.0043	0.0051
21	P3	P4	P3-P4	E5-F5-	C2	172	2598.8	519.8	0.033	0.30	0.0668	103,353	0.0043	0.0051
22	P2	P3	P2-P3	G5-H5-	C2	260	2598.8	519.8	0.050	0.30	0.0668	103,353	0.0043	0.0051
23	P1	P2	P1-P2	I5-J5-	C2	370	2598.8	519.8	0.071	0.30	0.0668	103,353	0.0043	0.0051
24	-	P1	P0-P1		C2	460	2598.8	519.8	0.089	0.30	0.0668	103,353	0.0051	0.0061
25	P3	P4	P3-P4	A4-B4-	C3	84	2126.3	425.3	0.020	0.30	0.0547	84,561	0.0043	0.0042
26	P2	P3	P2-P3	C4-D4-	C3	168	2126.3	425.3	0.040	0.30	0.0547	84,561	0.0043	0.0042
27	P1	P2	P1-P2	G4-H4-	C3	250	2126.3	425.3	0.059	0.30	0.0547	84,561	0.0043	0.0042
28	-	P1	P0-P1	I4-J4-	C3	333	2126.3	425.3	0.078	0.30	0.0547	84,561	0.0058	0.0055
29	P3	P4	P3-P4	A3-B3-	C3	83	2126.3	425.3	0.020	0.30	0.0547	84,561	0.0043	0.0042
30	P2	P3	P2-P3	C3-D3-	C3	166	2126.3	425.3	0.039	0.30	0.0547	84,561	0.0043	0.0042
31	P1	P2	P1-P2	G3-H3-	C3	249	2126.3	425.3	0.059	0.30	0.0547	84,561	0.0043	0.0042
32	-	P1	P0-P1	I3-J3-	C3	331	2126.3	425.3	0.078	0.30	0.0547	84,561	0.0058	0.0055
33	P3	P4	P3-P4	A2-B2-	C3	84	2126.3	425.3	0.020	0.30	0.0547	84,561	0.0043	0.0042
34	P2	P3	P2-P3	C2-D2-	C3	166	2126.3	425.3	0.039	0.30	0.0547	84,561	0.0043	0.0042
35	P1	P2	P1-P2	G2-H2-	C3	250	2126.3	425.3	0.059	0.30	0.0547	84,561	0.0043	0.0042
36	-	P1	P0-P1	I2-J2-	C3	331	2126.3	425.3	0.078	0.30	0.0547	84,561	0.0058	0.0040
37	P3	P4	P3-P4	A1-B1-	C3	51	2126.3	425.3	0.012	0.30	0.0547	84,561	0.0043	0.0042
38	P2	P3	P2-P3	C1-D1-	C3	103	2126.3	425.3	0.024	0.30	0.0547	84,561	0.0043	0.0042
39	P1	P2	P1-P2	G1-H1-	C3	154	2126.3	425.3	0.036	0.30	0.0547	84,561	0.0043	0.0042
40	-	P1	P0-P1	I1-J1-	C3	206	2126.3	425.3	0.048	0.30	0.0547	84,561	0.0058	0.0055
41	P1	P2	P1-P2	E4-F4	C3	82	2126.3	425.3	0.019	0.30	0.0547	84,561	0.0044	0.0042
42	-	P1	P0-P1		C3	163	2126.3	425.3	0.038	0.30	0.0547	84,561	0.0044	0.0042
43	P1	P2	P1-P2	E3-F3	C3	80	2126.3	425.3	0.019	0.30	0.0547	84,561	0.0044	0.0042
44	-	P1	P0-P1		C3	161	2126.3	425.3	0.038	0.30	0.0547	84,561	0.0044	0.0042
45	P1	P2	P1-P2	E2-F2	C3	82	2126.3	425.3	0.019	0.30	0.0547	84,561	0.0045	0.0043
46	-	P1	P0-P1		C3	164	2126.3	425.3	0.039	0.30	0.0547	84,561	0.0045	0.0043
47	P1	P2	P1-P2	E1-F1	C3	48	2126.3	425.3	0.011	0.30	0.0547	84,561	0.0045	0.0043
48	-	P1	P0-P1		C3	97	2126.3	425.3	0.023	0.30	0.0547	84,561	0.0045	0.0043

Figura 33. Rotula plástica en columnas

Hinge Property Data

Hinge Property Name

Hinge Type
 Force Controlled (Brittle)
 Deformation Controlled (Ductile)

Interacting P-M2-M3

[Modify/Show Hinge Property...](#)

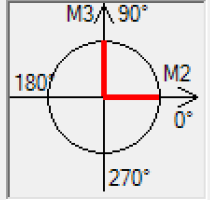
Frame Hinge Property Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Hinge Specification Type
 Moment - Rotation
 Moment - Curvature
 Hinge Length
 Relative Length

Scale Factor for Rotation (SF)
 SF is Yield Rotation per ASCE 41-13 Eqn. 9-2 (Steel Objects Only)
 User SF rad

Load Carrying Capacity Beyond Point E
 Drops To Zero Is Extrapolated

Symmetry Condition
 Moment Rotation Dependence is Circular
 Moment Rotation Dependence is Doubly Symmetric about M2 and M3
 Moment Rotation Dependence has No Symmetry



Requirements for Specified Symmetry Condition

- Specify curves at angles of 0° and 90°.
- If desired, specify additional intermediate curves where: 0° < curve angle < 90°.

Axial Forces for Moment Rotation Curves
 Number of Axial Forces
[Modify/Show Axial Force Values...](#)

Curve Angles for Moment Rotation Curves
 Number of Angles
[Modify/Show Angles...](#)

[Modify/Show Moment Rotation Curve Data...](#)

[Modify/Show P-M2-M3 Interaction Surface Data...](#)

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
Axial Force: 0 Angle: 0 Curve #1

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.035
D	0.2	0.035
E	0.2	0.06

Note: Yield moment is defined by interaction surface

Copy Curve Data Paste Curve Data

Current Curve - Curve #1
Force #1; Angle #1

3D View
Plan: 315 deg Axial Force: 0 tonf
Elevation: 35 deg
Aperture: 0 deg

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

- Immediate Occupancy: 0.005
- Life Safety: 0.045
- Collapse Prevention: 0.06

Show Acceptance Points on Current Curve

Moment Rotation Information

Symmetry Condition: Double
Number of Axial Force Values: 4
Number of Angles: 2
Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About

- 0 degrees = About Positive M2 Axis
- 90 degrees = About Positive M3 Axis
- 180 degrees = About Negative M2 Axis
- 270 degrees = About Negative M3 Axis

OK Cancel

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
Axial Force: 708.8 Angle: 0 Curve #3

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.035
D	0.2	0.035
E	0.2	0.06

Note: Yield moment is defined by interaction surface

Copy Curve Data Paste Curve Data

Current Curve - Curve #3
Force #2; Angle #1

3D View
Plan: 315 deg Axial Force: 708.8 tonf
Elevation: 35 deg
Aperture: 0 deg

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

- Immediate Occupancy: 0.005
- Life Safety: 0.045
- Collapse Prevention: 0.06

Show Acceptance Points on Current Curve

Moment Rotation Information

Symmetry Condition: Double
Number of Axial Force Values: 4
Number of Angles: 2
Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About

- 0 degrees = About Positive M2 Axis
- 90 degrees = About Positive M3 Axis
- 180 degrees = About Negative M2 Axis
- 270 degrees = About Negative M3 Axis

OK Cancel

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
Axial Force: 0 Angle: 90 Curve #2

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.035
D	0.2	0.035
E	0.2	0.06

Note: Yield moment is defined by interaction surface

Copy Curve Data Paste Curve Data

Current Curve - Curve #2
Force #1; Angle #2

3D View
Plan: 315 deg Axial Force: 0 tonf
Elevation: 35 deg
Aperture: 0 deg

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

- Immediate Occupancy: 0.005
- Life Safety: 0.045
- Collapse Prevention: 0.06

Show Acceptance Points on Current Curve

Moment Rotation Information

Symmetry Condition: Double
Number of Axial Force Values: 4
Number of Angles: 2
Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About

- 0 degrees = About Positive M2 Axis
- 90 degrees = About Positive M3 Axis
- 180 degrees = About Negative M2 Axis
- 270 degrees = About Negative M3 Axis

OK Cancel

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
Axial Force: 708.8 Angle: 90 Curve #4

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.035
D	0.2	0.035
E	0.2	0.06

Note: Yield moment is defined by interaction surface

Copy Curve Data Paste Curve Data

Current Curve - Curve #4
Force #2; Angle #2

3D View
Plan: 315 deg Axial Force: 708.8 tonf
Elevation: 35 deg
Aperture: 0 deg

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

- Immediate Occupancy: 0.005
- Life Safety: 0.045
- Collapse Prevention: 0.06

Show Acceptance Points on Current Curve

Moment Rotation Information

Symmetry Condition: Double
Number of Axial Force Values: 4
Number of Angles: 2
Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About

- 0 degrees = About Positive M2 Axis
- 90 degrees = About Positive M3 Axis
- 180 degrees = About Negative M2 Axis
- 270 degrees = About Negative M3 Axis

OK Cancel

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
 Axial Force: 4252.5 Angle: 0 Curve #5

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.01
D	0.2	0.01
E	0.2	0.01

Note: Yield moment is defined by interaction surface

3-D Surface Axial Force= 4252.5 tonf

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

- Immediate Occupancy: 0.003
- Life Safety: 0.009
- Collapse Prevention: 0.01

3D View
 Plan: 315 deg Axial Force: 4252.5 tonf
 Elevation: 35 deg
 Aperture: 0 deg

Moment Rotation Information
 Symmetry Condition: Double
 Number of Axial Force Values: 4
 Number of Angles: 2
 Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About
 0 degrees = About Positive M2 Axis
 90 degrees = About Positive M3 Axis
 180 degrees = About Negative M2 Axis
 270 degrees = About Negative M3 Axis

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
 Axial Force: 7087.5 Angle: 0 Curve #7

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.01
D	0.2	0.01
E	0.2	0.01

Note: Yield moment is defined by interaction surface

3-D Surface Axial Force= 7087.5 tonf

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

- Immediate Occupancy: 0.003
- Life Safety: 0.009
- Collapse Prevention: 0.01

3D View
 Plan: 315 deg Axial Force: 7087.5 tonf
 Elevation: 35 deg
 Aperture: 0 deg

Moment Rotation Information
 Symmetry Condition: Double
 Number of Axial Force Values: 4
 Number of Angles: 2
 Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About
 0 degrees = About Positive M2 Axis
 90 degrees = About Positive M3 Axis
 180 degrees = About Negative M2 Axis
 270 degrees = About Negative M3 Axis

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
 Axial Force: 4252.5 Angle: 90 Curve #6

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.01
D	0.2	0.01
E	0.2	0.01

Note: Yield moment is defined by interaction surface

3-D Surface Axial Force= 4252.5 tonf

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

- Immediate Occupancy: 0.003
- Life Safety: 0.009
- Collapse Prevention: 0.01

3D View
 Plan: 315 deg Axial Force: 4252.5 tonf
 Elevation: 35 deg
 Aperture: 0 deg

Moment Rotation Information
 Symmetry Condition: Double
 Number of Axial Force Values: 4
 Number of Angles: 2
 Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About
 0 degrees = About Positive M2 Axis
 90 degrees = About Positive M3 Axis
 180 degrees = About Negative M2 Axis
 270 degrees = About Negative M3 Axis

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
 Axial Force: 7087.5 Angle: 90 Curve #8

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.01
D	0.2	0.01
E	0.2	0.01

Note: Yield moment is defined by interaction surface

3-D Surface Axial Force= 7087.5 tonf

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

- Immediate Occupancy: 0.003
- Life Safety: 0.009
- Collapse Prevention: 0.01

3D View
 Plan: 315 deg Axial Force: 7087.5 tonf
 Elevation: 35 deg
 Aperture: 0 deg

Moment Rotation Information
 Symmetry Condition: Double
 Number of Axial Force Values: 4
 Number of Angles: 2
 Total Number of Curves: 8

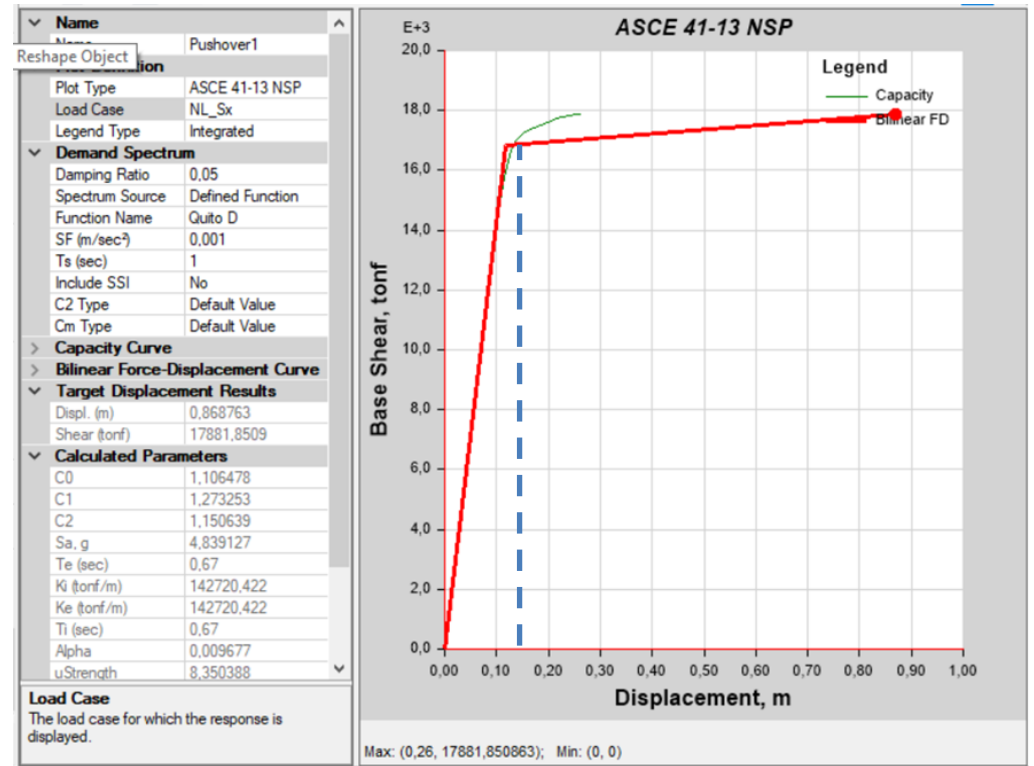
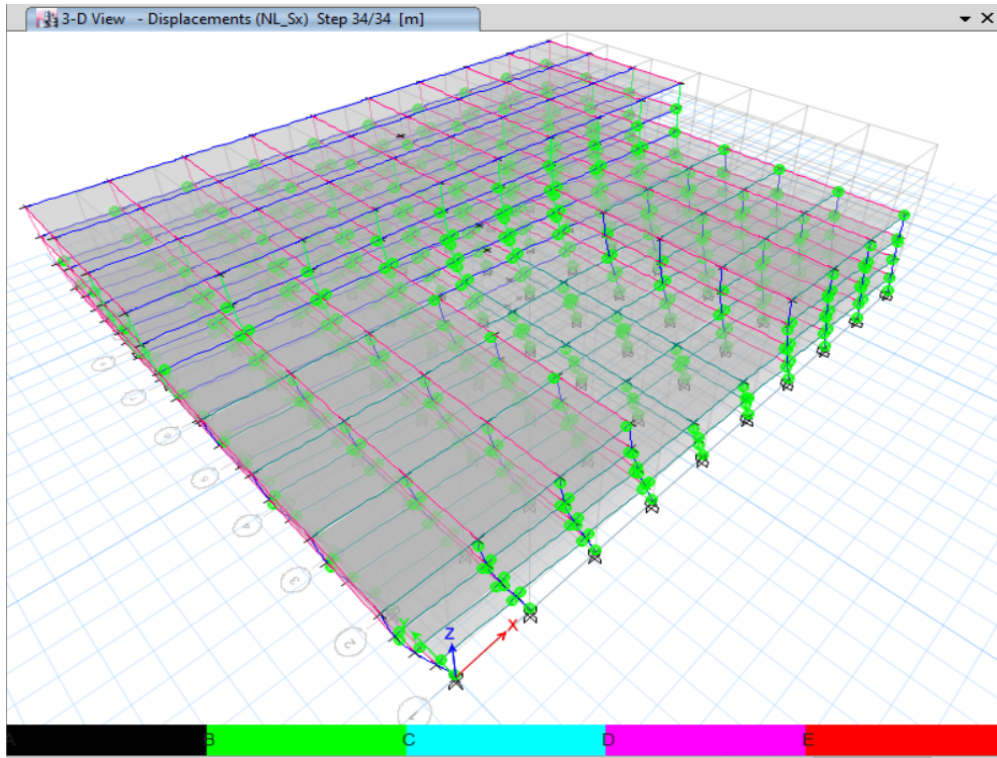
Angle Is Moment About
 0 degrees = About Positive M2 Axis
 90 degrees = About Positive M3 Axis
 180 degrees = About Negative M2 Axis
 270 degrees = About Negative M3 Axis

d.4.- Nivel de desempeño: para este tipo de estructura el nivel de desempeño estructural debe cumplir “Ocupación Inmediata”.

Figura 34. Nivel de desempeño de la estructura en el Sentido X y Sentido Y

Nivel de desempeño de la estructura en el sentido X

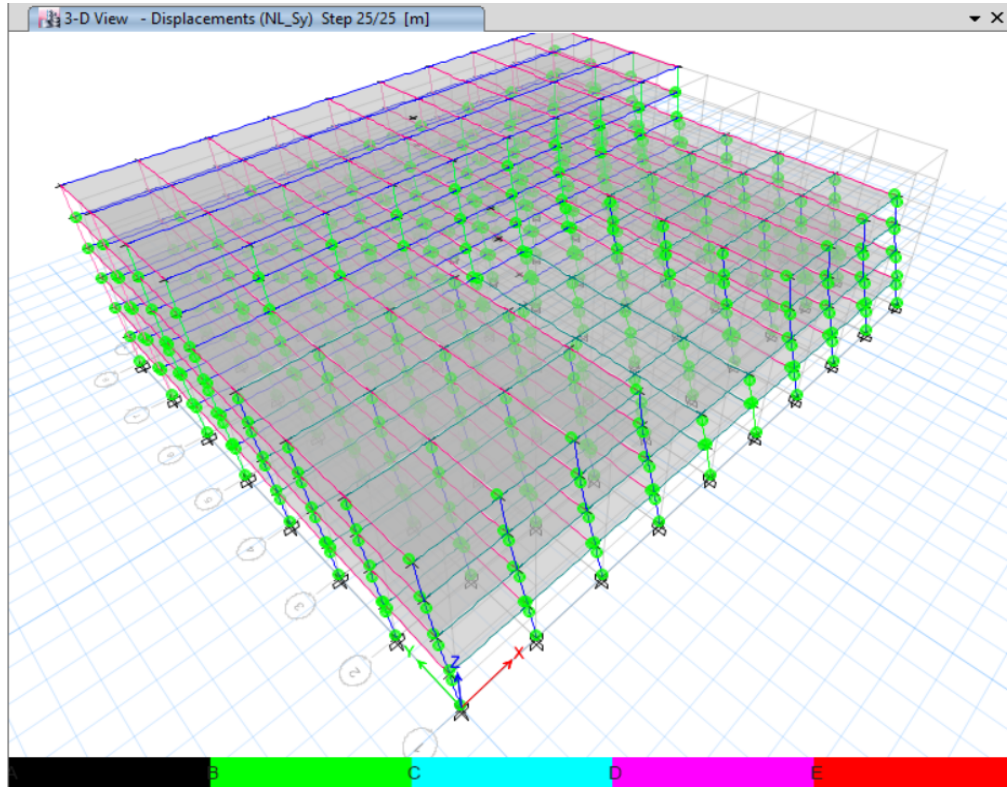
En la curva de desempeño al colocar el desplazamiento objetivo se identifica que la estructura fluye antes del desplazamiento objetivo



Desplazamiento objetivo sentido X = 16.70cm

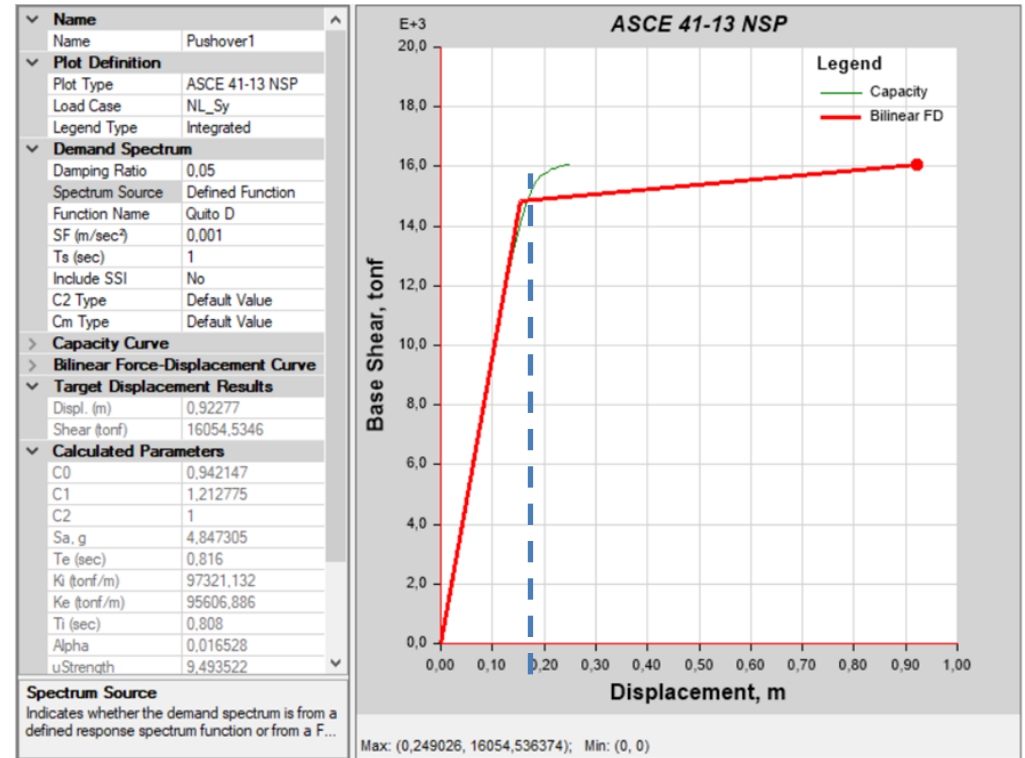
Curva bilineal de desempeño Sentido X

Nivel de desempeño de la estructura en el sentido Y



Desplazamiento objetivo sentido Y = 16.70cm

En la curva de desempeño al colocar el desplazamiento objetivo se identifica que la estructura fluye antes del desplazamiento objetivo

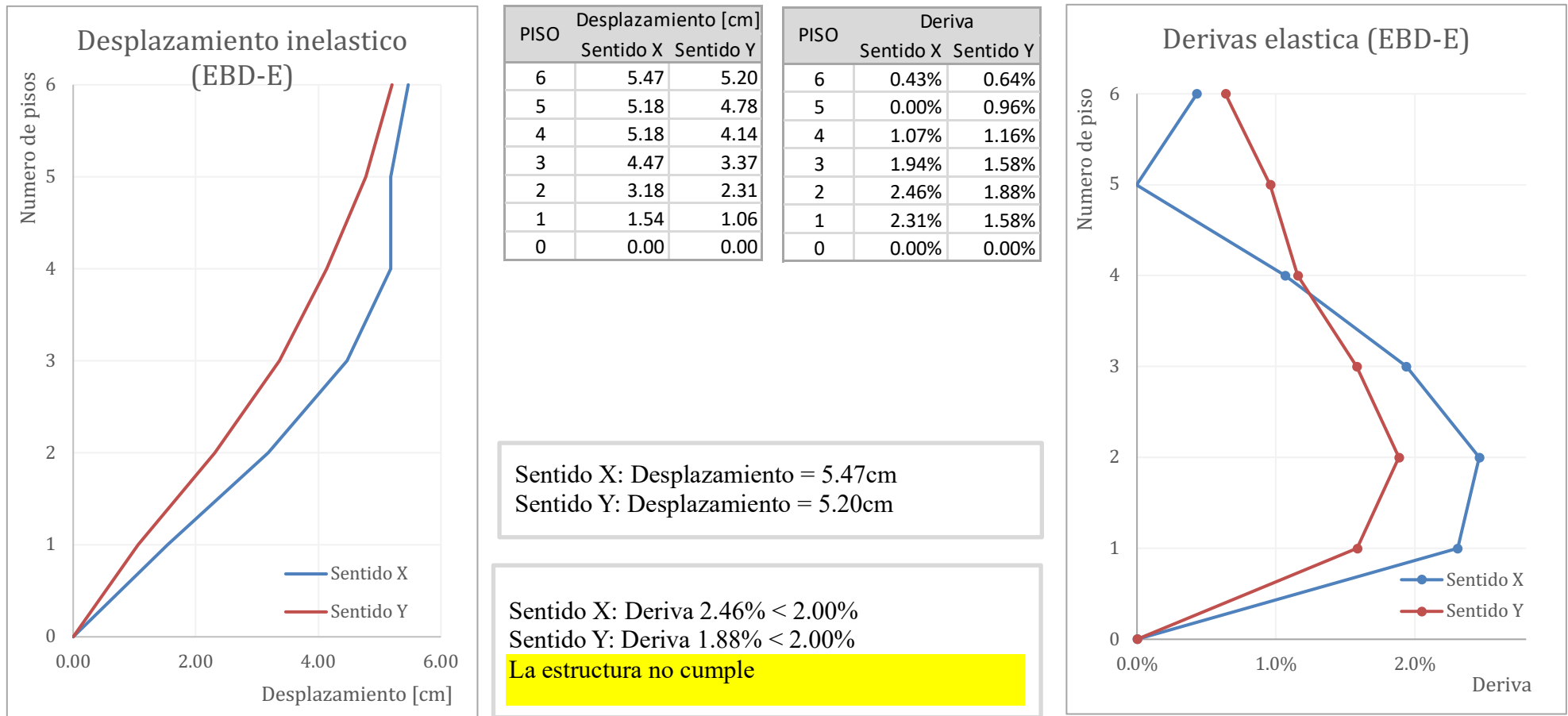


Curva bilineal de desempeño Sentido Y

d.5.- Derivas y desplazamientos: Se verifica que la estructura tenga una deriva máxima del 1%.

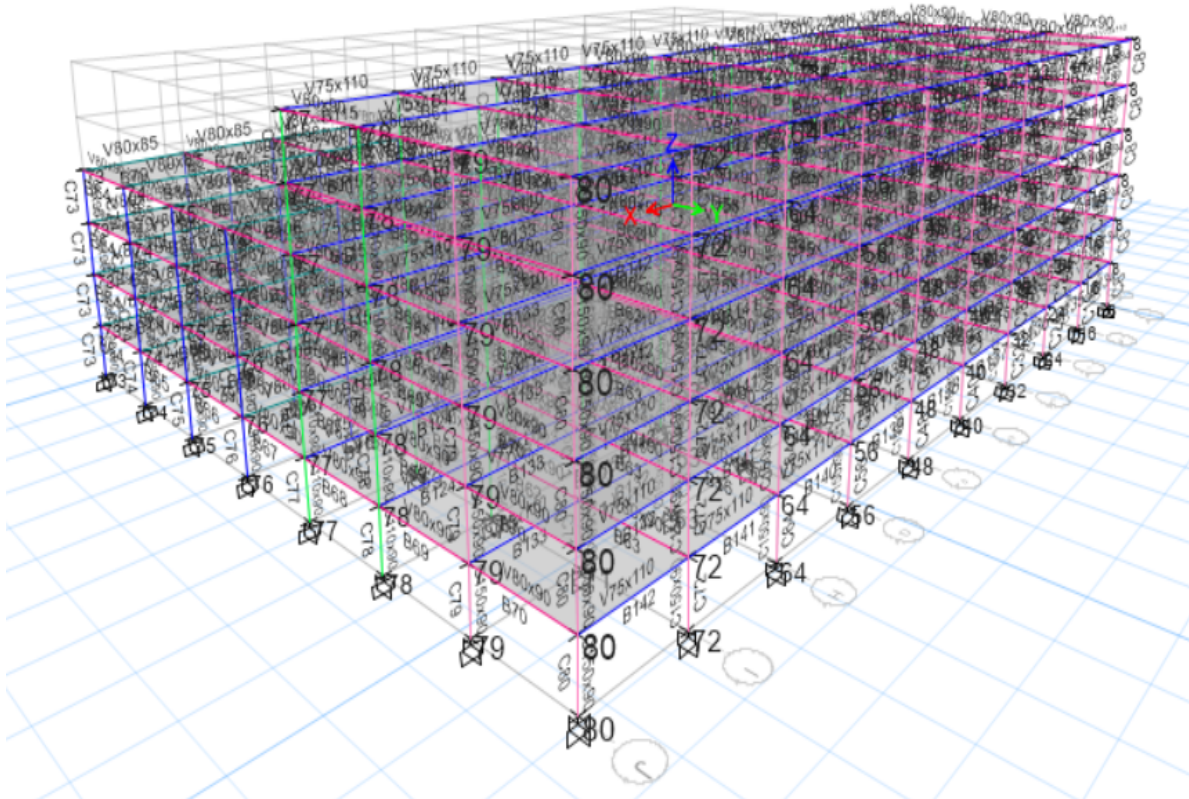
El diseño por desplazamiento se lo realiza con de espectro elástico, la deriva se la verifica directamente con los resultados del ETABS.

Figura 35. Deriva y Desplazamiento Sentido X – Y (MBD)

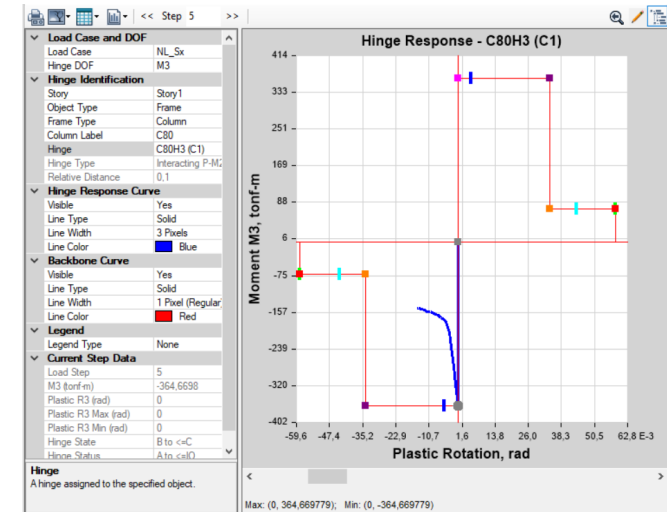


Nivel de desempeño de la estructura en el sentido X

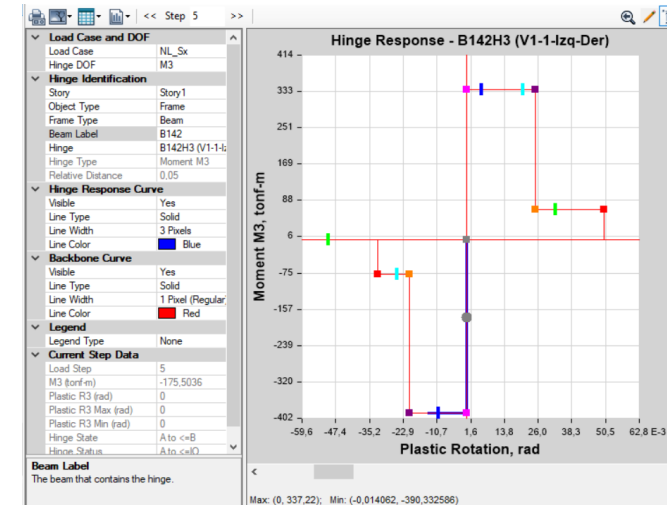
Nombre de las columnas y vigas a verificar



Nivel de desempeño Columna C80



Nivel de desempeño Viga B142

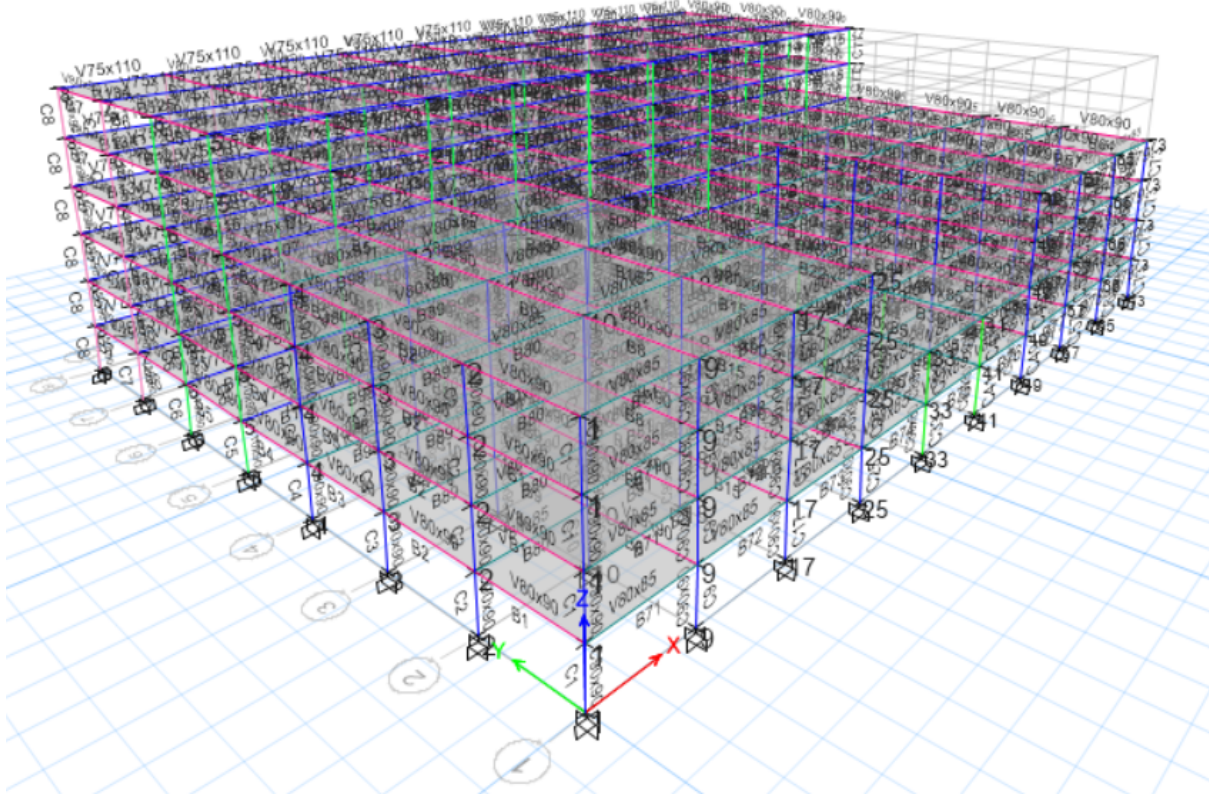


La columna C80 fluye al rango plástico encontrándose en el nivel de desempeño estructural mayor a Ocupación Inmediata, la Estructura **no cumple con el Nivel de desempeño objetivo**

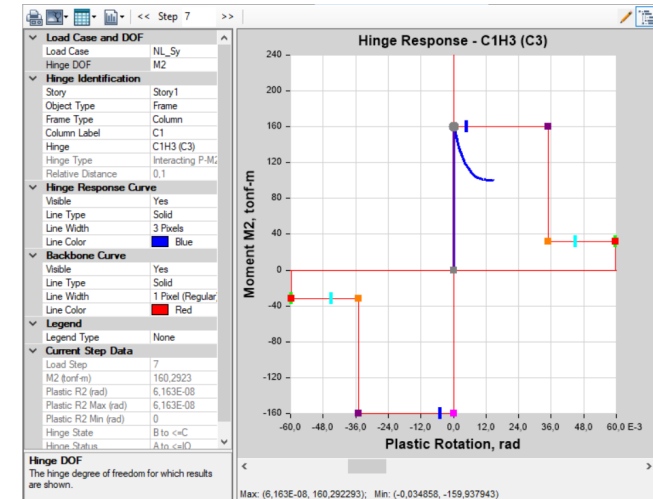
La viga B142 fluye al rango plástico encontrándose en el nivel de desempeño estructural mayor a Ocupación Inmediata, la Estructura **no cumple con el Nivel de desempeño objetivo**

Nivel de desempeño de la estructura en el sentido Y

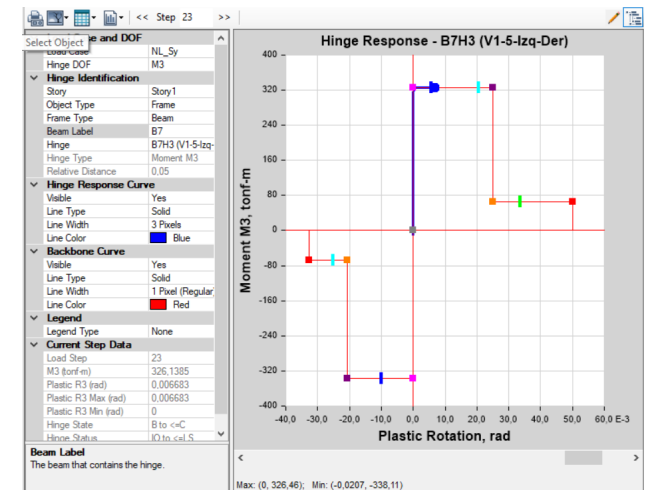
Nombre de las columnas y vigas a verificar



Nivel de desempeño Columna C1



Nivel de desempeño Columna B7



La columna C1 fluye al rango plástico encontrándose en el nivel de desempeño estructural mayor a Ocupación Inmediata, la Estructura **no cumple con el Nivel de desempeño objetivo**

La viga B7 fluye al rango plástico encontrándose en el nivel de desempeño estructural mayor a Ocupación Inmediata, la Estructura **no cumple con el Nivel de desempeño objetivo**

4.2.- Diseño Innovador:

El objetivo de este diseño es que las diagonales restringidas a pandeo lateral resistan las cargas horizontales sísmicas y que las secciones horizontales y verticales resistan las cargas gravitacionales y parte de las cargas horizontales.

Este diseño tiene dos subsistemas y dos evaluaciones:

SUBSISTEMA GRAVITACIONAL Y DE CONTROL ISMICO

- a. Diseño sísmico basado en desplazamiento (MBD):
 1. Sub sistema gravitacional: Secciones verticales y horizontales (vigas y columnas) resistentes a cargas gravitacionales.
 2. Subsistema de control sísmico: .diseño basado en desplazamiento, diseño de diagonales Core Brace
- b. Evaluación por el método en desplazamiento estático no lineal – método Pushover (MEBD-E)
 1. Comprobación del nivel de desempeño para estructura esencial, nivel de desempeño estructural ocupación inmediata.
- c. Evaluación por el método en desplazamiento dinámico no lineal (MEBD-D)
 1. Comprobación del diagrama histeretica del material.

a. Diseño sísmico basado en desplazamiento (MBD):

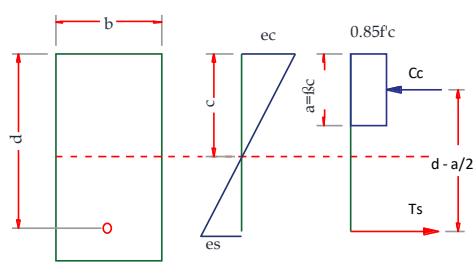
a.1.-SUBSISTEMA GRAVITACIONAL

a.1.1.- Diseño de losas, vigas y columnas para resistir cargas verticales (Muerta y viva):

- La altura de la losa maciza a utilizar es de 18cm
- Prediseño de vigas:

Para el análisis del diseño de las vigas se considera como una viga doblemente armada con la siguiente formula:

Factor de reduccion de resistencia



Equilibrio

$$T_s = C_c$$

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$c = \frac{A_s \cdot f_y}{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

Relacion de deformacion unitaria

$$\frac{d}{(\epsilon_s + \epsilon_c)} = \frac{c}{\epsilon_c} = \frac{(d - c)}{\epsilon_s}$$

$$\frac{c}{\epsilon_c} = \frac{(d - c)}{\epsilon_s}$$

$$\epsilon_s = \epsilon_c \frac{(d - c)}{c}$$

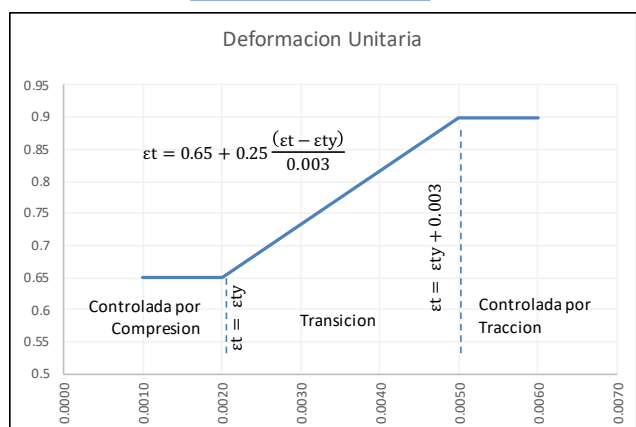
$$\epsilon_s = \epsilon_c \left(\frac{d}{c} - 1 \right)$$

$$\epsilon_s = \epsilon_c \left(\frac{d}{\frac{A_s \cdot f_y}{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b}} - 1 \right)$$

$$\epsilon_s = \epsilon_c \left(\frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{A_s \cdot f_y} - 1 \right) \quad A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$\epsilon_t = \epsilon_s = \epsilon_c \left(\frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{\rho \cdot f_y} - 1 \right)$$

Deformacion Unitaria



$\epsilon_t = 0.65 + 0.25 \frac{(\epsilon_t - \epsilon_{ty})}{0.003}$

$\epsilon_t = \epsilon_{ty} + 0.003$

Coeficiente asumido
ϕ =

0.9

Controlado por Traccion

Resumen de secciones geométricas para resistir la carga muerta y carga viva:

No	NIVEL	Carga ultima $W_u=1.2D+1.5L$ [Kg/m ²]	Ancho coperante bo [m]	Longitud L [m]	Apoyo K	Momento Ultimo Mu [T-m]	Base b [cm]	Altura necesaria $h_{nec}=h+rec$ [cm]	Altura adoptada h [cm]	Chk
24	Nv. + 24.00	1,877.31	4.25	8.50	12	48.04	30	58	60	Ok
42			8.50	8.50	12	96.08	30	80	80	Ok
24	Nv. + 20.00	1,877.31	4.25	8.50	12	48.04	30	58	60	Ok
42			8.50	8.50	12	96.08	30	80	80	Ok
40	Nv. + 16.00	1,867.73	4.25	8.50	12	47.79	30	58	60	Ok
76			8.50	8.50	12	95.59	30	80	80	Ok
40	Nv. + 12.00	1,867.73	4.25	8.50	12	47.79	30	58	60	Ok
76			8.50	8.50	12	95.59	30	80	80	Ok
32	Nv. + 8.00	1,887.26	4.25	8.50	12	48.29	40	51	60	Ok
110			8.50	8.50	12	96.58	40	70	70	Ok
32	Nv. + 4.00	1,887.26	4.25	8.50	12	48.29	40	51	60	Ok
110			8.50	8.50	12	96.58	40	70	70	Ok

a.1.2.- Diseño de columnas:

Para el análisis del cálculo de las columnas por carga muerta y carga viva se considera lo siguiente:

Esfuerzo a la compresión del hormigón $f'_c = 350 \text{Kg/cm}^2$

Esfuerzo a la fluencia $f_y = 4200 \text{Kg/cm}^2$

Cuantía mínima vigas (ACI-318-19-18.7.4.1) $\rho_{min} = 1.00\%$

Cuantía Máxima columna (ACI-318-19-18.7.4.1) $\rho_{Max} = 6.00\%$

Cuantía adoptada $\rho_{adop} = 2.00\%$

Área de la sección de columna $P = (A_g * f'_c) + (A_s * f_y')$

$$f_c = 0.25 f'_c$$

$$f_y' = 0.40 f_y$$

ESTRIBOS:

$$P = 0.85[(A_g * 0.25 * f'_c) + (A_s * 0.40 * f_y)]$$

$$P = 0.21 * A_g * f'_c + 0.34 * A_s * f_y$$

$$P = 0.21 * Ag * f'c + 0.34 * As * fy * \frac{Ag}{As}$$

$$P = Ag \left[0.21 * f'c + 0.34 * fy * \frac{As}{Ag} \right] \rightarrow \rho = \frac{As}{Ag}$$

$$P = Ag [0.21 * f'c + 0.34 * fy * \rho]$$

$$Ag = \frac{Pu}{[0.21 * f'c + 0.34 * fy * \rho]}$$

Tabla 22. Resumen de cálculo de Prediseño de columnas

Resumen de áreas cooperantes por cada grupo de columnas:

TABLA DE PREDISEÑO DE COLUMNAS											
No	TIPO DE COLUMNA	EJES	CANTIDAD	ÁREAS DE INFLUENCIA A CADA COLUMNA							Suma de Áreas individual es m ²
				1	2	3	4	5	6	-	
				Nv+4.00 m ²	Nv+8.00 m ²	Nv+12.00 m ²	Nv+16.00 m ²	Nv+20.00 m ²	Nv+24.00 m ²	- m ²	
1	III	A8-J8	2	18.06	18.06	18.06	18.06	18.06	18.06		108.38
2	II	B8-C8-D8-E8-F8	12	36.13	36.13	36.13	36.13	36.13	36.13		216.75
3	I	B7-C7-D7-E7-F7	16	72.25	72.25	72.25	72.25	72.25	72.25		433.50
4	III	A5-J5	2	36.13	36.13	36.13	36.13	18.06	18.06		180.63
5	I	B5-C5-H5-I5	4	72.25	72.25	72.25	72.25	36.13	36.13		361.25
6	II	D5-G5	2	72.25	72.25	54.19	54.19	36.13	36.13		325.13
7	II	E5-F5	2	72.25	72.25	36.13	36.13	36.13	36.13		289.00
8	V	A2-A3-A4-J2-J3	6	36.13	36.13	36.13	36.13				144.50
9	IV	B2-B3-B4-C2-C3	12	72.25	72.25	72.25	72.25				289.00
10	IV	D2-D3-D4-G2-G3	6	72.25	72.25	36.13	36.13				216.75
11	VI	A1-J1	2	18.06	18.06	18.06	18.06				72.25
12	V	B1-C1-H1-I1	4	36.13	36.13	36.13	36.13				144.50
13	VI	D1-G1	2	36.13	36.13	18.06	18.06				108.38
14	VII	E2-E3-E4-F2-F3	6	72.25	72.25						144.50
15	VII	E1-F1	2	36.13	36.13						72.25

Resumen de pesos aplicados por cada grupo de columnas

W PESO DE LAS COLUMNAS											
No	TIPO DE COLUMNA	EJES	CARGA APLICADA A LA COLUMNA (CM+CV)							Suma de Cargas Σ	Carga Total CANT*Σ
			1,406	1,406	1,390	1,390	1,398	1,398	-		
			1	2	3	4	5	6	7		
			Nv.+ 4.00	Nv.+ 8.00	Nv.+ 12.00	Nv.+ 16.00	Nv.+ 20.00	Nv.+ 24.00	-		
								Ton	Ton		
1	III	A8-J8	25.40	25.40	25.10	25.10	25.25	25.25	-	151.49	302.99
2	II	B8-C8-D8-E8-F8	50.79	50.79	50.21	50.21	50.49	50.49	-	302.99	3635.84
3	I	B7-C7-D7-E7-F7	101.59	101.59	100.41	100.41	100.99	100.99	-	605.97	9695.56
4	III	A5-J5	50.79	50.79	50.21	50.21	25.25	25.25	-	252.49	504.98
5	I	B5-C5-H5-I5	101.59	101.59	100.41	100.41	50.49	50.49	-	504.98	2019.94
6	II	D5-G5	101.59	101.59	75.31	75.31	50.49	50.49	-	454.78	909.56
7	II	E5-F5	101.59	101.59	50.21	50.21	50.49	50.49	-	404.57	809.15
8	V	A2-A3-A4-J2-J3	50.79	50.79	50.21	50.21	-	-	-	202.00	1211.99
9	IV	B2-B3-B4-C2-C3	101.59	101.59	100.41	100.41	-	-	-	404.00	4847.96
10	IV	D2-D3-D4-G2-G3	101.59	101.59	50.21	50.21	-	-	-	303.59	1821.51
11	VI	A1-J1	25.40	25.40	25.10	25.10	-	-	-	101.00	202.00
12	V	B1-C1-H1-I1	50.79	50.79	50.21	50.21	-	-	-	202.00	807.99
13	VI	D1-G1	50.79	50.79	25.10	25.10	-	-	-	151.79	303.59
14	VII	E2-E3-E4-F2-F3	101.59	101.59	-	-	-	-	-	203.17	1219.04
15	VII	E1-F1	50.79	50.79	-	-	-	-	-	101.59	203.17

Resumen de pesos resistentes de cada columna por cada grupo

		PESO DE DISTRIBUCION DE LA COLUMNA LA COLUMNA								
		TIPO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
			[Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton]
		No.	16	2	2	12	6	2	6	-
No	NIVEL	EJE A DISEÑAR	B7-C7-D7-E7- F7-G7-H7-I7 / B6-C6-D6-E6	D8-E8-F8-G8- H8-I8 / A7-A6-I7-J6	A8-J8-A5-J5-	B2-B3-B4- C2-C3-C4- H2-H3-H4	A2-A3-A4-J2- J3-J4-B1-C1- H1-I1	A1-J1-D1-G1-	E2-E3-E4-F2- F3-F4-E1-F1-	
-	-	P INDI	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Nv.+ 24.00	P INDI	100.99	50.49	25.25	-	-	-	-	-
		Σ	100.99	50.49	25.25	-	-	-	-	-
5	Nv.+ 20.00	P INDI	100.99	50.49	25.25	-	-	-	-	-
		Σ	201.98	100.99	50.49	-	-	-	-	-
4	Nv.+ 16.00	P INDI	100.41	75.31	50.21	100.41	50.21	25.10	-	-
		Σ	302.39	176.30	100.70	100.41	50.21	25.10	-	-
3	Nv.+ 12.00	P INDI	100.41	75.31	50.21	100.41	50.21	25.10	-	-
		Σ	402.80	251.61	150.91	200.82	100.41	50.21	-	-
2	Nv.+ 8.00	P INDI	101.59	101.59	50.79	101.59	50.79	50.79	101.59	-
		Σ	504.39	353.19	201.70	302.41	151.20	101.00	101.59	-
1	Nv.+ 4.00	CARGA	101.59	101.59	50.79	101.59	50.79	50.79	101.59	-
		Σ	605.97	454.78	252.49	404.00	202.00	151.79	203.17	-
		Σ PESO =	605.97	454.78	252.49	404.00	202.00	151.79	203.17	-

Calculo por piso de la sección de la columna

		TIPO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
		Cuantia de diseño adoptado (ρ) =	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%
Nv. +24.00	Pu = [Ton]	100.99	50.49	25.25	-	-	-	-	-	-
	A col calc [cm ²]	989.50	494.75	247.37	-	-	-	-	-	-
	TIPO	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA
	b prop = [cm]	31.46	22.24	15.73	-	-	-	-	-	-
	b adop = [cm]	50.00	40.00	40.00	-	-	-	-	-	-
	h adop = [cm]	50.00	40.00	40.00	-	-	-	-	-	-
	A _g adop = [cm ²]	2,500.00	1,600.00	1,600.00	-	-	-	-	-	-
	Relacion = A _{cal} / A _{adop} =	0.40	0.31	0.15	-	-	-	-	-	-
Chk =	Ok	Ok	Ok	-	-	-	-	-	-	
Nv. +20.00	Pu = [Ton]	201.98	100.99	50.49	-	-	-	-	-	-
	A col calc [cm ²]	1,978.99	989.50	494.75	-	-	-	-	-	-
	TIPO	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA
	b prop = [cm]	44.49	31.46	22.24	-	-	-	-	-	-
	b adop = [cm]	50.00	40.00	40.00	-	-	-	-	-	-
	h adop = [cm]	50.00	40.00	40.00	-	-	-	-	-	-
	A _g adop = [cm ²]	2,500.00	1,600.00	1,600.00	-	-	-	-	-	-
	Relacion = A _{cal} / A _{adop} =	0.79	0.62	0.31	-	-	-	-	-	-
Chk =	Ok	Ok	Ok	-	-	-	-	-	-	
Nv. +16.00	Pu = [Ton]	302.39	176.30	100.70	100.41	50.21	25.10	-	-	-
	A col calc [cm ²]	2,962.84	1,727.38	986.67	983.85	491.92	245.96	-	-	-
	TIPO	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA
	b prop = [cm]	54.43	41.56	31.41	31.37	22.18	15.68	-	-	-
	b adop = [cm]	70.00	50.00	40.00	50.00	40.00	40.00	-	-	-
	h adop = [cm]	70.00	50.00	40.00	50.00	40.00	40.00	-	-	-
	A _g adop = [cm ²]	4,900.00	2,500.00	1,600.00	2,500.00	1,600.00	1,600.00	-	-	-
	Relacion = A _{cal} / A _{adop} =	0.60	0.69	0.62	0.39	0.31	0.15	-	-	-
Chk =	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	-	-	-	

Nv. +12.00	Pu = [Ton]	402.80	251.61	150.91	200.82	100.41	50.21	-	-
	A col calc [cm ²]	3,946.69	2,465.27	1,478.60	1,967.69	983.85	491.92	-	-
	TIPO	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA
	b prop = [cm]	62.82	49.65	38.45	44.36	31.37	22.18	-	-
	b adop = [cm]	70.00	50.00	40.00	50.00	40.00	40.00	-	-
	h adop = [cm]	70.00	50.00	40.00	50.00	40.00	40.00	-	-
	A _{g adop} = [cm ²]	4,900.00	2,500.00	1,600.00	2,500.00	1,600.00	1,600.00	-	-
	Relacion = A _{cal} / A _{adop} =	0.81	0.99	0.92	0.79	0.61	0.31	-	-
Chk =	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	-	-	

Nv. +8.00	Pu = [Ton]	504.39	353.19	201.70	302.41	151.20	101.00	101.59	-
	A col calc [cm ²]	4,942.05	3,460.63	1,976.28	2,963.06	1,481.53	989.61	995.36	-
	TIPO	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA
	b prop = [cm]	70.30	58.83	44.46	54.43	38.49	31.46	31.55	-
	b adop = [cm]	90.00	70.00	50.00	70.00	50.00	40.00	50.00	-
	h adop = [cm]	90.00	70.00	50.00	70.00	50.00	40.00	50.00	-
	A _{g adop} = [cm ²]	8,100.00	4,900.00	2,500.00	4,900.00	2,500.00	1,600.00	2,500.00	-
	Relacion = A _{cal} / A _{adop} =	0.61	0.71	0.79	0.60	0.59	0.62	0.40	-
Chk =	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	-	

Nv. +4.00	Pu = [Ton]	605.97	454.78	252.49	404.00	202.00	151.79	203.17	-
	A col calc [cm ²]	5,937.42	4,456.00	2,473.96	3,958.42	1,979.21	1,487.29	1,990.73	-
	TIPO	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA	CUADRADA
	b prop = [cm]	77.05	66.75	49.74	62.92	44.49	38.57	44.62	-
	b adop = [cm]	90.00	70.00	50.00	70.00	50.00	40.00	50.00	-
	h adop = [cm]	90.00	70.00	50.00	70.00	50.00	40.00	50.00	-
	A _{g adop} = [cm ²]	8,100.00	4,900.00	2,500.00	4,900.00	2,500.00	1,600.00	2,500.00	-
	Relacion = A _{cal} / A _{adop} =	0.73	0.91	0.99	0.81	0.79	0.93	0.80	-
Chk =	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	-	

Resumen de sección de las columnas

TIPO		I	II	III	IV	V	V	V	V
	Numero	20	16	4	18	10	4	8	-
	EJES	B7-C7-D7-E7-F7-G7-H7-I7 / B6-C6-D6-E6-F6-G6-H6-I6-B5-C5-H5-I5-	B8-C8-D8-E8-F8-G8-H8-I8 / A7-A6-J7-J6-D5-G5-E5-F5-	A8-J8-A5-J5-	B2-B3-B4-C2-C3-C4-H2-H3-H4-I2-I3-I4-D2-D3-D4-G2-G3-G4-	A2-A3-A4-J2-J3-J4-B1-C1-H1-I1-	A1-J1-D1-G1-	E2-E3-E4-F2-F3-F4-E1-F1-	
Nv. 24.00	BASE =	50.00 cm	40.00 cm	40.00 cm	-	-	-	-	-
	ALTURA =	50.00 cm	40.00 cm	40.00 cm	-	-	-	-	-
Nv. 20.00	BASE =	50.00 cm	40.00 cm	40.00 cm	-	-	-	-	-
	ALTURA =	50.00 cm	40.00 cm	40.00 cm	-	-	-	-	-
Nv. 16.00	BASE =	70.00 cm	50.00 cm	40.00 cm	50.00 cm	40.00 cm	40.00 cm	-	-
	ALTURA =	70.00 cm	50.00 cm	40.00 cm	50.00 cm	40.00 cm	40.00 cm	-	-
Nv. 12.00	BASE =	70.00 cm	50.00 cm	40.00 cm	50.00 cm	40.00 cm	40.00 cm	-	-
	ALTURA =	70.00 cm	50.00 cm	40.00 cm	50.00 cm	40.00 cm	40.00 cm	-	-
Nv. 8.00	BASE =	90.00 cm	70.00 cm	50.00 cm	70.00 cm	50.00 cm	40.00 cm	50.00 cm	-
	ALTURA =	90.00 cm	70.00 cm	50.00 cm	70.00 cm	50.00 cm	40.00 cm	50.00 cm	-
Nv. 4.00	BASE =	90.00 cm	70.00 cm	50.00 cm	70.00 cm	50.00 cm	40.00 cm	50.00 cm	-
	ALTURA =	90.00 cm	70.00 cm	50.00 cm	70.00 cm	50.00 cm	40.00 cm	50.00 cm	-

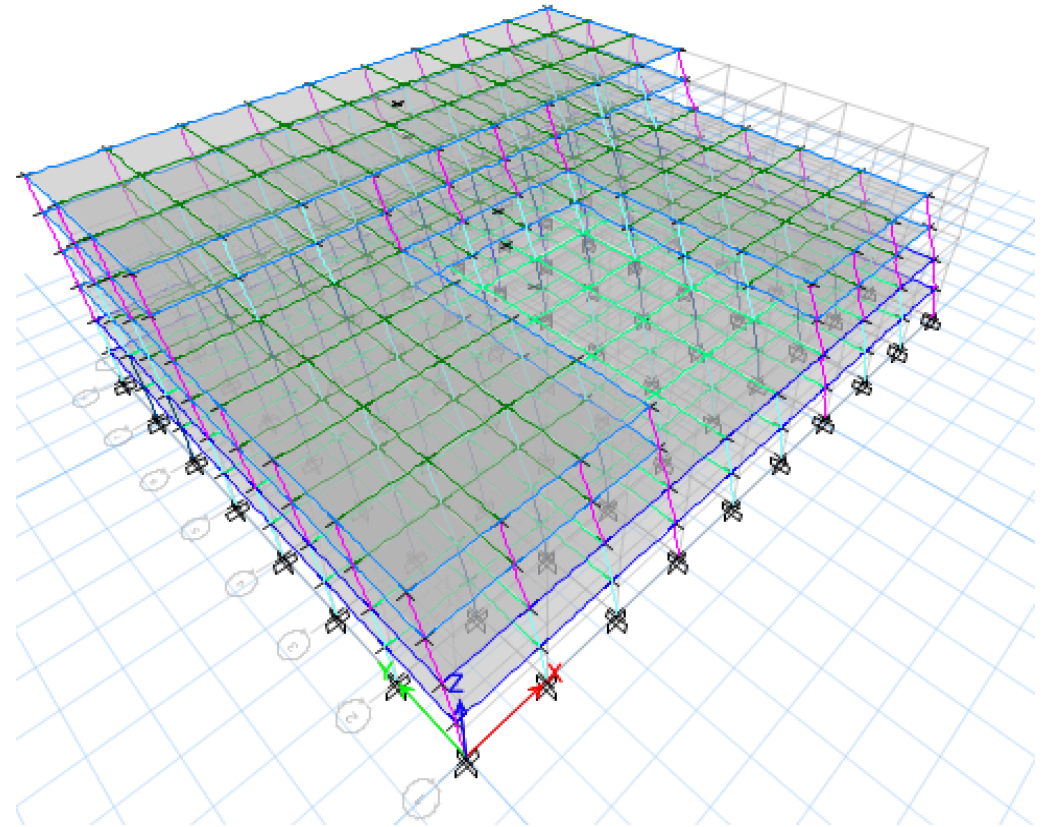
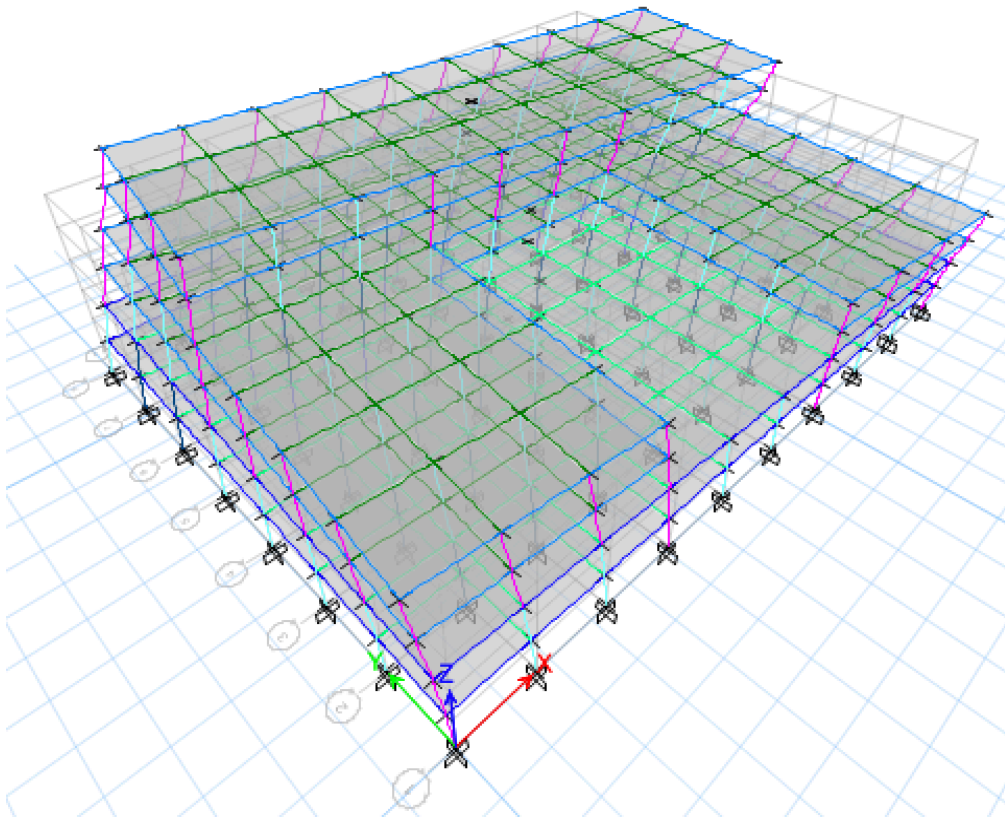
a.1.3.- Periodos iniciales de diseño:

Figura 36. Periodos iniciales para diseño de diagonales

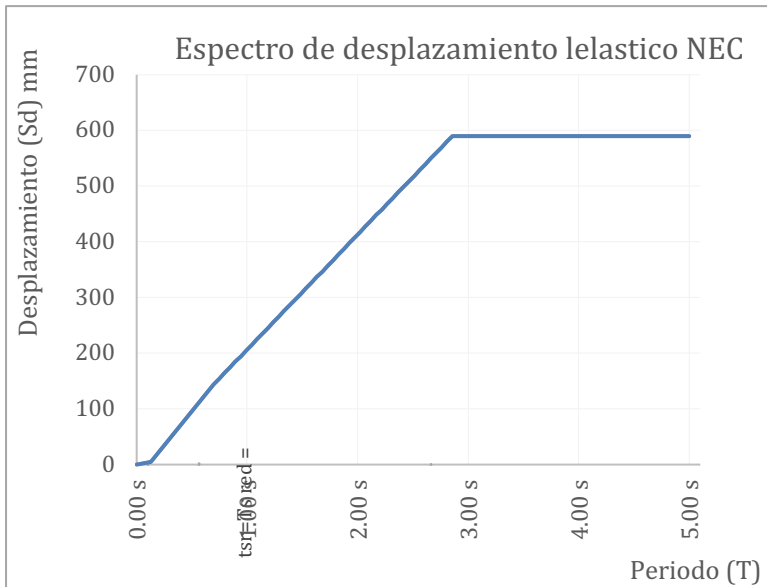
Sentido X: Periodo inicial de la estructura $T_x = 2.016s$ Sentido Y: Periodo inicial de la estructura $T_y = 1.92s$

3-D View Mode Shape (Modal) - Mode 1 - Period 2.016

3-D View Mode Shape (Modal) - Mode 2 - Period 1.92



a.2.2.- Parámetros de diseño basado en desplazamiento



1. Nivel de desempeño

Estructura = Ocupación inmediata

Diagonales = Seguridad de vida

2. Deriva de fluencia objetivo

$D_{max} = 1.00\%$

Deriva de fluencia

$$D_{Iy} = \frac{f_y \cdot 1 / K_f}{E \cdot \text{Sen} \phi \cdot \text{Cos} \phi} = 0.20\%$$

3. Ductilidad máxima de entrepiso

$$\mu_{ent} = \frac{D_{max}}{D_{Iy}} = 5.046$$

Ductilidad máx. del sistema

$$\mu_{max} = \frac{\mu_{ent}}{\beta} = 4.69$$

4. Desplazamiento de azotea objetivo

$$\delta_{max} = \frac{D_{max} \cdot H}{COD} = 16.00 \text{ cm}$$

5. Corrección del sistema de varios GL a 1 GL

$$\alpha = CO_{FEMA} = \frac{\delta_{max}}{\delta_{S_1 GL}} = 1.20$$

Desplazamiento corregido

$$\delta d_{max} = \frac{\delta_{max}}{\alpha} = 13.33 \text{ cm}$$

6. Periodo objetivo

$T_o = 0.646 \text{ s}$

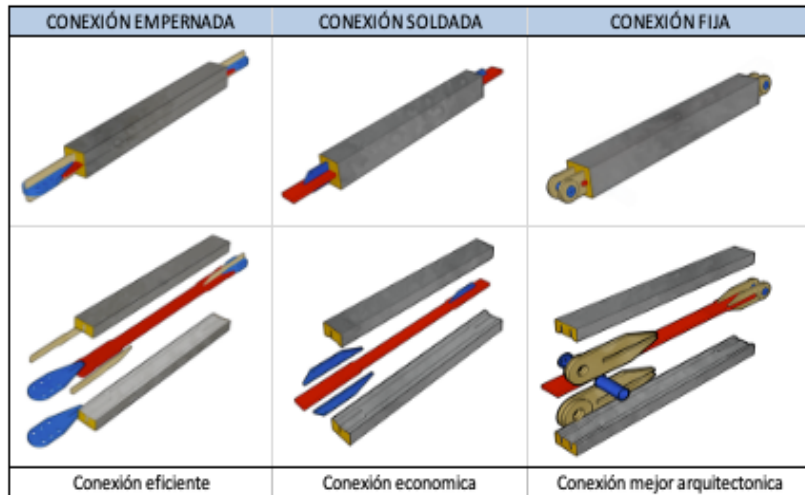
μ_{max}	COD	
	Regular	Irregular
1	1.20	1.50
2	1.20	1.50

Tabla del valor β		
N_p	$\mu_{max} = 2$	$\mu_{max} = 6$
5	1.0	1.1
10	1.0	1.1
20	1.1	1.2
30	1.2	1.3
40	1.3	1.4

N_p	α	
	$\mu = 1$	$\mu = 2 +$
1	1.0	1.0
2	1.2	1.1
3	1.3	1.2
5	1.4	1.2

a.2.3.- Características de las diagonales CoreBrace

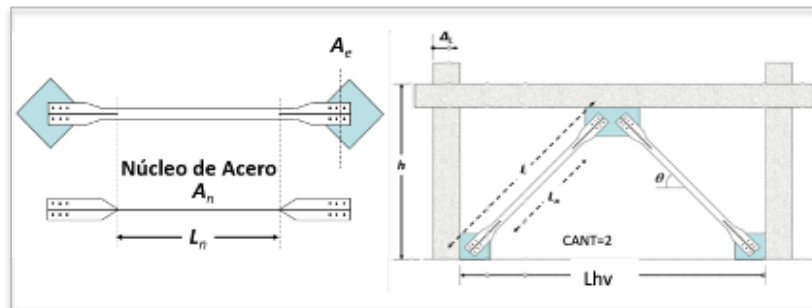
Figura 37. Características Diagonales CoreBrace



APPROXIMATE STIFFNESS MODIFICATION FACTORS, $KF^{1,2,7}$

Sizes shown are representative of typical BRB sizes. Information on intermediate and larger sizes is available upon request.

$F_{yc} = 38 \text{ ksi (262 MPa)}$		Bay Width, ft (m)									
A_{sc}^3 in ² (cm ²)	$P_{y_axial}^4$ kip (kN)	15 (4.6)	20 (6.1)	25 (7.6)	30 (9.1)	35 (10.7)	30 (9.1)	35 (10.7)	40 (12.2)	45 (13.7)	50 (15.2)
		SINGLE DIAGONAL					CHEVRON/V				
2.0 (13)	68 (306)	1.25	1.23	1.22	1.20	1.23	1.25	1.24	1.23	1.22	1.22
3.0 (19)	103 (448)	1.27	1.24	1.22	1.21	1.24	1.27	1.25	1.24	1.23	1.22
4.0 (26)	137 (613)	1.29	1.26	1.24	1.23	1.25	1.29	1.27	1.26	1.25	1.24
5.0 (32)	171 (754)	1.30	1.27	1.25	1.23	1.25	1.30	1.28	1.27	1.26	1.25
6.0 (39)	205 (919)	1.34	1.30	1.28	1.25	1.27	1.34	1.32	1.30	1.29	1.28
7.0 (45)	239 (1060)	1.34	1.30	1.27	1.25	1.27	1.34	1.32	1.30	1.29	1.27
8.0 (52)	274 (1225)	1.36	1.32	1.29	1.27	1.28	1.36	1.34	1.32	1.30	1.29
9.0 (58)	308 (1367)	1.37	1.32	1.29	1.27	1.28	1.37	1.34	1.32	1.31	1.29
10.0 (65)	342 (1532)	1.39	1.34	1.31	1.28	1.30	1.39	1.36	1.34	1.32	1.31
11.0 (71)	376 (1673)	1.41	1.36	1.32	1.30	1.31	1.41	1.39	1.36	1.34	1.32
12.0 (77)	410 (1814)	1.41	1.36	1.32	1.30	1.31	1.41	1.38	1.36	1.34	1.32
13.0 (84)	445 (1979)	1.41	1.36	1.32	1.30	1.31	1.41	1.39	1.36	1.34	1.32
14.0 (90)	479 (2121)	1.45	1.39	1.35	1.32	1.32	1.45	1.42	1.39	1.37	1.35
15.0 (96)	513 (2286)	1.46	1.39	1.35	1.32	1.32	1.46	1.42	1.39	1.37	1.35
16.0 (103)	547 (2427)	1.45	1.39	1.34	1.31	1.32	1.45	1.41	1.39	1.36	1.34
17.0 (110)	581 (2592)	1.48	1.41	1.36	1.33	1.33	1.48	1.44	1.41	1.39	1.36
18.0 (116)	616 (2733)	1.48	1.41	1.36	1.33	1.33	1.48	1.44	1.41	1.39	1.36
19.0 (123)	650 (2898)	1.48	1.41	1.37	1.33	1.33	1.48	1.45	1.41	1.39	1.37
20.0 (129)	684 (3040)	1.53	1.45	1.40	1.36	1.36	1.53	1.49	1.45	1.42	1.40
Workpoint Length (ft)		20.5 (6.3)	24.4 (7.4)	28.7 (8.7)	33.1 (10.1)	37.7 (11.5)	20.5 (6.3)	22.4 (6.8)	24.4 (7.4)	26.5 (8.1)	28.7 (8.7)



STORY HEIGHT: 14ft (4.3m)

a.2.4.- Propiedades de las diagonales CoreBrace

Diseño de las diagonales en el Sentido X

Propiedades de la sección de las diagonales:

Módulo de elasticidad del acero de las diagonales	$E=21'000,000T/m^2$
Esfuerzo a la fluencia de la diagonal	$f_y = 2,530 \text{ Kg/cm}^2$
Esfuerzo a la fluencia esperado (CoreBrace)	$f_{ye}=2,783\text{Kg/cm}^2$
Peso total de la estructura	$W_t = 21,321.3 \text{ Ton}$

Periodos de diseño

Periodo objetivo	$T_r = 0.646s$
Periodo inicial gravitacional Sentido X	$T_{gv}=2.016s$
Periodo de las diagonales	$T_{cv} =0.682s$
Periodo relativo método 3 (ASCE-C7.4.1.2.3)	$T_i = 6.15s$
Periodo real método 3 (ASCE-C7.4.1.2.3)	$T_e = 0.68s$
Método aproximado de Rayleigh's periodo fundamental	

Desplazamiento de diseño.

Desplazamiento de diseño	$d = 16.00 \text{ cm}$
Desplazamiento ASCE 41-13	$d = 16.67 \text{ cm}$

Diseño de las diagonales en el Sentido Y

Propiedades de la sección de las diagonales:

Módulo de elasticidad del acero de las diagonales	$E=21'000,000T/m^2$
Esfuerzo a la fluencia de la diagonal	$f_y = 2,530 \text{ Kg/cm}^2$
Esfuerzo a la fluencia esperado (CoreBrace)	$f_{ye}=2,783\text{Kg/cm}^2$
Peso total de la estructura	$W_t = 21,321.3 \text{ Ton}$

Periodos de diseño

Periodo objetivo	$T_r = 0.646s$
Periodo inicial gravitacional Sentido X	$T_{gv}=1.92s$
Periodo de las diagonales	$T_{cv} =0.682s$
Periodo relativo método 3 (ASCE-C7.4.1.2.3)	$T_i = 6.22s$
Periodo real método 3 (ASCE-C7.4.1.2.3)	$T_e = 0.69s$
Método aproximado de Rayleigh's periodo fundamental	

Desplazamiento de diseño.

Desplazamiento de diseño	$d = 16.00 \text{ cm}$
Desplazamiento ASCE 41-13	$d = 16.67 \text{ cm}$

a.2.5. Diseño colocando en las diagonales

Para este método se considera la creación de diagonales:

Cálculo de propiedades de las diagonales

Tabla 24. Sentido X: Resumen de las propiedades de las diagonales restringidas a pandeo:

Piso	Características de la estructura						Análisis estático				Prediseño de diagonales						Cantidad de diagonales colocadas						
	h	Hi	Area	Wi (D)	Wi (L)	Wi (D+0.25L)	Wi*Hi	F	V	$r_v = \frac{V_{n+1}}{V_1}$	Lhv	L	θ	Cos θ	Sen θ	A relativa	A relativa	NVM	NMC	NCM	NC	R	
	[m]	[m]	[m ²]	[Ton]	[Ton]	[Ton]	Ton-m	ton	ton		m	m	º	(Co)	(Se)	Calc (Ac)	Adop (Aini)						
6	4.00	24.00	1,950.8	1,797.56	975.38	2,041.40	48,994	1,016	1,016	19%	8.50	5.84	43.26º	0.73	0.69	0.192	0.520	2	2	4.0	16	1.50	
5	4.00	20.00	1,950.8	1,797.56	975.38	2,041.40	40,828	847	1,863	35%	8.50	5.84	43.26º	0.73	0.69	0.352	0.550	2	2	4.0	16	1.50	
4	4.00	16.00	3,684.8	3,395.39	1,842.38	3,855.99	61,696	1,280	3,143	59%	8.50	5.84	43.26º	0.73	0.69	0.594	0.650	2	3	4.0	24	1.00	
3	4.00	12.00	3,684.8	3,395.39	1,842.38	3,855.99	46,272	960	4,102	78%	8.50	5.84	43.26º	0.73	0.69	0.776	0.800	2	3	4.0	24	1.00	
2	4.00	8.00	4,551.8	4,194.31	2,275.88	4,763.28	38,106	790	4,893	93%	8.50	5.84	43.26º	0.73	0.69	0.925	1.000	2	3	4.0	24	1.00	
1	4.00	4.00	4,551.8	4,194.31	2,275.88	4,763.28	19,053	395	5,288	100%	8.50	5.84	43.26º	0.73	0.69	1.000	1.000	2	3	4.0	24	1.00	
6	24.00	Σ =	20,374.5	18,774.5	10,187.3	21,321.33	254,949	5,288															

Tabla 25. Sentido X: Resumen de la geometría y Momento – Rotación de cada diagonal

Piso	CoreBrace tablas		Datos Core Brace (tabla) relativo				Resultado real diagonales							V NC * Ad	F Axial Tn [Ton]	Def Axial Δ [mm]	Def y Δy = Δ * Sen θ [mm]	Modeling Parameters			Acceptance Criteria		
	Kf	1/Kf	KV	IDI	Δδ	δ	Ad	Lado	$r_a = \frac{Ad_{n+1}}{Ad_1}$	KV	ΔδV	δV	Dle = $\frac{\Delta\delta V}{h}$					Plastic deformation			Plastic deformation		
			ton/m		m	m	cm ²	cm		ton/m	m	m						a	b	c	IO	LS	CP
6	1.340	0.746	2,127.2	0.119	0.478	4.464	42.27	6.502	52%	172,916	0.006	0.055	0.15%	15,024.64	117.64	10.364	7.103	94.47	94.47	1.00	21.31	71.03	94.47
5	1.340	0.746	2,249.9	0.207	0.828	3.987	44.71	6.686	55%	182,892	0.010	0.049	0.25%	26,042.72	124.42	10.364	7.103	94.47	94.47	1.00	21.31	71.03	94.47
4	1.360	0.735	4,048.1	0.194	0.776	3.159	52.84	7.269	65%	329,058	0.010	0.039	0.24%	24,781.39	147.05	10.519	7.209	95.88	95.88	1.00	21.63	72.09	95.88
3	1.390	0.719	5,092.1	0.201	0.806	2.382	65.03	8.064	80%	413,928	0.010	0.029	0.25%	26,283.85	180.98	10.751	7.368	98.00	98.00	1.00	22.10	73.68	98.00
2	1.410	0.709	6,456.7	0.189	0.758	1.577	81.29	9.016	100%	524,854	0.009	0.019	0.23%	25,078.17	226.22	10.906	7.474	99.41	99.41	1.00	22.42	74.74	99.41
1	1.410	0.709	6,456.7	0.205	0.819	0.819	81.29	9.016	100%	524,854	0.010	0.010	0.25%	27,103.72	226.22	10.906	7.474	99.41	99.41	1.00	22.42	74.74	99.41

Diagonal DX1 – DX2

Piso	Parametros degradacion			Limites	
1	a	1.0	0.09941	IO	0.0224
	b	1.0	0.09941	LS	0.0747
	c	1.0	0.09941	CP	0.0994

PROPIEDADES COLOCAR EN ETABS DE LA SECCION COREBRACE					
Area de la seccion de la diagonal	A =	81.29	cm ²		
Lado de la seccion de la diagonal	lado =	9.016	cm		
Coefficiente Core Brace tablas	Kf =	1.410			
Area por coeficiente Core Brace	A*Kf =	114.62	cm ²		

Modeling Parametrers			Acceptance Criteria		
Plastic deformation		RSR	Plastic deformation		
a	b	c	IO	LS	CP
13.3 Δy	13.3 Δy	1.0	3.0 Δy	10.0 Δy	13.3

Diagonal DX3

Piso	Parametros degradacion			Limites	
3	a	1.0	0.09800	IO	0.0221
	b	1.0	0.09800	LS	0.0737
	c	1.0	0.09800	CP	0.0980

PROPIEDADES COLOCAR EN ETABS DE LA SECCION COREBRACE					
Area de la seccion de la diagonal	A =	65.03	cm ²		
Lado de la seccion de la diagonal	lado =	8.064	cm		
Coefficiente Core Brace tablas	Kf =	1.390			
Area por coeficiente Core Brace	A*Kf =	90.39	cm ²		

Modeling Parametrers			Acceptance Criteria		
Plastic deformation		RSR	Plastic deformation		
a	b	c	IO	LS	CP
13.3 Δy	13.3 Δy	1.0	3.0 Δy	10.0 Δy	13.3

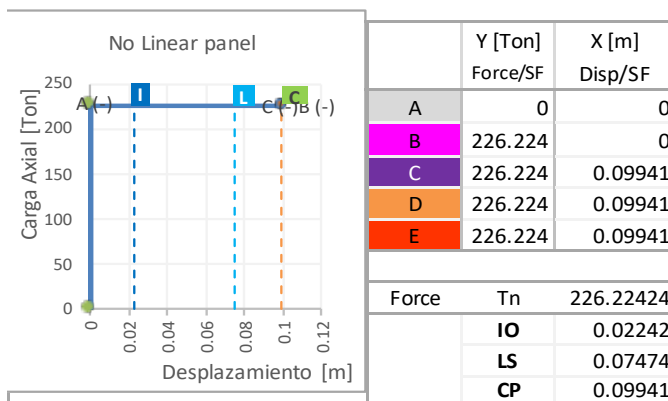
Diagonal DX4

Piso	Parametros degradacion			Limites	
4	a	1.0	0.09588	IO	0.0216
	b	1.0	0.09588	LS	0.0721
	c	1.0	0.09588	CP	0.0959

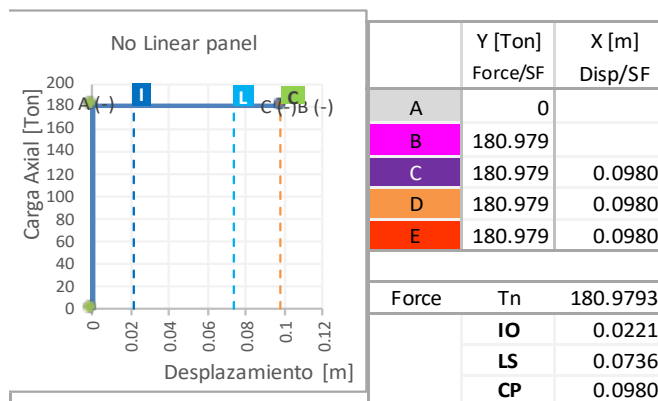
PROPIEDADES COLOCAR EN ETABS DE LA SECCION COREBRACE					
Area de la seccion de la diagonal	A =	52.84	cm ²		
Lado de la seccion de la diagonal	lado =	7.269	cm		
Coefficiente Core Brace tablas	Kf =	1.360			
Area por coeficiente Core Brace	A*Kf =	71.86	cm ²		

Modeling Parametrers			Acceptance Criteria		
Plastic deformation		RSR	Plastic deformation		
a	b	c	IO	LS	CP
13.3 Δy	13.3 Δy	1.0	3.0 Δy	10.0 Δy	13.3

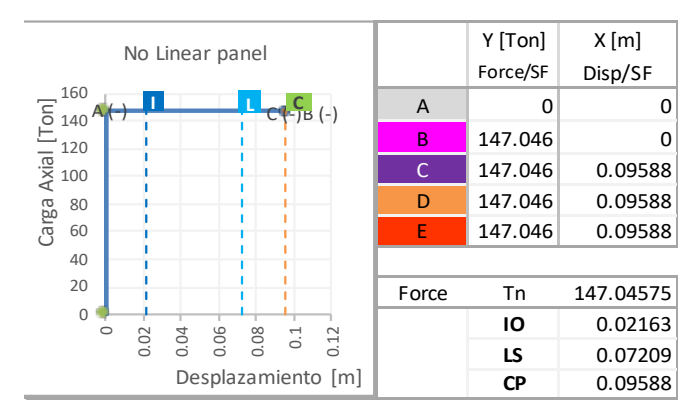
Vaolr ETABS			
Scaling for Force and Disp	Use Yield Force	Force	1.0
	Use Yield Disp	Disp	1.0



Vaolr ETABS			
Scaling for Force and Disp	Use Yield Force	Force	1.0
	Use Yield Disp	Disp	1.0



Vaolr ETABS			
Scaling for Force and Disp	Use Yield Force	Force	1.0
	Use Yield Disp	Disp	1.0



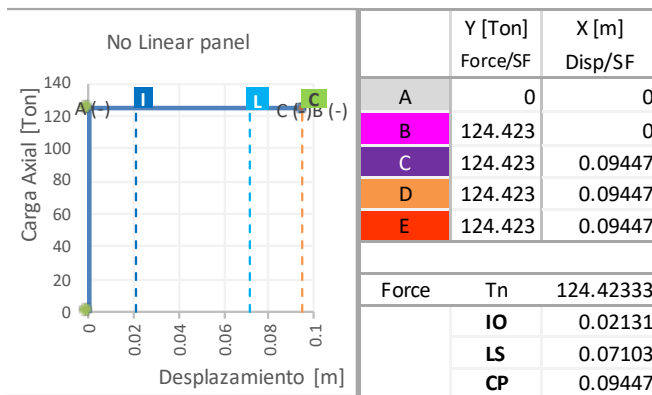
Diagonal DX5

Piso	Parametros degradacion			Limites	
5	a	1.0	0.09447	IO	0.0213
	b	1.0	0.09447	LS	0.0710
	c	1.0	0.09447	CP	0.0945

PROPIEDADES COLOCAR EN ETABS DE LA SECCION COREBRACE	
Area de la seccion de la diagonal	A = 44.71 cm ²
Lado de la seccion de la diagonal	lado = 6.686 cm
Coefficiente Core Brace tablas	Kf = 1.340
Area por coeficiente Core Brace	A*Kf = 59.91 cm ²

Modeling Parametrers			Aceptance Criteria		
Plastic deformation		RSR	Plastic deformation		
a	b	c	IO	LS	CP
13.3 Δy	13.3 Δy	1.0	3.0 Δy	10.0 Δy	13.3

Vaolr ETABS			
Scaling for Force and Disp	Use Yield Force	Force	1.0
	Use Yield Disp	Disp	1.0



Diagonal DX6

Piso	Parametros degradacion			Limites	
6	a	1.0	0.09447	IO	0.0213
	b	1.0	0.09447	LS	0.0710
	c	1.0	0.09447	CP	0.0945

PROPIEDADES COLOCAR EN ETABS DE LA SECCION COREBRACE	
Area de la seccion de la diagonal	A = 42.27 cm ²
Lado de la seccion de la diagonal	lado = 6.502 cm
Coefficiente Core Brace tablas	Kf = 1.340
Area por coeficiente Core Brace	A*Kf = 56.64 cm ²

Modeling Parametrers			Aceptance Criteria		
Plastic deformation		RSR	Plastic deformation		
a	b	c	IO	LS	CP
13.3 Δy	13.3 Δy	1.0	3.0 Δy	10.0 Δy	13.3

Vaolr ETABS			
Scaling for Force and Disp	Use Yield Force	Force	1.0
	Use Yield Disp	Disp	1.0

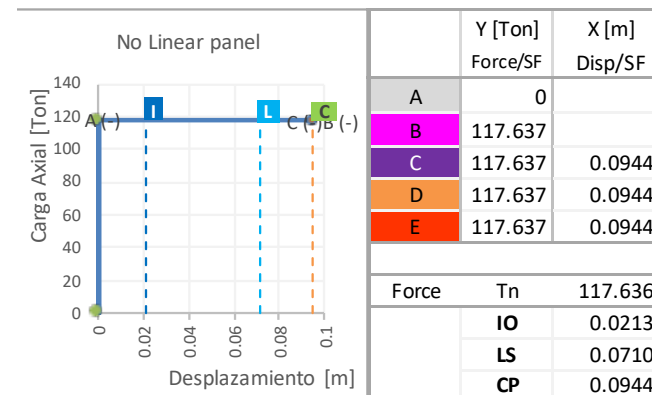


Tabla 26. Sentido Y: Resumen de las propiedades de las diagonales restringidas a pandeo:

Características de la estructura							Análisis estático				Prediseño de diagonales						Cantidad de diagonales colocadas						
Piso	h [m]	Hi [m]	Area [m ²]	Wi (D) [Ton]	Wi (L) [Ton]	Wi (D+0.25L) Ton	Wi*Hi Ton-m	F ton	V ton	$r_v = \frac{V_{n+1}}{V_1}$	Lhv m	L m	Θ °	Cos Θ (Co)	Sen Θ (Se)	A relativa Calc (Ac)	A relativa Adop (Aini)	NVM	NMC	NCM	NC	R	
6	4.00	24.00	1,950.8	1,797.56	975.38	2,041.40	48,994	1,016	1,016	19%	8.50	5.84	43.26 °	0.73	0.69	0.192	0.500	2	4	2.0	16	1.50	
5	4.00	20.00	1,950.8	1,797.56	975.38	2,041.40	40,828	847	1,863	35%	8.50	5.84	43.26 °	0.73	0.69	0.352	0.500	2	4	2.0	16	1.50	
4	4.00	16.00	3,684.8	3,395.39	1,842.38	3,855.99	61,696	1,280	3,143	59%	8.50	5.84	43.26 °	0.73	0.69	0.594	0.600	2	4	3.0	24	1.00	
3	4.00	12.00	3,684.8	3,395.39	1,842.38	3,855.99	46,272	960	4,102	78%	8.50	5.84	43.26 °	0.73	0.69	0.776	0.800	2	4	3.0	24	1.00	
2	4.00	8.00	4,551.8	4,194.31	2,275.88	4,763.28	38,106	790	4,893	93%	8.50	5.84	43.26 °	0.73	0.69	0.925	1.000	2	4	3.0	24	1.00	
1	4.00	4.00	4,551.8	4,194.31	2,275.88	4,763.28	19,053	395	5,288	100%	8.50	5.84	43.26 °	0.73	0.69	1.000	1.000	2	4	3.0	24	1.00	
6	24.00	Σ =	20,374.5	18,774.5	10,187.3	21,321.33	254,949	5,288															

Tabla 27. Sentido Y: Resumen de la geometría y Momento – Rotación de cada diagonal:

Característica	CoreBrace tablas		Datos Core Brace (tabla) relativo				Resultado real diagonales						$\frac{V}{NC * Ad}$	F Axial		Def Axial		Δy = Δ*Sen Θ [mm]	Modeling Parameters			Acceptance Criteria		
	Piso	Kf	1/Kf	KV ton/m	IDI	Δδ m	δ m	Ad cm ²	Lado cm	$r_a = \frac{Ad_{n+1}}{Ad_1}$	KV ton/m	ΔδV m		δV m	Dle = $\frac{\Delta\delta V}{h}$	Tn [Ton]	Δy [mm]		Plastic deformation a	RSR b	Plastic deformation IO	LS	CP	
6	1.340	0.746	2,045.4	0.124	0.497	4.637	41.17	6.416	50%	168,399	0.006	0.056	0.15%	15,427.70	114.56	10.364	7.103	94.47	94.47	1.00	21.31	71.03	94.47	
5	1.340	0.746	2,045.4	0.228	0.911	4.140	41.17	6.416	50%	168,399	0.011	0.050	0.28%	28,284.12	114.56	10.364	7.103	94.47	94.47	1.00	21.31	71.03	94.47	
4	1.350	0.741	3,709.2	0.212	0.847	3.230	49.40	7.028	60%	305,380	0.010	0.039	0.26%	26,506.44	137.48	10.442	7.156	95.18	95.18	1.00	21.47	71.56	95.18	
3	1.390	0.719	5,092.1	0.201	0.806	2.382	65.86	8.116	80%	419,238	0.010	0.029	0.24%	25,950.92	183.30	10.751	7.368	98.00	98.00	1.00	22.10	73.68	98.00	
2	1.410	0.709	6,456.7	0.189	0.758	1.577	82.33	9.074	100%	531,588	0.009	0.019	0.23%	24,760.51	229.13	10.906	7.474	99.41	99.41	1.00	22.42	74.74	99.41	
1	1.410	0.709	6,456.7	0.205	0.819	0.819	82.33	9.074	100%	531,588	0.010	0.010	0.25%	26,760.40	229.13	10.906	7.474	99.41	99.41	1.00	22.42	74.74	99.41	

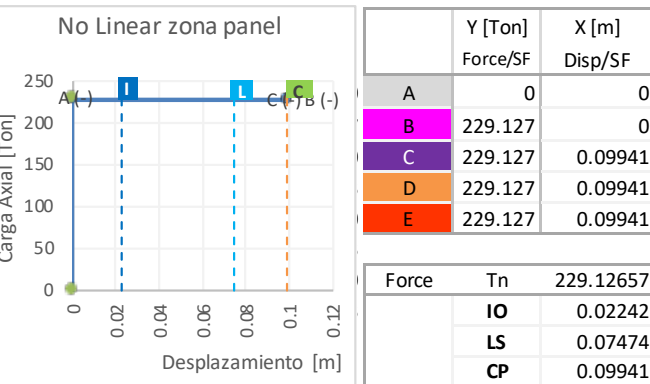
Diagonal DY1 – DY2

Piso	Parametros degradacion			Limites	
1	a	1.0	0.09941	IO	0.0224
	b	1.0	0.09941	LS	0.0747
	c	1.0	0.09941	CP	0.0994

PROPIEDADES COLOCAR EN ETABS DE LA SECCION COREBRACE			
Area de la seccion de la diagonal	A =	82.33	cm ²
Lado de la seccion de la diagonal	lado =	9.074	cm
Coefficiente Core Brace tablas	Kf =	1.410	
Area por coeficiente Core Brace	A*Kf =	116.09	cm ²

Modeling Parametrers			Aceptance Criteria		
Plastic deformation		RSR	Plastic deformation		
a	b	c	IO	LS	CP
13.3 Δy	13.3 Δy	1.0	3.0 Δy	10.0 Δy	13.3

Vaolr ETABS			
Scaling for Force and Disp	Use Yield Force	Force	1.0
	Use Yield Disp	Disp	1.0



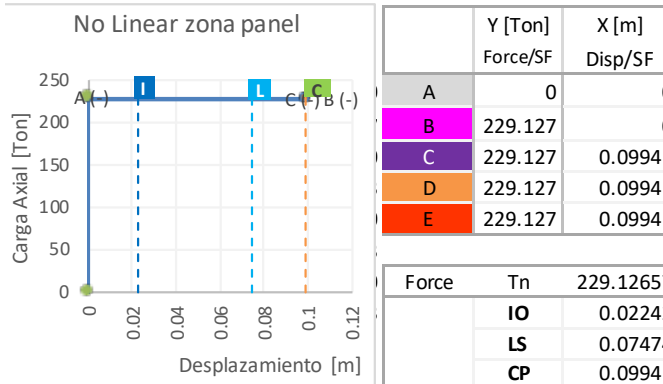
Diagonal DY2

Piso	Parametros degradacion			Limites	
2	a	1.0	0.09941	IO	0.0224
	b	1.0	0.09941	LS	0.0747
	c	1.0	0.09941	CP	0.0994

PROPIEDADES COLOCAR EN ETABS DE LA SECCION COREBRACE			
Area de la seccion de la diagonal	A =	82.33	cm ²
Lado de la seccion de la diagonal	lado =	9.074	cm
Coefficiente Core Brace tablas	Kf =	1.410	
Area por coeficiente Core Brace	A*Kf =	116.09	cm ²

Modeling Parametrers			Aceptance Criteria		
Plastic deformation		RSR	Plastic deformation		
a	b	c	IO	LS	CP
13.3 Δy	13.3 Δy	1.0	3.0 Δy	10.0 Δy	13.3

Vaolr ETABS			
Scaling for Force and Disp	Use Yield Force	Force	1.0
	Use Yield Disp	Disp	1.0



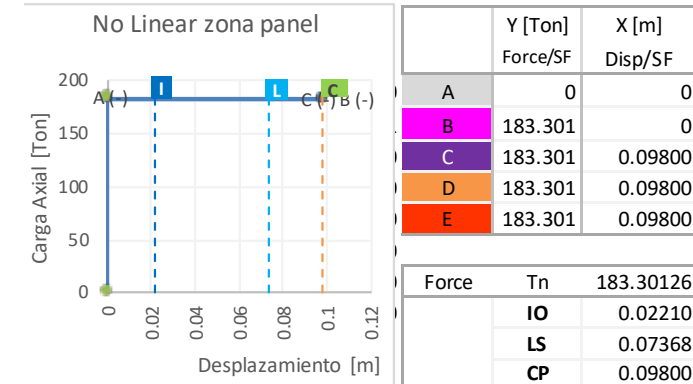
Diagonal DY3

Piso	Parametros degradacion			Limites	
3	a	1.0	0.09800	IO	0.0221
	b	1.0	0.09800	LS	0.0737
	c	1.0	0.09800	CP	0.0980

PROPIEDADES COLOCAR EN ETABS DE LA SECCION COREBRACE			
Area de la seccion de la diagonal	A =	65.86	cm ²
Lado de la seccion de la diagonal	lado =	8.116	cm
Coefficiente Core Brace tablas	Kf =	1.390	
Area por coeficiente Core Brace	A*Kf =	91.55	cm ²

Modeling Parametrers			Aceptance Criteria		
Plastic deformation		RSR	Plastic deformation		
a	b	c	IO	LS	CP
13.3 Δy	13.3 Δy	1.0	3.0 Δy	10.0 Δy	13.3

Vaolr ETABS			
Scaling for Force and Disp	Use Yield Force	Force	1.0
	Use Yield Disp	Disp	1.0



Diagonal DY4

Piso	Parametros degradacion			Limites	
4	a	1.0	0.09518	IO	0.0215
	b	1.0	0.09518	LS	0.0716
	c	1.0	0.09518	CP	0.0952

PROPIEDADES COLOCAR EN ETABS DE LA SECCION COREBRACE					
Area de la seccion de la diagonal	A =	49.40	cm ²		
Lado de la seccion de la diagonal	lado =	7.028	cm		
Coefficiente Core Brace tablas	Kf =	1.350			
Area por coeficiente Core Brace	A*Kf =	66.69	cm ²		

Modeling Parametrers			Acceptance Criteria		
Plastic deformation	RSR		Plastic deformation		
a	b	c	IO	LS	CP
13.3 Δy	13.3 Δy	1.0	3.0 Δy	10.0 Δy	13.3

Diagonal DY5.

Piso	Parametros degradacion			Limites	
5	a	1.0	0.09447	IO	0.0213
	b	1.0	0.09447	LS	0.0710
	c	1.0	0.09447	CP	0.0945

PROPIEDADES COLOCAR EN ETABS DE LA SECCION COREBRACE					
Area de la seccion de la diagonal	A =	41.17	cm ²		
Lado de la seccion de la diagonal	lado =	6.416	cm		
Coefficiente Core Brace tablas	Kf =	1.340			
Area por coeficiente Core Brace	A*Kf =	55.16	cm ²		

Modeling Parametrers			Acceptance Criteria		
Plastic deformation	RSR		Plastic deformation		
a	b	c	IO	LS	CP
13.3 Δy	13.3 Δy	1.0	3.0 Δy	10.0 Δy	13.3

Diagonal DY6

Piso	Parametros degradacion			Limites	
6	a	1.0	0.09447	IO	0.0213
	b	1.0	0.09447	LS	0.0710
	c	1.0	0.09447	CP	0.0945

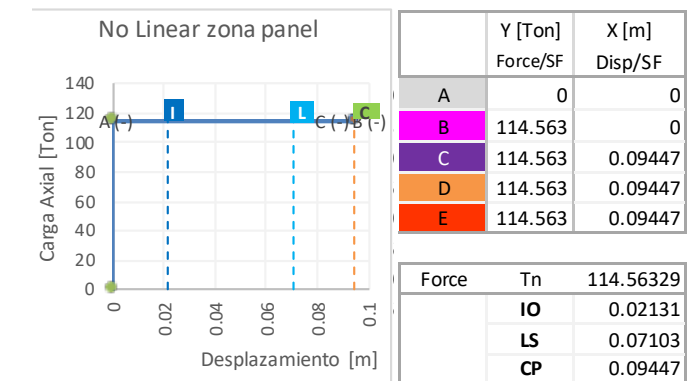
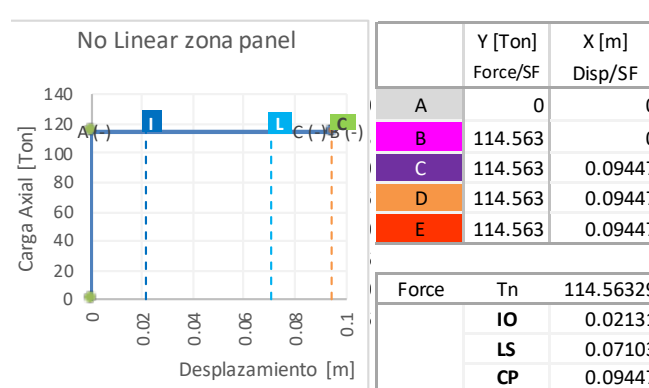
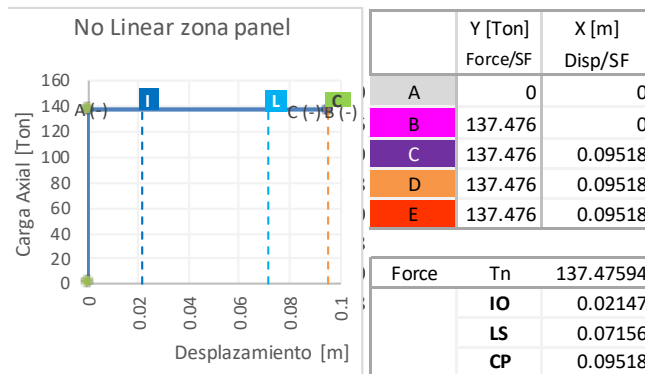
PROPIEDADES COLOCAR EN ETABS DE LA SECCION COREBRACE					
Area de la seccion de la diagonal	A =	41.17	cm ²		
Lado de la seccion de la diagonal	lado =	6.416	cm		
Coefficiente Core Brace tablas	Kf =	1.340			
Area por coeficiente Core Brace	A*Kf =	55.16	cm ²		

Modeling Parametrers			Acceptance Criteria		
Plastic deformation	RSR		Plastic deformation		
a	b	c	IO	LS	CP
13.3 Δy	13.3 Δy	1.0	3.0 Δy	10.0 Δy	13.3

Vaolr ETABS			
Scaling for Force and Disp	Use Yield Force	Force	1.0
	Use Yield Disp	Disp	1.0

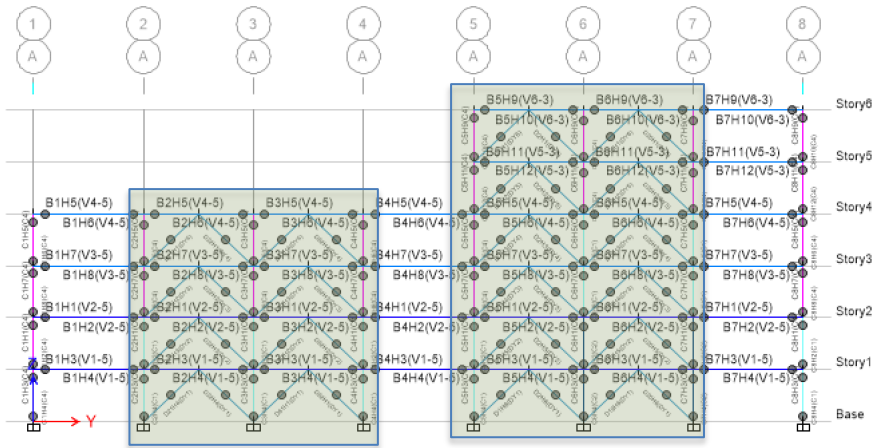
Vaolr ETABS			
Scaling for Force and Disp	Use Yield Force	Force	1.0
	Use Yield Disp	Disp	1.0

Vaolr ETABS			
Scaling for Force and Disp	Use Yield Force	Force	1.0
	Use Yield Disp	Disp	1.0

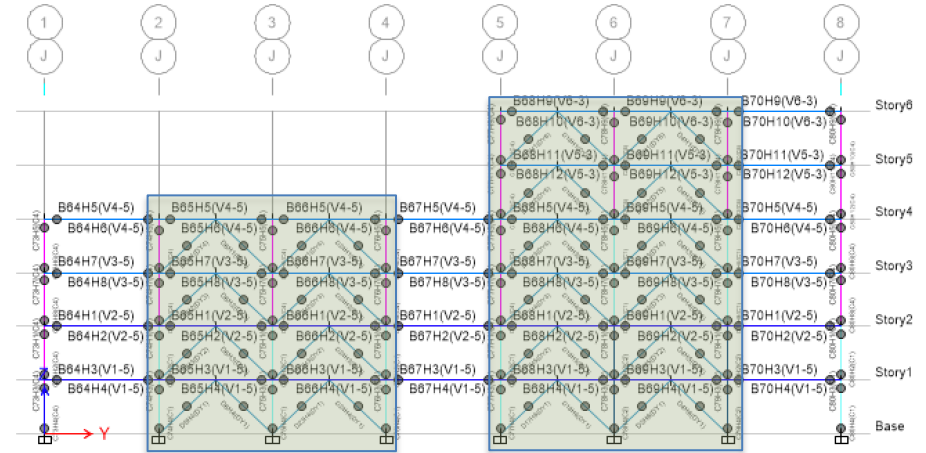


a.2.6.- Colocación de diagonales en ETABS

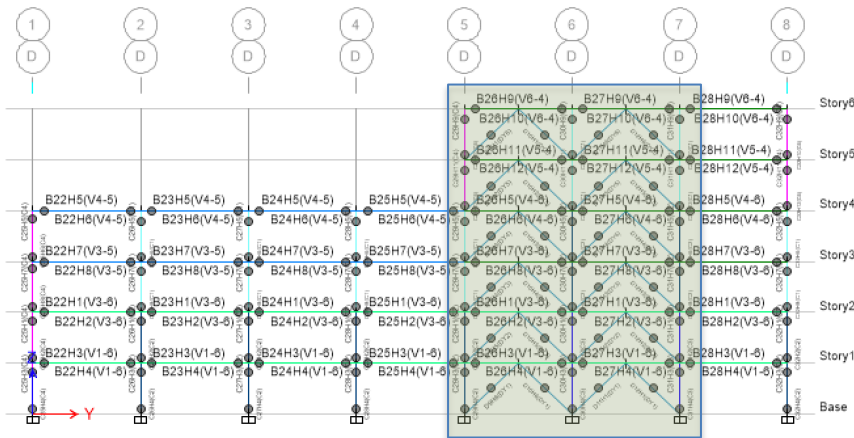
Diagonales Eje A



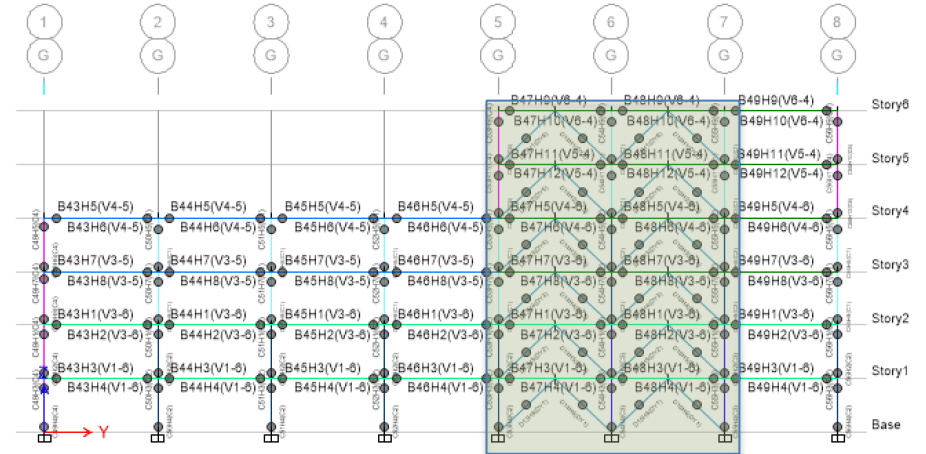
Diagonales Eje J



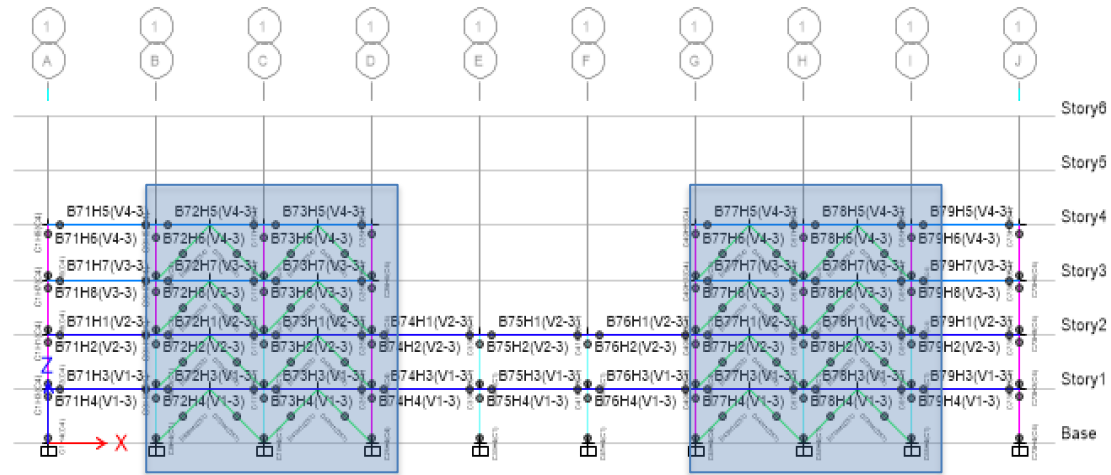
Diagonales Eje D



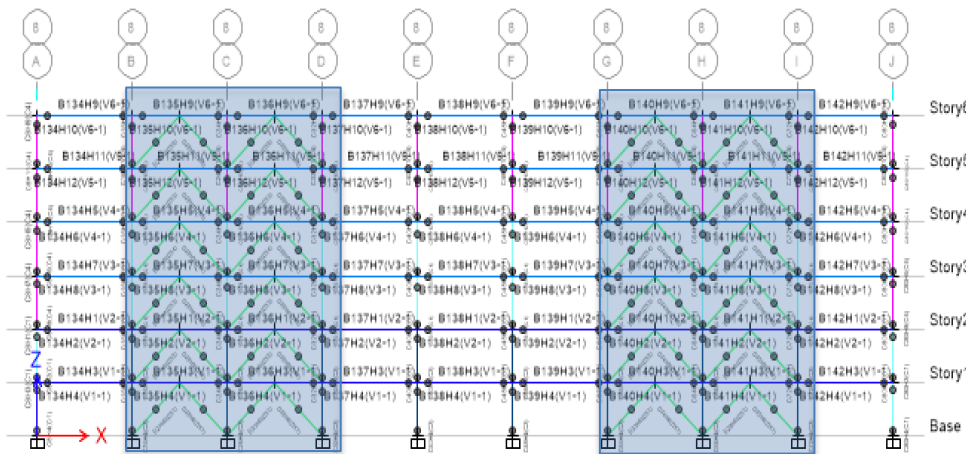
Diagonales Eje G



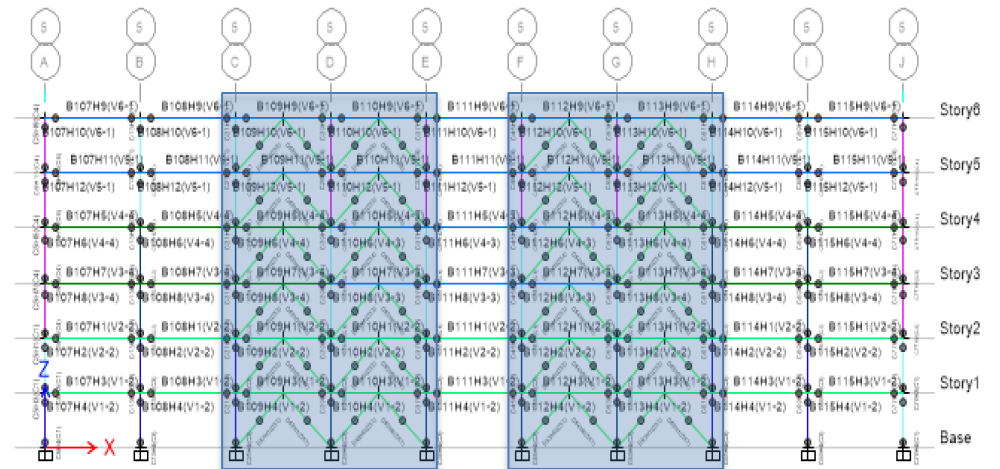
Diagonales Eje 1



Diagonales Eje 8



Diagonales Eje 5



a.2.7.- Colocación de las rotulas plásticas en vigas y columnas:

Tabla 28. Resumen de rotulas plásticas para vigas según Normativa ASCE 41-13 (MBD-H):

Rotula Plástica vigas: Resumen Geometría vigas y losa.

NIVEL [m]	No	EJES	Frame Property	VIGA													LOSA															
				Top Cover	Bottom Cover	Ancho		Alto		ACI318-19-18.6.2			Longitud L1 [m]	ancho coperante ac [m]	Distancia entre ejes		Volado		Espesor losa tf [cm]	Ancho efectivo												
						B		H		$\frac{bw \geq 25cm}{h} \geq 0.3$	$\frac{L}{d} \geq 4$	Chk			X1	X2	Izquierda	Derecha		Izq [cm]			Der [cm]			bf [cm]						
				rs cm	rb cm	[cm]	[in]	[cm]	[in]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	8tf	X1/2	L1/5	min	8tf	X2/2	L1/5		min					
P1	Nv.+4.00	2	A-J(8)	V1-1	4.0	4.0	40	15.75	60	23.62	0.67	15.18	Ok	8.50	4.25	8.50	-			18	-	144	405	170	144	-	144	-	170	-	184.0	
P1	Nv.+4.00	3	A-J(5-6-7)	V1-2	4.0	4.0	40	15.75	70	27.56	0.57	12.88	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50			18	-	144	405	170	144	-	144	405	170	144	328.0	
P1	Nv.+4.00	1	A-J(1)	V1-3	4.0	4.0	40	15.75	60	23.62	0.67	15.18	Ok	8.50	4.25	-	8.50			18	-	144	-	170	-	-	144	405	170	144	184.0	
P1	Nv.+4.00	3	A-J(2-3-4)	V1-4	4.0	4.0	40	15.75	70	27.56	0.57	12.88	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50			18	-	144	405	170	144	-	144	405	170	144	328.0	
P1	Nv.+4.00	2	1-8(A y J)	V1-5	4.0	4.0	40	15.75	60	23.62	0.67	15.18	Ok	8.50	4.25	8.50				18	-	144	405	170	144	-	144	-	170	-	184.0	
P1	Nv.+4.00	6	1-8(B,C,D,G,	V1-6	4.0	4.0	40	15.75	70	27.56	0.57	12.88	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	405	170	144	-	144	405	170	144	328.0
P1	Nv.+4.00	2	1-8(E y F)	V1-7	4.0	4.0	40	15.75	70	27.56	0.57	12.88	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	405	170	144	-	144	405	170	144	328.0
P2	Nv.+8.00	1	A-J(8)	V2-1	4.0	4.0	40	15.75	60	23.62	0.67	15.18	Ok	8.50	4.25	8.50	-				18	-	144	405	170	144	-	144	-	170	-	184.0
P2	Nv.+8.00	3	A-J(5-6-7)	V2-2	4.0	4.0	40	15.75	70	27.56	0.57	12.88	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	405	170	144	-	144	405	170	144	328.0
P2	Nv.+8.00	1	A-J(1)	V2-3	4.0	4.0	40	15.75	60	23.62	0.67	15.18	Ok	8.50	4.25	-	8.50				18	-	144	-	170	-	-	144	405	170	144	184.0
P2	Nv.+8.00	3	A-J(2-3-4)	V2-4	4.0	4.0	40	15.75	70	27.56	0.57	12.88	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	405	170	144	-	144	405	170	144	328.0
P2	Nv.+8.00	2	1-8(A y J)	V2-5	4.0	4.0	40	15.75	60	23.62	0.67	15.18	Ok	8.50	4.25	8.50				18	-	144	405	170	144	-	144	-	170	-	184.0	
P2	Nv.+8.00	6	1-8(B,C,D,G,	V2-6	4.0	4.0	40	15.75	70	27.56	0.57	12.88	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	405	170	144	-	144	405	170	144	328.0
P2	Nv.+8.00	2	1-8(E y F)	V2-7	4.0	4.0	40	15.75	70	27.56	0.57	12.88	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	405	170	144	-	144	405	170	144	328.0
P3	Nv.+12.00	1	A-J(8)	V3-1	4.0	4.0	30	11.81	60	23.62	0.50	15.18	Ok	8.50	4.25	8.50	-				18	-	144	410	170	144	-	144	-	170	-	174.0
P3	Nv.+12.00	2	A-J(6-7)	V3-2	4.0	4.0	30	11.81	80	31.50	0.38	11.18	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	410	170	144	318.0
P3	Nv.+12.00	3	A-D(1)/D-GI	V3-3	4.0	4.0	30	11.81	60	23.62	0.50	15.18	Ok	8.50	4.25	-	8.50				18	-	144	-	170	-	-	144	410	170	144	174.0
P3	Nv.+12.00	3	A-D(2-3-4-5	V3-4	4.0	4.0	30	11.81	80	31.50	0.38	11.18	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	410	170	144	318.0
P3	Nv.+12.00	2	1-8(A y J)/1	V3-5	4.0	4.0	30	11.81	60	23.62	0.50	15.18	Ok	8.50	4.25	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	-	170	-	174.0	
P3	Nv.+12.00	6	1-8(B,C,H,I)/	V3-6	4.0	4.0	30	11.81	80	31.50	0.38	11.18	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	410	170	144	318.0
P3	Nv.+12.00	2	5-8(E y F)	V3-7	4.0	4.0	30	11.81	80	31.50	0.38	11.18	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	410	170	144	318.0
P4	Nv.+16.00	1	A-J(8)	V4-1	4.0	4.0	30	11.81	60	23.62	0.50	15.18	Ok	8.50	4.25	8.50	-				18	-	144	410	170	144	-	144	-	170	-	174.0
P4	Nv.+16.00	3	A-J(6-7)	V4-2	4.0	4.0	30	11.81	80	31.50	0.38	11.18	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	410	170	144	318.0
P4	Nv.+16.00	1	A-D(1)/D-GI	V4-3	4.0	4.0	30	11.81	60	23.62	0.50	15.18	Ok	8.50	4.25	-	8.50				18	-	144	-	170	-	-	144	410	170	144	174.0
P4	Nv.+16.00	3	A-D(2-3-4-5	V4-4	4.0	4.0	30	11.81	80	31.50	0.38	11.18	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	410	170	144	318.0
P4	Nv.+16.00	2	1-8(A y J)/1	V4-5	4.0	4.0	30	11.81	60	23.62	0.50	15.18	Ok	8.50	4.25	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	-	170	-	174.0	
P4	Nv.+16.00	6	1-8(B,C,H,I)/	V4-6	4.0	4.0	30	11.81	80	31.50	0.38	11.18	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	410	170	144	318.0
P4	Nv.+16.00	2	5-8(E y F)	V4-7	4.0	4.0	30	11.81	80	31.50	0.38	11.18	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	410	170	144	318.0
P5	Nv.+20.00	2	A-J(5 y 8)	V5-1	4.0	4.0	30	11.81	60	23.62	0.50	15.18	Ok	8.50	4.25	8.50	-				18	-	144	410	170	144	-	144	-	170	-	174.0
P5	Nv.+20.00	2	A-J(6 y 7)	V5-2	4.0	4.0	30	11.81	80	31.50	0.38	11.18	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	410	170	144	318.0
P5	Nv.+20.00	2	5-8(A y J)	V5-3	4.0	4.0	30	11.81	60	23.62	0.50	15.18	Ok	8.50	4.25	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	-	170	-	174.0	
P5	Nv.+20.00	8	5-8(B,C,D,E,I)	V5-4	4.0	4.0	30	11.81	80	31.50	0.38	11.18	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	410	170	144	318.0
P6	Nv.+24.00	2	A-J(5 y 8)	V6-1	4.0	4.0	30	11.81	60	23.62	0.50	15.18	Ok	8.50	4.25	8.50	-				18	-	144	410	170	144	-	144	-	170	-	174.0
P6	Nv.+24.00	2	A-J(6 y 7)	V6-2	4.0	4.0	30	11.81	80	31.50	0.38	11.18	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	410	170	144	318.0
P6	Nv.+24.00	2	5-8(A y J)	V6-3	4.0	4.0	30	11.81	60	23.62	0.50	15.18	Ok	8.50	4.25	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	-	170	-	174.0	
P6	Nv.+24.00	8	5-8(B,C,D,E,I)	V6-4	4.0	4.0	30	11.81	80	31.50	0.38	11.18	Ok	8.50	8.50	8.50	8.50				18	-	144	410	170	144	-	144	410	170	144	318.0

Rotula Plástica vigas: Resumen de acero transversal en vigas

NIVEL	No	EJES	Frame Property	Acero viga + losa				ACERO TRANSVERSAL DE VIGAS																				Verificacion								
				Top		Bottom		M probable		Cortante Sismico	Cortante Hormigon	Vs ≤ Vc	Cortante ultimo		Cortante Diseño		Cortante Hormigon		Cortante necesario		Long de refuerzo	Separacion	Chk	Acero requerido	No var	Acero adoptado										
				Asi	Asd	Aii	Aid	Mpr _{Izq}	Mpr _{Der}	V _{sis}	V _c	Chk	V _{uIzq}	V _{uDer}	V _{uDiseño-Izq}	V _{uDiseño-Der}	V _{cIzq}	V _{cDer}	V _{SD-Izq}	V _{SD-Der}	4Vc	V _{SD} 4Vc	Lo = 2H	s1c	s1a	Chk	Acero requerido	No var	ramas	Ø	Av	As _{colado} ≥	95%	dest=	35cm	
				cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	[T-m]	[T-m]	[Ton]	[Ton]		[Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton]	[cm]	[cm]	[cm]		[cm ²]		[uni]	[mm]	cm ²	$\frac{As_{colado}}{As_{cal}}$			
P1	Nv.+4.00	2	A-J(8)	V1-1	46.06	46.06	39.27	39.27	114.37	120.84	27.67	46.10	Ok	33.66	33.66	61.33	61.33	22.21	22.21	49.95	49.95	184.39	Ok	120	14.0	10.00	Ok	2.12	8	4	12	4.52	213%	Ok	10.7	Ok
P1	Nv.+4.00	3	A-J(5-6-7)	V1-2	57.75	57.75	44.18	44.18	152.55	175.67	38.61	54.33	Ok	67.33	67.33	105.94	105.94	26.18	26.18	98.46	98.46	217.32	Ok	140	15.0	10.00	Ok	3.55	9	5	12	5.65	159%	Ok	8.0	Ok
P1	Nv.+4.00	1	A-J(1)	V1-3	46.06	46.06	39.27	39.27	114.37	120.84	27.67	46.10	Ok	33.66	33.66	61.33	61.33	22.21	22.21	49.95	49.95	184.39	Ok	120	14.0	10.00	Ok	2.12	8	4	12	4.52	213%	Ok	10.7	Ok
P1	Nv.+4.00	3	A-J(2-3-4)	V1-4	57.75	57.75	44.18	44.18	152.55	175.67	38.61	54.33	Ok	67.33	67.33	105.94	105.94	26.18	26.18	98.46	98.46	217.32	Ok	140	15.0	10.00	Ok	3.55	9	5	12	5.65	159%	Ok	8.0	Ok
P1	Nv.+4.00	2	1-8(A y J)	V1-5	46.06	46.06	39.27	39.27	114.37	120.84	27.67	46.10	Ok	33.66	33.66	61.33	61.33	22.21	22.21	49.95	49.95	184.39	Ok	120	14.0	10.00	Ok	2.12	8	4	12	4.52	213%	Ok	10.7	Ok
P1	Nv.+4.00	6	1-8(B,C,D,G)	V1-6	57.75	57.75	44.18	44.18	152.55	175.67	38.61	54.33	Ok	67.33	67.33	105.94	105.94	26.18	26.18	98.46	98.46	217.32	Ok	140	15.0	10.00	Ok	3.55	9	5	12	5.65	159%	Ok	8.0	Ok
P1	Nv.+4.00	2	1-8(E y F)	V1-7	57.75	57.75	44.18	44.18	152.55	175.67	38.61	54.33	Ok	67.33	67.33	105.94	105.94	26.18	26.18	98.46	98.46	217.32	Ok	140	15.0	10.00	Ok	3.55	9	5	12	5.65	159%	Ok	8.0	Ok
P2	Nv.+8.00	1	A-J(8)	V2-1	46.06	46.06	39.27	39.27	114.37	120.84	27.67	46.10	Ok	33.66	33.66	61.33	61.33	22.21	22.21	49.95	49.95	184.39	Ok	120	14.0	10.00	Ok	2.12	8	4	12	4.52	213%	Ok	10.7	Ok
P2	Nv.+8.00	3	A-J(5-6-7)	V2-2	57.75	57.75	44.18	44.18	152.55	175.67	38.61	54.33	Ok	67.33	67.33	105.94	105.94	26.18	26.18	98.46	98.46	217.32	Ok	140	15.0	10.00	Ok	3.55	9	5	12	5.65	159%	Ok	8.0	Ok
P2	Nv.+8.00	1	A-J(1)	V2-3	46.06	46.06	39.27	39.27	114.37	120.84	27.67	46.10	Ok	33.66	33.66	61.33	61.33	22.21	22.21	49.95	49.95	184.39	Ok	120	14.0	10.00	Ok	2.12	8	4	12	4.52	213%	Ok	10.7	Ok
P2	Nv.+8.00	3	A-J(2-3-4)	V2-4	57.75	57.75	44.18	44.18	152.55	175.67	38.61	54.33	Ok	67.33	67.33	105.94	105.94	26.18	26.18	98.46	98.46	217.32	Ok	140	15.0	10.00	Ok	3.55	9	5	12	5.65	159%	Ok	8.0	Ok
P2	Nv.+8.00	2	1-8(A y J)	V2-5	46.06	46.06	39.27	39.27	114.37	120.84	27.67	46.10	Ok	33.66	33.66	61.33	61.33	22.21	22.21	49.95	49.95	184.39	Ok	120	14.0	10.00	Ok	2.12	8	4	12	4.52	213%	Ok	10.7	Ok
P2	Nv.+8.00	6	1-8(B,C,D,G)	V2-6	57.75	57.75	44.18	44.18	152.55	175.67	38.61	54.33	Ok	67.33	67.33	105.94	105.94	26.18	26.18	98.46	98.46	217.32	Ok	140	15.0	10.00	Ok	3.55	9	5	12	5.65	159%	Ok	8.0	Ok
P2	Nv.+8.00	2	1-8(E y F)	V2-7	57.75	57.75	44.18	44.18	152.55	175.67	38.61	54.33	Ok	67.33	67.33	105.94	105.94	26.18	26.18	98.46	98.46	217.32	Ok	140	15.0	10.00	Ok	3.55	9	5	12	5.65	159%	Ok	8.0	Ok
P3	Nv.+12.00	1	A-J(8)	V3-1	36.24	36.24	29.45	29.45	86.90	93.89	21.27	34.57	Ok	33.66	33.66	54.93	54.93	16.66	16.66	47.97	47.97	138.29	Ok	120	14.0	10.00	Ok	2.04	6	4	12	4.52	222%	Ok	7.3	Ok
P3	Nv.+12.00	2	A-J(6-7)	V3-2	52.84	52.84	39.27	39.27	157.57	182.05	39.96	46.92	Ok	67.33	67.33	107.28	107.28	22.61	22.61	103.61	103.61	187.68	Ok	160	15.0	10.00	Ok	3.25	8	6	12	6.79	209%	Ok	4.4	Ok
P3	Nv.+12.00	3	A-D(1)/D-GI	V3-3	36.24	36.24	29.45	29.45	86.90	93.89	21.27	34.57	Ok	33.66	33.66	54.93	54.93	16.66	16.66	47.97	47.97	138.29	Ok	120	14.0	10.00	Ok	2.04	6	4	12	4.52	222%	Ok	7.3	Ok
P3	Nv.+12.00	3	A-D(2-3-4-5)	V3-4	52.84	52.84	39.27	39.27	157.57	182.05	39.96	46.92	Ok	67.33	67.33	107.28	107.28	22.61	22.61	103.61	103.61	187.68	Ok	160	15.0	10.00	Ok	3.25	8	6	12	6.79	209%	Ok	4.4	Ok
P3	Nv.+12.00	2	1-8(A y J)/1	V3-5	36.24	36.24	29.45	29.45	86.90	93.89	21.27	34.57	Ok	33.66	33.66	54.93	54.93	16.66	16.66	47.97	47.97	138.29	Ok	120	14.0	10.00	Ok	2.04	6	4	12	4.52	222%	Ok	7.3	Ok
P3	Nv.+12.00	6	1-8(B,C,H,I)	V3-6	52.84	52.84	39.27	39.27	157.57	182.05	39.96	46.92	Ok	67.33	67.33	107.28	107.28	22.61	22.61	103.61	103.61	187.68	Ok	160	15.0	10.00	Ok	3.25	8	6	12	6.79	209%	Ok	4.4	Ok
P3	Nv.+12.00	2	5-8(E y F)	V3-7	52.84	52.84	39.27	39.27	157.57	182.05	39.96	46.92	Ok	67.33	67.33	107.28	107.28	22.61	22.61	103.61	103.61	187.68	Ok	160	15.0	10.00	Ok	3.25	8	6	12	6.79	209%	Ok	4.4	Ok
P4	Nv.+16.00	1	A-J(8)	V4-1	36.24	36.24	29.45	29.45	86.90	93.89	21.27	34.57	Ok	33.66	33.66	54.93	54.93	16.66	16.66	47.97	47.97	138.29	Ok	120	14.0	10.00	Ok	2.04	6	4	12	4.52	222%	Ok	7.3	Ok
P4	Nv.+16.00	3	A-J(6-7)	V4-2	52.84	52.84	39.27	39.27	157.57	182.05	39.96	46.92	Ok	67.33	67.33	107.28	107.28	22.61	22.61	103.61	103.61	187.68	Ok	160	15.0	10.00	Ok	3.25	8	6	12	6.79	209%	Ok	4.4	Ok
P4	Nv.+16.00	1	A-D(1)/D-GI	V4-3	36.24	36.24	29.45	29.45	86.90	93.89	21.27	34.57	Ok	33.66	33.66	54.93	54.93	16.66	16.66	47.97	47.97	138.29	Ok	120	14.0	10.00	Ok	2.04	6	4	12	4.52	222%	Ok	7.3	Ok
P4	Nv.+16.00	3	A-D(2-3-4-5)	V4-4	52.84	52.84	39.27	39.27	157.57	182.05	39.96	46.92	Ok	67.33	67.33	107.28	107.28	22.61	22.61	103.61	103.61	187.68	Ok	160	15.0	10.00	Ok	3.25	8	6	12	6.79	209%	Ok	4.4	Ok
P4	Nv.+16.00	2	1-8(A y J)/1	V4-5	36.24	36.24	29.45	29.45	86.90	93.89	21.27	34.57	Ok	33.66	33.66	54.93	54.93	16.66	16.66	47.97	47.97	138.29	Ok	120	14.0	10.00	Ok	2.04	6	4	12	4.52	222%	Ok	7.3	Ok
P4	Nv.+16.00	6	1-8(B,C,H,I)	V4-6	52.84	52.84	39.27	39.27	157.57	182.05	39.96	46.92	Ok	67.33	67.33	107.28	107.28	22.61	22.61	103.61	103.61	187.68	Ok	160	15.0	10.00	Ok	3.25	8	6	12	6.79	209%	Ok	4.4	Ok
P4	Nv.+16.00	2	5-8(E y F)	V4-7	52.84	52.84	39.27	39.27	157.57	182.05	39.96	46.92	Ok	67.33	67.33	107.28	107.28	22.61	22.61	103.61	103.61	187.68	Ok	160	15.0	10.00	Ok	3.25	8	6	12	6.79	209%	Ok	4.4	Ok
P5	Nv.+20.00	2	A-J(5 y 8)	V5-1	36.24	36.24	29.45	29.45	86.90	93.89	21.27	34.57	Ok	33.66	33.66	54.93	54.93	16.66	16.66	47.97	47.97	138.29	Ok	120	14.0	10.00	Ok	2.04	6	4	12	4.52	222%	Ok	7.3	Ok
P5	Nv.+20.00	2	A-J(6 y 7)	V5-2	52.84	52.84	39.27	39.27	157.57	182.05	39.96	46.92	Ok	67.33	67.33	107.28	107.28	22.61	22.61	103.61	103.61	187.68	Ok	160	15.0	10.00	Ok	3.25	8	6	12	6.79	209%	Ok	4.4	Ok
P5	Nv.+20.00	2	5-8(A y J)	V5-3	36.24	36.24	29.45	29.45	86.90	93.89	21.27	34.57	Ok	33.66	33.66	54.93	54.93	16.66	16.																	

Rotula Plástica vigas: Resumen de relación de cuantía de refuerzo ASCE 41-13

NIVEL	No	EJES	Frame Property	Momento Probable				Relacion de Cuantia de Refuerzo [2] [rad]										Confinamiento [1.1]		Confinamiento [1.2]		[1]		
				Momento Izquierda		Momento Derecha		$\frac{A_s \text{ sup}}{h \cdot d}$	$\frac{A_s \text{ inf}}{b \cdot d}$	$0.85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \left(\frac{e_c}{e_c + e_s} \right)$	Izquierda				Derecha				$\frac{s}{d/2} \leq 1$	≤ 1 Confinado > 1 No Confinado	$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$	$\frac{3 \sqrt{t}}{4 \sqrt{s}} \leq 1$	≤ 1 Confinado > 1 No Confinado	Chk
				M+	M-	M+	M-				$\rho_{\text{sup}} - \rho_{\text{inf}}$	$\rho_{\text{inf}} - \rho_{\text{sup}}$	ρ_{sup}	ρ_{inf}	ρ_{bal}	ρ_{sup}	ρ_{inf}	ρ_{bal}						
				[m]	[ton.m]	[ton.m]	[ton.m]	[ton.m]	[ton.m]	ρ_{sup}	ρ_{inf}	ρ_{bal}	ρ_{sup}	ρ_{inf}	ρ_{bal}	ρ_{sup}	ρ_{inf}	ρ_{bal}	[Ton]	[Ton]				
P1	Nv.+4.00	2	A-J(8)	V1-1	141.08	136.50	141.08	136.50	2.06%	1.75%	3.63%	0.084	-0.084	2.06%	1.75%	3.63%	0.084	-0.084	0.36	Confinada	133.00	0.285	Confinado	Confinado
P1	Nv.+4.00	3	A-J(5-6-7)	V1-2	189.05	198.63	189.05	198.63	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	0.30	Confinada	195.94	0.311	Confinado	Confinado
P1	Nv.+4.00	1	A-J(1)	V1-3	141.08	136.50	141.08	136.50	2.06%	1.75%	3.63%	0.084	-0.084	2.06%	1.75%	3.63%	0.084	-0.084	0.36	Confinada	133.00	0.285	Confinado	Confinado
P1	Nv.+4.00	3	A-J(2-3-4)	V1-4	189.05	198.63	189.05	198.63	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	0.30	Confinada	195.94	0.311	Confinado	Confinado
P1	Nv.+4.00	2	1-8(A y J)	V1-5	141.08	136.50	141.08	136.50	2.06%	1.75%	3.63%	0.084	-0.084	2.06%	1.75%	3.63%	0.084	-0.084	0.36	Confinada	133.00	0.285	Confinado	Confinado
P1	Nv.+4.00	6	1-8(B,C,D,G)	V1-6	189.05	198.63	189.05	198.63	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	0.30	Confinada	195.94	0.311	Confinado	Confinado
P1	Nv.+4.00	2	1-8(E y F)	V1-7	189.05	198.63	189.05	198.63	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	0.30	Confinada	195.94	0.311	Confinado	Confinado
P2	Nv.+8.00	1	A-J(8)	V2-1	141.08	136.50	141.08	136.50	2.06%	1.75%	3.63%	0.084	-0.084	2.06%	1.75%	3.63%	0.084	-0.084	0.36	Confinada	133.00	0.285	Confinado	Confinado
P2	Nv.+8.00	3	A-J(5-6-7)	V2-2	189.05	198.63	189.05	198.63	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	0.30	Confinada	195.94	0.311	Confinado	Confinado
P2	Nv.+8.00	1	A-J(1)	V2-3	141.08	136.50	141.08	136.50	2.06%	1.75%	3.63%	0.084	-0.084	2.06%	1.75%	3.63%	0.084	-0.084	0.36	Confinada	133.00	0.285	Confinado	Confinado
P2	Nv.+8.00	3	A-J(2-3-4)	V2-4	189.05	198.63	189.05	198.63	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	0.30	Confinada	195.94	0.311	Confinado	Confinado
P2	Nv.+8.00	2	1-8(A y J)	V2-5	141.08	136.50	141.08	136.50	2.06%	1.75%	3.63%	0.084	-0.084	2.06%	1.75%	3.63%	0.084	-0.084	0.36	Confinada	133.00	0.285	Confinado	Confinado
P2	Nv.+8.00	6	1-8(B,C,D,G)	V2-6	189.05	198.63	189.05	198.63	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	0.30	Confinada	195.94	0.311	Confinado	Confinado
P2	Nv.+8.00	2	1-8(E y F)	V2-7	189.05	198.63	189.05	198.63	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	2.19%	1.67%	3.63%	0.142	-0.142	0.30	Confinada	195.94	0.311	Confinado	Confinado
P3	Nv.+12.00	1	A-J(8)	V3-1	106.31	112.90	106.31	112.90	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	0.36	Confinada	133.00	0.246	Confinado	Confinado
P3	Nv.+12.00	2	A-J(6-7)	V3-2	193.99	220.43	193.99	220.43	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	0.26	Confinada	270.76	0.234	Confinado	Confinado
P3	Nv.+12.00	3	A-D(1)/D-GI	V3-3	106.31	112.90	106.31	112.90	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	0.36	Confinada	133.00	0.246	Confinado	Confinado
P3	Nv.+12.00	3	A-D(2-3-4-5)	V3-4	193.99	220.43	193.99	220.43	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	0.26	Confinada	270.76	0.234	Confinado	Confinado
P3	Nv.+12.00	2	1-8(A y J)/1	V3-5	106.31	112.90	106.31	112.90	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	0.36	Confinada	133.00	0.246	Confinado	Confinado
P3	Nv.+12.00	6	1-8(B,C,H,I)	V3-6	193.99	220.43	193.99	220.43	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	0.26	Confinada	270.76	0.234	Confinado	Confinado
P3	Nv.+12.00	2	5-8(E y F)	V3-7	193.99	220.43	193.99	220.43	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	0.26	Confinada	270.76	0.234	Confinado	Confinado
P4	Nv.+16.00	1	A-J(8)	V4-1	106.31	112.90	106.31	112.90	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	0.36	Confinada	133.00	0.246	Confinado	Confinado
P4	Nv.+16.00	3	A-J(6-7)	V4-2	193.99	220.43	193.99	220.43	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	0.26	Confinada	270.76	0.234	Confinado	Confinado
P4	Nv.+16.00	1	A-D(1)/D-GI	V4-3	106.31	112.90	106.31	112.90	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	0.36	Confinada	133.00	0.246	Confinado	Confinado
P4	Nv.+16.00	3	A-D(2-3-4-5)	V4-4	193.99	220.43	193.99	220.43	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	0.26	Confinada	270.76	0.234	Confinado	Confinado
P4	Nv.+16.00	2	1-8(A y J)/1	V4-5	106.31	112.90	106.31	112.90	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	0.36	Confinada	133.00	0.246	Confinado	Confinado
P4	Nv.+16.00	6	1-8(B,C,H,I)	V4-6	193.99	220.43	193.99	220.43	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	0.26	Confinada	270.76	0.234	Confinado	Confinado
P4	Nv.+16.00	2	5-8(E y F)	V4-7	193.99	220.43	193.99	220.43	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	0.26	Confinada	270.76	0.234	Confinado	Confinado
P5	Nv.+20.00	2	A-J(5 y 8)	V5-1	106.31	112.90	106.31	112.90	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	0.36	Confinada	133.00	0.246	Confinado	Confinado
P5	Nv.+20.00	2	A-J(6 y 7)	V5-2	193.99	220.43	193.99	220.43	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	0.26	Confinada	270.76	0.234	Confinado	Confinado
P5	Nv.+20.00	2	5-8(A y J)	V5-3	106.31	112.90	106.31	112.90	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	0.36	Confinada	133.00	0.246	Confinado	Confinado
P5	Nv.+20.00	8	5-8(B,C,D,E)	V5-4	193.99	220.43	193.99	220.43	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	0.26	Confinada	270.76	0.234	Confinado	Confinado
P6	Nv.+24.00	2	A-J(5 y 8)	V6-1	106.31	112.90	106.31	112.90	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	0.36	Confinada	133.00	0.246	Confinado	Confinado
P6	Nv.+24.00	2	A-J(6 y 7)	V6-2	193.99	220.43	193.99	220.43	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	0.26	Confinada	270.76	0.234	Confinado	Confinado
P6	Nv.+24.00	2	5-8(A y J)	V6-3	106.31	112.90	106.31	112.90	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	2.16%	1.75%	3.63%	0.111	-0.111	0.36	Confinada	133.00	0.246	Confinado	Confinado
P6	Nv.+24.00	8	5-8(B,C,D,E)	V6-4	193.99	220.43	193.99	220.43	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	2.32%	1.72%	3.63%	0.164	-0.164	0.26	Confinada	270.76	0.234	Confinado	Confinado

Rotula Plástica vigas: Resumen de relación de Cortante

					Relacion de Cortante [3]					
NIVEL	No	EJES	Frame Property	Ve=qu*L1*ac/2	Vsis	Vt=Vest+Vsis		Vt		
				Estatico	Sismico	Total actuante	$\frac{Vt}{b_w d \sqrt{f'_c}}$			
[m]				[Ton]	[Ton]	[Ton]	[lb]	[Kg/cm ²]	[PSI=lb/in ²]	
P1	Nv.+4.00	2	A-J(8)	V1-1	17.82	32.66	50.47	111,244	0.983	3.461
P1	Nv.+4.00	3	A-J(5-6-7)	V1-2	35.63	45.61	81.24	179,061	1.343	4.775
P1	Nv.+4.00	1	A-J(1)	V1-3	17.82	32.66	50.47	111,244	0.983	3.461
P1	Nv.+4.00	3	A-J(2-3-4)	V1-4	35.63	45.61	81.24	179,061	1.343	4.775
P1	Nv.+4.00	2	1-8(A y J)	V1-5	17.82	32.66	50.47	111,244	0.983	3.461
P1	Nv.+4.00	6	1-8(B,C,D,G)	V1-6	35.63	45.61	81.24	179,061	1.343	4.775
P1	Nv.+4.00	2	1-8(E y F)	V1-7	35.63	45.61	81.24	179,061	1.343	4.775
P2	Nv.+8.00	1	A-J(8)	V2-1	17.82	32.66	50.47	111,244	0.983	3.461
P2	Nv.+8.00	3	A-J(5-6-7)	V2-2	35.63	45.61	81.24	179,061	1.343	4.775
P2	Nv.+8.00	1	A-J(1)	V2-3	17.82	32.66	50.47	111,244	0.983	3.461
P2	Nv.+8.00	3	A-J(2-3-4)	V2-4	35.63	45.61	81.24	179,061	1.343	4.775
P2	Nv.+8.00	2	1-8(A y J)	V2-5	17.82	32.66	50.47	111,244	0.983	3.461
P2	Nv.+8.00	6	1-8(B,C,D,G)	V2-6	35.63	45.61	81.24	179,061	1.343	4.775
P2	Nv.+8.00	2	1-8(E y F)	V2-7	35.63	45.61	81.24	179,061	1.343	4.775
P3	Nv.+12.00	1	A-J(8)	V3-1	17.82	25.79	43.61	96,109	1.133	3.986
P3	Nv.+12.00	2	A-J(6-7)	V3-2	35.63	48.76	84.39	185,993	1.615	5.786
P3	Nv.+12.00	3	A-D(1)/D-Gi	V3-3	17.82	25.79	43.61	96,109	1.133	3.986
P3	Nv.+12.00	3	A-D(2-3-4-5)	V3-4	35.63	48.76	84.39	185,993	1.615	5.786
P3	Nv.+12.00	2	1-8(A y J)/1	V3-5	17.82	25.79	43.61	96,109	1.133	3.986
P3	Nv.+12.00	6	1-8(B,C,H,I)	V3-6	35.63	48.76	84.39	185,993	1.615	5.786
P3	Nv.+12.00	2	5-8(E y F)	V3-7	35.63	48.76	84.39	185,993	1.615	5.786
P4	Nv.+16.00	1	A-J(8)	V4-1	17.82	25.79	43.61	96,109	1.133	3.986
P4	Nv.+16.00	3	A-J(6-7)	V4-2	35.63	48.76	84.39	185,993	1.615	5.786
P4	Nv.+16.00	1	A-D(1)/D-Gi	V4-3	17.82	25.79	43.61	96,109	1.133	3.986
P4	Nv.+16.00	3	A-D(2-3-4-5)	V4-4	35.63	48.76	84.39	185,993	1.615	5.786
P4	Nv.+16.00	2	1-8(A y J)/1	V4-5	17.82	25.79	43.61	96,109	1.133	3.986
P4	Nv.+16.00	6	1-8(B,C,H,I)	V4-6	35.63	48.76	84.39	185,993	1.615	5.786
P4	Nv.+16.00	2	5-8(E y F)	V4-7	35.63	48.76	84.39	185,993	1.615	5.786
P5	Nv.+20.00	2	A-J(5 y 8)	V5-1	17.82	25.79	43.61	96,109	1.133	3.986
P5	Nv.+20.00	2	A-J(6 y 7)	V5-2	35.63	48.76	84.39	185,993	1.615	5.786
P5	Nv.+20.00	2	5-8(A y J)	V5-3	17.82	25.79	43.61	96,109	1.133	3.986
P5	Nv.+20.00	8	5-8(B,C,D,E,I)	V5-4	35.63	48.76	84.39	185,993	1.615	5.786
P6	Nv.+24.00	2	A-J(5 y 8)	V6-1	17.82	25.79	43.61	96,109	1.133	3.986
P6	Nv.+24.00	2	A-J(6 y 7)	V6-2	35.63	48.76	84.39	185,993	1.615	5.786
P6	Nv.+24.00	2	5-8(A y J)	V6-3	17.82	25.79	43.61	96,109	1.133	3.986
P6	Nv.+24.00	8	5-8(B,C,D,E,I)	V6-4	35.63	48.76	84.39	185,993	1.615	5.786

Rotula Plástica vigas: colocación de rotulas plásticas en ETABS.

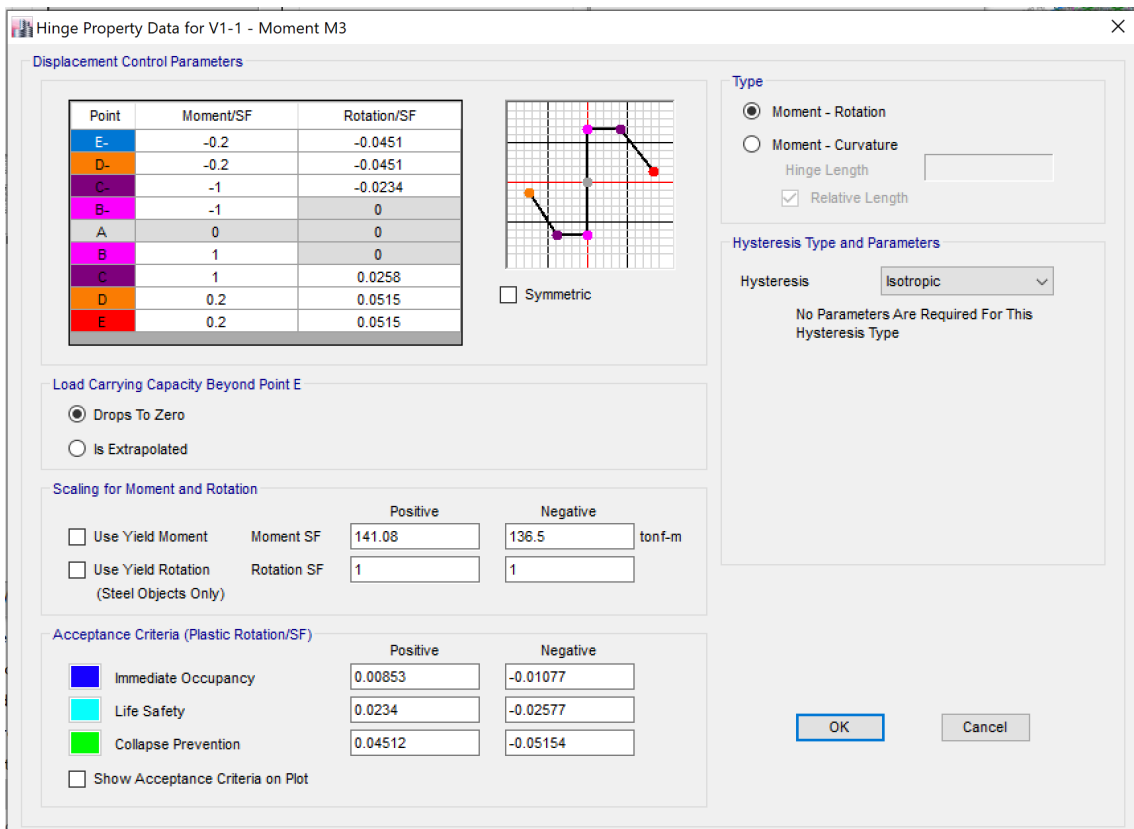
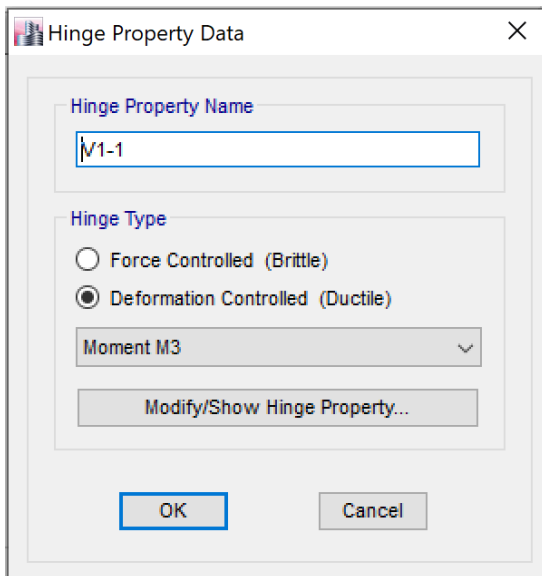


Tabla 29. Resumen de rotulas plásticas para columnas según Normativa ASCE 41-13:

Rotula Plástica columnas: Geometría y acero longitudinal

NIVEL	EJES	Column	COLUMNA										ACERO LONGITUDINAL															
			Top Cover		Bottom Cover		Ancho		Alto		Area		Altura entre piso H ₁	Varillas colocadas					As calc			Chk	dx	dy	Chk			
			cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²		X	Y	Total	Ø (mm)	Asc (cm ²)	pc	minimo	As min (cm ²)					As Max (cm ²)		
1	P5	P6	P5-P6	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.00	3	3	8	25	39.27	1.71%	25.00	34.50	114%	150.00	Ok	21.00	21.00	Ok	
2	P4	P5	P4-P5	B7-C7	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.00	3	3	8	25	39.27	1.71%	25.00	34.50	114%	150.00	Ok	21.00	21.00	Ok
3	P4	P3-P4	D7-E7	C2	4.0	4.0	70	27.56	70	27.56	4,900	759.5	4.00	5	5	16	25	78.54	1.70%	49.00	69.30	113%	294.00	Ok	15.50	15.50	Ok	
4	P2	P3	P2-P3	F6-G6	C2	4.0	4.0	70	27.56	70	27.56	4,900	759.5	4.00	5	5	16	25	78.54	1.70%	49.00	69.30	113%	294.00	Ok	15.50	15.50	Ok
5	P2	P1-P2	H7-I7	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	7	7	24	25	117.81	1.52%	81.00	116.10	101%	486.00	Ok	13.67	13.67	Ok	
6	-	P1	P0-P1	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	7	7	24	25	117.81	1.52%	81.00	116.10	101%	486.00	Ok	13.67	13.67	Ok	
7	P5	P6	P5-P6	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.00	3	3	8	25	39.27	1.71%	25.00	34.50	114%	150.00	Ok	21.00	21.00	Ok	
8	P4	P5	P4-P5	B6-C6	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.00	3	3	8	25	39.27	1.71%	25.00	34.50	114%	150.00	Ok	21.00	21.00	Ok
9	P3	P4	P3-P4	D6-E6	C2	4.0	4.0	70	27.56	70	27.56	4,900	759.5	4.00	5	5	16	25	78.54	1.70%	49.00	69.30	113%	294.00	Ok	15.50	15.50	Ok
10	P2	P3	P2-P3	F6-G6	C2	4.0	4.0	70	27.56	70	27.56	4,900	759.5	4.00	5	5	16	25	78.54	1.70%	49.00	69.30	113%	294.00	Ok	15.50	15.50	Ok
11	P1	P2	P1-P2	H6-I6	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	7	7	24	25	117.81	1.52%	81.00	116.10	101%	486.00	Ok	13.67	13.67	Ok
12	-	P1	P0-P1	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	7	7	24	25	117.81	1.52%	81.00	116.10	101%	486.00	Ok	13.67	13.67	Ok	
13	P5	P6	P5-P6	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.00	3	3	8	25	39.27	1.71%	25.00	34.50	114%	150.00	Ok	21.00	21.00	Ok	
14	P4	P5	P4-P5	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.00	3	3	8	25	39.27	1.71%	25.00	34.50	114%	150.00	Ok	21.00	21.00	Ok	
15	P3	P4	P3-P4	C2	4.0	4.0	70	27.56	70	27.56	4,900	759.5	4.00	5	5	16	25	78.54	1.70%	49.00	69.30	113%	294.00	Ok	15.50	15.50	Ok	
16	P2	P3	P2-P3	C2	4.0	4.0	70	27.56	70	27.56	4,900	759.5	4.00	5	5	16	25	78.54	1.70%	49.00	69.30	113%	294.00	Ok	15.50	15.50	Ok	
17	P1	P2	P1-P2	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	7	7	24	25	117.81	1.52%	81.00	116.10	101%	486.00	Ok	13.67	13.67	Ok	
18	-	P1	P0-P1	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	7	7	24	25	117.81	1.52%	81.00	116.10	101%	486.00	Ok	13.67	13.67	Ok	
19	P5	P6	P5-P6	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.00	3	3	8	25	39.27	1.71%	25.00	34.50	114%	150.00	Ok	21.00	21.00	Ok	
20	P4	P5	P4-P5	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.00	3	3	8	25	39.27	1.71%	25.00	34.50	114%	150.00	Ok	21.00	21.00	Ok	
21	P3	P4	P3-P4	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	7	7	24	25	117.81	1.52%	81.00	116.10	101%	486.00	Ok	13.67	13.67	Ok	
22	P3	P2-P3	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	7	7	24	25	117.81	1.52%	81.00	116.10	101%	486.00	Ok	13.67	13.67	Ok		
23	P1	P2	P1-P2	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	7	7	24	25	117.81	1.52%	81.00	116.10	101%	486.00	Ok	13.67	13.67	Ok	
24	-	P1	P0-P1	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	7	7	24	25	117.81	1.52%	81.00	116.10	101%	486.00	Ok	13.67	13.67	Ok	
25	P5	P6	P5-P6	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.00	3	3	8	25	39.27	1.71%	25.00	34.50	114%	150.00	Ok	21.00	21.00	Ok	
26	P4	P5	P4-P5	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.00	3	3	8	25	39.27	1.71%	25.00	34.50	114%	150.00	Ok	21.00	21.00	Ok	
27	P3	P4	P3-P4	C8-E8	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.00	3	3	8	25	39.27	1.71%	25.00	34.50	114%	150.00	Ok	21.00	21.00	Ok
28	P2	P3	P2-P3	F8-H8	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.00	3	3	8	25	39.27	1.71%	25.00	34.50	114%	150.00	Ok	21.00	21.00	Ok
29	P1	P2	P1-P2	C2	4.0	4.0	70	27.56	70	27.56	4,900	759.5	4.00	5	5	16	25	78.54	1.70%	49.00	69.30	113%	294.00	Ok	15.50	15.50	Ok	
30	-	P1	P0-P1	C2	4.0	4.0	70	27.56	70	27.56	4,900	759.5	4.00	5	5	16	25	78.54	1.70%	49.00	69.30	113%	294.00	Ok	15.50	15.50	Ok	
31	P5	P6	P5-P6	C2	4.0	4.0	70	27.56	70	27.56	4,900	759.5	4.00	5	5	16	25	78.54	1.70%	49.00	69.30	113%	294.00	Ok	15.50	15.50	Ok	
32	P4	P5	P4-P5	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	7	7	24	25	117.81	1.52%	81.00	116.10	101%	486.00	Ok	13.67	13.67	Ok	
33	P4	P3-P4	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	7	7	24	25	117.81	1.52%	81.00	116.10	101%	486.00	Ok	13.67	13.67	Ok		
34	P2	P3	P2-P3	C3	4.0	4.0	90	35.43	90	35.43	8,100	1,255.5	4.00	7	7	24	25	117.81	1.52%	81.00	116.10	101%	486.00	Ok	13.67	13.67	Ok	
35	P1	P2	P1-P2	C4	4.0	4.0	110	43.31	110	43.31	12,100	1,875.5	4.00	11	11	40	25	196.35	1.68%	121.00	174.90	112%	726.00	Ok	10.20	10.20	Ok	
36	-	P1	P0-P1	C4	4.0	4.0	110	43.31	110	43.31	12,100	1,875.5	4.00	11	11	40	25	196.35	1.68%	121.00	174.90	112%	726.00	Ok	10.20	10.20	Ok	
37	P5	P6	P5-P6	C5	4.0	4.0	40	15.75	40	15.75	1,600	248.0	4.00	3	3	8	25	39.27	2.73%	16.00	21.60	182%	96.00	Ok	16.00	16.00	Ok	
38	P4	P5	P4-P5	C5	4.0	4.0	40	15.75	40	15.75	1,600	248.0	4.00	3	3	8	25	39.27	2.73%	16.00	21.60	182%	96.00	Ok	16.00	16.00	Ok	
39	P4	P3-P4	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.00	3	3	8	25	39.27	1.71%	25.00	34.50	114%	150.00	Ok	21.00	21.00	Ok		
40	P2	P3	P2-P3	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.00	3	3	8	25	39.27	1.71%	25.00	34.50	114%	150.00	Ok	21.00	21.00	Ok	
41	P1	P2	P1-P2	C2	4.0	4.0	70	27.56	70	27.56	4,900	759.5	4.00	5	5	16	25	78.54	1.70%	49.00	69.30	113%	294.00	Ok	15.50	15.50	Ok	
42	-	P1	P0-P1	C2	4.0	4.0	70	27.56	70	27.56	4,900	759.5	4.00	5	5	16	25	78.54	1.70%	49.00	69.30	113%	294.00	Ok	15.50	15.50	Ok	
43	P5	P6	P5-P6	C5	4.0	4.0	40	15.75	40	15.75	1,600	248.0	4.00	3	3	8	25	39.27	2.73%	16.00	21.60	182%	96.00	Ok	16.00	16.00	Ok	
44	P4	P5	P4-P5	C5	4.0	4.0	40	15.75	40	15.75	1,600	248.0	4.00	3	3	8	25	39.27	2.73%	16.00	21.60	182%	96.00	Ok	16.00	16.00	Ok	
45	P3	P4	P3-P4	C1	4.0	4.0	50	19.69	50	19.69	2,500	387.5	4.															

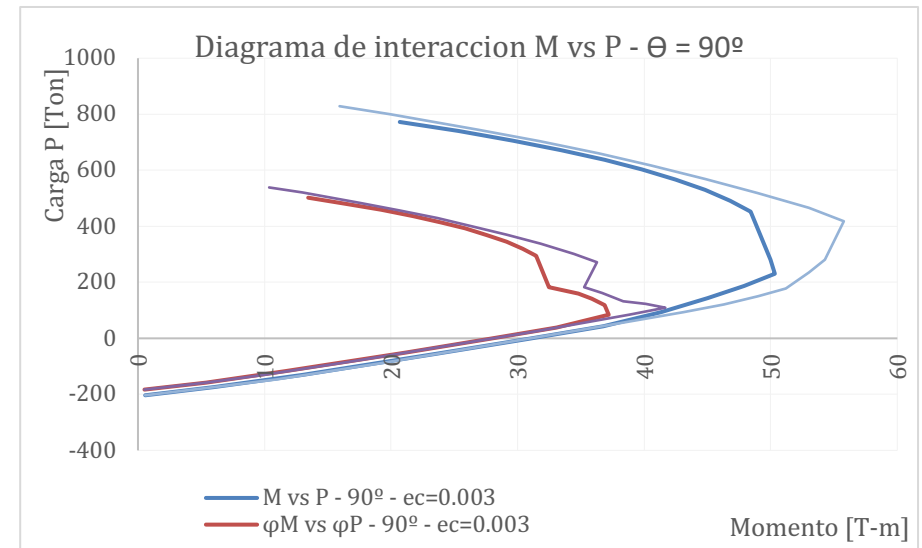
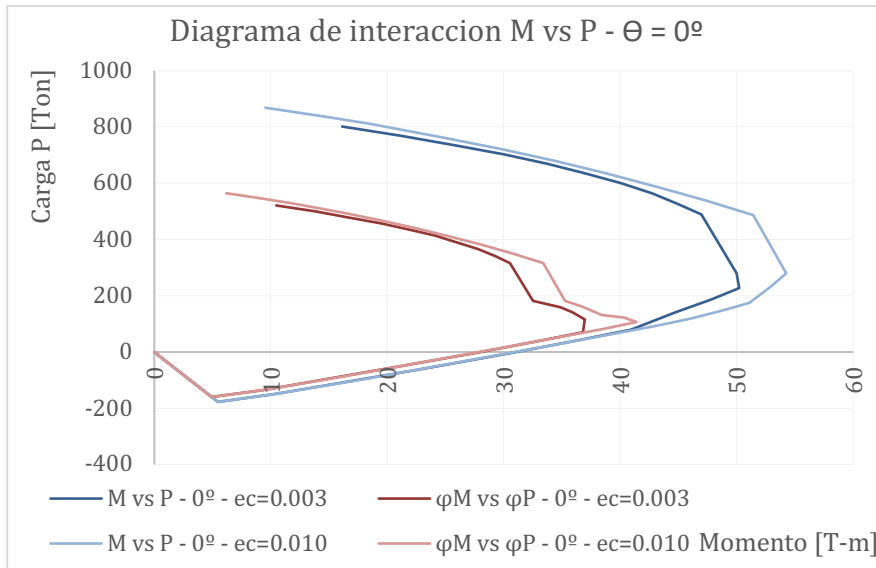
Columna C 1- Diagrama de interacción

Sentido X

	C	P	M	ϕP	ϕM
	25.80	477.91	92.66	310.64	60.23
10	60.40	1,218.43	18.16	791.98	11.81
9	57.80	1,167.90	29.04	759.13	18.87
8	55.20	1,116.98	39.00	726.03	25.35
7	52.70	1,067.59	47.72	693.94	31.02
6	50.10	1,015.73	55.91	660.23	36.34
5	47.50	963.27	63.21	626.13	41.08
4	44.90	910.12	69.63	591.58	45.26
3	42.30	856.13	75.20	556.48	48.88
2	39.80	803.28	79.77	522.13	51.85
1	37.20	747.15	83.72	485.65	54.42
Balanceada	25.80	477.91	92.66	310.64	60.23
1	23.30	411.39	93.05	285.80	64.64
2	20.70	340.74	86.75	256.46	65.29
3	18.10	279.09	81.54	230.88	67.45
4	15.50	212.33	75.09	191.10	67.58
5	13.00	146.01	67.57	131.41	60.81
6	10.40	87.12	58.06	78.40	52.26
7	7.80	19.89	46.09	17.90	41.48
8	5.20	-68.15	29.41	-61.33	26.47
9	2.60	-159.76	11.12	-143.78	10.01
10	0.10	-204.38	0.45	-183.94	0.40

Sentido Y

	C	P	M	ϕP	ϕM
	25.80	477.91	92.66	310.64	60.23
10	58.10	1,173.75	27.83	762.93	18.09
9	55.50	1,122.87	37.89	729.87	24.63
8	52.90	1,071.56	47.05	696.51	30.58
7	50.30	1,019.74	55.31	662.83	35.95
6	47.70	967.33	62.68	628.77	40.74
5	45.20	916.29	68.94	595.59	44.81
4	42.60	862.40	74.60	560.56	48.49
3	40.00	807.55	79.43	524.91	51.63
2	37.40	751.52	83.44	488.49	54.24
1	34.80	694.05	86.68	451.13	56.34
Balanceada	25.80	477.91	92.66	310.64	60.23
1	23.50	415.53	93.27	287.04	64.43
2	20.90	345.32	87.10	258.19	65.12
3	18.30	283.99	81.98	233.09	67.29
4	15.70	217.71	75.63	195.93	68.07
5	13.20	150.34	68.22	135.31	61.40
6	10.60	91.86	58.87	82.68	52.98
7	8.00	25.54	47.13	22.99	42.42
8	5.40	-59.95	30.98	-53.96	27.89
9	2.80	-156.19	11.94	-140.57	10.74
10	0.30	-200.81	1.33	-180.73	1.20

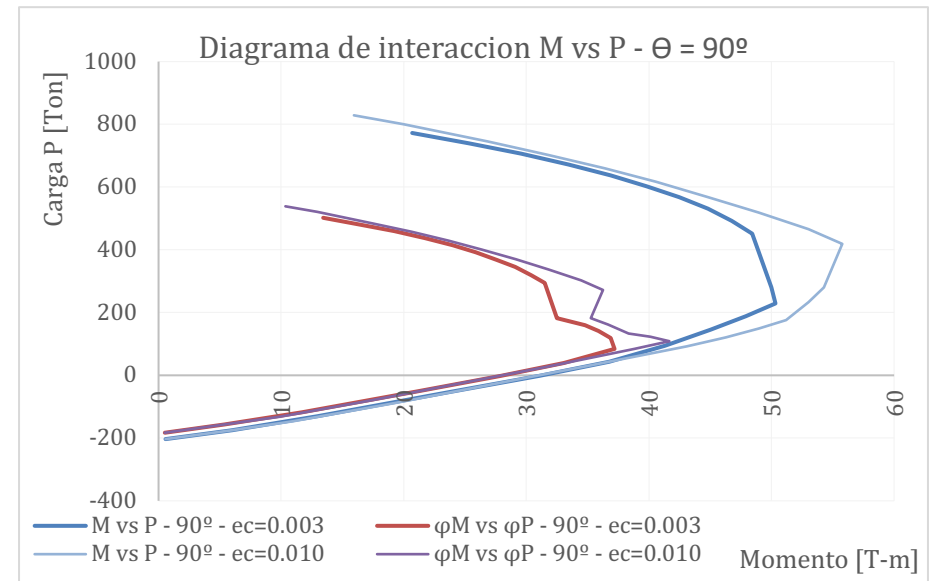
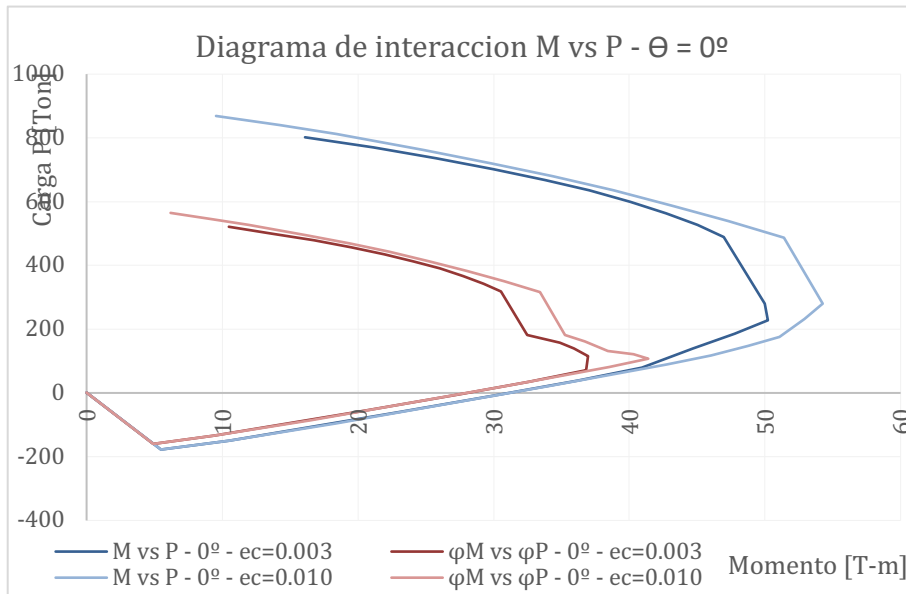


Sentido X

	C	P	M	ϕP	ϕM
	37.80	984.14	259.15	639.69	168.45
10	88.50	2,501.56	18.11	1,626.01	11.77
9	84.70	2,399.03	52.26	1,559.37	33.97
8	80.90	2,295.78	83.67	1,492.26	54.39
7	77.20	2,194.47	111.65	1,426.40	72.57
6	73.40	2,089.49	137.73	1,358.17	89.53
5	69.60	1,983.42	161.16	1,289.22	104.75
4	65.80	1,876.06	181.97	1,219.44	118.28
3	62.00	1,756.54	198.72	1,141.75	129.17
2	58.30	1,647.46	213.90	1,070.85	139.03
1	54.50	1,533.08	227.06	996.50	147.59
Balanceada	37.80	984.14	259.15	639.69	168.45
1	34.10	847.26	261.29	589.03	181.65
2	30.30	728.42	253.41	548.60	190.85
3	26.50	603.69	242.76	499.66	200.92
4	22.80	490.02	227.51	441.02	204.76
5	19.00	334.02	199.83	300.62	179.84
6	15.20	207.73	173.20	186.95	155.88
7	11.40	61.09	139.51	54.98	125.56
8	7.60	-81.35	100.20	-73.21	90.18
9	3.90	-314.87	32.59	-283.39	29.33
10	0.10	-409.84	0.87	-368.85	0.79

Sentido Y

	C	P	M	ϕP	ϕM
	37.80	984.14	259.15	639.69	168.45
10	85.10	2,409.85	48.79	1,566.40	31.72
9	81.30	2,306.68	80.50	1,499.34	52.32
8	77.50	2,202.71	109.48	1,431.76	71.16
7	73.70	2,097.81	135.77	1,363.58	88.25
6	69.90	1,991.83	159.41	1,294.69	103.61
5	66.20	1,887.43	179.90	1,226.83	116.94
4	62.40	1,768.22	196.94	1,149.34	128.01
3	58.60	1,656.39	212.75	1,076.65	138.29
2	54.80	1,542.21	226.11	1,002.44	146.97
1	51.00	1,425.17	237.10	926.36	154.11
Balanceada	37.80	984.14	259.15	639.69	168.45
1	34.40	856.42	261.80	591.94	180.95
2	30.60	738.01	254.13	552.06	190.10
3	26.80	612.65	243.86	503.00	200.21
4	23.10	499.49	228.87	449.54	205.98
5	19.30	343.46	201.70	309.12	181.53
6	15.50	218.25	175.52	196.43	157.97
7	11.70	71.02	142.12	63.92	127.91
8	7.90	-68.44	103.87	-61.60	93.48
9	4.20	-281.61	42.19	-253.44	37.97
10	0.40	-402.34	3.48	-362.10	3.13



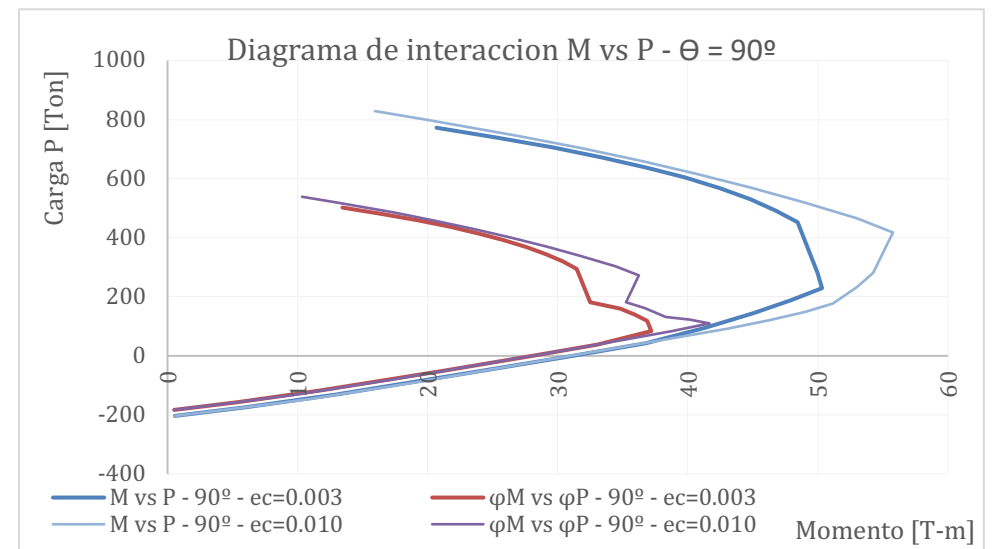
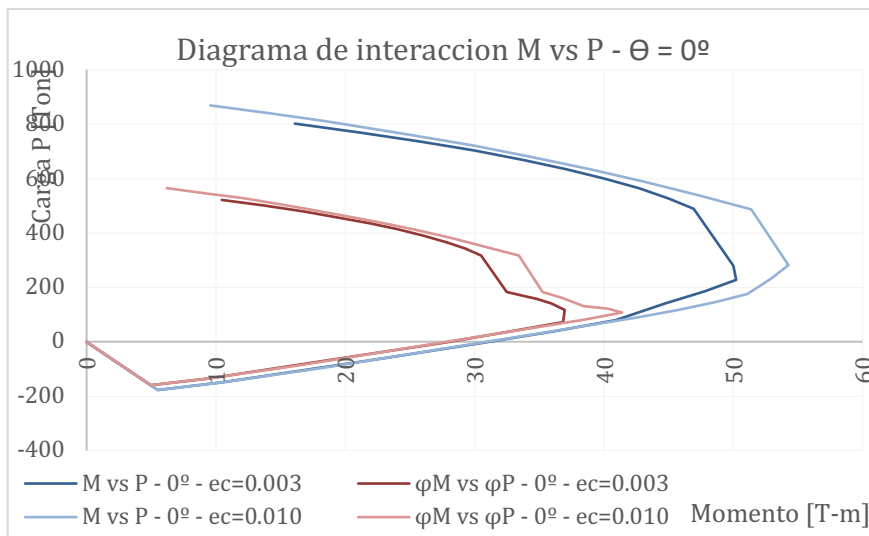
Columna C 3- Diagrama de interacción

Sentido X

	C	P	M	ϕP	ϕM
	49.80	1665.96	544.62	1082.87	354.00
10	116.60	4,186.00	-7.19	2,720.90	-4.67
9	111.60	4,014.34	70.38	2,609.32	45.75
8	106.60	3,841.64	141.83	2,497.06	92.19
7	101.60	3,667.75	207.20	2,384.04	134.68
6	96.70	3,485.65	264.09	2,265.67	171.66
5	91.70	3,307.70	317.45	2,150.01	206.34
4	86.70	3,127.77	364.91	2,033.05	237.19
3	81.70	2,945.47	406.57	1,914.56	264.27
2	76.70	2,760.35	442.55	1,794.23	287.66
1	71.80	2,575.63	472.45	1,674.16	307.09
Balanceada	49.80	1,665.96	544.62	1,082.87	354.00
1	44.90	1,441.95	549.29	1,002.83	382.02
2	39.90	1,238.09	535.37	932.76	403.34
3	35.00	1,047.09	511.30	865.10	422.43
4	30.00	846.38	479.56	761.75	431.61
5	25.00	643.68	438.87	579.31	394.98
6	20.00	411.18	374.80	370.06	337.32
7	15.00	191.60	308.57	172.44	277.71
8	10.10	-47.15	226.72	-42.43	204.05
9	5.10	-354.89	108.30	-319.40	97.47
10	0.10	-615.29	1.44	-553.76	1.30

Sentido Y

	C	P	M	ϕP	ϕM
	49.80	1665.96	544.62	1082.87	354.00
10	112.10	4,031.55	62.90	2,620.51	40.89
9	107.10	3,858.96	134.96	2,508.32	87.72
8	102.10	3,685.20	200.93	2,395.38	130.61
7	97.10	3,510.09	260.87	2,281.56	169.57
6	92.10	3,322.01	313.40	2,159.31	203.71
5	87.20	3,145.86	360.43	2,044.81	234.28
4	82.20	2,963.82	402.66	1,926.48	261.73
3	77.20	2,779.00	439.20	1,806.35	285.48
2	72.20	2,590.84	470.21	1,684.05	305.63
1	67.20	2,398.59	495.87	1,559.08	322.31
Balanceada	49.80	1,665.96	544.62	1,082.87	354.00
1	45.30	1,457.54	550.24	1,007.73	380.43
2	40.30	1,253.32	537.05	937.76	401.84
3	35.40	1,063.03	513.50	871.14	420.81
4	30.40	861.87	482.49	775.68	434.24
5	25.40	658.55	442.42	592.70	398.17
6	20.40	428.67	379.62	385.80	341.66
7	15.40	209.18	314.32	188.26	282.89
8	10.50	-28.58	233.62	-25.72	210.25
9	5.50	-320.43	121.75	-288.39	109.57
10	0.50	-602.44	7.20	-542.19	6.48



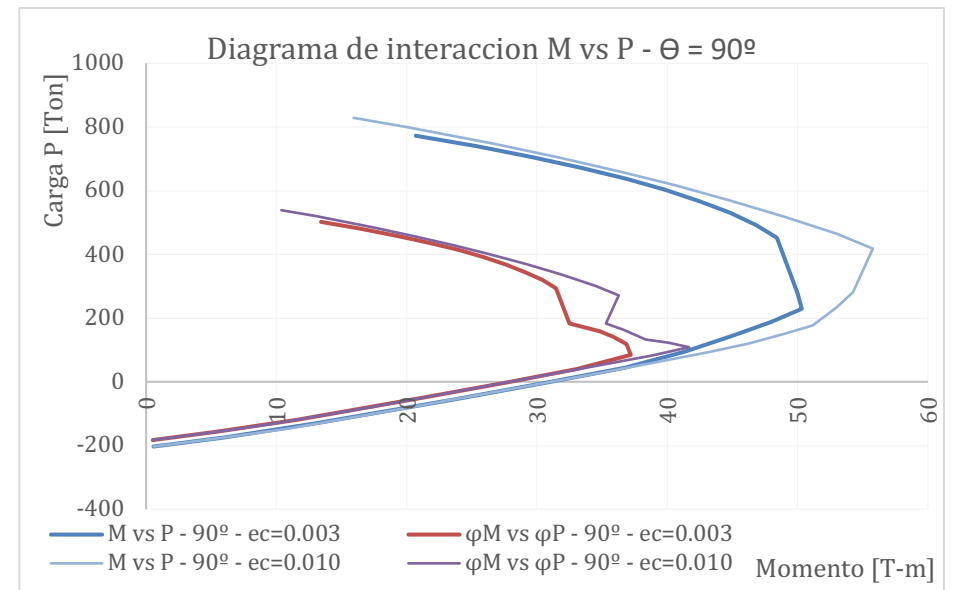
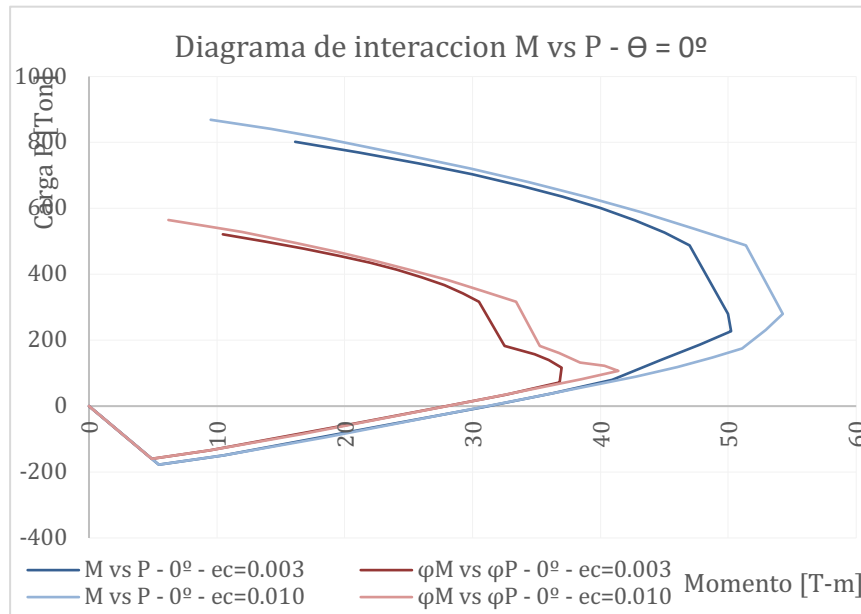
Columna C 4- Diagrama de interacción

Sentido X

	C	P	M	ϕP	ϕM
	61.80	2551.14	1037.55	1658.24	674.41
10	144.70	6,420.72	-50.15	4,173.47	-32.60
9	138.50	6,159.31	98.49	4,003.55	64.02
8	132.30	5,885.30	234.64	3,825.44	152.51
7	126.10	5,619.23	360.38	3,652.50	234.25
6	120.00	5,355.18	473.12	3,480.87	307.53
5	113.80	5,084.10	576.68	3,304.67	374.84
4	107.60	4,809.85	669.28	3,126.40	435.04
3	101.40	4,520.30	748.94	2,938.19	486.81
2	95.20	4,236.36	820.04	2,753.63	533.03
1	89.10	3,951.50	880.06	2,568.48	572.04
Balancead	61.80	2,551.14	1,037.55	1,658.24	674.41
1	55.70	2,192.78	1,056.08	1,525.37	734.64
2	49.60	1,881.37	1,027.32	1,415.71	773.04
3	43.40	1,573.63	984.61	1,300.85	813.93
4	37.20	1,266.32	925.27	1,139.68	832.74
5	31.00	959.66	849.41	863.70	764.47
6	24.80	654.17	757.29	588.75	681.56
7	18.70	285.05	617.35	256.55	555.62
8	12.50	-75.55	465.35	-67.99	418.82
9	6.30	-537.75	247.76	-483.98	222.99
10	0.10	-1,026.91	2.16	-924.22	1.94

Sentido Y

	C	P	M	ϕP	ϕM
	61.80	2551.14	1037.55	1658.24	674.41
10	139.10	6,184.68	84.61	4,020.04	55.00
9	132.90	5,910.93	221.87	3,842.11	144.21
8	126.70	5,645.08	348.71	3,669.30	226.66
7	120.50	5,376.91	464.28	3,494.99	301.78
6	114.30	5,106.07	568.73	3,318.95	369.68
5	108.20	4,836.54	660.80	3,143.75	429.52
4	102.00	4,547.52	741.50	2,955.89	481.98
3	95.80	4,264.07	813.61	2,771.64	528.85
2	89.60	3,975.08	875.50	2,583.80	569.08
1	83.40	3,679.33	927.58	2,391.57	602.93
Balanceada	61.80	2,551.14	1,037.55	1,658.24	674.41
1	56.20	2,226.82	1,053.76	1,539.89	728.69
2	50.10	1,915.14	1,034.26	1,431.20	772.91
3	43.90	1,597.22	988.86	1,309.55	810.76
4	37.70	1,289.90	930.74	1,160.91	837.67
5	31.50	983.22	856.10	884.90	770.49
6	25.30	677.68	765.17	609.91	688.66
7	19.20	311.69	627.97	280.52	565.17
8	13.00	-45.43	478.88	-40.88	430.99
9	6.80	-490.32	270.87	-441.29	243.79
10	0.60	#####	12.90	-906.55	11.61



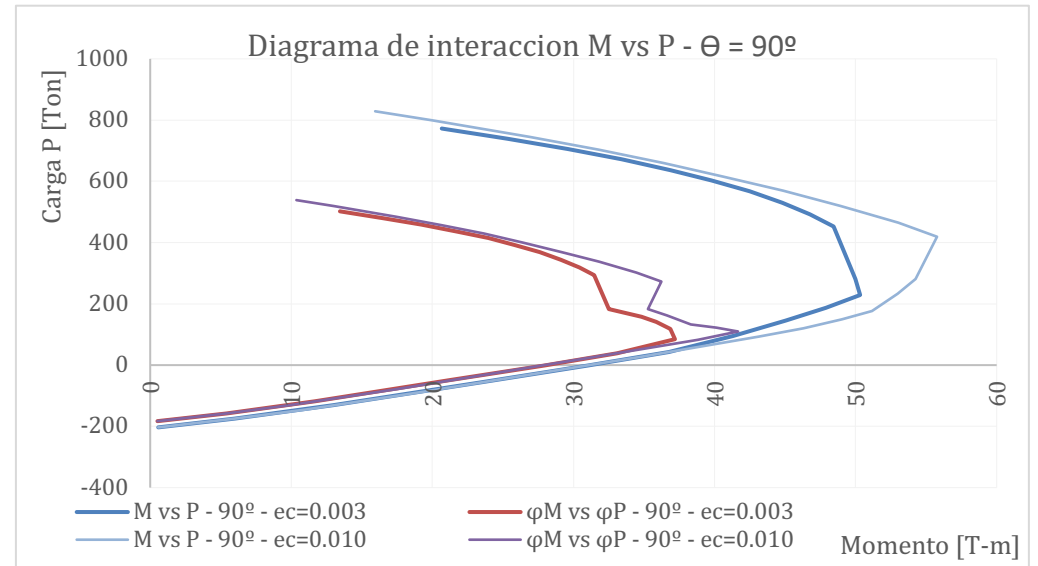
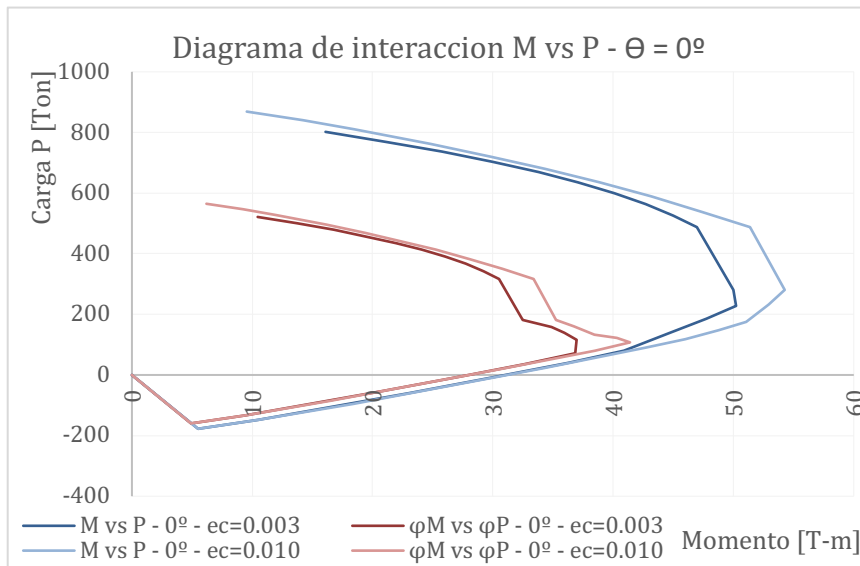
Columna C 5- Diagrama de interacción

Sentido X

	C	P	M	φP	φM
	19.80	280.25	49.99	182.16	32.50
10	46.40	801.89	16.11	521.23	10.47
9	44.40	769.15	21.16	499.95	13.75
8	42.40	736.03	25.78	478.42	16.76
7	40.40	702.45	29.99	456.59	19.50
6	38.40	668.35	33.80	434.43	21.97
5	36.50	635.39	37.04	413.00	24.08
4	34.50	600.00	40.07	390.00	26.05
3	32.50	563.77	42.72	366.45	27.77
2	30.50	526.54	45.01	342.25	29.26
1	28.50	488.09	46.96	317.26	30.52
Balanceada	19.80	280.25	49.99	182.16	32.50
1	17.90	227.54	50.22	157.96	34.86
2	15.90	185.72	47.77	139.70	35.93
3	13.90	140.09	44.70	115.83	36.96
4	11.90	79.28	40.91	71.35	36.82
5	9.90	39.69	36.26	35.72	32.63
6	8.00	-3.02	30.75	-2.72	27.68
7	6.00	-58.64	23.12	-52.77	20.81
8	4.00	-149.05	10.51	-134.14	9.46
9	2.00	-177.61	5.48	-159.85	4.94
10	0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Sentido Y

	C	P	M	φP	φM
	19.80	280.25	49.99	182.16	32.50
10	44.60	772.45	20.67	502.09	13.44
9	42.60	739.36	25.34	480.58	16.47
8	40.60	705.83	29.59	458.79	19.23
7	38.60	671.78	33.44	436.66	21.73
6	36.60	637.14	36.88	414.14	23.97
5	34.70	603.58	39.79	392.32	25.86
4	32.70	567.44	42.47	368.84	27.61
3	30.70	530.31	44.80	344.70	29.12
2	28.70	492.00	46.78	319.80	30.40
1	26.70	452.22	48.43	293.94	31.48
Balanceada	19.80	280.25	49.99	182.16	32.50
1	18.00	229.55	50.32	158.77	34.81
2	16.00	187.89	47.91	140.72	35.88
3	14.10	144.87	45.04	118.57	36.86
4	12.10	94.20	41.33	84.78	37.20
5	10.10	43.85	36.77	39.46	33.09
6	8.10	-0.59	31.07	-0.53	27.97
7	6.10	-55.43	23.57	-49.89	21.21
8	4.20	-130.73	13.00	-117.66	11.70
9	2.20	-174.75	6.01	-157.28	5.41
10	0.20	-203.31	0.57	-182.98	0.51



Rotula Plástica columnas: Datos para calculo Momento – Rotación ASCE 41-13

NIVEL		EJES		Column		SENTIDO X - DATOS DE ENTRADA METODO ASCE							SENTIDO Y - DATOS DE ENTRADA METODO ASCE						
						Carga balanceada φPbx [Ton]	Momento balanceado φMbx [Ton-m]	$V_{px} = \frac{2M_{bx}}{Hb} \rightarrow \theta$		V_x $\frac{V_x}{b_w d \sqrt{f_c}}$ [Kg/cm ²]	$P_x = \frac{A_v}{b_w s}$ ASCE 41	Carga balanceada φPby [Ton]	Momento balanceado φMby [Ton-m]	$V_{py} = \frac{2M_{by}}{Hb} \rightarrow \theta$		V_y $\frac{V_y}{b_w d \sqrt{f_c}}$ [Kg/cm ²]	$P_y = \frac{A_v}{b_w s}$ ASCE 42		
								θ =	1.15					θ =	1.15				
Inicio	Fin					[Ton]	[Lb]	[Kg/cm ²]	[PSI-lb/in ²]			[Ton]	[Lb]	[Kg/cm ²]	[PSI-lb/in ²]				
1	P5	P6	P5-P6	B7-C7	C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
2	P4	P5	P4-P5	B7-C7	C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
3	P3	P4	P3-P4	D7-E7	C2	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154
4	P2	P3	P2-P3	F7-G7	C2	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154
5	P1	P2	P1-P2	H7-I7	C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257
6	-	P1	P0-P1		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257
7	P5	P6	P5-P6	B6-C6	C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
8	P4	P5	P4-P5	B6-C6	C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
9	P3	P4	P3-P4	D6-E6	C2	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154
10	P2	P3	P2-P3	F6-G6	C2	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154
11	P1	P2	P1-P2	H6-I6	C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257
12	-	P1	P0-P1		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257
13	P5	P6	P5-P6	B5-I5	C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
14	P4	P5	P4-P5	B5-I5	C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
15	P3	P4	P3-P4		C2	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154
16	P2	P3	P2-P3		C2	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154
17	P1	P2	P1-P2		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257
18	-	P1	P0-P1		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257
19	P5	P6	P5-P6	CS-H5	C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
20	P4	P5	P4-P5	CS-H5	C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
21	P3	P4	P3-P4		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898
22	P2	P3	P2-P3		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898
23	P1	P2	P1-P2		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257
24	-	P1	P0-P1		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257
25	P5	P6	P5-P6	C8-E8	C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
26	P4	P5	P4-P5	C8-E8	C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
27	P3	P4	P3-P4	F8-H8	C2	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
28	P2	P3	P2-P3	F8-H8	C2	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
29	P1	P2	P1-P2		C1	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154
30	-	P1	P0-P1		C2	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154
31	P5	P6	P5-P6	BB-D8	C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898
32	P4	P5	P4-P5	BB-D8	C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898
33	P3	P4	P3-P4	G8-I8	C4	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257
34	P2	P3	P2-P3	G8-I8	C4	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257
35	P1	P2	P1-P2		C3	1,658.24	674.41	406.06	895,156	1.52	5.73	0.02203	1,658.24	674.41	406.06	895,156	1.52	5.73	0.02203
36	-	P1	P0-P1		C4	1,658.24	674.41	406.06	895,156	1.52	5.73	0.02203	1,658.24	674.41	406.06	895,156	1.52	5.73	0.02203
37	P5	P6	P5-P6	A6-J6	C5	182.16	32.50	19.57	43,138	0.59	2.24	0.01212	182.16	32.50	19.57	43,138	0.59	2.24	0.01212
38	P4	P5	P4-P5	A6-J6	C5	182.16	32.50	19.57	43,138	0.59	2.24	0.01212	182.16	32.50	19.57	43,138	0.59	2.24	0.01212
39	P3	P4	P3-P4		C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
40	P2	P3	P2-P3		C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
41	P1	P2	P1-P2		C2	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154
42	-	P1	P0-P1		C2	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154
43	P5	P6	P5-P6	A7-J7	C5	182.16	32.50	19.57	43,138	0.59	2.24	0.01212	182.16	32.50	19.57	43,138	0.59	2.24	0.01212
44	P4	P5	P4-P5	A7-J7	C5	182.16	32.50	19.57	43,138	0.59	2.24	0.01212	182.16	32.50	19.57	43,138	0.59	2.24	0.01212
45	P3	P4	P3-P4		C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
46	P2	P3	P2-P3		C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
47	P1	P2	P1-P2		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898
48	-	P1	P0-P1		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898
49	P5	P6	P5-P6	D5-G5	C1	182.16	32.50	19.57	43,138	0.59	2.24	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
50	P4	P5	P4-P5	D5-G5	C2	182.16	32.50	19.57	43,138	0.59	2.24	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
51	P3	P4	P3-P4		C1	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154
52	P2	P3	P2-P3		C2	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154	639.69	168.45	101.42	223,587	0.96	3.61	0.01154
53	P1	P2	P1-P2		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898
54	-	P1	P0-P1		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898
55	P5	P6	P5-P6	E5-F5	C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
56	P4	P5	P4-P5	E5-F5	C1	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969	310.64	60.23	36.26	79,944	0.69	2.60	0.00969
57	P3	P4	P3-P4		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898
58	P2	P3	P2-P3		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.00898
59	P1	P2	P1-P2		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257
60	-	P1	P0-P1		C3	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257	1,082.87	354.00	213.14	469,870	1.20	4.53	0.01257
61	P5	P6	P5-P6	A8-J8	C5	182.16													

Rotula Plástica columnas: acero transversal Sentido X

NIVEL		EJES		Column	ACERO TRANSVERSAL SENTIDO X																				
					As por Capacidad					As de Corte				As diseño		Varillas X		Area de Refuerzo adoptado		$\frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} \geq 95\%$		hx ≤ 35cm			
Inicio	Fin	Lo [cm]	s1 _{loc} [cm]	s1 _{top} [cm]	As ₁ (a) [cm ²]	As ₂ (b) [cm ²]	0.3 Ag Fc [Ton]	As ₃ (c) [cm ²]	As _{capacid} [cm ²]	Vs [Kg]	Vs ≤ 4Vc Chk	As _{corte} [cm ²]	As _{diseño} [cm ²]	As _{diseño} [cm ²]	No.	ramas	Ø [mm]	A _v cm ²	95%	h _{x,req} [cm]	35				
1	P5	P6	P5-P6	B7-C7	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
2	P4	P5	P4-P5	B7-C7	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
3	P3	P4	P3-P4	D7-E7	C2	70	15.00	7.00	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53.279	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok
4	P2	P3	P2-P3	F7-G7	C2	70	15.00	7.00	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53.279	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok
5	P1	P2	P1-P2	H7-I7	C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok
6	-	P1	P0-P1		C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok
7	P5	P6	P5-P6	B6-C6	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
8	P4	P5	P4-P5	B6-C6	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
9	P3	P4	P3-P4	D6-E6	C2	70	15.00	7.00	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53.279	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok
10	P2	P3	P2-P3	F6-G6	C2	70	15.00	7.00	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53.279	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok
11	P1	P2	P1-P2	H6-I6	C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok
12	-	P1	P0-P1		C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok
13	P5	P6	P5-P6	B5-I5	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
14	P4	P5	P4-P5	B5-I5	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
15	P3	P4	P3-P4	B5-I5	C2	70	15.00	7.00	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53.279	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok
16	P2	P3	P2-P3	B5-I5	C2	70	15.00	7.00	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53.279	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok
17	P1	P2	P1-P2	B5-I5	C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok
18	-	P1	P0-P1		C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok
19	P5	P6	P5-P6	C5-H5	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
20	P4	P5	P4-P5	C5-H5	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
21	P3	P4	P3-P4	C5-H5	C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok
22	P2	P3	P2-P3	C5-H5	C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok
23	P1	P2	P1-P2	C5-H5	C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok
24	-	P1	P0-P1		C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok
25	P5	P6	P5-P6	C8-E8	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
26	P4	P5	P4-P5	C8-E8	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
27	P3	P4	P3-P4	C8-E8	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
28	P2	P3	P2-P3	C8-E8	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
29	P1	P2	P1-P2	C8-E8	C2	70	15.00	7.00	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53.279	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok
30	-	P1	P0-P1		C2	70	15.00	7.00	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53.279	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok
31	P5	P6	P5-P6	B8-D8	C2	70	15.00	7.00	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53.279	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok
32	P4	P5	P4-P5	B8-D8	C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok
33	P3	P4	P3-P4	B8-D8	C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok
34	P2	P3	P2-P3	B8-D8	C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok
35	P1	P2	P1-P2	B8-D8	C4	110	15.00	7.00	2.01	5.48	1271	5.59	5.59	281.098	Ok	4.42	5.59	11	15	12	16.96	303%	Ok	4.44	Ok
36	-	P1	P0-P1		C4	110	15.00	7.00	2.01	5.48	1271	5.59	5.59	281.098	Ok	4.42	5.59	11	15	12	16.96	303%	Ok	4.44	Ok
37	P5	P6	P5-P6	A6-J6	C5	67	10.00	7.00	2.12	1.81	168	2.38	2.38	4.839	Ok	0.22	2.38	3	3	12	3.39	142%	Ok	11.05	Ok
38	P4	P5	P4-P5	A6-J6	C5	67	10.00	7.00	2.12	1.81	168	2.38	2.38	4.839	Ok	0.22	2.38	3	3	12	3.39	142%	Ok	11.05	Ok
39	P3	P4	P3-P4	A6-J6	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
40	P2	P3	P2-P3	A6-J6	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
41	P1	P2	P1-P2	A6-J6	C2	70	15.00	7.00	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53.279	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok
42	-	P1	P0-P1		C2	70	15.00	7.00	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53.279	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok
43	P5	P6	P5-P6	A7-J7	C5	67	10.00	7.00	2.12	1.81	168	2.38	2.38	4.839	Ok	0.22	2.38	3	3	12	3.39	142%	Ok	11.05	Ok
44	P4	P5	P4-P5	A7-J7	C5	67	10.00	7.00	2.12	1.81	168	2.38	2.38	4.839	Ok	0.22	2.38	3	3	12	3.39	142%	Ok	11.05	Ok
45	P3	P4	P3-P4	A7-J7	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
46	P2	P3	P2-P3	A7-J7	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
47	P1	P2	P1-P2	A7-J7	C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok
48	-	P1	P0-P1		C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok
49	P5	P6	P5-P6	D5-G5	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	2.33	-3.688	Ok	-0.13	2.33	3	3	12	3.39	146%	Ok	16.05	Ok
50	P4	P5	P4-P5	D5-G5	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	2.33	-3.688	Ok	-0.13	2.33	3	3	12	3.39	146%	Ok	16.05	Ok
51	P3	P4	P3-P4	D5-G5	C2	70	15.00	7.00	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53.279	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok
52	P2	P3	P2-P3	D5-G5	C2	70	15.00	7.00	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53.279	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok
53	P1	P2	P1-P2	D5-G5	C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok
54	-	P1	P0-P1		C3	90	15.00	7.00	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131.490	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok
55	P5	P6	P5-P6	E5-F5	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
56	P4	P5	P4-P5	E5-F5	C1	67	12.50	7.00	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12.624	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok
57	P3	P4	P3-P4	E5-F																					

Rotula Plástica columnas: acero transversal Sentido Y

NIVEL		EJES	Column	ACERO TRANSVERSAL SENTIDO Y																			
Inicio	Fin			As por Capacidad					As de Corte					As diseño		Varillas Y		Área de Refuerzo adottoado		As _{total} / As _{req} ≥ 95%		h _y ≤ 35cm	
				As ₁ [cm ²]	As ₂ [cm ²]	0.3 Ag f'c [Ton]	As ₃ [cm ²]	As _{capacid} [cm ²]	Vs [Kg]	4Vc [Kg]	Vs ≤ 4Vc Chk	As _{corte} [cm ²]	As _{diseño} [cm ²]	No.	ramas [unij]	Ø [mm]	Avy cm ²	95%	h _y [cm]	35 Chk			
1	P5	P6	P5-P6	C1	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
2	P4	P5	P4-P5	B7-C7-	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
3	P3	P4	P3-P4	D7-E7-	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53,279	183,236	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok	
4	P2	P3	P2-P3	F7-G7-	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53,279	183,236	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok	
5	P1	P2	P1-P2	H7-I7-	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok	
6	-	P1	PO-P1		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok	
7	P5	P6	P5-P6		2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
8	P4	P5	P4-P5	B6-C6-	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
9	P3	P4	P3-P4	D6-E6-	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53,279	183,236	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok	
10	P2	P3	P2-P3	F6-G6-	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53,279	183,236	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok	
11	P1	P2	P1-P2	H6-I6-	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok	
12	-	P1	PO-P1		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok	
13	P5	P6	P5-P6		2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
14	P4	P5	P4-P5		2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
15	P3	P4	P3-P4	B5-I5-	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53,279	183,236	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok	
16	P2	P3	P2-P3		2.05	3.38	515	3.81	3.81	53,279	183,236	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok	
17	P1	P2	P1-P2		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok	
18	-	P1	PO-P1		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok	
19	P5	P6	P5-P6		2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
20	P4	P5	P4-P5	C5-H5	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
21	P3	P4	P3-P4		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok	
22	P2	P3	P2-P3		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok	
23	P1	P2	P1-P2		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok	
24	-	P1	PO-P1		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok	
25	P5	P6	P5-P6		2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
26	P4	P5	P4-P5		2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
27	P3	P4	P3-P4	C8-E8-	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
28	P2	P3	P2-P3	F8-H8-	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
29	P1	P2	P1-P2		2.05	3.38	515	3.81	3.81	53,279	183,236	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok	
30	-	P1	PO-P1		2.05	3.38	515	3.81	3.81	53,279	183,236	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok	
31	P5	P6	P5-P6		2.05	3.38	515	3.81	3.81	53,279	183,236	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok	
32	P4	P5	P4-P5	B8-D8-	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok	
33	P3	P4	P3-P4	G8-I8-	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok	
34	P2	P3	P2-P3		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok	
35	P1	P2	P1-P2		2.01	5.48	1,271	5.59	5.59	281,098	462,454	Ok	4.42	5.59	11	15	12	16.96	303%	Ok	4.44	Ok	
36	-	P1	PO-P1		2.01	5.48	1,271	5.59	5.59	281,098	462,454	Ok	4.42	5.59	11	15	12	16.96	303%	Ok	4.44	Ok	
37	P5	P6	P5-P6		2.12	1.81	168	2.38	2.38	4,839	57,113	Ok	0.22	2.38	3	3	12	3.39	142%	Ok	11.05	Ok	
38	P4	P5	P4-P5		2.12	1.81	168	2.38	2.38	4,839	57,113	Ok	0.22	2.38	3	3	12	3.39	142%	Ok	11.05	Ok	
39	P3	P4	P3-P4	A6-J6	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
40	P2	P3	P2-P3		2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
41	P1	P2	P1-P2		2.05	3.38	515	3.81	3.81	53,279	183,236	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok	
42	-	P1	PO-P1		2.05	3.38	515	3.81	3.81	53,279	183,236	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok	
43	P5	P6	P5-P6		2.12	1.81	168	2.38	2.38	4,839	57,113	Ok	0.22	2.38	3	3	12	3.39	142%	Ok	11.05	Ok	
44	P4	P5	P4-P5		2.12	1.81	168	2.38	2.38	4,839	57,113	Ok	0.22	2.38	3	3	12	3.39	142%	Ok	11.05	Ok	
45	P3	P4	P3-P4	A7-J7	2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
46	P2	P3	P2-P3		2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
47	P1	P2	P1-P2		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok	
48	-	P1	PO-P1		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok	
49	P5	P6	P5-P6		2.08	2.33	263	1.84	2.33	12,624	91,222	Ok	0.46	2.33	3	3	12	3.39	146%	Ok	16.05	Ok	
50	P4	P5	P4-P5		2.08	2.33	263	1.84	2.33	12,624	91,222	Ok	0.46	2.33	3	3	12	3.39	146%	Ok	16.05	Ok	
51	P3	P4	P3-P4	D5-G5	2.05	3.38	515	3.81	3.81	53,279	183,236	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok	
52	P2	P3	P2-P3		2.05	3.38	515	3.81	3.81	53,279	183,236	Ok	1.35	3.81	5	5	12	5.65	149%	Ok	11.78	Ok	
53	P1	P2	P1-P2		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok	
54	-	P1	PO-P1		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok	
55	P5	P6	P5-P6		2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
56	P4	P5	P4-P5		2.08	2.33	263	3.14	3.14	12,624	91,222	Ok	0.46	3.14	3	3	12	3.39	108%	Ok	16.05	Ok	
57	P3	P4	P3-P4	E5-F5	2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	5	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok	
58	P2	P3	P2-P3		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	5	12	5.65	121%	Ok	16.78	Ok	
59	P1	P2	P1-P2		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok	
60	-	P1	PO-P1		2.03	4.43	851	4.69	4.69	131,490	306,981	Ok	2.55	4.69	7	7	12	7.92	169%	Ok	10.35	Ok	
61	P5	P6	P5-P6		2.12	1.81	168	2.38	2.38	4,839	57,113	Ok	0.22	2.38	3	3	12	3.39	142%	Ok	11.05	Ok	
62	P4	P5	P4-P5		2.12	1.81	168	2.38	2.38	4,839	57,113	Ok	0.22	2.38	3	3	12	3.39	142%	Ok	11.05	Ok	
63	P3	P4	P3-P4	A8-J8	2.12	1.81	168	2.38	2.38	4,839	57,113	Ok	0.22	2.38	3	3	12	3.39	142%	Ok	11.05	Ok	
64	P2	P3	P2-P3																				

Rotula Plástica columnas: Condiciones ASCE 41-13 Sentido X

NIVEL	EJES		Column	Axial (ENV)				Sentido X											
	Inicio	Fin		Axial	Vp=Nuu	Momento Mx (ENV) (M2)	Corte Vx (ENV) (V3)		M		Vo = Vn		Vp = V Rotula plast		Vp/Vo	s/d ≤ 0.50	Δ _{max} ≥ 0.002	TIPO	
				[Ton]	[Lb]	[Ton-m]	[Lb-in]	[Ton]	[Lb]	V * d	[Lb]	[Ton]	[Lb]						
1	P5	P6	P5-P6	B7-C7	C1	151.49	302,980	5.30	460,020	2.59	5,180	4.0	321,699	36.26	72,528	0.23	0.152	0.010	i
2	P4	P5	P4-P5		C1	294.53	589,060	3.50	303,787	2.62	5,240	3.2	357,623	36.26	72,528	0.20	0.152	0.010	i
3	P3	P4	P3-P4		C2	432.24	864,480	6.40	555,496	3.27	6,540	3.3	789,379	101.42	202,846	0.26	0.106	0.012	i
4	P2	P3	P2-P3	F7-G7	C2	570.19	1,140,380	4.88	423,565	2.11	4,220	3.9	778,082	101.42	202,846	0.26	0.106	0.012	i
5	P1	P2	P1-P2		C3	712.28	1,424,560	6.30	546,816	3.12	6,240	2.6	1,485,035	213.14	426,283	0.29	0.081	0.013	i
6	-	P1	P0-P1		C3	852.54	1,705,080	4.12	357,600	1.44	2,880	3.7	1,395,909	213.14	426,283	0.31	0.081	0.013	i
7	P5	P6	P5-P6	B6-C6	C1	147.24	294,480	7.60	659,651	4.50	9,000	4.0	321,160	36.26	72,528	0.23	0.152	0.010	i
8	P4	P5	P4-P5		C1	287.15	574,300	0.00	104	0.09	186	2.0	415,923	36.26	72,528	0.17	0.152	0.010	i
9	P3	P4	P3-P4		C2	420.95	841,900	5.14	446,132	2.85	5,700	3.0	802,373	101.42	202,846	0.25	0.106	0.012	i
10	P2	P3	P2-P3	F6-G6	C2	556.33	1,112,660	2.71	235,218	0.80	1,600	4.0	771,148	101.42	202,846	0.26	0.106	0.012	i
11	P1	P2	P1-P2		C3	695.34	1,390,680	4.16	361,072	1.93	3,860	2.8	1,459,572	213.14	426,283	0.29	0.081	0.013	i
12	-	P1	P0-P1		C3	831.68	1,663,360	3.60	312,466	0.98	1,960	4.0	1,371,232	213.14	426,283	0.31	0.081	0.013	i
13	P5	P6	P5-P6	B5-I5	C1	65.24	130,480	27.81	2,413,802	16.30	32,600	4.0	309,669	36.26	72,528	0.23	0.152	0.010	i
14	P4	P5	P4-P5		C1	133.25	266,500	25.29	2,195,076	12.13	24,260	4.0	319,352	36.26	72,528	0.23	0.152	0.010	i
15	P3	P4	P3-P4		C2	272.8	545,600	3.12	270,804	0.60	1,200	4.0	738,749	101.42	202,846	0.27	0.106	0.012	i
16	P2	P3	P2-P3	H6-I6	C2	411.98	823,960	3.00	260,389	1.36	2,720	3.7	767,475	101.42	202,846	0.26	0.106	0.012	i
17	P1	P2	P1-P2		C3	554.87	1,109,740	3.69	320,278	1.49	2,980	3.2	1,395,564	213.14	426,283	0.31	0.081	0.013	i
18	-	P1	P0-P1		C3	694.89	1,389,780	3.65	316,806	1.04	2,080	4.0	1,356,267	213.14	426,283	0.31	0.081	0.013	i
19	P5	P6	P5-P6	CS-H5	C1	65.24	130,480	27.81	2,413,802	16.30	32,600	4.0	309,669	36.26	72,528	0.23	0.152	0.010	i
20	P4	P5	P4-P5		C1	133.25	266,500	25.29	2,195,076	12.13	24,260	4.0	319,352	36.26	72,528	0.23	0.152	0.010	i
21	P3	P4	P3-P4		C3	272.8	545,600	3.12	270,804	0.60	1,200	4.0	980,620	213.14	426,283	0.43	0.081	0.009	i
22	P2	P3	P2-P3	F8-H8	C3	411.98	823,960	3.00	260,389	1.36	2,720	2.8	1,081,351	213.14	426,283	0.39	0.081	0.009	i
23	P1	P2	P1-P2		C3	554.87	1,109,740	3.69	320,278	1.49	2,980	3.2	1,395,564	213.14	426,283	0.31	0.081	0.013	i
24	-	P1	P0-P1		C3	694.89	1,389,780	3.65	316,806	1.04	2,080	4.0	1,356,267	213.14	426,283	0.31	0.081	0.013	i
25	P5	P6	P5-P6	C8-E8	C1	61.86	123,720	19.41	1,684,714	9.00	18,000	4.0	309,140	36.26	72,528	0.23	0.152	0.010	i
26	P4	P5	P4-P5		C1	126.39	252,780	24.42	2,119,563	13.68	27,360	4.0	318,446	36.26	72,528	0.23	0.152	0.010	i
27	P3	P4	P3-P4		C1	193.13	386,260	35.63	3,092,549	18.59	37,180	4.0	326,756	36.26	72,528	0.22	0.152	0.010	i
28	P2	P3	P2-P3	F8-H8	C1	259.84	519,680	25.24	2,190,736	13.88	27,760	4.0	334,162	36.26	72,528	0.22	0.152	0.010	i
29	P1	P2	P1-P2		C2	329.75	659,500	33.04	2,867,746	17.92	35,840	3.1	784,420	101.42	202,846	0.26	0.106	0.012	i
30	-	P1	P0-P1		C2	401.98	803,960	27.53	2,389,499	12.99	25,980	3.5	772,326	101.42	202,846	0.26	0.106	0.012	i
31	P5	P6	P5-P6	B8-D8	C2	65.24	130,480	27.81	2,413,802	16.30	32,600	2.8	744,669	101.42	202,846	0.27	0.106	0.012	i
32	P4	P5	P4-P5		C3	133.25	266,500	25.29	2,195,076	12.13	24,260	2.7	1,035,455	213.14	426,283	0.41	0.081	0.009	i
33	P3	P4	P3-P4		C3	272.8	545,600	3.12	270,804	0.60	1,200	4.0	1,302,263	213.14	426,283	0.33	0.081	0.013	i
34	P2	P3	P2-P3	G8-I8	C3	411.98	823,960	3.00	260,389	1.36	2,720	2.8	1,402,995	213.14	426,283	0.30	0.081	0.013	i
35	P1	P2	P1-P2		C4	554.87	1,109,740	3.69	320,278	1.49	2,980	2.6	3,415,344	406.06	812,117	0.24	0.066	0.022	i
36	-	P1	P0-P1		C4	694.89	1,389,780	3.65	316,806	1.04	2,080	3.6	3,305,545	406.06	812,117	0.25	0.066	0.022	i
37	P5	P6	P5-P6	A6-J6	C5	60.51	121,020	1.69	146,686	2.00	4,000	2.6	257,354	19.57	39,136	0.15	0.194	0.012	i
38	P4	P5	P4-P5		C5	124.52	249,040	2.44	211,783	1.36	2,720	4.0	246,033	19.57	39,136	0.16	0.194	0.012	i
39	P3	P4	P3-P4		C1	191.84	383,680	2.48	215,255	1.83	3,660	3.2	342,488	36.26	72,528	0.21	0.152	0.010	i
40	P2	P3	P2-P3	A7-J7	C1	259.08	518,160	2.17	188,348	0.91	1,820	4.0	334,081	36.26	72,528	0.22	0.152	0.010	i
41	P1	P2	P1-P2		C2	329.56	659,120	3.61	313,334	1.87	3,740	3.2	776,875	101.42	202,846	0.26	0.106	0.012	i
42	-	P1	P0-P1		C2	402.25	804,500	3.27	283,824	1.48	2,960	3.7	766,027	101.42	202,846	0.26	0.106	0.012	i
43	P5	P6	P5-P6	A7-J7	C5	60.51	121,020	1.69	146,686	2.00	4,000	2.6	257,354	19.57	39,136	0.15	0.194	0.012	i
44	P4	P5	P4-P5		C5	124.52	249,040	2.44	211,783	1.36	2,720	4.0	246,033	19.57	39,136	0.16	0.194	0.012	i
45	P3	P4	P3-P4		C1	191.84	383,680	2.48	215,255	1.83	3,660	3.2	342,488	36.26	72,528	0.21	0.152	0.010	i
46	P2	P3	P2-P3	D5-G5	C1	259.08	518,160	2.17	188,348	0.91	1,820	4.0	334,081	36.26	72,528	0.22	0.152	0.010	i
47	P1	P2	P1-P2		C3	329.56	659,120	3.61	313,334	1.87	3,740	2.5	1,102,675	213.14	426,283	0.39	0.081	0.009	i
48	-	P1	P0-P1		C3	402.25	804,500	3.27	283,824	1.48	2,960	2.8	1,079,070	213.14	426,283	0.40	0.081	0.009	i
49	P5	P6	P5-P6	D5-G5	C1	56.52	113,040	14.00	1,215,147	7.86	15,720	4.0	308,293	19.57	39,136	0.13	0.152	0.010	i
50	P4	P5	P4-P5		C1	117.07	234,140	23.75	2,061,410	13.71	27,420	4.0	317,192	19.57	39,136	0.12	0.152	0.010	i
51	P3	P4	P3-P4		C2	215.15	430,300	41.60	3,610,722	21.04	42,080	3.3	755,113	101.42	202,846	0.27	0.106	0.012	i
52	P2	P3	P2-P3	ES-F5	C2	313.29	626,580	17.69	1,535,425	9.25	18,500	3.2	775,871	101.42	202,846	0.26	0.106	0.012	i
53	P1	P2	P1-P2		C3	445.85	891,700	1.49	129,326	0.17	340	4.0	1,004,528	213.14	426,283	0.42	0.081	0.009	i
54	-	P1	P0-P1		C3	580.8	1,161,600	3.00	260,389	1.27	2,540	3.0	1,091,112	213.14	426,283	0.39	0.081	0.009	i
55	P5	P6	P5-P6	ES-F5	C1	56.52	113,040	14.00	1,215,147	7.86	15,720	4.0	308,293	36.26	72,528	0.24	0.152	0.010	i
56	P4	P5	P4-P5		C1	117.07	234,140	23.75	2,061,410	13.71	27,420	4.0	317,192	36.26	72,528	0.23	0.152	0.010	i
57	P3	P4	P3-P4		C3	215.15	430,300	41.60	3,610,722	21.04	42,080	2.5	1,068,943	213.14	426,283	0.40	0.081	0.009	i
58	P2	P3	P2-P3	A8-J8	C3	313.29	626,580	17.69	1,535,425	9.25	18,500	2.5	1,101,726	213.14	426,283	0.39	0.081	0.009	i
59	P1	P2	P1-P2</																

Rotula Plástica columnas: Condiciones ASCE 41-13 Sentido X

NIVEL	EJES	Column	Sentido Y											TIPO			
			Momento My (ENV) (M3)		Corte Vy (ENV) (V2)		M V * d	Vo [Lb]	Vp = V Rotula plast		Vp Vo	s d ≤ 0.50	Δ δ _{w,s} ≥ 0.002				
			[Ton-m]	[Lb-in]	[Ton]	[Lb]			[Ton]	[Lb]							
1	P5	P6	P5-P6		C1	5.93	514,701	3.67	7,340	3.9	346,242	36.26	72,528	0.21	0.152	0.010	i
2	P4	P5	P4-P5	B7-C7-	C1	3.54	307,259	2.17	4,340	3.9	362,031	36.26	72,528	0.20	0.152	0.010	i
3	P3	P4	P3-P4	D7-E7-	C2	2.39	207,443	1.31	2,620	3.0	839,315	101.42	202,846	0.24	0.106	0.012	i
4	P2	P3	P2-P3	F7-G7-	C2	2.56	222,198	1.43	2,860	3.0	862,473	101.42	202,846	0.24	0.106	0.012	i
5	P1	P2	P1-P2	H7-I7	C3	3.27	283,824	1.79	3,580	2.3	1,575,238	213.14	426,283	0.27	0.081	0.013	i
6	-	P1	P0-P1		C3	0.80	69,437	0.42	840	2.4	1,583,910	213.14	426,283	0.27	0.081	0.013	i
7	P5	P6	P5-P6		C1	5.90	512,098	3.66	7,320	3.9	345,839	36.26	72,528	0.21	0.152	0.010	i
8	P4	P5	P4-P5	B6-C6-	C1	3.50	303,787	2.18	4,360	3.8	362,565	36.26	72,528	0.20	0.152	0.010	i
9	P3	P4	P3-P4	D6-E6-	C2	2.50	216,991	1.40	2,800	3.0	841,619	101.42	202,846	0.24	0.106	0.012	i
10	P2	P3	P2-P3	F6-G6-	C2	2.56	222,198	1.44	2,880	3.0	862,027	101.42	202,846	0.24	0.106	0.012	i
11	P1	P2	P1-P2	H6-I6	C3	3.53	306,391	1.92	3,840	2.4	1,569,471	213.14	426,283	0.27	0.081	0.013	i
12	-	P1	P0-P1		C3	0.75	65,097	0.40	800	2.4	1,586,685	213.14	426,283	0.27	0.081	0.013	i
13	P5	P6	P5-P6		C1	4.48	388,847	2.58	5,160	4.0	332,109	36.26	72,528	0.22	0.152	0.010	i
14	P4	P5	P4-P5	B5-I5-	C1	5.38	466,964	2.35	4,700	4.0	341,792	36.26	72,528	0.21	0.152	0.010	i
15	P3	P4	P3-P4		C2	7.24	628,404	4.45	8,900	2.7	833,569	101.42	202,846	0.24	0.106	0.012	i
16	P2	P3	P2-P3		C2	5.51	478,247	3.05	6,100	3.0	838,113	101.42	202,846	0.24	0.106	0.012	i
17	P1	P2	P1-P2		C3	8.52	739,504	4.35	8,700	2.5	1,519,267	213.14	426,283	0.28	0.081	0.013	i
18	-	P1	P0-P1		C3	3.25	282,088	1.64	3,280	2.5	1,541,118	213.14	426,283	0.28	0.081	0.013	i
19	P5	P6	P5-P6		C1	4.48	388,847	2.58	5,160	4.0	332,109	36.26	72,528	0.22	0.152	0.010	i
20	P4	P5	P4-P5		C1	5.38	466,964	2.35	4,700	4.0	341,792	36.26	72,528	0.21	0.152	0.010	i
21	P3	P4	P3-P4	CS-H5	C3	7.24	628,404	4.45	8,900	2.1	1,180,077	213.14	426,283	0.36	0.081	0.009	i
22	P2	P3	P2-P3		C3	5.51	478,247	3.05	6,100	2.3	1,180,034	213.14	426,283	0.36	0.081	0.009	i
23	P1	P2	P1-P2		C3	8.52	739,504	4.35	8,700	2.5	1,519,267	213.14	426,283	0.28	0.081	0.013	i
24	-	P1	P0-P1		C3	3.25	282,088	1.64	3,280	2.5	1,541,118	213.14	426,283	0.28	0.081	0.013	i
25	P5	P6	P5-P6		C1	2.00	173,592	1.24	2,480	3.9	333,364	36.26	72,528	0.22	0.152	0.010	i
26	P4	P5	P4-P5		C1	1.87	162,309	1.16	2,320	3.9	343,026	36.26	72,528	0.21	0.152	0.010	i
27	P3	P4	P3-P4	C8-E8-	C1	1.69	146,686	0.94	1,880	4.0	349,196	36.26	72,528	0.21	0.152	0.010	i
28	P2	P3	P2-P3	F8-H8	C1	1.30	112,835	0.66	1,320	4.0	356,602	36.26	72,528	0.20	0.152	0.010	i
29	P1	P2	P1-P2		C2	2.20	190,952	1.18	2,360	3.1	819,967	101.42	202,846	0.25	0.106	0.012	i
30	-	P1	P0-P1		C2	1.51	131,062	0.80	1,600	3.2	828,790	101.42	202,846	0.24	0.106	0.012	i
31	P5	P6	P5-P6		C2	4.48	388,847	2.58	5,160	2.9	779,844	101.42	202,846	0.26	0.106	0.012	i
32	P4	P5	P4-P5		C3	5.38	466,964	2.35	4,700	2.9	1,052,196	213.14	426,283	0.41	0.081	0.009	i
33	P3	P4	P3-P4	B8-D8-	C3	7.24	628,404	4.45	8,900	2.1	1,516,681	213.14	426,283	0.28	0.081	0.013	i
34	P2	P3	P2-P3	G8-I8	C3	5.51	478,247	3.05	6,100	2.3	1,516,638	213.14	426,283	0.28	0.081	0.013	i
35	P1	P2	P1-P2		C4	8.52	739,504	4.35	8,700	2.0	3,644,419	406.06	812,117	0.22	0.066	0.022	i
36	-	P1	P0-P1		C4	3.25	282,088	1.64	3,280	2.1	3,673,883	406.06	812,117	0.22	0.066	0.022	i
37	P5	P6	P5-P6		C5	15.16	1,315,830	8.40	16,800	4.0	260,233	19.57	39,136	0.15	0.194	0.012	i
38	P4	P5	P4-P5		C5	24.50	2,126,507	13.90	27,800	4.0	268,473	19.57	39,136	0.15	0.194	0.012	i
39	P3	P4	P3-P4	A6-J6	C1	37.66	3,268,745	19.62	39,240	4.0	349,045	36.26	72,528	0.21	0.152	0.010	i
40	P2	P3	P2-P3		C1	26.10	2,265,381	14.13	28,260	4.0	356,521	36.26	72,528	0.20	0.152	0.010	i
41	P1	P2	P1-P2		C2	34.99	3,036,999	18.80	37,600	3.1	820,225	101.42	202,846	0.25	0.106	0.012	i
42	-	P1	P0-P1		C2	17.53	1,521,537	13.60	27,200	2.2	909,776	101.42	202,846	0.22	0.106	0.012	i
43	P5	P6	P5-P6		C5	15.16	1,315,830	8.40	16,800	4.0	260,233	19.57	39,136	0.15	0.194	0.012	i
44	P4	P5	P4-P5		C5	24.50	2,126,507	13.90	27,800	4.0	268,473	19.57	39,136	0.15	0.194	0.012	i
45	P3	P4	P3-P4	A7-J7	C1	37.66	3,268,745	19.62	39,240	4.0	349,045	36.26	72,528	0.21	0.152	0.010	i
46	P2	P3	P2-P3		C1	26.10	2,265,381	14.13	28,260	4.0	356,521	36.26	72,528	0.20	0.152	0.010	i
47	P1	P2	P1-P2		C3	34.99	3,036,999	18.80	37,600	2.4	1,151,194	213.14	426,283	0.37	0.081	0.009	i
48	-	P1	P0-P1		C3	17.53	1,521,537	13.60	27,200	2.0	1,230,853	213.14	426,283	0.35	0.081	0.009	i
49	P5	P6	P5-P6		C1	0.45	39,058	0.17	340	4.0	330,733	36.26	72,528	0.22	0.152	0.010	i
50	P4	P5	P4-P5		C1	5.60	486,059	1.84	3,680	4.0	339,632	36.26	72,528	0.21	0.152	0.010	i
51	P3	P4	P3-P4	D5-G5	C2	18.31	1,589,238	9.72	19,440	3.1	799,359	101.42	202,846	0.25	0.106	0.012	i
52	P2	P3	P2-P3		C2	7.40	642,292	3.60	7,200	3.4	802,217	101.42	202,846	0.25	0.106	0.012	i
53	P1	P2	P1-P2		C3	1.44	124,987	0.56	1,120	3.3	1,084,740	213.14	426,283	0.39	0.081	0.009	i
54	-	P1	P0-P1		C3	0.26	22,567	0.15	300	2.2	1,232,640	213.14	426,283	0.35	0.081	0.009	i
55	P5	P6	P5-P6		C1	0.45	39,058	0.17	340	4.0	330,733	36.26	72,528	0.22	0.152	0.010	i
56	P4	P5	P4-P5		C1	5.60	486,059	1.84	3,680	4.0	339,632	36.26	72,528	0.21	0.152	0.010	i
57	P3	P4	P3-P4	E5-F5	C3	18.31	1,589,238	9.72	19,440	2.4	1,119,481	213.14	426,283	0.38	0.081	0.009	i
58	P2	P3	P2-P3		C3	7.40	642,292	3.60	7,200	2.6	1,118,405	213.14	426,283	0.38	0.081	0.009	i
59	P1	P2	P1-P2		C3	1.44	124,987	0.56	1,120	3.3	1,421,344	213.14	426,283	0.30	0.081	0.013	i
60	-	P1	P0-P1		C3	0.26	22,567	0.15	300	2.2	1,569,244	213.14	426,283	0.27	0.081	0.013	i
61	P5	P6	P5-P6		C5	14.92	1,294,999	8.11	16,220	4.0	255,079	19.57	39,136	0.15	0.194	0.012	i
62	P4	P5	P4-P5		C5	9.28	805,469	5	10,000	4.0	259,665	19.57	39,136	0.15	0.194	0.012	i
63	P3	P4	P3-P4	A8-J8	C5	19.28	1,673,431	10.43	20,860	4.0	264,014	19.57	39,136	0.15	0.194	0.012	i
64	P2	P3	P2-P3		C5	11.68	1,013,780	6.58	13,160	4.0	268,041	19.57	39,136	0.15	0.194	0.012	i
65	P1	P2	P1-P2		C1	19.81	1,719,433	10.11	20,220	4.0	344,543	36.26	72,528	0.21	0.152	0.010	i
66	-	P1	P0-P1		C1	9.87	856,678	4.73	9,460	4.0	348,669	36.26	72,528	0.21	0.152	0.010	i
67	P5	P6	P5-P6		C5	12.											

Rotula Plástica columnas: coeficientes de Inercias

NIVEL	EJES	Column	Caga D P	Limites			relacion P Ag f °c	p Ag f °c ≥ 0.5 → 0.7 ≤ 0.1 → 0.3	Inercia Columna Rectang I _{flexa} [m ⁴]	Rigidid Kf = 6α L	O ₂	
				0.5 Ag f °c	0.1 Ag f °c	α					Giro de fluencia	
											Giro Oy(+)	Giro Oy(-)
1	P5 P6	P5-P6	C1	151.49	656.3	131.3	0.115	0.32	0.0052	8,469	0.0071	0.0071
2	P4 P5	P4-P5	C1	294.53	656.3	131.3	0.224	0.42	0.0052	11,396	0.0053	0.0053
3	P3 P4	P3-P4	C2	432.24	1286.3	257.3	0.168	0.37	0.0200	37,962	0.0044	0.0044
4	P2 P3	P2-P3	C2	570.19	1286.3	257.3	0.222	0.42	0.0200	43,493	0.0039	0.0039
5	P1 P2	P1-P2	C3	712.28	1216.3	425.3	0.167	0.37	0.0547	103,587	0.0034	0.0034
6	-	P1 P0-P1	C3	852.54	2126.3	425.3	0.200	0.40	0.0547	112,884	0.0031	0.0031
7	P5 P6	P5-P6	C1	147.24	656.3	131.3	0.112	0.31	0.0052	8,382	0.0072	0.0072
8	P4 P5	P4-P5	C1	287.15	656.3	131.3	0.219	0.42	0.0052	11,245	0.0054	0.0054
9	P3 P4	P3-P4	C2	420.95	1286.3	257.3	0.164	0.36	0.0200	37,509	0.0045	0.0045
10	P2 P3	P2-P3	C2	556.33	1286.3	257.3	0.216	0.42	0.0200	42,938	0.0039	0.0039
11	P1 P2	P1-P2	C3	695.34	2126.3	425.3	0.164	0.36	0.0547	102,464	0.0035	0.0035
12	-	P1 P0-P1	C3	831.68	2126.3	425.3	0.196	0.40	0.0547	111,501	0.0032	0.0032
13	P5 P6	P5-P6	C1	65.24	656.3	131.3	0.050	0.30	0.0052	8,055	0.0075	0.0075
14	P4 P5	P4-P5	C1	133.25	656.3	131.3	0.102	0.30	0.0052	8,096	0.0074	0.0074
15	P3 P4	P3-P4	C2	272.8	1286.3	257.3	0.106	0.31	0.0200	31,569	0.0053	0.0053
16	P2 P3	P2-P3	C3	411.98	1286.3	257.3	0.160	0.36	0.0200	37,150	0.0045	0.0045
17	P1 P2	P1-P2	C3	554.87	2126.3	425.3	0.130	0.33	0.0547	93,153	0.0038	0.0038
18	-	P1 P0-P1	C3	694.89	2126.3	425.3	0.163	0.36	0.0547	102,434	0.0035	0.0035
19	P5 P6	P5-P6	C1	65.24	656.3	131.3	0.050	0.30	0.0052	8,055	0.0075	0.0075
20	P4 P5	P4-P5	C1	133.25	656.3	131.3	0.102	0.30	0.0052	8,096	0.0074	0.0074
21	P3 P4	P3-P4	C3	272.8	1216.3	425.3	0.064	0.30	0.0547	84,561	0.0042	0.0042
22	P2 P3	P2-P3	C3	411.98	1216.3	425.3	0.097	0.30	0.0547	84,561	0.0042	0.0042
23	P1 P2	P1-P2	C3	554.87	2126.3	425.3	0.130	0.33	0.0547	93,153	0.0038	0.0038
24	-	P1 P0-P1	C3	694.89	2126.3	425.3	0.163	0.36	0.0547	102,434	0.0035	0.0035
25	P5 P6	P5-P6	C1	61.86	656.3	131.3	0.047	0.30	0.0052	8,055	0.0075	0.0075
26	P4 P5	P4-P5	C1	126.39	656.3	131.3	0.096	0.30	0.0052	8,055	0.0075	0.0075
27	P3 P4	P3-P4	C1	193.13	656.3	131.3	0.147	0.35	0.0052	9,321	0.0065	0.0065
28	P2 P3	P2-P3	C1	259.84	656.3	131.3	0.198	0.40	0.0052	10,686	0.0056	0.0056
29	P1 P2	P1-P2	C2	329.75	1286.3	257.3	0.128	0.33	0.0200	33,852	0.0050	0.0050
30	-	P1 P0-P1	C2	401.98	1286.3	257.3	0.156	0.36	0.0200	36,749	0.0046	0.0046
31	P5 P6	P5-P6	C2	65.24	1286.3	257.3	0.025	0.30	0.0200	30,945	0.0054	0.0054
32	P4 P5	P4-P5	C3	133.25	2126.3	425.3	0.031	0.30	0.0547	84,561	0.0042	0.0042
33	P3 P4	P3-P4	C3	272.8	2126.3	425.3	0.064	0.30	0.0547	84,561	0.0042	0.0042
34	P2 P3	P2-P3	C3	411.98	2126.3	425.3	0.097	0.30	0.0547	84,561	0.0042	0.0042
35	P1 P2	P1-P2	C4	554.87	3176.3	635.3	0.087	0.30	0.1220	188,700	0.0036	0.0036
36	-	P1 P0-P1	C4	694.89	3176.3	635.3	0.109	0.31	0.1220	194,606	0.0035	0.0035
37	P5 P6	P5-P6	C5	60.51	420.0	84.0	0.072	0.30	0.0021	3,299	0.0099	0.0099
38	P4 P5	P4-P5	C5	124.52	420.0	84.0	0.148	0.35	0.0021	3,830	0.0085	0.0085
39	P3 P4	P3-P4	C1	191.84	656.3	131.3	0.146	0.35	0.0052	9,295	0.0065	0.0065
40	P2 P3	P2-P3	C1	259.08	656.3	131.3	0.197	0.40	0.0052	10,670	0.0056	0.0056
41	P1 P2	P1-P2	C2	329.56	1286.3	257.3	0.128	0.33	0.0200	33,845	0.0050	0.0050
42	-	P1 P0-P1	C2	402.25	1286.3	257.3	0.156	0.36	0.0200	36,759	0.0046	0.0046
43	P5 P6	P5-P6	C5	60.51	420.0	84.0	0.072	0.30	0.0021	3,299	0.0099	0.0099
44	P4 P5	P4-P5	C5	124.52	420.0	84.0	0.148	0.35	0.0021	3,830	0.0085	0.0085
45	P3 P4	P3-P4	C1	191.84	656.3	131.3	0.146	0.35	0.0052	9,295	0.0065	0.0065
46	P2 P3	P2-P3	C1	259.08	656.3	131.3	0.197	0.40	0.0052	10,670	0.0056	0.0056
47	P1 P2	P1-P2	C3	329.56	2126.3	425.3	0.077	0.30	0.0547	84,561	0.0042	0.0042
48	-	P1 P0-P1	C3	402.25	2126.3	425.3	0.095	0.30	0.0547	84,561	0.0042	0.0042
49	P5 P6	P5-P6	C1	56.52	656.3	131.3	0.043	0.30	0.0052	8,055	0.0040	0.0040
50	P4 P5	P4-P5	C1	117.07	656.3	131.3	0.089	0.30	0.0052	8,055	0.0040	0.0040
51	P3 P4	P3-P4	C2	215.15	1286.3	257.3	0.084	0.30	0.0200	30,945	0.0054	0.0054
52	P2 P3	P2-P3	C2	313.29	1286.3	257.3	0.122	0.32	0.0200	33,192	0.0051	0.0051
53	P1 P2	P1-P2	C3	445.85	2126.3	425.3	0.105	0.30	0.0547	85,927	0.0041	0.0041
54	-	P1 P0-P1	C3	580.8	2126.3	425.3	0.137	0.34	0.0547	94,872	0.0037	0.0037
55	P5 P6	P5-P6	C1	56.52	656.3	131.3	0.043	0.30	0.0052	8,055	0.0075	0.0075
56	P4 P5	P4-P5	C1	117.07	656.3	131.3	0.089	0.30	0.0052	8,055	0.0075	0.0075
57	P3 P4	P3-P4	C3	215.15	2126.3	425.3	0.051	0.30	0.0547	84,561	0.0042	0.0042
58	P2 P3	P2-P3	C3	313.29	2126.3	425.3	0.074	0.30	0.0547	84,561	0.0042	0.0042
59	P1 P2	P1-P2	C3	445.85	2126.3	425.3	0.105	0.30	0.0547	85,927	0.0041	0.0041
60	-	P1 P0-P1	C3	580.8	2126.3	425.3	0.137	0.34	0.0547	94,872	0.0037	0.0037
61	P5 P6	P5-P6	C5	27.19	420.0	84.0	0.032	0.30	0.0021	3,299	0.0099	0.0099
62	P4 P5	P4-P5	C5	56.59	420.0	84.0	0.067	0.30	0.0021	3,299	0.0099	0.0099
63	P3 P4	P3-P4	C5	88.24	420.0	84.0	0.105	0.31	0.0021	3,355	0.0097	0.0097
64	P2 P3	P2-P3	C5	120.83	420.0	84.0	0.144	0.34	0.0021	3,782	0.0086	0.0086
65	P1 P2	P1-P2	C1	154.7	656.3	131.3	0.118	0.32	0.0052	8,535	0.0071	0.0071
66	-	P1 P0-P1	C1	188.64	656.3	131.3	0.144	0.34	0.0052	9,229	0.0065	0.0065
67	P5 P6	P5-P6	C5	26.51	420.0	84.0	0.032	0.30	0.0021	3,299	0.0099	0.0099
68	P4 P5	P4-P5	C5	55.86	420.0	84.0	0.067	0.30	0.0021	3,299	0.0099	0.0099
69	P3 P4	P3-P4	C2	115.86	1286.3	257.3	0.045	0.30	0.0200	30,945	0.0054	0.0054
70	P2 P3	P2-P3	C3	177.95	2126.3	425.3	0.042	0.30	0.0547	84,561	0.0020	0.0020
71	P1 P2	P1-P2	C3	242.59	2126.3	425.3	0.057	0.30	0.0547	84,561	0.0042	0.0042
72	-	P1 P0-P1	C3	307.62	2126.3	425.3	0.072	0.30	0.0547	84,561	0.0042	0.0042
73	P4 P5	P4-P5	C1	140.82	656.3	131.3	0.107	0.31	0.0052	8,251	0.0073	0.0073
74	P2 P3	P2-P3	C1	277.64	656.3	131.3	0.212	0.41	0.0052	11,050	0.0055	0.0055
75	P1 P2	P1-P2	C2	418.4	1286.3	257.3	0.163	0.36	0.0200	37,407	0.0045	0.0045
76	-	P1 P0-P1	C2	559.86	1286.3	257.3	0.218	0.42	0.0200	43,079	0.0039	0.0039
77	P3 P4	P3-P4	C1	138.2	656.3	131.3	0.105	0.31	0.0052	8,197	0.0073	0.0073
78	P2 P3	P2-P3	C1	274.87	656.3	131.3	0.209	0.41	0.0052	10,993	0.0055	0.0055
79	P1 P2	P1-P2	C2	415.26	1286.3	257.3	0.161	0.36	0.0200	37,281	0.0045	0.0045
80	-	P1 P0-P1	C2	556.5	1286.3	257.3	0.216	0.42	0.0200	42,944	0.0039	0.0039
81	P3 P4	P3-P4	C1	151.92	656.3	131.3	0.116	0.32	0.0052	8,478	0.0071	0.0071
82	P2 P3	P2-P3	C1	295.51	656.3	131.3	0.225	0.43	0.0052	11,416	0.0053	0.0053
83	P1 P2	P1-P2	C2	443.33	1286.3	257.3	0.172	0.37	0.0200	38,407	0.0044	0.0044
84	-	P1 P0-P1	C2	591.17	1286.3	257.3	0.230	0.43	0.0200	44,335	0.0038	0.0038
85	P3 P4	P3-P4	C1	61.38	656.3	131.3	0.047	0.30	0.0052	8,055	0.0040	0.0040
86	P2 P3	P2-P3	C1	125.67	656.3	131.3	0.096	0.30	0.0052	8,055	0.0040	0.0040
87	P1 P2	P1-P2	C2	191.74	1286.3	257.3	0.075	0.30	0.0200	30,945	0.0019	0.0019
88	-	P1 P0-P1	C2	259.13	1286.3	257.3	0.101	0.30	0.0200	31,021	0.0019	0.0019
89	P3 P4	P3-P4	C1	61.38	656.3	131.3	0.047	0.30	0.0052	8,055	0.0040	0.0040
90	P2 P3	P2-P3	C1	125.67	656.3	131.3	0.096	0.30	0.0052	8,055	0.0040	0.0040
91	P1 P2	P1-P2	C3	445.85	2126.3	425.3	0.105	0.30	0.0547	85,927	0.0041	0.0041
92	-	P1 P0-P1	C3	580.8	2126.3	425.3	0.137	0.34	0.0547	94,872	0.0037	0.0037
93	P3 P4	P3-P4	C5	60.56	420.0	84.0	0.072	0.30	0.0021	3,299	0.0099	0.0099
94	P2 P3	P2-P3	C5	124.73	420.0	84.0	0.148	0.35				

Rotulas Plásticas columnas: rotación eje 0º y 90º

Inicio	NIVEL		EJES	Columnn	Angulo 0 °						Angulo 90 °						
	Fin				Modeling parameter			Acceptance criteria			Modeling parameter			Acceptance criteria			
					a	b	c	IO	LS	CP	a	b	c	IO	LS	CP	
1	P5	P6	P5-P6		C1	0.0313	0.0585	0.1938	0.0049	0.0439	0.0585	0.0313	0.0585	0.1938	0.0049	0.0439	0.0585
2	P4	P5	P4-P5	B7-C7-	C1	0.0265	0.0476	0.1502	0.0045	0.0360	0.0476	0.0265	0.0476	0.1502	0.0045	0.0360	0.0476
3	P3	P4	P3-P4	D7-E7-	C2	0.0277	0.0531	0.1728	0.0047	0.0400	0.0531	0.0277	0.0531	0.1728	0.0047	0.0400	0.0531
4	P2	P3	P2-P3	F7-G7-	C2	0.0255	0.0477	0.1513	0.0045	0.0361	0.0477	0.0255	0.0477	0.1513	0.0045	0.0361	0.0477
5	P1	P2	P1-P2	H7-I7	C3	0.0258	0.0531	0.1730	0.0047	0.0400	0.0531	0.0258	0.0531	0.1730	0.0047	0.0400	0.0531
6	-	P1	PO-P1		C3	0.0245	0.0497	0.1598	0.0046	0.0376	0.0497	0.0245	0.0497	0.1598	0.0046	0.0376	0.0497
7	P5	P6	P5-P6		C1	0.0315	0.0588	0.1951	0.0050	0.0441	0.0588	0.0315	0.0588	0.1951	0.0050	0.0441	0.0588
8	P4	P5	P4-P5	B6-C6-	C1	0.0268	0.0481	0.1525	0.0045	0.0364	0.0481	0.0268	0.0481	0.1525	0.0045	0.0364	0.0481
9	P3	P4	P3-P4	D6-E6-	C2	0.0279	0.0536	0.1745	0.0047	0.0404	0.0536	0.0279	0.0536	0.1745	0.0047	0.0404	0.0536
10	P2	P3	P2-P3	F6-G6-	C2	0.0257	0.0483	0.1535	0.0045	0.0365	0.0483	0.0257	0.0483	0.1535	0.0045	0.0365	0.0483
11	P1	P2	P1-P2	H6-I6	C3	0.0260	0.0535	0.1746	0.0047	0.0403	0.0535	0.0260	0.0535	0.1746	0.0047	0.0403	0.0535
12	-	P1	PO-P1		C3	0.0247	0.0502	0.1618	0.0046	0.0379	0.0502	0.0247	0.0502	0.1618	0.0046	0.0379	0.0502
13	P5	P6	P5-P6		C1	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
14	P4	P5	P4-P5		C1	0.0319	0.0598	0.1994	0.0050	0.0449	0.0598	0.0319	0.0598	0.1994	0.0050	0.0449	0.0598
15	P3	P4	P3-P4	B5-I5-	C2	0.0303	0.0594	0.1976	0.0050	0.0446	0.0594	0.0303	0.0594	0.1976	0.0050	0.0446	0.0594
16	P2	P3	P2-P3		C2	0.0280	0.0539	0.1759	0.0048	0.0406	0.0539	0.0280	0.0539	0.1759	0.0048	0.0406	0.0539
17	P1	P2	P1-P2		C3	0.0272	0.0569	0.1878	0.0049	0.0427	0.0569	0.0272	0.0569	0.1878	0.0049	0.0427	0.0569
18	-	P1	PO-P1		C3	0.0260	0.0535	0.1746	0.0047	0.0403	0.0535	0.0260	0.0535	0.1746	0.0047	0.0403	0.0535
19	P5	P6	P5-P6		C1	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
20	P4	P5	P4-P5		C1	0.0319	0.0598	0.1994	0.0050	0.0449	0.0598	0.0319	0.0598	0.1994	0.0050	0.0449	0.0598
21	P3	P4	P3-P4	C5-H5	C3	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
22	P2	P3	P2-P3		C3	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
23	P1	P2	P1-P2		C3	0.0272	0.0569	0.1878	0.0049	0.0427	0.0569	0.0272	0.0569	0.1878	0.0049	0.0427	0.0569
24	-	P1	PO-P1		C3	0.0260	0.0535	0.1746	0.0047	0.0403	0.0535	0.0260	0.0535	0.1746	0.0047	0.0403	0.0535
25	P5	P6	P5-P6		C1	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
26	P4	P5	P4-P5		C1	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
27	P3	P4	P3-P4	C8-E8-	C1	0.0299	0.0553	0.1811	0.0048	0.0416	0.0553	0.0299	0.0553	0.1811	0.0048	0.0416	0.0553
28	P2	P3	P2-P3	F8-H8	C1	0.0277	0.0502	0.1608	0.0046	0.0379	0.0502	0.0277	0.0502	0.1608	0.0046	0.0379	0.0502
29	P1	P2	P1-P2		C2	0.0294	0.0572	0.1887	0.0049	0.0429	0.0572	0.0294	0.0572	0.1887	0.0049	0.0429	0.0572
30	-	P1	PO-P1		C2	0.0282	0.0543	0.1775	0.0048	0.0409	0.0543	0.0282	0.0543	0.1775	0.0048	0.0409	0.0543
31	P5	P6	P5-P6		C2	0.0306	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0306	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
32	P4	P5	P4-P5		C3	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
33	P3	P4	P3-P4	B8-D8-	C3	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
34	P2	P3	P2-P3	G8-I8	C3	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
35	P1	P2	P1-P2		C4	0.0256	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0256	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
36	-	P1	PO-P1		C4	0.0253	0.0590	0.1962	0.0050	0.0443	0.0590	0.0253	0.0590	0.1962	0.0050	0.0443	0.0590
37	P5	P6	P5-P6		C5	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
38	P4	P5	P4-P5		C5	0.0299	0.0552	0.1807	0.0048	0.0415	0.0552	0.0299	0.0552	0.1807	0.0048	0.0415	0.0552
39	P3	P4	P3-P4	A6-J6	C1	0.0300	0.0554	0.1815	0.0048	0.0417	0.0554	0.0300	0.0554	0.1815	0.0048	0.0417	0.0554
40	P2	P3	P2-P3		C1	0.0277	0.0503	0.1610	0.0046	0.0380	0.0503	0.0277	0.0503	0.1610	0.0046	0.0380	0.0503
41	P1	P2	P1-P2		C2	0.0294	0.0572	0.1888	0.0049	0.0430	0.0572	0.0294	0.0572	0.1888	0.0049	0.0430	0.0572
42	-	P1	PO-P1		C2	0.0282	0.0543	0.1775	0.0048	0.0409	0.0543	0.0282	0.0543	0.1775	0.0048	0.0409	0.0543
43	P5	P6	P5-P6		C5	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
44	P4	P5	P4-P5		C5	0.0299	0.0552	0.1807	0.0048	0.0415	0.0552	0.0299	0.0552	0.1807	0.0048	0.0415	0.0552
45	P3	P4	P3-P4		C1	0.0300	0.0554	0.1815	0.0048	0.0417	0.0554	0.0300	0.0554	0.1815	0.0048	0.0417	0.0554
46	P2	P3	P2-P3	A7-J7	C1	0.0277	0.0503	0.1610	0.0046	0.0380	0.0503	0.0277	0.0503	0.1610	0.0046	0.0380	0.0503
47	P1	P2	P1-P2		C3	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
48	-	P1	PO-P1		C3	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
49	P5	P6	P5-P6		C1	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
50	P4	P5	P4-P5		C1	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
51	P3	P4	P3-P4	D5-G5	C2	0.0306	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0306	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
52	P2	P3	P2-P3		C2	0.0297	0.0578	0.1913	0.0049	0.0434	0.0578	0.0297	0.0578	0.1913	0.0049	0.0434	0.0578
53	P1	P2	P1-P2		C3	0.0282	0.0595	0.1981	0.0050	0.0446	0.0595	0.0282	0.0595	0.1981	0.0050	0.0446	0.0595
54	-	P1	PO-P1		C3	0.0270	0.0563	0.1854	0.0049	0.0423	0.0563	0.0270	0.0563	0.1854	0.0049	0.0423	0.0563
55	P5	P6	P5-P6		C1	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
56	P4	P5	P4-P5		C1	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
57	P3	P4	P3-P4	E5-F5	C3	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
58	P2	P3	P2-P3		C3	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0284	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
59	P1	P2	P1-P2		C3	0.0282	0.0595	0.1981	0.0050	0.0446	0.0595	0.0282	0.0595	0.1981	0.0050	0.0446	0.0595
60	-	P1	PO-P1		C3	0.0270	0.0563	0.1854	0.0049	0.0423	0.0563	0.0270	0.0563	0.1854	0.0049	0.0423	0.0563
61	P5	P6	P5-P6		C5	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
62	P4	P5	P4-P5		C5	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
63	P3	P4	P3-P4	A8-J8	C5	0.0318	0.0595	0.1980	0.0050	0.0446	0.0595	0.0318	0.0595	0.1980	0.0050	0.0446	0.0595
64	P2	P3	P2-P3		C5	0.0301	0.0556	0.1825	0.0048	0.0418	0.0556	0.0301	0.0556	0.1825	0.0048	0.0418	0.0556
65	P1	P2	P1-P2		C1	0.0312	0.0582	0.1929	0.0049	0.0437	0.0582	0.0312	0.0582	0.1929	0.0049	0.0437	0.0582
66	-	P1	PO-P1		C1	0.0301	0.0556	0.1825	0.0048	0.0419	0.0556	0.0301	0.0556	0.1825	0.0048	0.0419	0.0556
67	P5	P6	P5-P6		C5	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
68	P4	P5	P4-P5		C5	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.0320	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600
69	P3	P4	P3-P4	A5-J5	C2	0.0306	0.0600	0.2000	0.0050	0.0450	0.0600	0.					

Rotula Plástica columnas: colocación de rotulas plásticas en ETABS.

Hinge Property Data [X]

Hinge Property Name

Hinge Type
 Force Controlled (Brittle)
 Deformation Controlled (Ductile)

Frame Hinge Property Data for C1 - Interacting P-M2-M3 [X]

Hinge Specification Type
 Moment - Rotation
 Moment - Curvature
 Hinge Length
 Relative Length

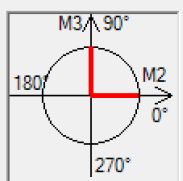
Scale Factor for Rotation (SF)
 SF is Yield Rotation per ASCE 41-13 Eqn. 9-2 (Steel Objects Only)
 User SF rad

Load Carrying Capacity Beyond Point E
 Drops To Zero Is Extrapolated

Symmetry Condition
 Moment Rotation Dependence is Circular
 Moment Rotation Dependence is Doubly Symmetric about M2 and M3
 Moment Rotation Dependence has No Symmetry

Requirements for Specified Symmetry Condition

- Specify curves at angles of 0° and 90°.
- If desired, specify additional intermediate curves where: $0^\circ < \text{curve angle} < 90^\circ$.



Axial Forces for Moment Rotation Curves
 Number of Axial Forces

Curve Angles for Moment Rotation Curves
 Number of Angles

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
 Axial Force: 0 Angle: 0 Curve #1

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.035
D	0.2	0.06
E	0.2	0.06

Note: Yield moment is defined by interaction surface

3-D Surface
 Axial Force= 0 tonf

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

- Immediate Occupancy: 0.005
- Life Safety: 0.045
- Collapse Prevention: 0.06

3D View
 Plan: 315 deg Axial Force: 0 tonf
 Elevation: 35 deg
 Aperture: 0 deg

Moment Rotation Information

Symmetry Condition: Double
 Number of Axial Force Values: 4
 Number of Angles: 2
 Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About

- 0 degrees = About Positive M2 Axis
- 90 degrees = About Positive M3 Axis
- 180 degrees = About Negative M2 Axis
- 270 degrees = About Negative M3 Axis

OK Cancel

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
 Axial Force: 131.3 Angle: 0 Curve #3

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.035
D	0.2	0.06
E	0.2	0.06

Note: Yield moment is defined by interaction surface

3-D Surface
 Axial Force= 131.3 tonf

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

- Immediate Occupancy: 0.005
- Life Safety: 0.045
- Collapse Prevention: 0.06

3D View
 Plan: 315 deg Axial Force: 131.3 tonf
 Elevation: 35 deg
 Aperture: 0 deg

Moment Rotation Information

Symmetry Condition: Double
 Number of Axial Force Values: 4
 Number of Angles: 2
 Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About

- 0 degrees = About Positive M2 Axis
- 90 degrees = About Positive M3 Axis
- 180 degrees = About Negative M2 Axis
- 270 degrees = About Negative M3 Axis

OK Cancel

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
 Axial Force: 0 Angle: 90 Curve #2

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.035
D	0.2	0.06
E	0.2	0.06

Note: Yield moment is defined by interaction surface

3-D Surface
 Axial Force= 0 tonf

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

- Immediate Occupancy: 0.005
- Life Safety: 0.045
- Collapse Prevention: 0.06

3D View
 Plan: 315 deg Axial Force: 0 tonf
 Elevation: 35 deg
 Aperture: 0 deg

Moment Rotation Information

Symmetry Condition: Double
 Number of Axial Force Values: 4
 Number of Angles: 2
 Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About

- 0 degrees = About Positive M2 Axis
- 90 degrees = About Positive M3 Axis
- 180 degrees = About Negative M2 Axis
- 270 degrees = About Negative M3 Axis

OK Cancel

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
 Axial Force: 131.3 Angle: 90 Curve #4

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.035
D	0.2	0.06
E	0.2	0.06

Note: Yield moment is defined by interaction surface

3-D Surface
 Axial Force= 131.3 tonf

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

- Immediate Occupancy: 0.005
- Life Safety: 0.045
- Collapse Prevention: 0.06

3D View
 Plan: 315 deg Axial Force: 131.3 tonf
 Elevation: 35 deg
 Aperture: 0 deg

Moment Rotation Information

Symmetry Condition: Double
 Number of Axial Force Values: 4
 Number of Angles: 2
 Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About

- 0 degrees = About Positive M2 Axis
- 90 degrees = About Positive M3 Axis
- 180 degrees = About Negative M2 Axis
- 270 degrees = About Negative M3 Axis

OK Cancel

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
 Axial Force: 787.5 | Angle: 0 | Curve #5

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.01
D	0.2	0.01
E	0.2	0.01

Note: Yield moment is defined by interaction surface

3D View
 Plan: 315 deg | Elevation: 35 deg | Aperture: 0 deg | Axial Force: 787.5 tonf

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)
 Immediate Occupancy: 0.003
 Life Safety: 0.009
 Collapse Prevention: 0.01

Moment Rotation Information
 Symmetry Condition: Double
 Number of Axial Force Values: 4
 Number of Angles: 2
 Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About
 0 degrees = About Positive M2 Axis
 90 degrees = About Positive M3 Axis
 180 degrees = About Negative M2 Axis
 270 degrees = About Negative M3 Axis

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
 Axial Force: 1312.5 | Angle: 0 | Curve #7

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.01
D	0.2	0.01
E	0.2	0.01

Note: Yield moment is defined by interaction surface

3D View
 Plan: 315 deg | Elevation: 35 deg | Aperture: 0 deg | Axial Force: 1312.5 tonf

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)
 Immediate Occupancy: 0.003
 Life Safety: 0.009
 Collapse Prevention: 0.01

Moment Rotation Information
 Symmetry Condition: Double
 Number of Axial Force Values: 4
 Number of Angles: 2
 Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About
 0 degrees = About Positive M2 Axis
 90 degrees = About Positive M3 Axis
 180 degrees = About Negative M2 Axis
 270 degrees = About Negative M3 Axis

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
 Axial Force: 787.5 | Angle: 90 | Curve #6

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.01
D	0.2	0.01
E	0.2	0.01

Note: Yield moment is defined by interaction surface

3D View
 Plan: 315 deg | Elevation: 35 deg | Aperture: 0 deg | Axial Force: 787.5 tonf

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)
 Immediate Occupancy: 0.003
 Life Safety: 0.009
 Collapse Prevention: 0.01

Moment Rotation Information
 Symmetry Condition: Double
 Number of Axial Force Values: 4
 Number of Angles: 2
 Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About
 0 degrees = About Positive M2 Axis
 90 degrees = About Positive M3 Axis
 180 degrees = About Negative M2 Axis
 270 degrees = About Negative M3 Axis

Moment Rotation Data for C1 - Interacting P-M2-M3

Select Curve
 Axial Force: 1312.5 | Angle: 90 | Curve #8

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	0.01
D	0.2	0.01
E	0.2	0.01

Note: Yield moment is defined by interaction surface

3D View
 Plan: 315 deg | Elevation: 35 deg | Aperture: 0 deg | Axial Force: 1312.5 tonf

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)
 Immediate Occupancy: 0.003
 Life Safety: 0.009
 Collapse Prevention: 0.01

Moment Rotation Information
 Symmetry Condition: Double
 Number of Axial Force Values: 4
 Number of Angles: 2
 Total Number of Curves: 8

Angle Is Moment About
 0 degrees = About Positive M2 Axis
 90 degrees = About Positive M3 Axis
 180 degrees = About Negative M2 Axis
 270 degrees = About Negative M3 Axis

b. Evaluación por el método en desplazamiento estático no lineal – método Pushover (MEBD-E)

Figura 38. Carga estática no lineal para el análisis no lineal estático

The figure displays three screenshots of software dialog boxes for defining nonlinear static load cases and their application control.

Top Row: Load Case Data Dialogs

- Left Dialog:** Load Case Name: NL_D+0.25L; Load Case Type: Nonlinear Static; Exclude Objects in this Group: Not Applicable; Mass Source: MsSrc1; Initial Conditions: Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State; Loads Applied table:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	Dead	1
Load Pattern	Live	0.25
- Middle Dialog:** Load Case Name: NL_SW; Load Case Type: Nonlinear Static; Exclude Objects in this Group: Not Applicable; Mass Source: MsSrc1; Initial Conditions: Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included); Nonlinear Case: NL_D+0.25L; Loads Applied table:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Mode	1	1
- Right Dialog:** Load Case Name: NL-S; Load Case Type: Nonlinear Static; Exclude Objects in this Group: Not Applicable; Mass Source: MsSrc1; Initial Conditions: Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included); Nonlinear Case: NL_D+0.25L; Loads Applied table:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Mode	2	1

Bottom Row: Load Application Control for Nonlinear Static Analysis Dialogs

- Left Dialog:** Load Application Control: Full Load; Control Displacement: Use Monitored Displacement; Load to a Monitored Displacement Magnitude of: []; Monitored Displacement: DOF/Joint U1 Story6 81; Quasi-static Parameters: Time History Type: Nonlinear Direct Integration History; Output Time Step Size: 1 sec; Mass Proportional Damping: 0 1/sec; Hilber-Hughes-Taylor Time Integration Parameter, Alpha: 0.
- Middle Dialog:** Load Application Control: Displacement Control; Control Displacement: Use Monitored Displacement; Load to a Monitored Displacement Magnitude of: 16.65 cm; Monitored Displacement: DOF/Joint U1 Story6 81; Quasi-static Parameters: Time History Type: Nonlinear Direct Integration History; Output Time Step Size: 1 sec; Mass Proportional Damping: 0 1/sec; Hilber-Hughes-Taylor Time Integration Parameter, Alpha: 0.
- Right Dialog:** Load Application Control: Displacement Control; Control Displacement: Use Monitored Displacement; Load to a Monitored Displacement Magnitude of: 16.67 cm; Monitored Displacement: DOF/Joint U2 Story6 81; Quasi-static Parameters: Time History Type: Nonlinear Direct Integration History; Output Time Step Size: 1 sec; Mass Proportional Damping: 0 1/sec; Hilber-Hughes-Taylor Time Integration Parameter, Alpha: 0.

b.1. Periodo: El periodo de la estructura en cada uno de los modales nos indican

Figura 39. Periodo en el sentido X – Modal 1 y Periodo en el sentido Y – Modal 2

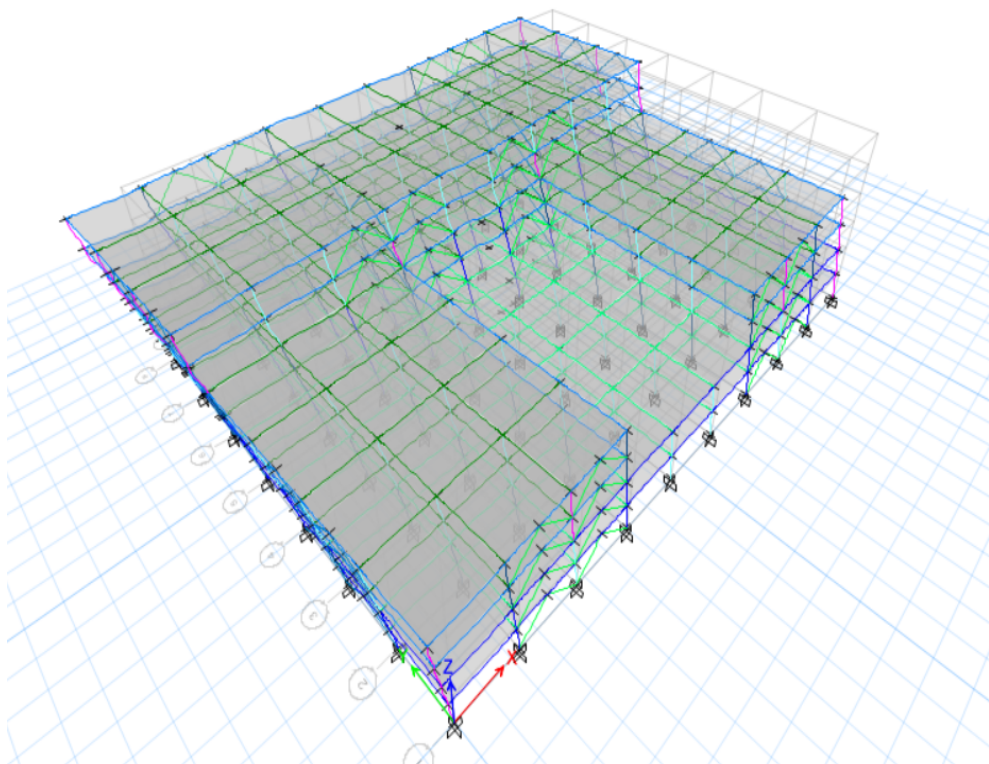
Sentido X

Periodos en el sentido X – $T_x = 0.653s$

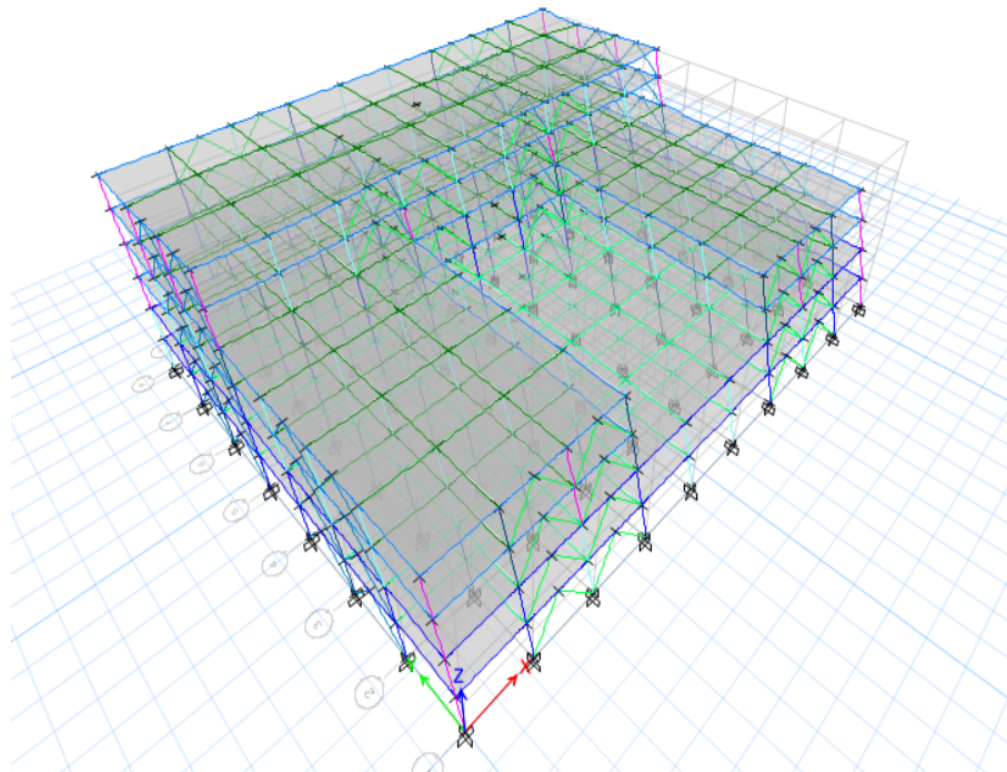
Sentido Y

Periodos en el sentido Y – $T_y = 0.642s$

3-D View Mode Shape (Modal) - Mode 1 - Period 0,653



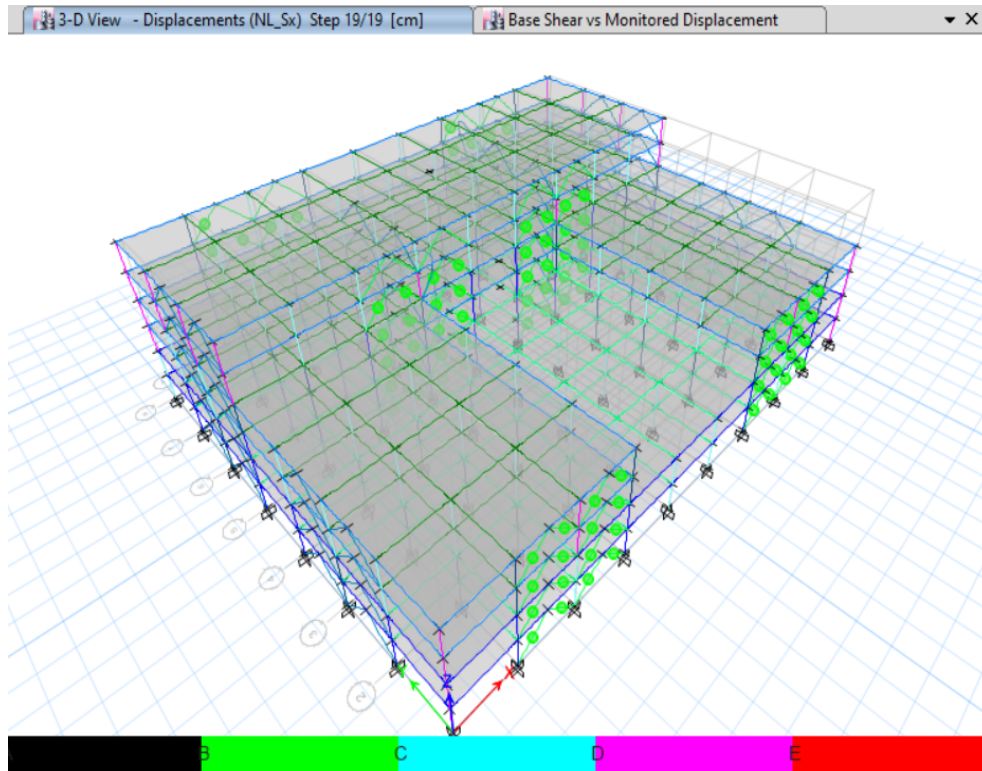
3-D View Mode Shape (Modal) - Mode 2 - Period 0,642



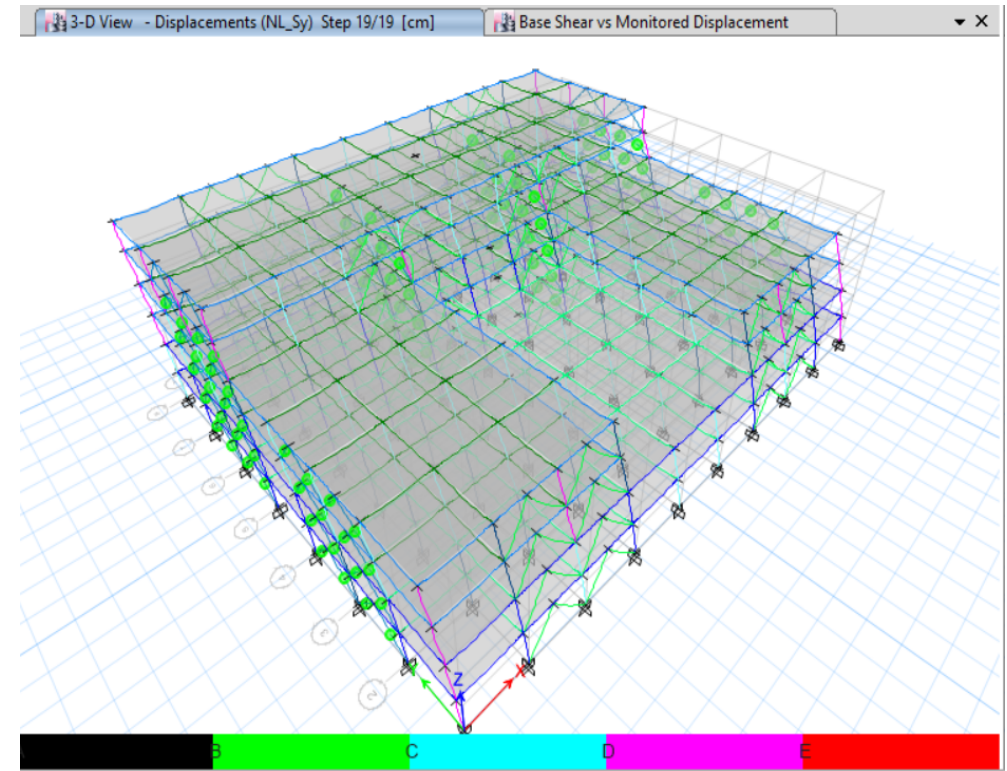
Los periodos de la estructura en los modales son muy similares a los periodos objetivos calculados en la normativa ASCE 41-13

b.2.- Desplazamiento de la estructura:

Desplazamientos en el sentido X = 17.48cm



Desplazamientos en el sentido Y = 16.67cm



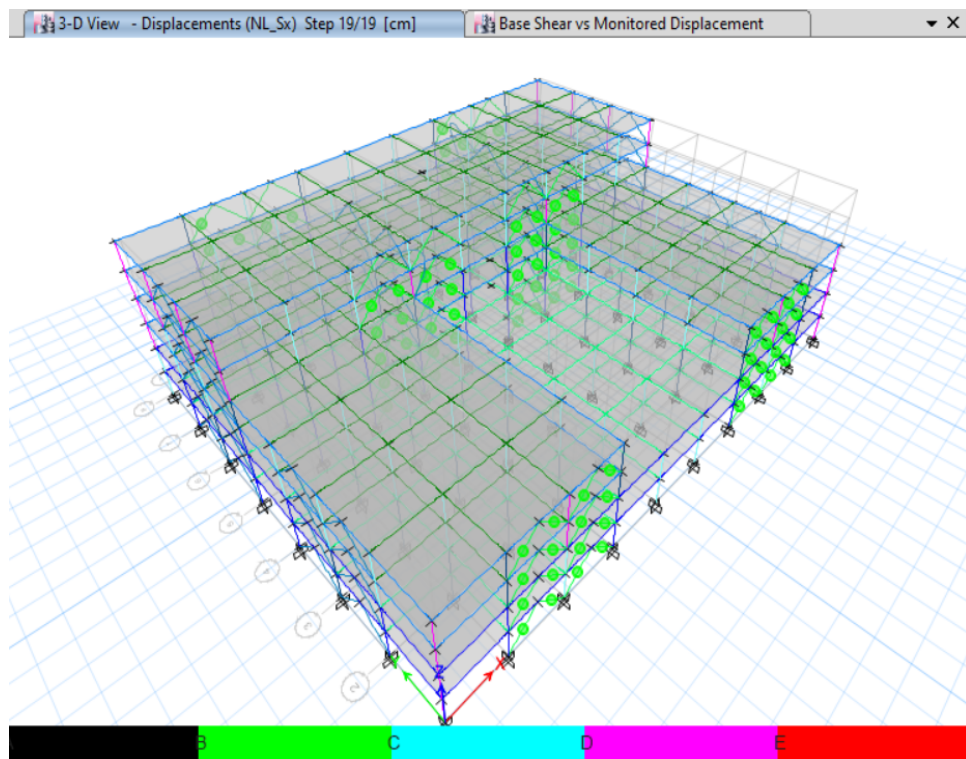
El desplazamiento objetivo es de 16.70cm, se evalúa que el desplazamiento objetivo se cumple.

b.3.- Nivel de desempeño: para este tipo de estructura el nivel de desempeño estructural debe cumplir "Ocupación Inmediata".

Figura 40. Nivel de desempeño Sentido X y Sentido Y

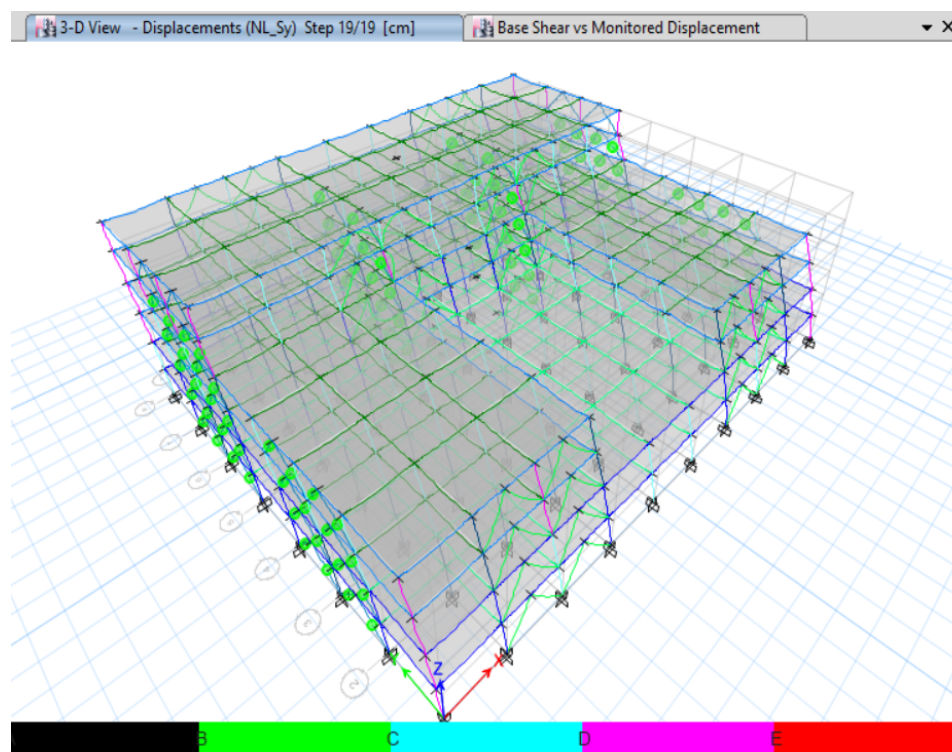
Sentido X.

Periodos en el sentido X – $T_x = 0.653s$



Sentido Y

Periodos en el sentido Y – $T_y = 0.642s$



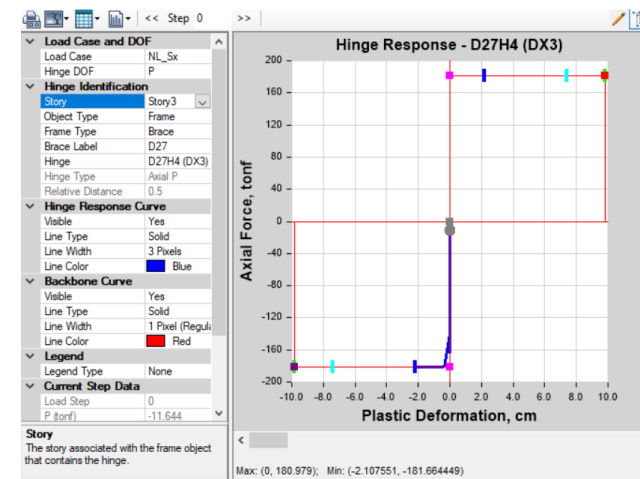
Los desplazamientos considerados en el diseño de las estructuras están bajo la normativa ASCE 41-13, en los gráficos se puede identificar que la estructura se plastifica en las diagonales

Figura 41. Niveles de desempeño estructural de cada eje:

Nivel de desempeño en diagonales del eje 8



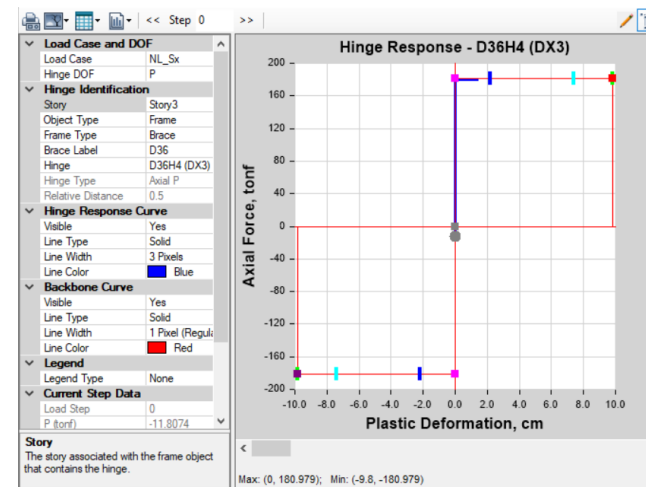
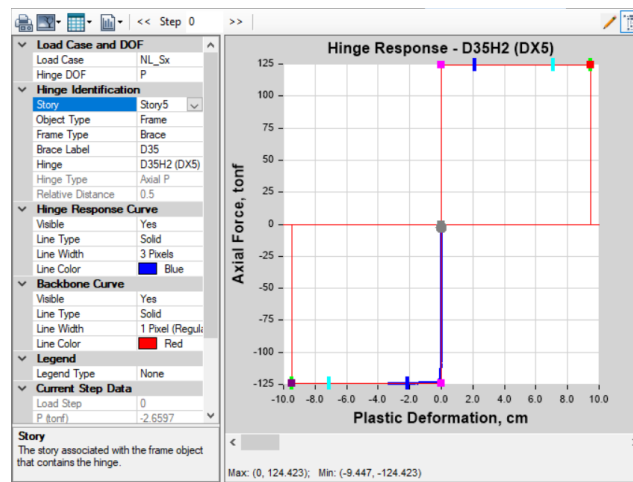
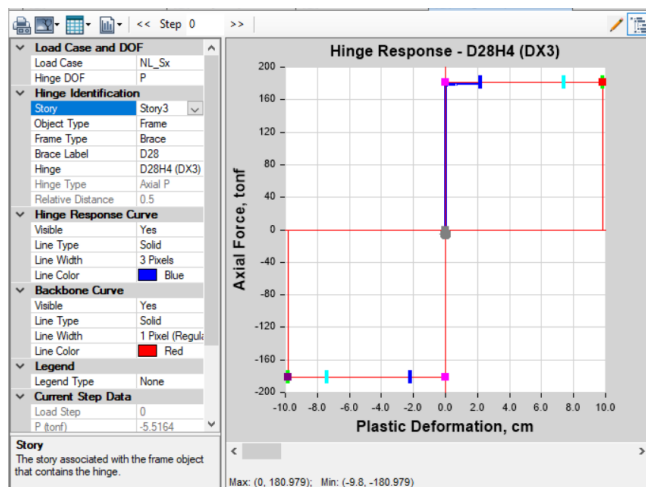
Nivel de desempeño diagonal Eje B8-C8



Nivel de desempeño diagonal Eje B8-C8

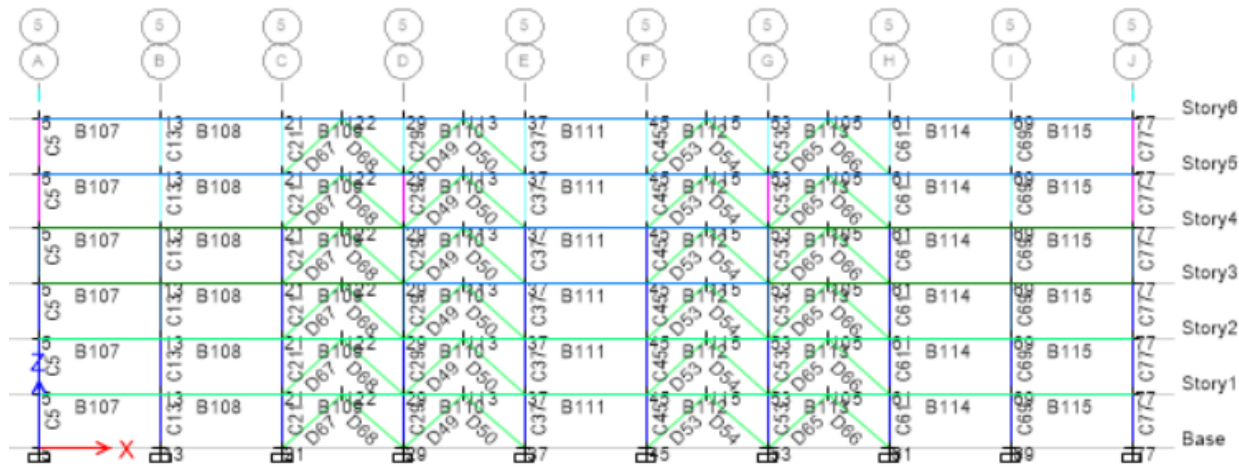
Nivel de desempeño diagonal Eje B8-C8

Nivel de desempeño diagonal Eje B8-C8

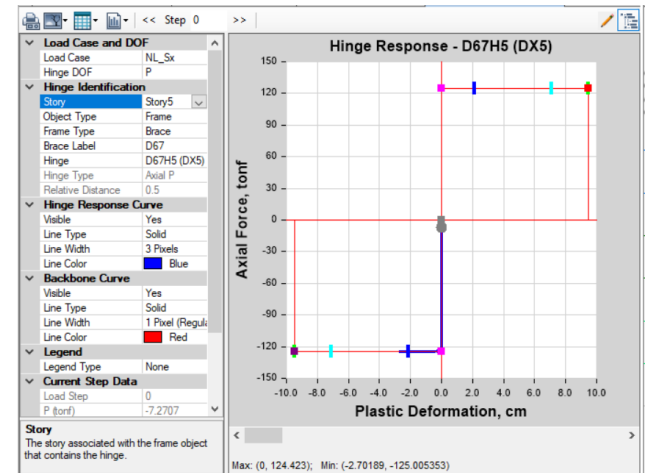


La diagonales D27, D28, D35 y D36 el nivel de desempeño es seguridad de vida, según el nivel de desempeño objetivo en las diagonales

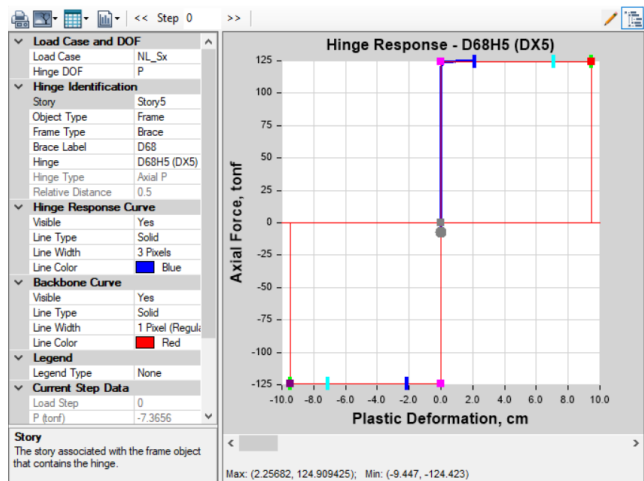
Nivel de desempeño en diagonales del eje 5



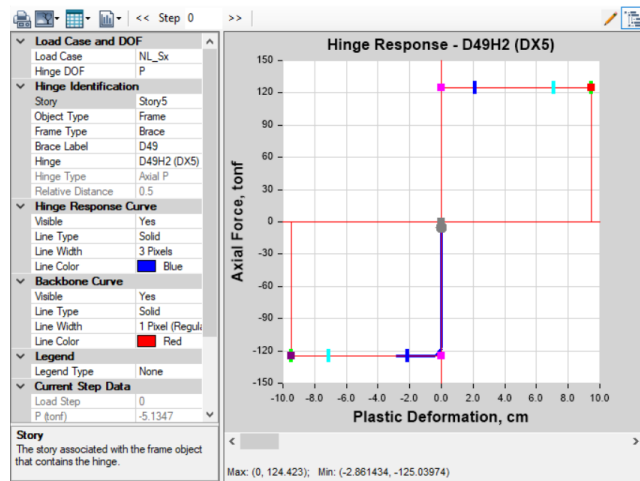
Nivel de desempeño diagonal Eje B5-C5



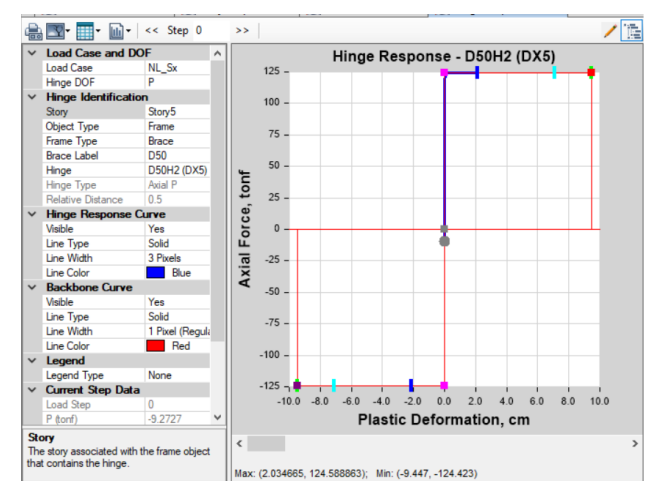
Nivel de desempeño diagonal Eje B5-C5



Nivel de desempeño diagonal Eje C5-D5

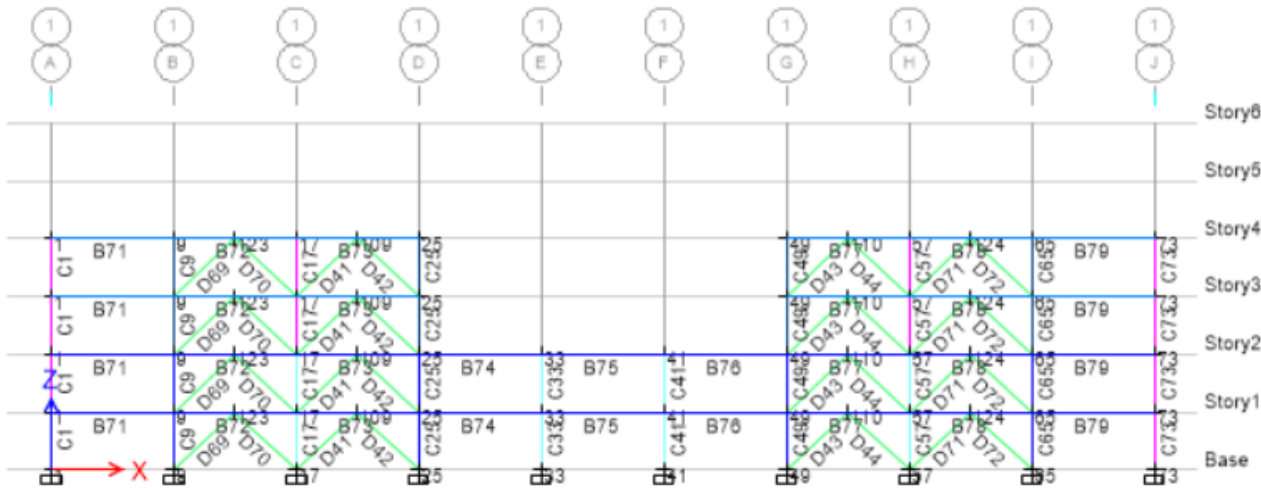


Nivel de desempeño diagonal Eje C5-D5

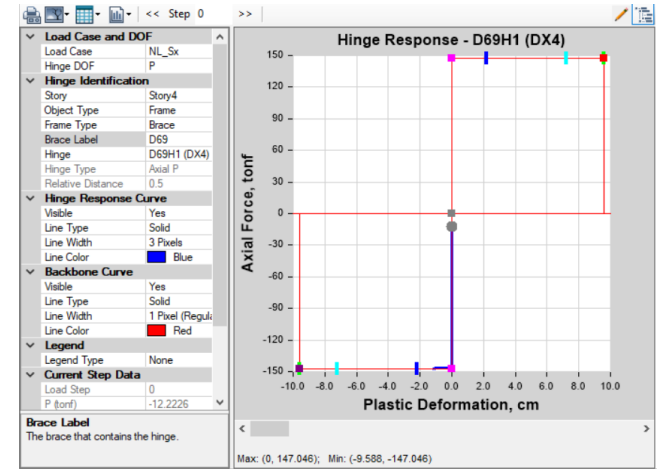


La diagonales D67, D68, D49 y D50 el nivel de desempeño es seguridad de vida, según el nivel de desempeño objetivo en las diagonales

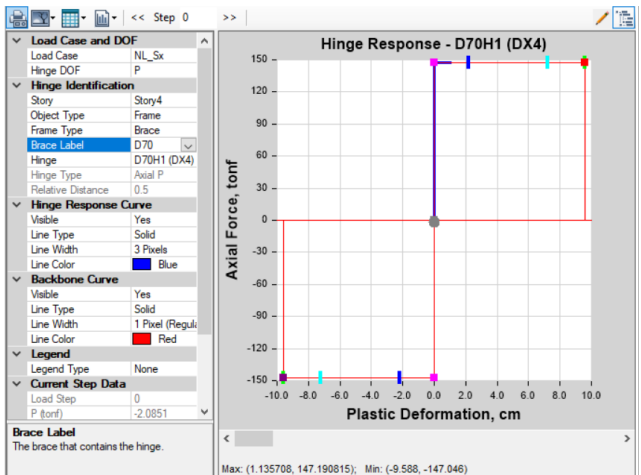
Nivel de desempeño en diagonales del eje 1



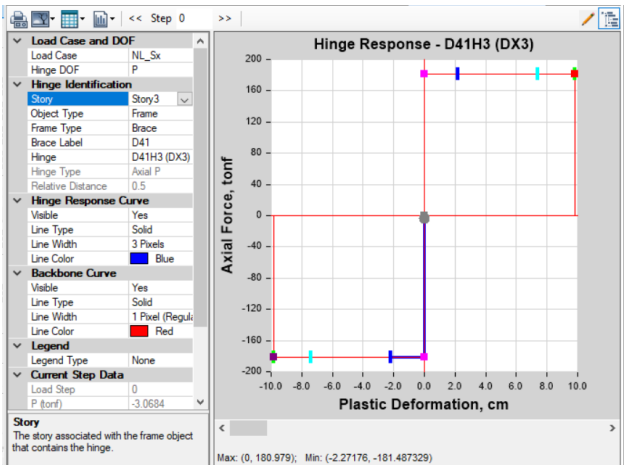
Nivel de desempeño diagonal Eje B1-C1



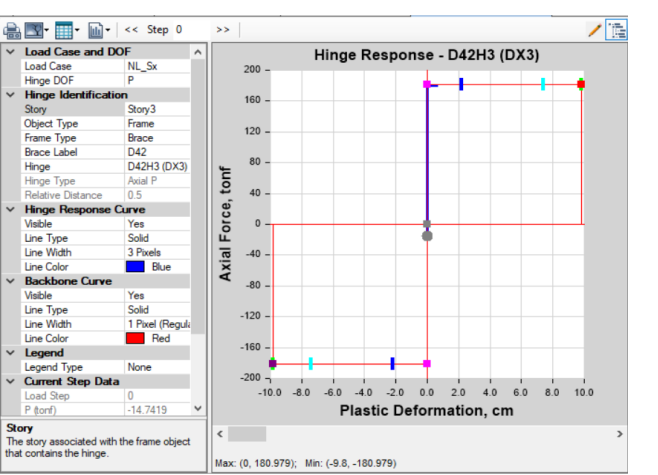
Nivel de desempeño diagonal Eje B1-C1



Nivel de desempeño diagonal Eje C1-D1



Nivel de desempeño diagonal Eje C1-D1

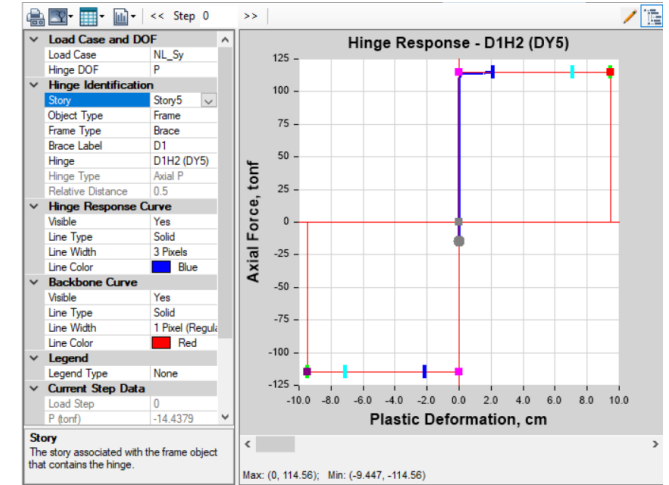


La diagonales D69, D70, D41 y D42 el nivel de desempeño es seguridad de vida, según el nivel de desempeño objetivo en las diagonales

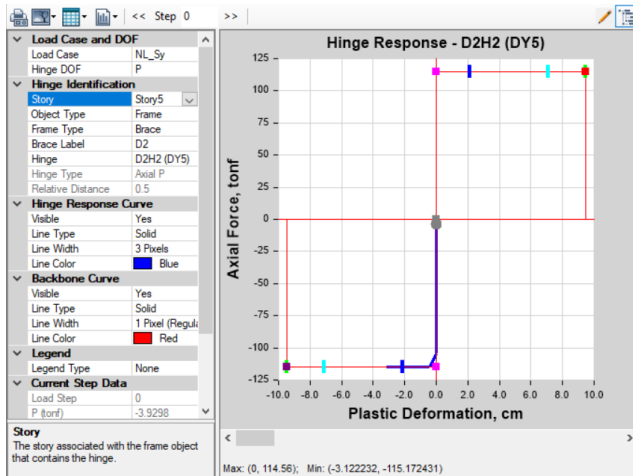
Nivel de desempeño en diagonales del eje A



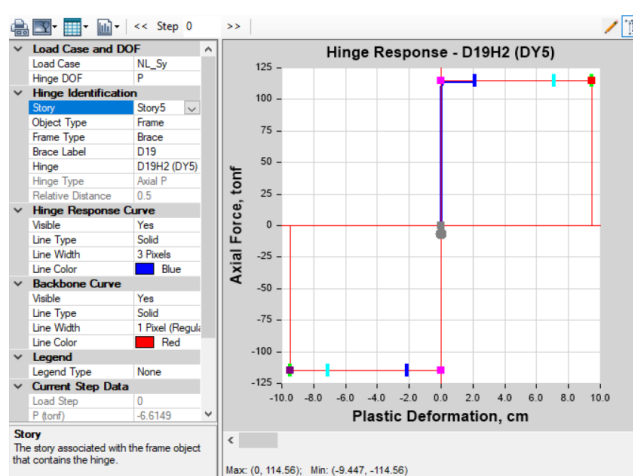
Nivel de desempeño diagonal Eje A5-A6



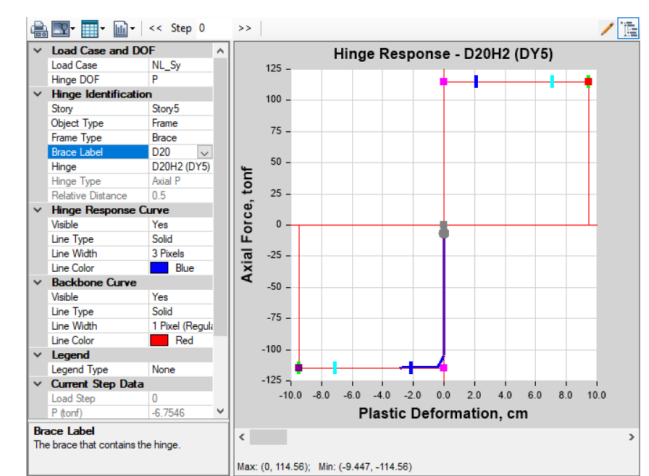
Nivel de desempeño diagonal Eje A5-A6



Nivel de desempeño diagonal Eje A6-A7

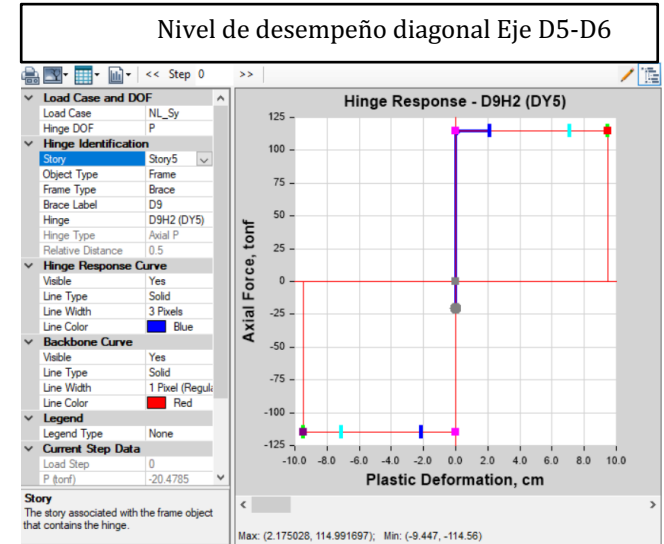


Nivel de desempeño diagonal Eje A6-A7



La diagonales D69, D2, D19 y D20 el nivel de desempeño es seguridad de vida, según el nivel de desempeño objetivo en las diagonales

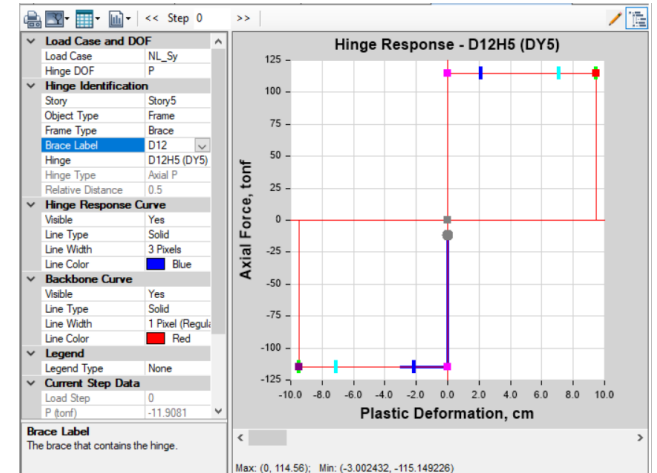
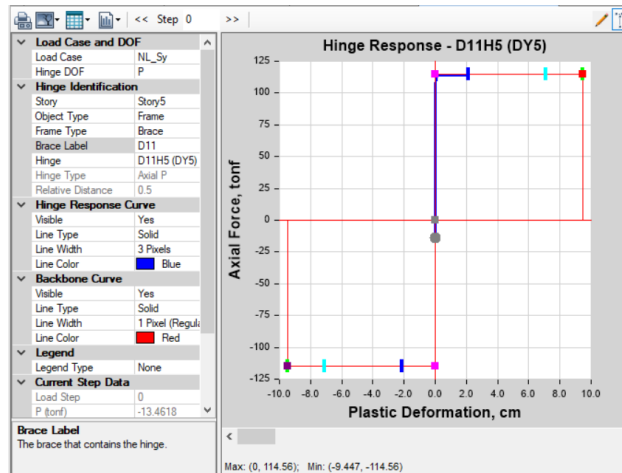
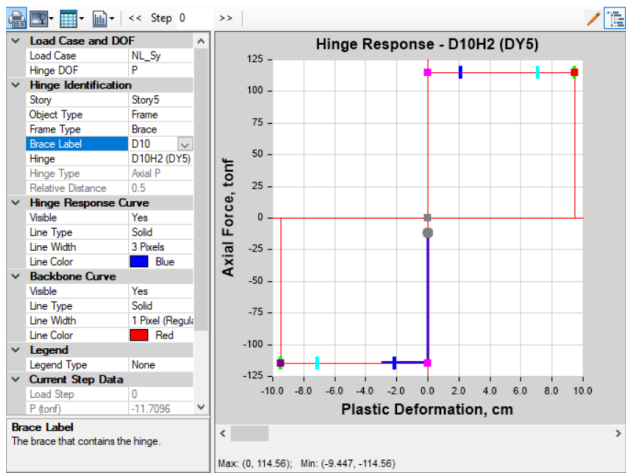
Nivel de desempeño en diagonales del eje D



Nivel de desempeño diagonal Eje D5-D6

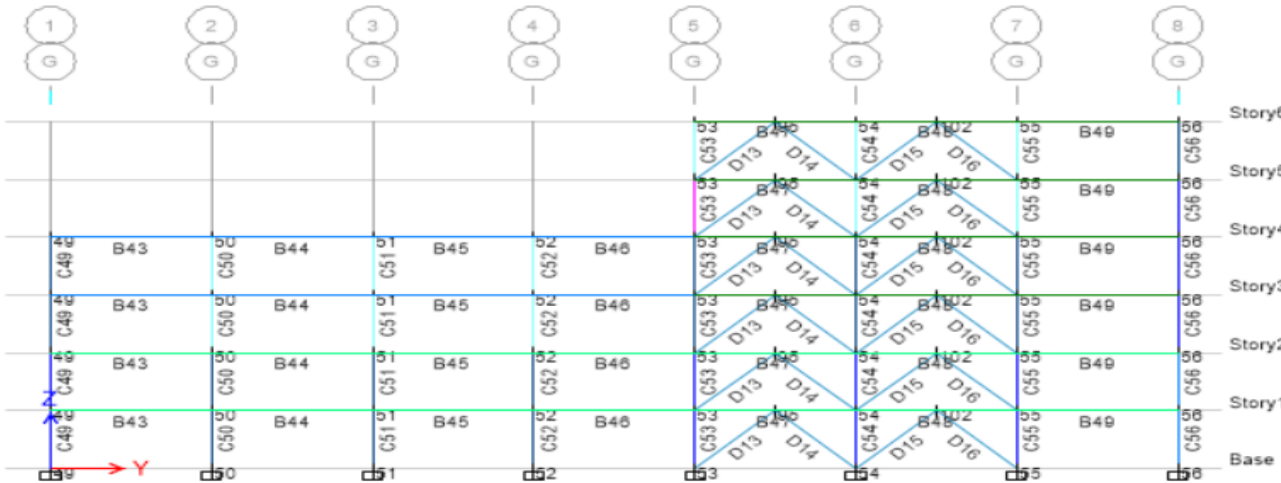
Nivel de desempeño diagonal Eje D6-D7

Nivel de desempeño diagonal Eje D6-D7

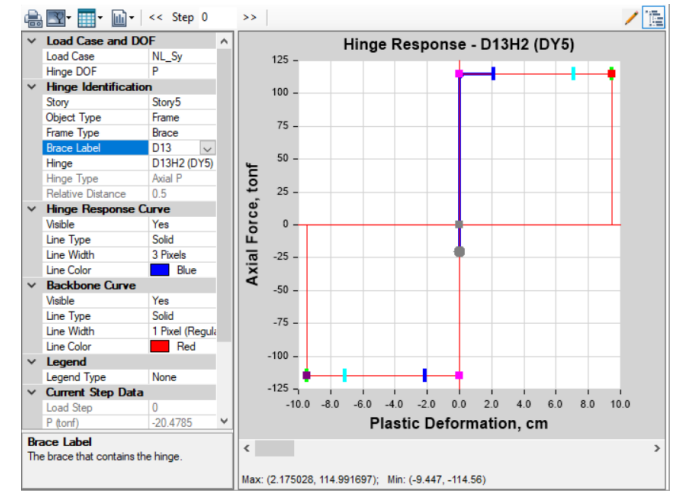


La diagonales D9, D10, D11 y D12 el nivel de desempeño es seguridad de vida, según el nivel de desempeño objetivo en las diagonales

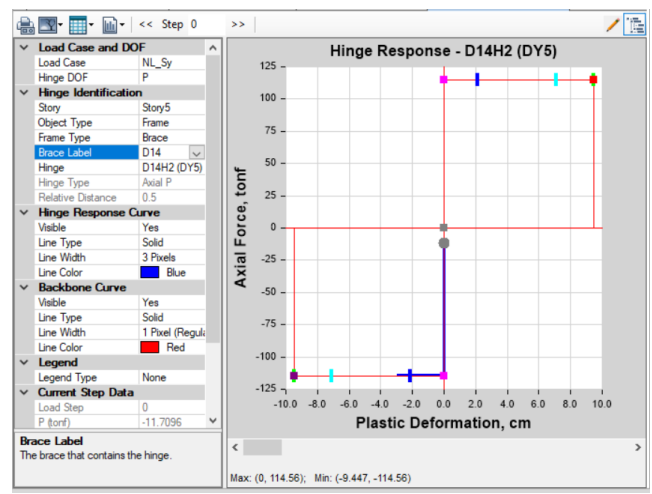
Nivel de desempeño en diagonales del eje G



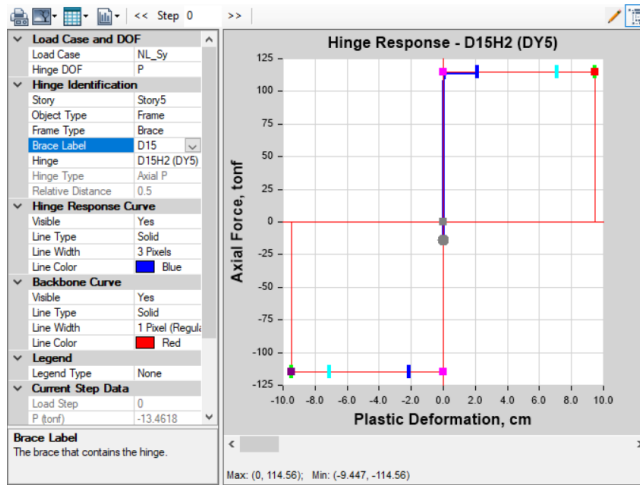
Nivel de desempeño diagonal Eje G5-G6



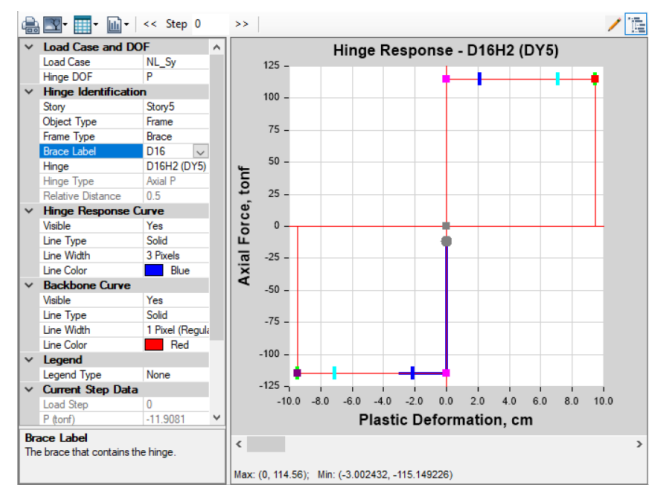
Nivel de desempeño diagonal Eje G5-G6



Nivel de desempeño diagonal Eje G6-G7



Nivel de desempeño diagonal Eje G6-G7

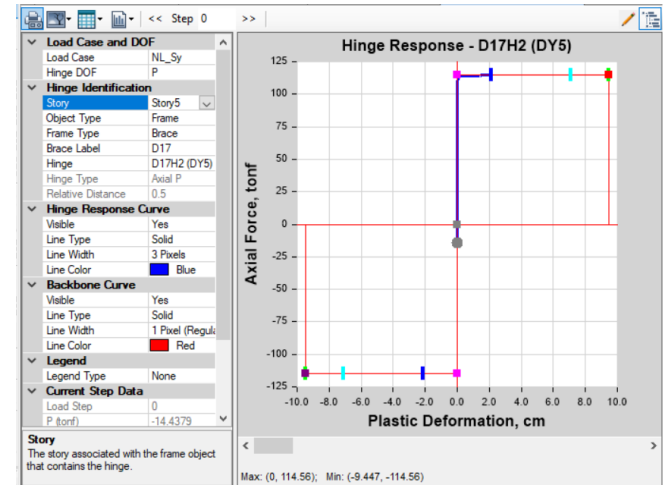


La diagonales D13, D14, D15 y D16 el nivel de desempeño es seguridad de vida, según el nivel de desempeño objetivo en las diagonales

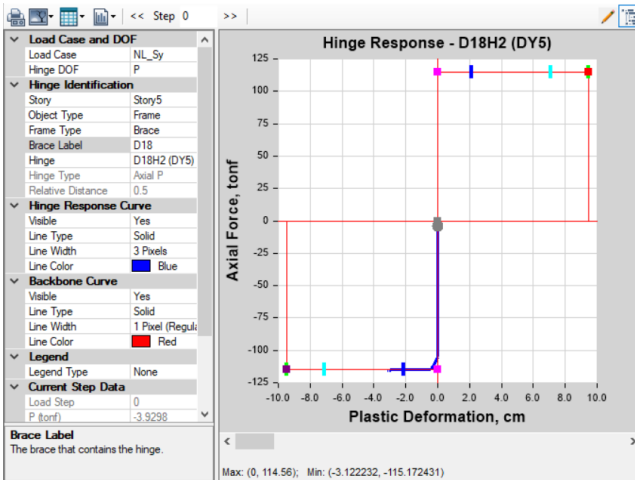
Nivel de desempeño en diagonales del eje J



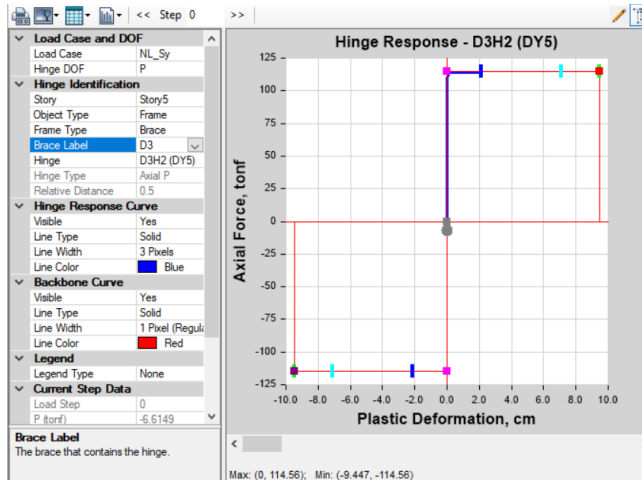
Nivel de desempeño diagonal Eje J5-J6



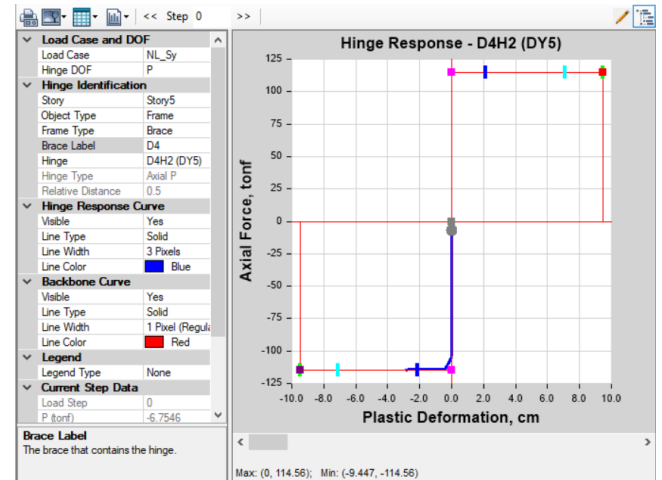
Nivel de desempeño diagonal Eje J5-J6



Nivel de desempeño diagonal Eje J6-J7 (D3)



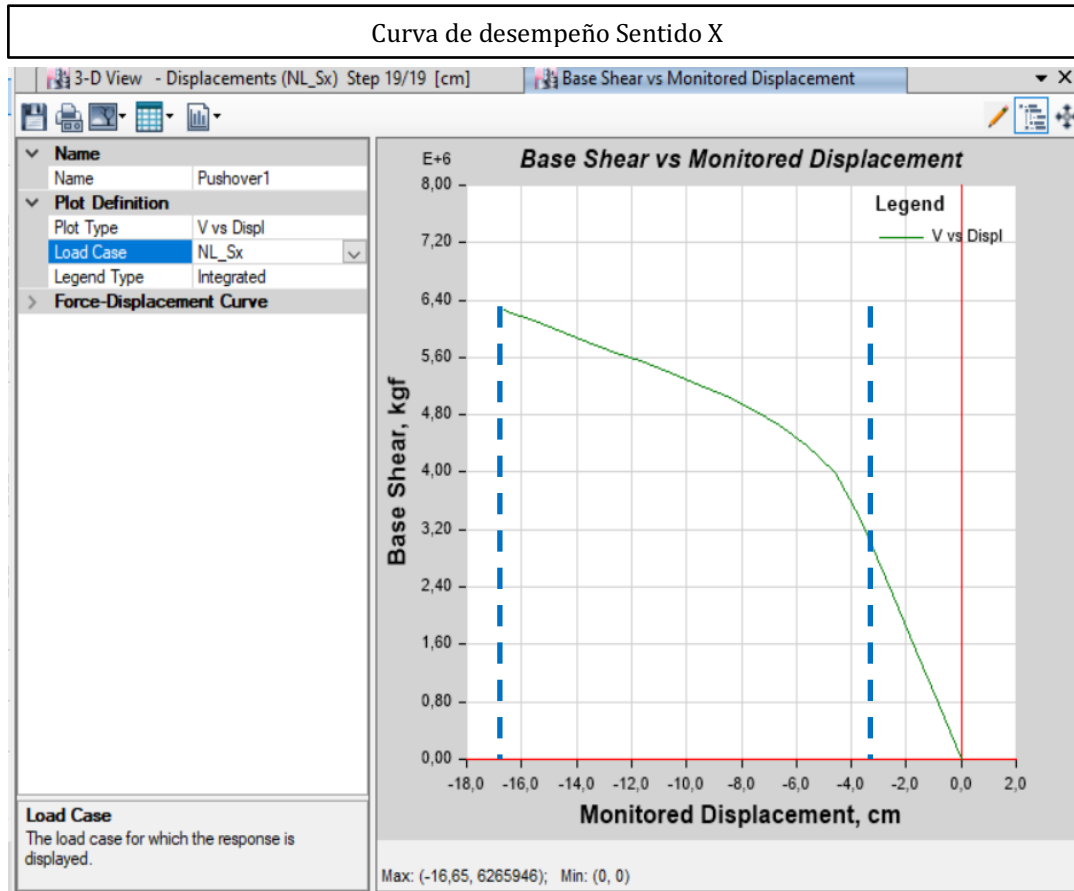
Nivel de desempeño diagonal Eje J6-J7 (D4)



La diagonales D17, D18, D3 y D4 el nivel de desempeño es seguridad de vida, según el nivel de desempeño objetivo en las diagonales

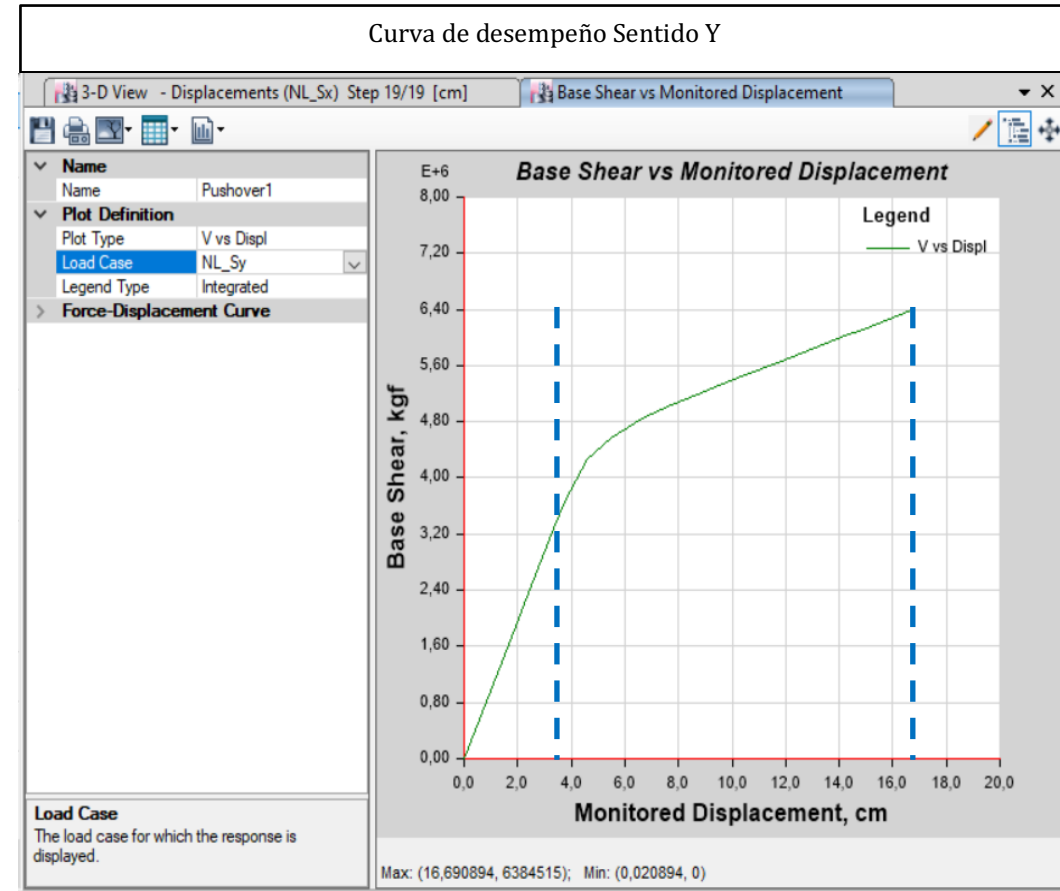
b.4.- Curva de desempeño sentido X y Y:

Curva de desempeño Sentido X



$$\text{Ductilidad } \mu_x = \frac{\delta_{fX}}{\delta_{yX}} = \frac{16.70}{3.70} = 4.51$$

Curva de desempeño Sentido Y



$$\text{Ductilidad } \mu_y = \frac{\delta_{fY}}{\delta_{yY}} = \frac{16.70}{3.80} = 4.40$$

b.5.- Comprobación de las condiciones de diseño:

- Deformación de diseño:
- Periodo objetivo vs periodo en cada sentido según el modal
- Deriva de azotea 0.20%
- Deriva máxima del edificio 1.00%
- Ductilidad máxima 5.00

b.5.1.- Comprobación desempeño sentido X:

Deformación de diseño objetivo	$\delta_{Max} = 16.70\text{cm}$
Deformación de diseño calculado	$\delta_x = 16.75\text{cm}$
Periodo objetivo calculado ASCE 41-13	$T_o = 0.646\text{ s}$
Periodo de diseño sentido X Modal 1	$T_x = 0.653\text{ s}$
Deriva de fluencia de azotea objetivo	$DI_y = 0.20\%$
Deriva de fluencia de azotea	$DI_x = 0.22\%$
Deriva máxima de la estructura objetivo	$D_{Max} = 1.00\%$
Deriva máxima de la estructura	$D_{Max} = 1.06\%$
Ductilidad máxima de entrepiso	$\mu_{ent} = \frac{DI_{Max}}{DI_x} = 4.94$
Coefficiente de reducción ASCE 41-13	$\beta = 1.08$
Ductilidad máxima reducida	$\mu_{Max} = \frac{\mu_{ent}}{\beta} = 4.592$

Según los resultados se puede observar q en el sentido X la estructura se comporta según el diseño objetivo.

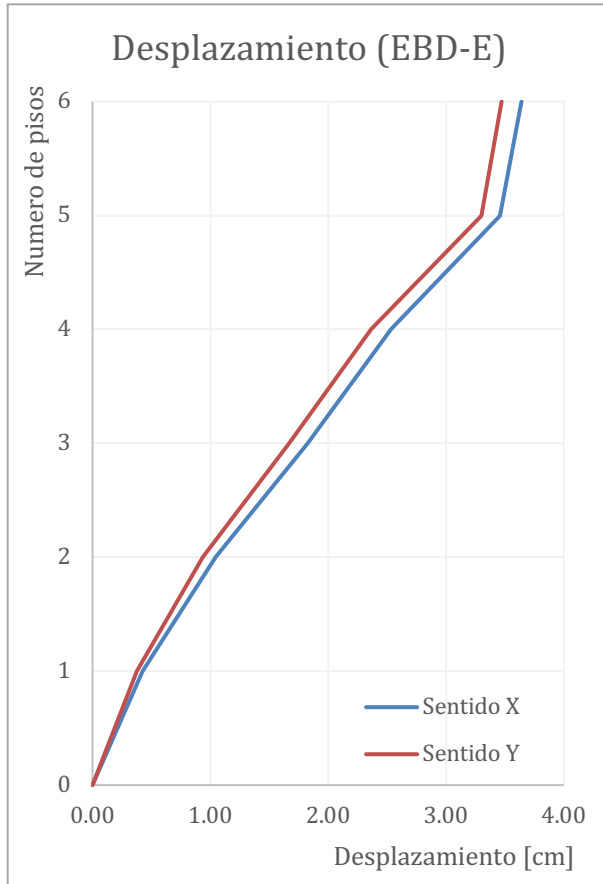
b.5.2.- Comprobación desempeño sentido Y:

Deformación de diseño objetivo	$\delta_{Max} = 16.30\text{cm}$
Deformación de diseño calculado	$\delta_x = 16.84\text{cm}$
Periodo objetivo calculado ASCE 41-13	$T_o = 0.646 \text{ s}$
Periodo de diseño sentido Y Modal 2	$T_y = 0.643 \text{ s}$
Deriva de fluencia de azotea objetivo	$DI_y = 0.20\%$
Deriva de fluencia de azotea	$DI_y = 0.22\%$
Deriva máxima de la estructura objetivo	$D_{Max} = 1.00 \%$
Deriva máxima de la estructura	$D_{Max} = 1.12 \%$
Ductilidad máxima de entrepiso	$\mu_{ent} = \frac{DI_{Max}}{DI_y} = 5.20$
Coefficiente de reducción ASCE 41-13	$\beta = 1.06$
Ductilidad máxima reducida	$\mu_{Max} = \frac{\mu_{ent}}{\beta} = 4.926$

Según los resultados se puede observar q en el sentido Y la estructura se comporta según el diseño objetivo

B.6.-Derivas y desplazamiento: Se verifica que la estructura tenga una deriva máxima del 1%.

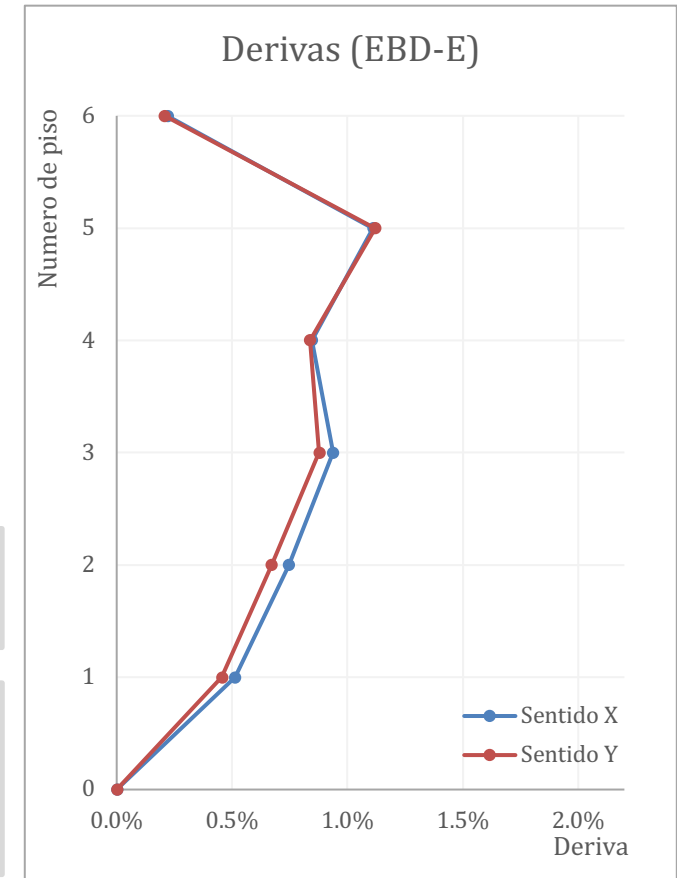
Figura 42. Derivas y Desplazamiento Sentido X – Y (MEBD-E)



PISO	Desplazamiento [cm]		PISO	Deriva	
	Sentido X	Sentido Y		Sentido X	Sentido Y
6	3.64	3.47	6	0.22%	0.21%
5	3.46	3.30	5	1.11%	1.12%
4	2.53	2.37	4	0.85%	0.84%
3	1.83	1.67	3	0.94%	0.88%
2	1.05	0.94	2	0.75%	0.67%
1	0.43	0.38	1	0.51%	0.46%
0	0.00	0.00	0	0.00%	0.00%

Sentido X: Desplazamiento = 3.64cm
 Sentido Y: Desplazamiento = 3.47cm

Sentido X: Deriva 1.11% < 1.00%
 Sentido Y: Deriva 1.12% < 1.00%
 La estructura cumple



c. **Método de evaluación basado en Desplazamiento Dinámico No Lineal (MEBD-D):**

Este método de evaluación se puede realizar de las siguientes formas:

- Colocando Hinges en las diagonales y secciones de la estructura y se realizara un diseño Nonlinear Direct Integration.
- O colocando Links en las diagonales y Hinges en las secciones de la estructura y se realiza un análisis Nonlinear Modal (FNA)

. La diferencia se encuentra que en las secciones con Hinges el resultado se obtiene el nivel de desempeño y en las secciones con Links se obtienen el diagrama histerético.

Para esta tesis se realizó la colocación Hinges y un diseño Nonlinear Direct Integration, lamentablemente el programa ETABS no convergió, por esta razón se colocó Links en las diagonales y Hinges en las secciones de la estructura y se realiza un análisis Nonlinear Modal (FNA)

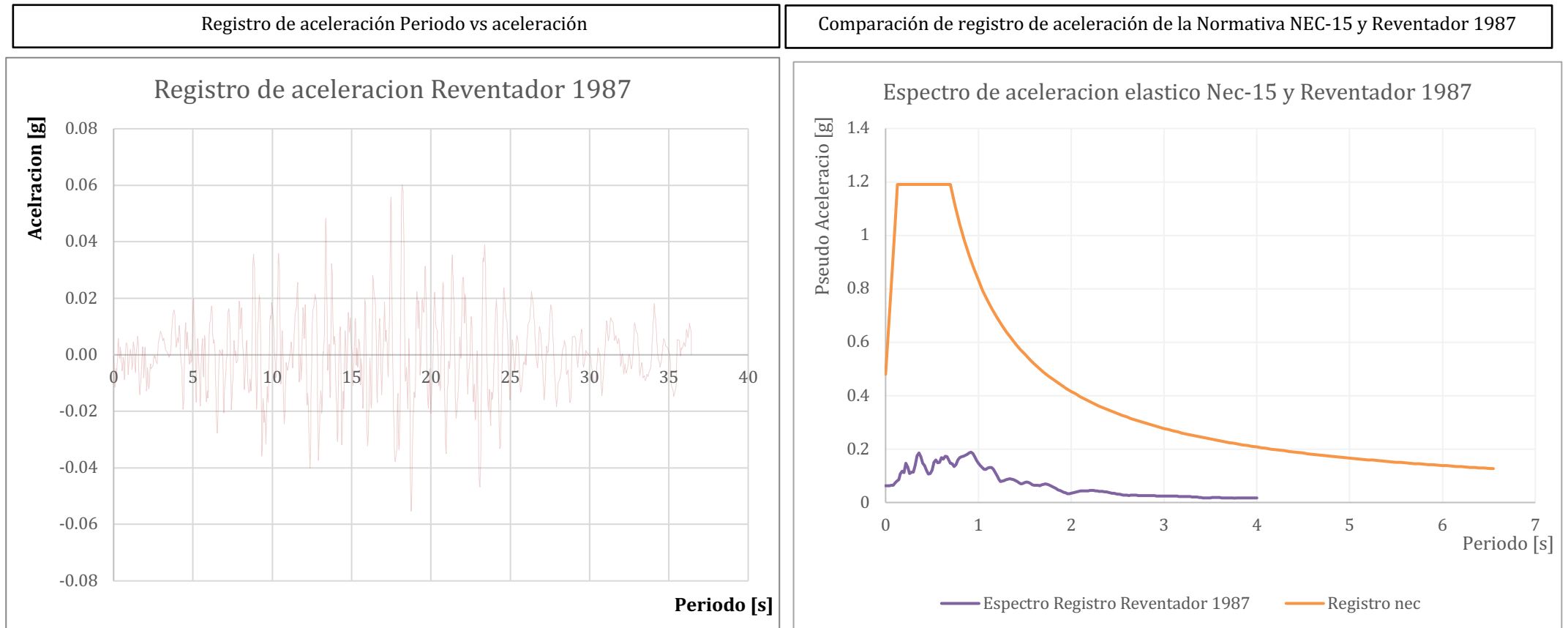
El análisis Nonlinear Modal (FNA) tiene las siguientes consideraciones:

- En el método de diseño Nonlinear Modal (FNA) no considera los efectos P-Delta.
- En el método de diseño Nonlinear Modal (FNA) se recomienda utilizar elementos Links.
- En el método de diseño Nonlinear Modal (FNA) la respuesta dinámica de la estructura se puede aproximar mediante la superposición de un pequeño número de modos propios.

Para el análisis dinámico no lineal se utilizará el registro del Reventador del año

c.1.- Registro del Reventador de 1987 sin mayorar:

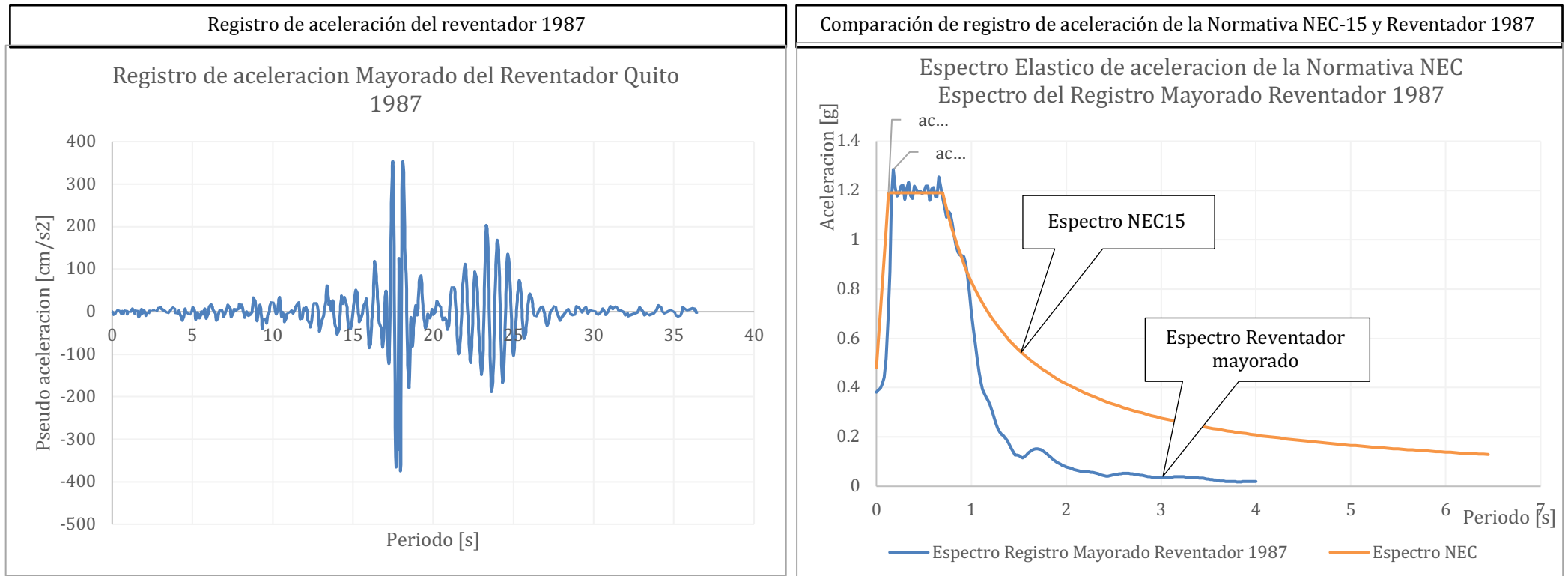
Figura 43.Registro de aceleración del reventador Quito 1987 (T-a/g) sin mayorar



El periodo del registro del reventador del 1987 es de $T = 36.48$ s, con una aceleración máxima de 60.85 cm/s^2 , $0.07g$

c.2.- Registro del Reventador de 1987 mayorado:

Figura 44. Registro de aceleración del reventador Quito 1987 (T-a/g) mayorado



Utilizaremos el siguiente periodo para los límites del análisis con el registro del reventador.

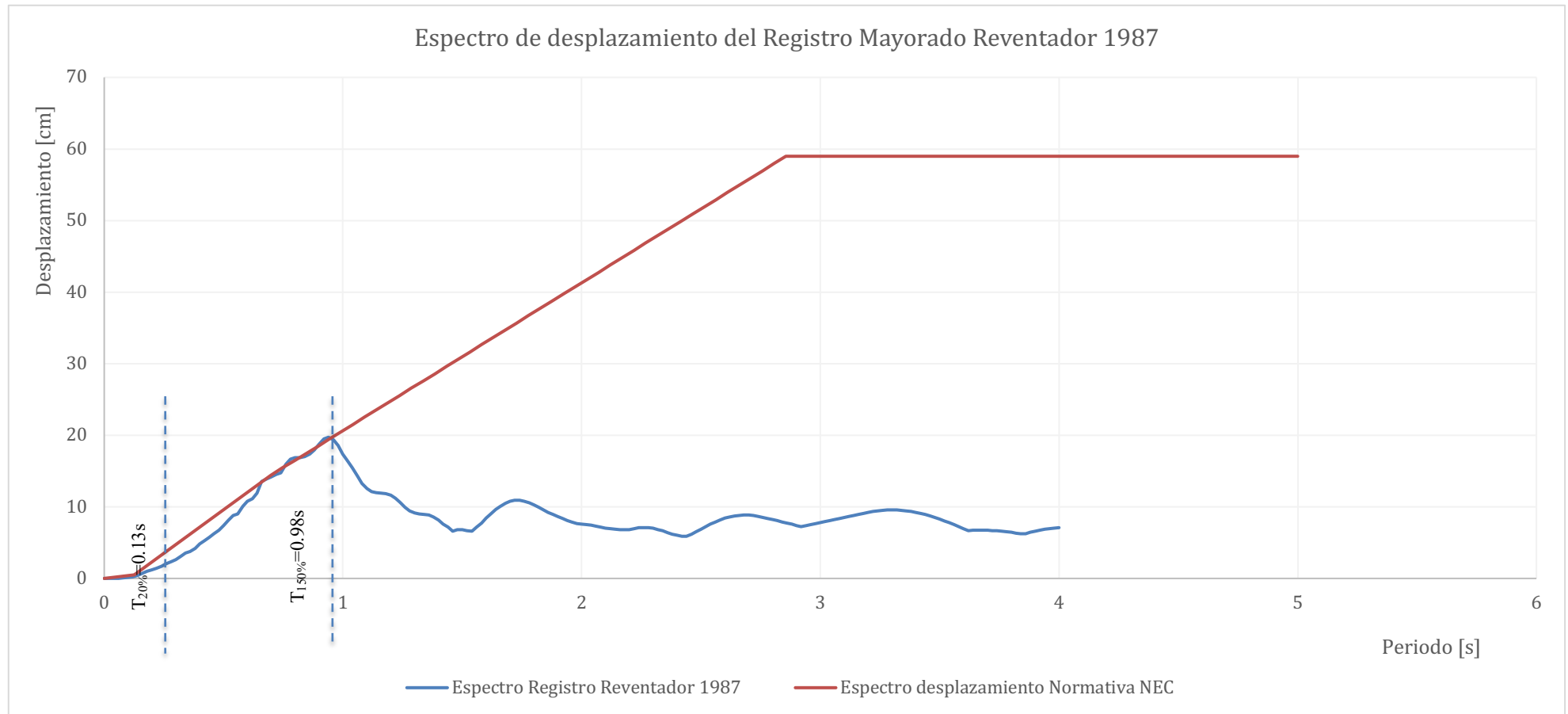
Periodo: 0.653s

Límite inferior: 20% $T_x = 20\% \cdot 0.653 = 0.131s$

Límite superior: 150% $T_x = 150\% \cdot 0.653 = 0.9795s$

C3.- Espectro de desplazamiento elástico de la normativa NEC y espectro de desplazamiento del registro mayorado del reventador de 1987

Figura 45. Espectro de desplazamiento de la Normativa NEC y Espectro del Registro Mayorado Reventador 1987



El desplazamiento máximo del espectro de la Normativa NEC es de 60cm, la aceleración máxima del espectro del registro mayorado del reventador Quito 1987 es de 20cm

Figura 46.Registro reventador 1987 en ETABS



c.3.- Método de evaluación basado en desplazamiento dinámico No Lineal con Links, método nonlinear Modal (FNA)

c.3.1.- Colocación del tipo de análisis Nonlinear Modal (FNA) con Links en el programa ETABS.

Figura 47.Sentido X: análisis (FNA) (MDNL-L-FNA)

The image shows two dialog boxes from the ETABS software. The left dialog is 'Load Case Data' and the right is 'Direct Integration Damping'. Both have several callout boxes pointing to specific fields.

Load Case Data Dialog:

- General:** Load Case Name: NL-SDx; Load Case Type/Subtype: Nonlinear Modal (FNA); Mass Source: Previous (MsSrc1).
- Initial Conditions:** Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State (selected).
- Loads Applied:**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	Quito_reven_87-Max	1
- Other Parameters:** Modal Load Case: Modal; Number of Output Time Steps: 1824; Output Time Step Size: 0.02 sec; Modal Damping: Constant at 0.05; Nonlinear Parameters: Default.

Direct Integration Damping Dialog:

- Viscous Proportional Damping:** Specify Damping by Period (selected). Mass Proportional Coefficient: 0.5658 1/sec; Stiffness Proportional Coefficient: 1.839E-03 sec.
- Damping:** First: 0.9795 sec; Second: 0.131 sec; Damping: 0.05.
- Additional Modal Damping:** Include Additional Modal Damping (unchecked).

Annotations:

- Método Nonlinear Modal (FNA) (points to 'Nonlinear Modal (FNA)' in the Load Case Data dialog).
- Sentido X (points to 'U1' in the Loads Applied table).
- Unidad [cm/s²] (points to '1' in the Loads Applied table).
- Numero de puntos del registro (points to '1824' in the Other Parameters section).
- Periodos del registro (points to '0.02' in the Other Parameters section).
- 150% Tx (points to '0.9795' in the Damping section).
- 20% Tx (points to '0.131' in the Damping section).

Text on the right side of the image:

Utilizaremos el siguiente periodo para los limites del análisis con el registro del reventador.

- Sentido X: periodo Modal 1: 0.653s
- Limite inferior: 20% Tx = 20%0.653 = 0.131s
- Limite superior: 150% Tx = 150%0.653 = 0.9795s

Figura 48. Sentido Y: análisis (FNA) (MDNL-L-FNA)

Load Case Data

General

Load Case Name: NL-SDy

Load Case Type/Subtype: Time History / Nonlinear Modal (FNA)

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

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

Nonlinear Case: [Empty]

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	Quito_reven_87-Max	1

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Number of Output Time Steps: 1824

Output Time Step Size: 0.02

Modal Damping: Constant at 0.05

Nonlinear Parameters: Default

Método Nonlinear Modal (FNA)

Sentido Y

Unidad [cm/s²]

Numero de puntos del registro

Periodos del registro

Utilizaremos el siguiente periodo para los limites del análisis con el registro del reventador.

- Sentido Y: periodo Modal 2: 0.642s
- Limite inferior: $20\% T_y = 20\%0.642 = 0.128s$
- Limite superior: $150\% T_x = 150\%0.642 = 0.963s$

Direct Integration Damping

Viscous Proportional Damping

Direct Specification

Specify Damping by Period

Specify Damping by Frequency

Mass Proportional Coefficient: 0.5759

Stiffness Proportional Coefficient: 1.798E-03

Period: 150% T_y

First: 0.963 sec

Second: 0.128 sec

Damping: 0.05

Additional Modal Damping

Include Additional Modal Damping

Modal Load Case: [Empty]

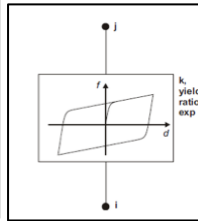
Maximum Considered Modal Frequency: [Empty]

Recalculate Coefficients

Modify/Show Modal Damping Parameters...

c.4.- Características de enlaces plásticas de las diagonales (Links) (Axiales) Sentido X

Los enlaces (Links) se definieron según el modelo plástico de Wen. El modelo plastificación se basa en el comportamiento histerético propuesto por Wen en 1976, este modelo esta compuesto por una fuerza restauradora.



Enlaces Piso 1

ROTULA PLASTICA DEGRADACION - LINK			
Longitud de la diagonal	L =	5.836	[m]
Rigidez del Core Brace tablas	Kf =	1.41	

Linear Propierties			
Efective Stiffness	$K = \frac{AE}{L}Kf$	41,240.70	[Ton /m]
Effective Damping		0	[Ton-s/m]

Nonlinear Ptoperties			
Stiffness		41,240.70	[Ton /m]
Yield Strength	T _n = F _{ye} * Ad	226.22	[Ton]
Post Yield Stiffness Ratio		0	
Yielding Exponent		2	

Enlaces Piso 2

ROTULA PLASTICA DEGRADACION - LINK			
Longitud de la diagonal	L =	5.836	[m]
Rigidez del Core Brace tablas	Kf =	1.41	

Linear Propierties			
Efective Stiffness	$K = \frac{AE}{L}Kf$	41,240.70	[Ton /m]
Effective Damping		0	[Ton-s/m]

Nonlinear Ptoperties			
Stiffness		41,240.70	[Ton /m]
Yield Strength	T _n = F _{ye} * Ad	226.22	[Ton]
Post Yield Stiffness Ratio		0	
Yielding Exponent		2	

Enlaces Piso 3

ROTULA PLASTICA DEGRADACION - LINK			
Longitud de la diagonal	L =	5.836	[m]
Rigidez del Core Brace tablas	Kf =	1.39	

Linear Propierties			
Efective Stiffness	$K = \frac{AE}{L}Kf$	32,524.58	[Ton /m]
Effective Damping		0	[Ton-s/m]

Nonlinear Ptoperties			
Stiffness		32,524.58	[Ton /m]
Yield Strength	T _n = F _{ye} * Ad	180.98	[Ton]
Post Yield Stiffness Ratio		0	
Yielding Exponent		2	

Enlaces Piso 4

ROTULA PLASTICA DEGRADACION - LINK			
Longitud de la diagonal	L =	5.836	[m]
Rigidez del Core Brace tablas	Kf =	1.36	

Linear Propierties			
Efective Stiffness	$K = \frac{AE}{L}Kf$	25,855.87	[Ton /m]
Effective Damping		0	[Ton-s/m]

Nonlinear Ptoperties			
Stiffness		25,855.87	[Ton /m]
Yield Strength	T _n = F _{ye} * Ad	147.05	[Ton]
Post Yield Stiffness Ratio		0	
Yielding Exponent		2	

Enlaces Piso 5

ROTULA PLASTICA DEGRADACION - LINK			
Longitud de la diagonal	L =	5.836	[m]
Rigidez del Core Brace tablas	Kf =	1.34	

Linear Propierties			
Efective Stiffness	$K = \frac{AE}{L}Kf$	21,556.31	[Ton /m]
Effective Damping		0	[Ton-s/m]

Nonlinear Ptoperties			
Stiffness		21,556.31	[Ton /m]
Yield Strength	T _n = F _{ye} * Ad	124.42	[Ton]
Post Yield Stiffness Ratio		0	
Yielding Exponent		2	

Enlaces Piso 6

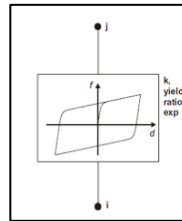
ROTULA PLASTICA DEGRADACION - LINK			
Longitud de la diagonal	L =	5.836	[m]
Rigidez del Core Brace tablas	Kf =	1.34	

Linear Propierties			
Efective Stiffness	$K = \frac{AE}{L}Kf$	20,380.51	[Ton /m]
Effective Damping		0	[Ton-s/m]

Nonlinear Ptoperties			
Stiffness		20,380.51	[Ton /m]
Yield Strength	T _n = F _{ye} * Ad	117.64	[Ton]
Post Yield Stiffness Ratio		0	
Yielding Exponent		2	

c.5.- Características de enlaces plásticas de las diagonales (Links) (Axiales) Sentido Y

Los enlaces (Links) se definieron según el modelo plástico de Wen. El modelo de plastificación se basa en el comportamiento histerético propuesto por Wen en 1976, este modelo está compuesto por una fuerza restauradora.



Enlaces Piso 1

ROTULA PLASTICA DEGRADACION - LINK			
Longitud de la diagonal	L =	5.836	[m]
Rigidez del Core Brace tablas	Kf =	1.41	

Linear Propierties			
Effective Stiffness	$K = \frac{AE}{L}Kf$	41,769.80	[Ton /m]
Effective Damping		0	[Ton-s/m]

Nonlinear Ptoperties			
Stiffness		41,769.80	[Ton /m]
Yield Strength	$Tn = Fye * Ad$	229.13	[Ton]
Post Yield Stiffness Ratio		0	
Yielding Exponent		2	

Enlaces Piso 2

ROTULA PLASTICA DEGRADACION - LINK			
Longitud de la diagonal	L =	5.836	[m]
Rigidez del Core Brace tablas	Kf =	1.41	

Linear Propierties			
Effective Stiffness	$K = \frac{AE}{L}Kf$	41,769.80	[Ton /m]
Effective Damping		0	[Ton-s/m]

Nonlinear Ptoperties			
Stiffness		41,769.80	[Ton /m]
Yield Strength	$Tn = Fye * Ad$	229.13	[Ton]
Post Yield Stiffness Ratio		0	
Yielding Exponent		2	

Enlaces Piso 3

ROTULA PLASTICA DEGRADACION - LINK			
Longitud de la diagonal	L =	5.836	[m]
Rigidez del Core Brace tablas	Kf =	1.39	

Linear Propierties			
Effective Stiffness	$K = \frac{AE}{L}Kf$	32,941.86	[Ton /m]
Effective Damping		0	[Ton-s/m]

Nonlinear Ptoperties			
Stiffness		32,941.86	[Ton /m]
Yield Strength	$Tn = Fye * Ad$	183.30	[Ton]
Post Yield Stiffness Ratio		0	
Yielding Exponent		2	

Enlaces Piso 4

ROTULA PLASTICA DEGRADACION - LINK			
Longitud de la diagonal	L =	5.836	[m]
Rigidez del Core Brace tablas	Kf =	1.35	

Linear Propierties			
Effective Stiffness	$K = \frac{AE}{L}Kf$	23,995.42	[Ton /m]
Effective Damping		0	[Ton-s/m]

Nonlinear Ptoperties			
Stiffness		23,995.42	[Ton /m]
Yield Strength	$Tn = Fye * Ad$	137.48	[Ton]
Post Yield Stiffness Ratio		0	
Yielding Exponent		2	

Enlaces Piso 5

ROTULA PLASTICA DEGRADACION - LINK			
Longitud de la diagonal	L =	5.836	[m]
Rigidez del Core Brace tablas	Kf =	1.34	

Linear Propierties			
Effective Stiffness	$K = \frac{AE}{L}Kf$	19,848.06	[Ton /m]
Effective Damping		0	[Ton-s/m]

Nonlinear Ptoperties			
Stiffness		19,848.06	[Ton /m]
Yield Strength	$Tn = Fye * Ad$	114.56	[Ton]
Post Yield Stiffness Ratio		0	
Yielding Exponent		2	

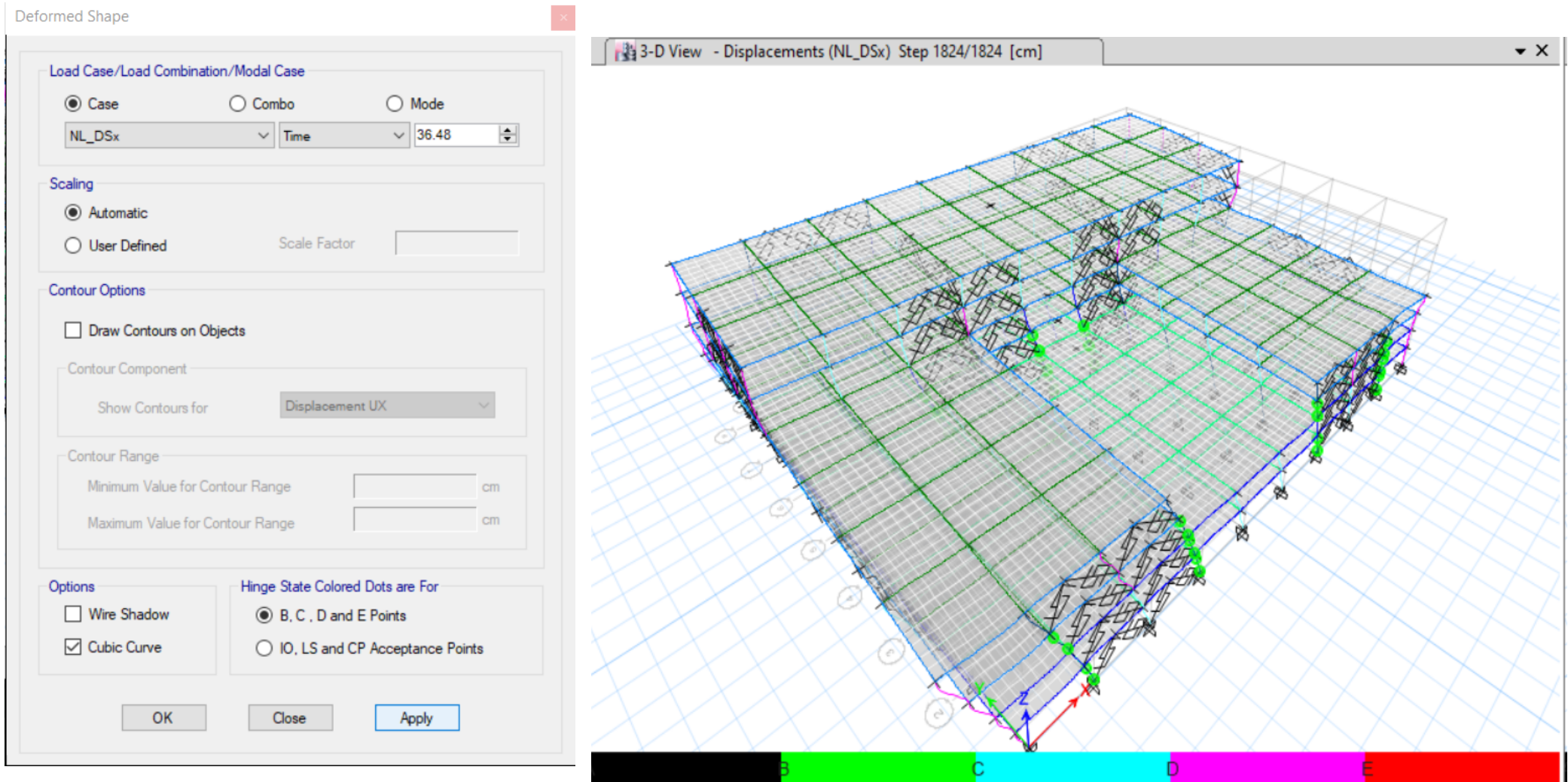
Enlaces Piso 6

ROTULA PLASTICA DEGRADACION - LINK			
Longitud de la diagonal	L =	5.836	[m]
Rigidez del Core Brace tablas	Kf =	1.34	

Linear Propierties			
Effective Stiffness	$K = \frac{AE}{L}Kf$	19,848.06	[Ton /m]
Effective Damping		0	[Ton-s/m]

Nonlinear Ptoperties			
Stiffness		19,848.06	[Ton /m]
Yield Strength	$Tn = Fye * Ad$	114.56	[Ton]
Post Yield Stiffness Ratio		0	
Yielding Exponent		2	

c.6.- Resultado del análisis Nonlinear Modal nivel de desempeño (FNA) Resultado en el Sentido X



c.7.- Resultado del análisis Nonlinear Modal nivel de desempeño (FNA) Resultado en el Sentido Y

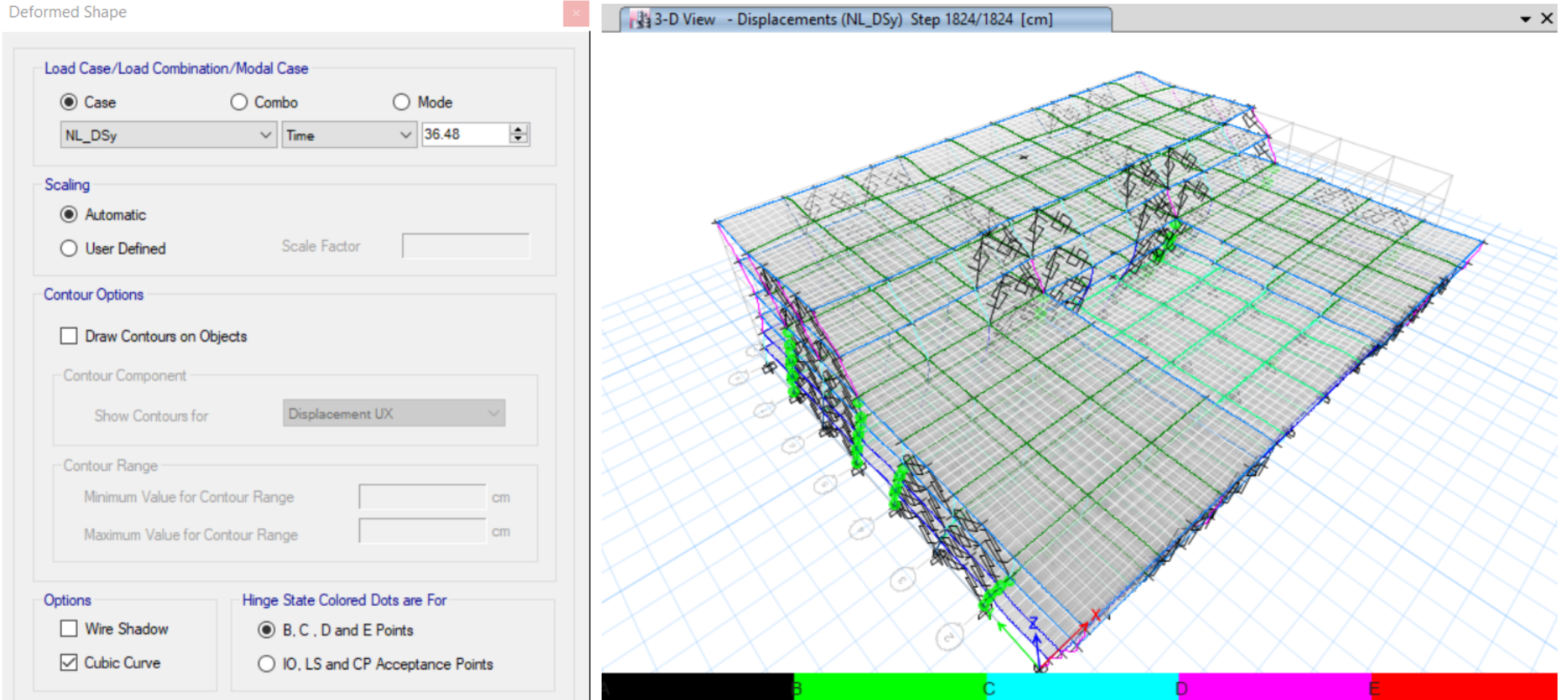
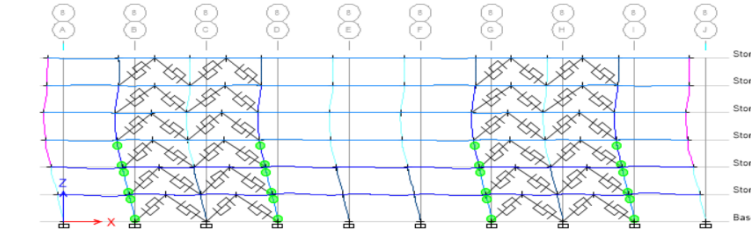
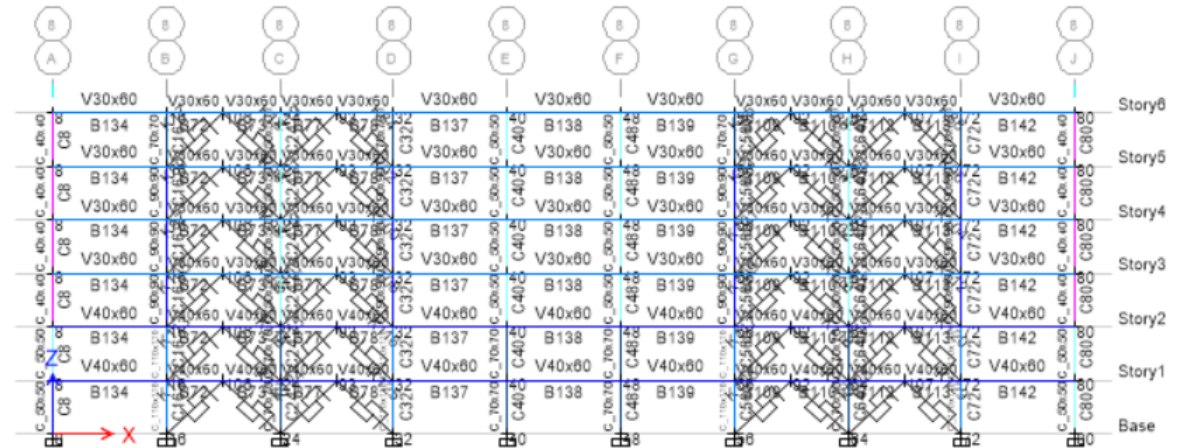


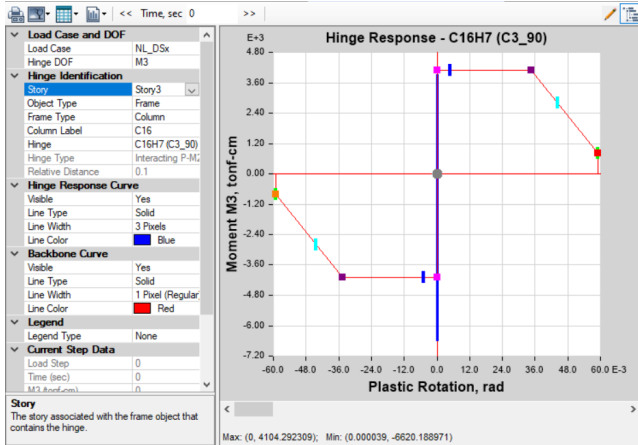
Figura 49. Niveles de desempeño estructural de cada eje (MDNL-L-FNA)

Nivel de desempeño eje 8

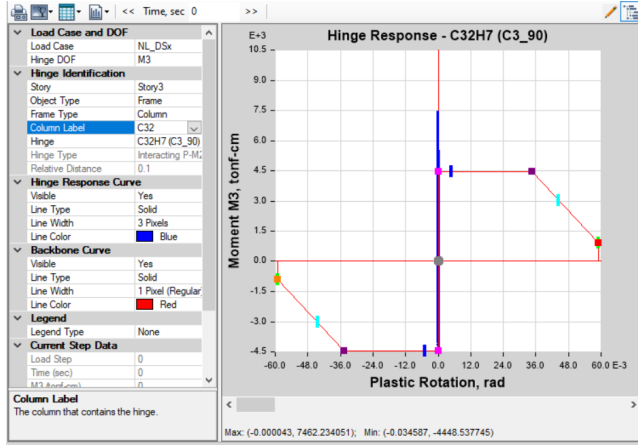
Elevation View - 8 - Displacements (NL_DSx) Step 1824/1824 [cm]



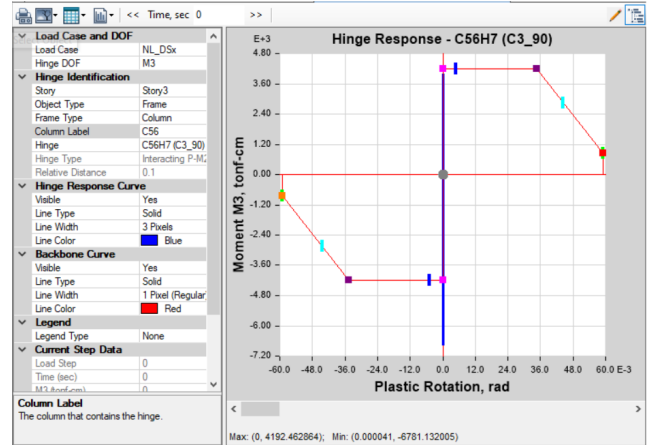
Nivel de desempeño columna Eje B8 (C18)



Nivel de desempeño columna Eje D8 (C32)

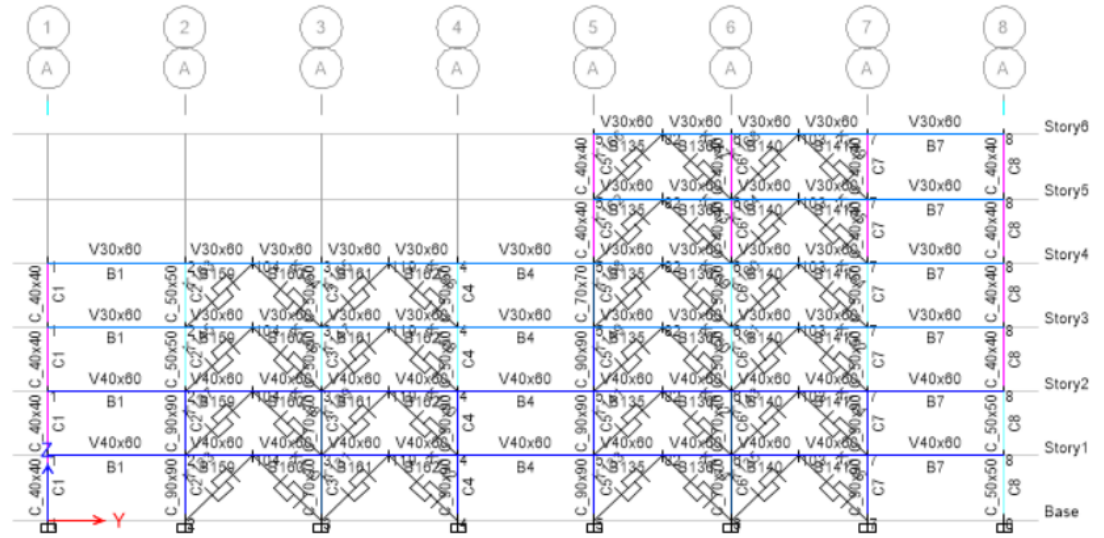
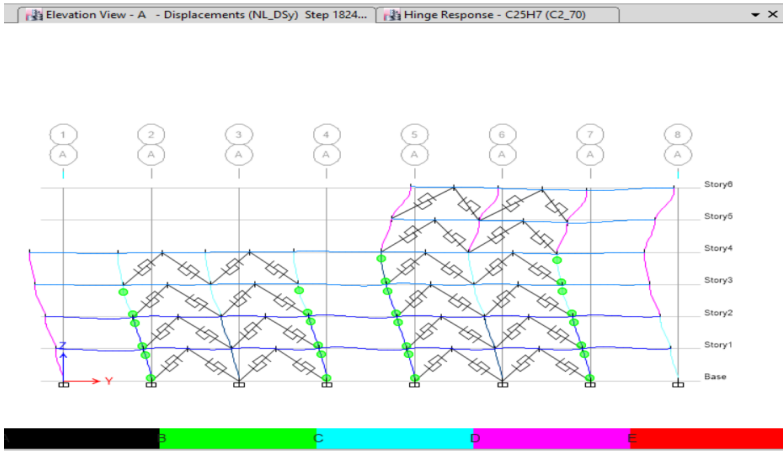


Nivel de desempeño Columna Eje G8 (C56)

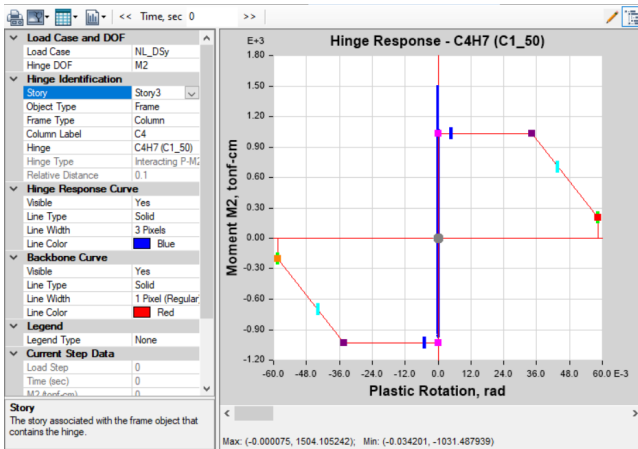


Las columnas C18, C32 y C56 el nivel de desempeño es ocupación inmediata

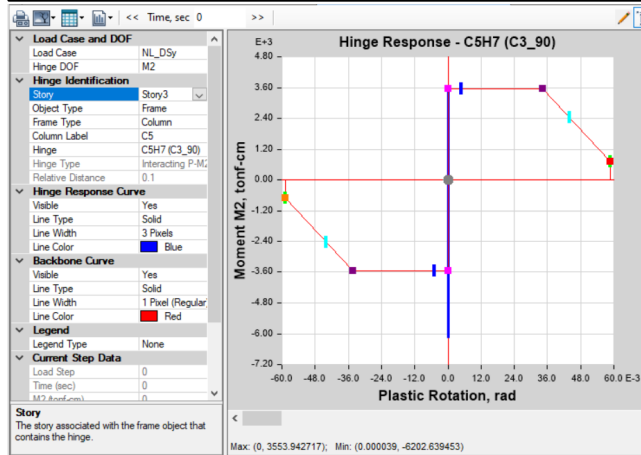
Nivel de desempeño eje A



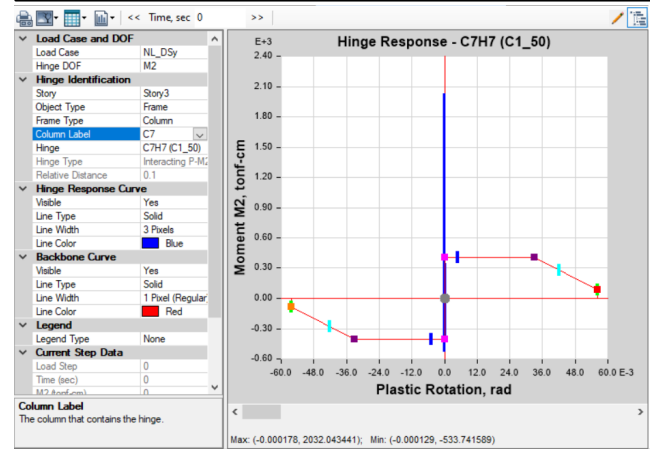
Nivel de desempeño columna Eje A4 (C4)



Nivel de desempeño columna Eje D8 (C32)

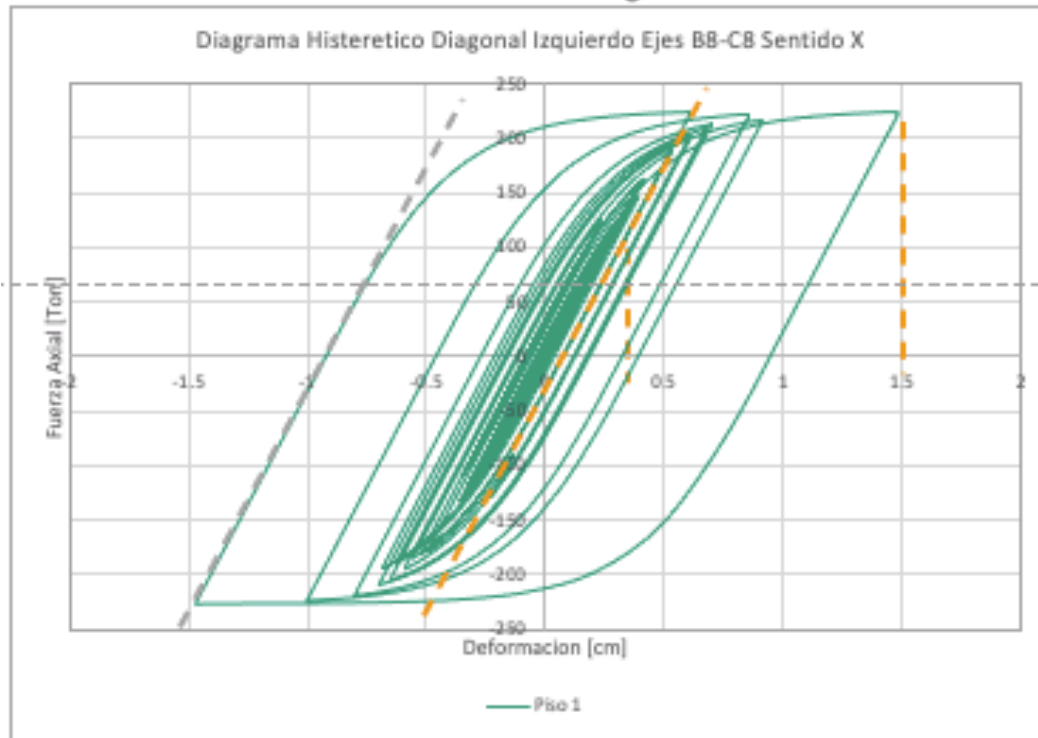


Nivel de desempeño Columna Eje G8 (C56)

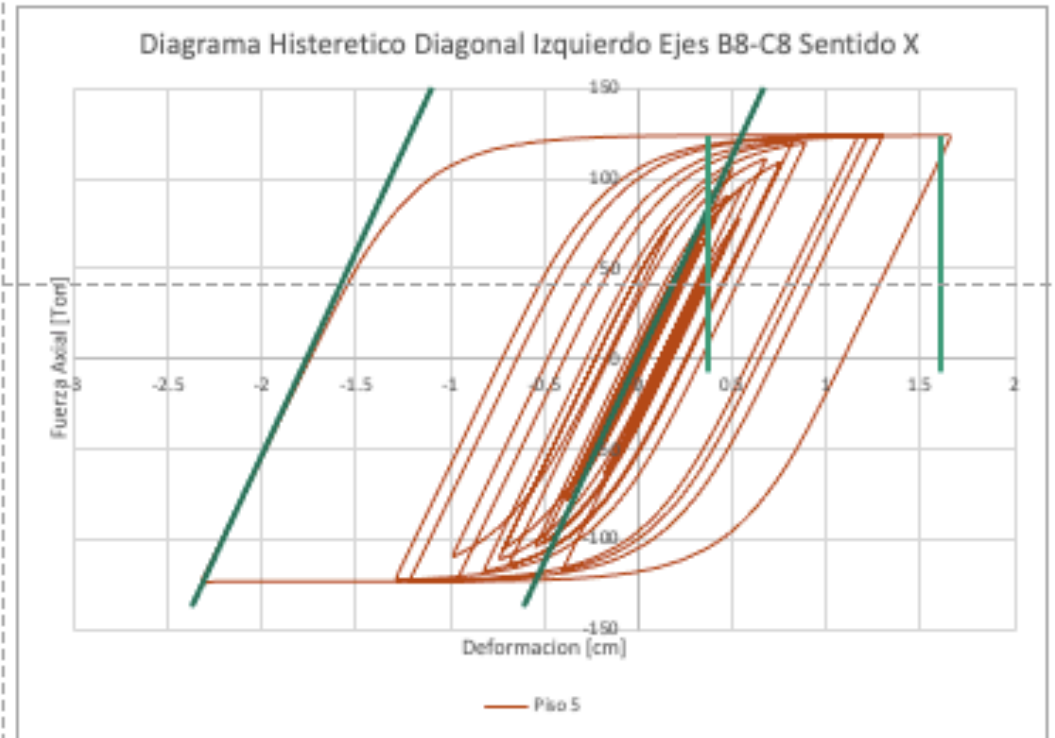


Las columnas C18, C32 y C56 el nivel de desempeño es ocupación inmediata

c.8.- Diagrama histeretico sentido X

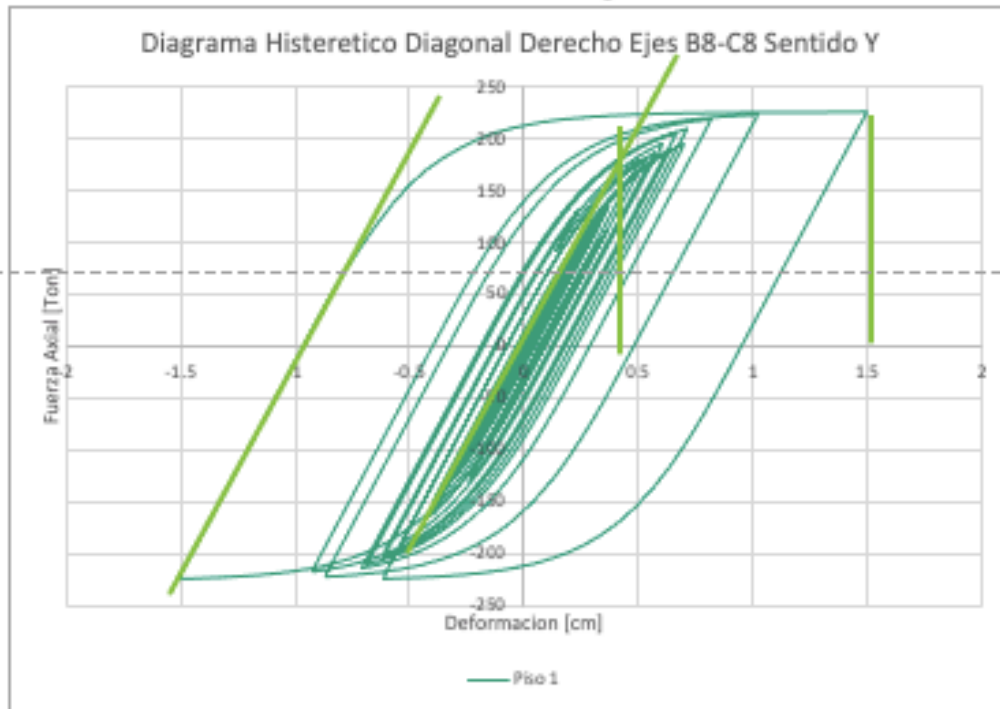


$$\text{Ductilidad } \mu_x = \frac{\delta_r}{\delta_y} = \frac{1.50}{0.35} = 4.30 \rightarrow \mu_o = 4.69$$

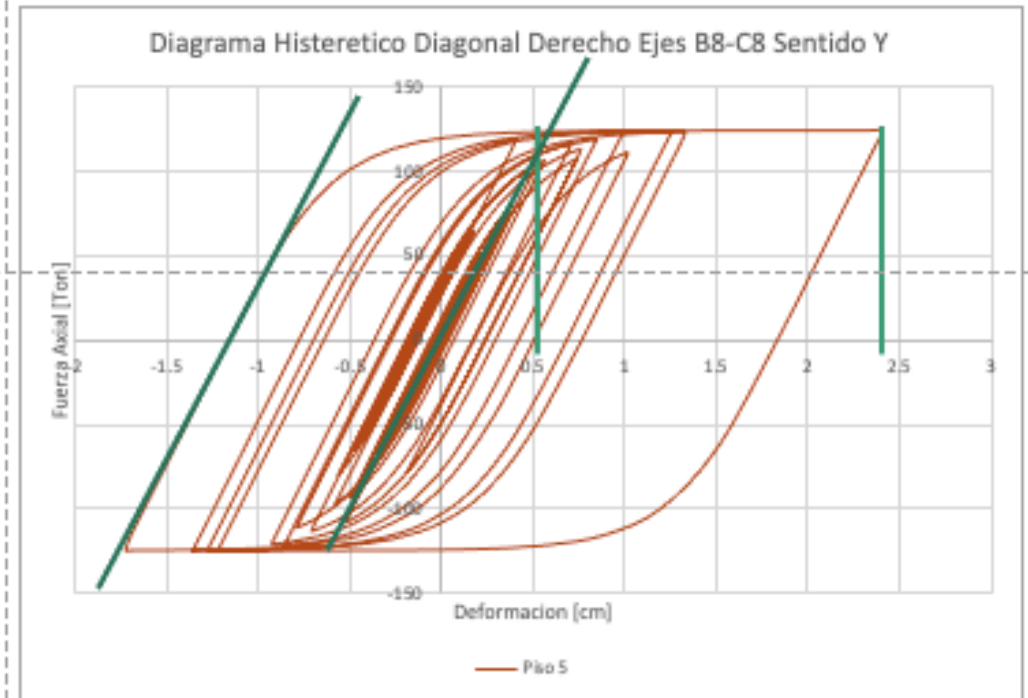


$$\text{Ductilidad } \mu_x = \frac{\delta_r}{\delta_y} = \frac{1.70}{0.40} = 4.25 \rightarrow \mu_o = 4.69$$

c.9.- Diagrama histeretico Y

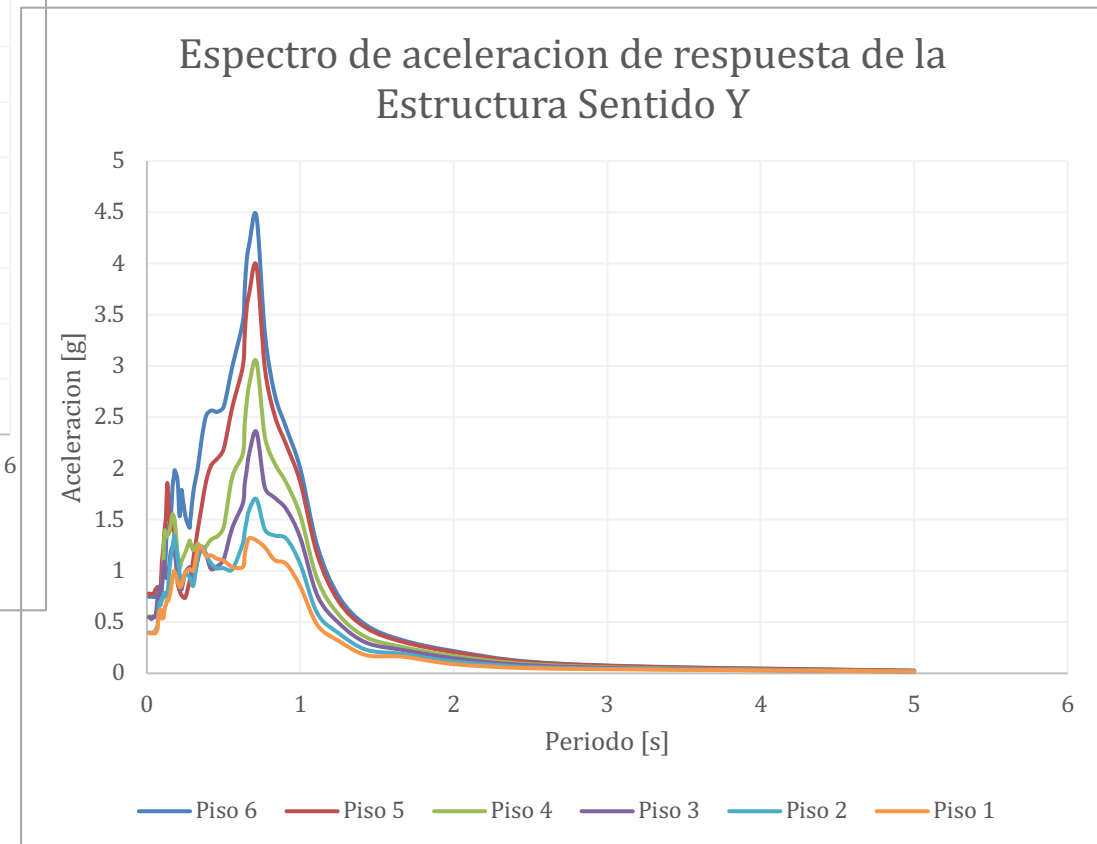
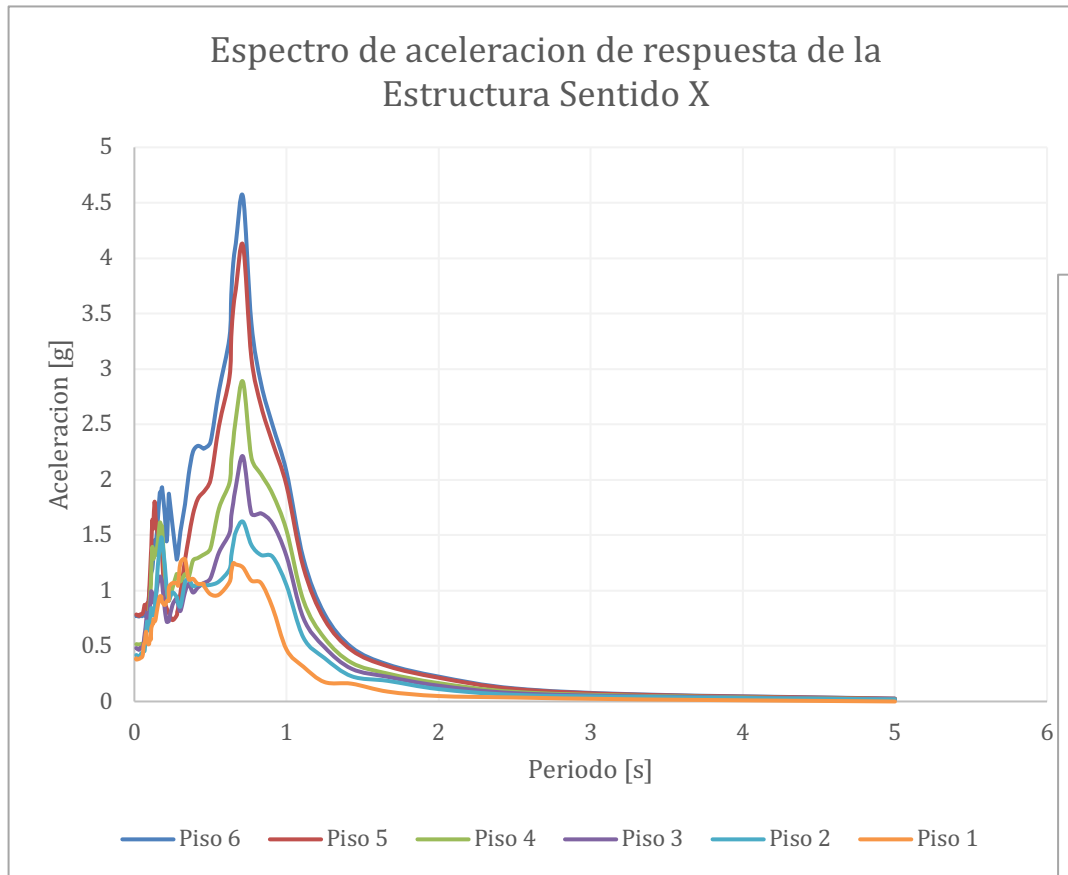


$$\text{Ductilidad } \mu_x = \frac{\delta_r}{\delta_y} = \frac{1.50}{0.40} = 3.75 \rightarrow \mu_o = 4.69$$

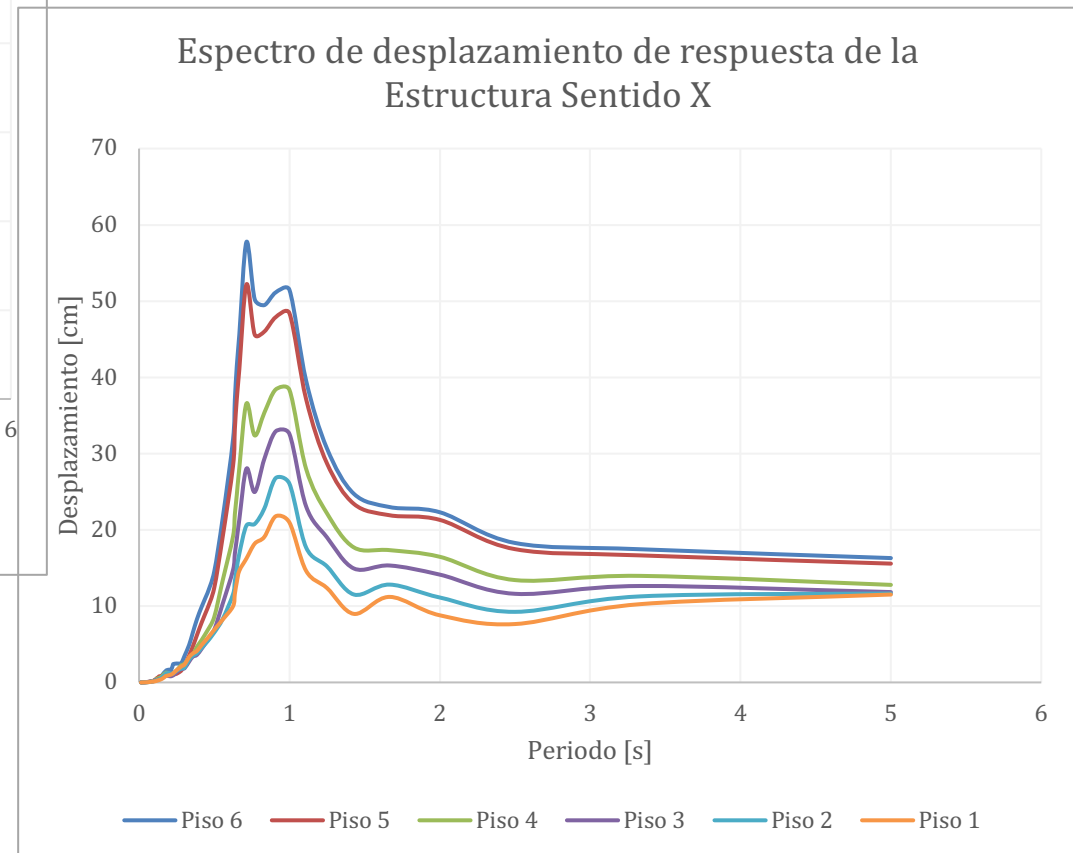
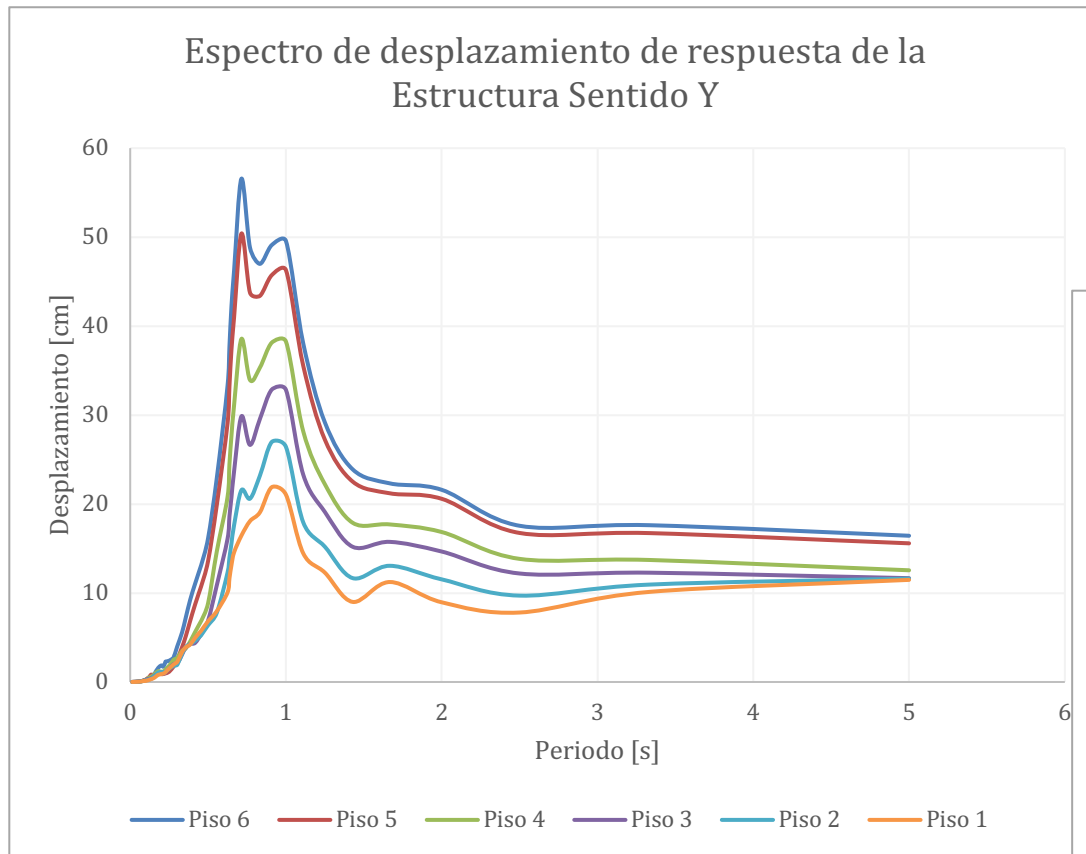


$$\text{Ductilidad } \mu_x = \frac{\delta_r}{\delta_y} = \frac{2.50}{0.60} = 4.16 \rightarrow \mu_o = 4.69$$

c.10.- Espectro de aceleración de respuesta de la estructura sentido X

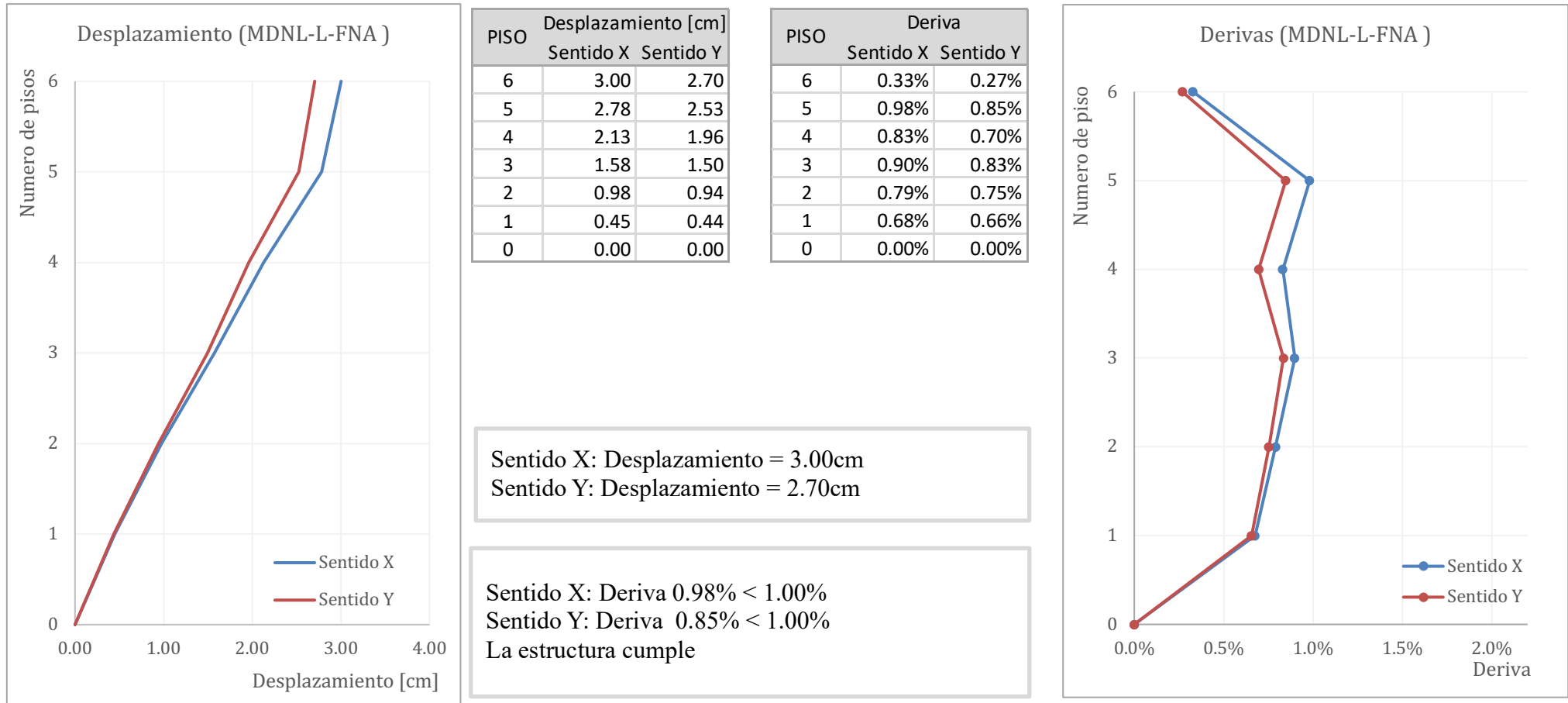


c.11.- Espectro de aceleración de respuesta de la estructura sentido Y



c.12.- Resultado del análisis Nonlinear Modal (FNA) derivas y desplazamiento (MDNL-L-FNA)

Figura 50. Derivas y Desplazamiento Sentido X – Y (MDNL-L-FNA)



CONCLUSIONES

1. El diseño innovador ofrece ventajas a la estructura, disminuye el peso de la estructura, aumentando la velocidad de construcción, aumenta la resistencia a las cargas sismicas y logra un nivel de desempeño de ocupacion inmediata deseado para el sistema estructural.
2. El diseño convencional no cumple con el nivel de desempeño estructural de ocupación inmediata deseado, se identifica que no alcanza el nivel de desempeño estructural por la deriva objetivo del 2% que permite la Normativa NEC.
3. El diseño convencional utiliza secciones de vigas y columnas más grandes, con una relación en área de la sección de viga de 300% y la sección de la columna de un 12%.

Diseño Convencional

PISO	Nivel [m]	VIGAS		COLUMNAS Max
		Horizontal Ejes 1 al 8	Vertical Ejes del A al J	
6	Nv. 24.00	75x110cm	80x90cm	150x90cm
5	Nv. 20.00	75x110cm	80x90cm	150x90cm
4	Nv. 16.00	75x110cm	80x90cm	150x90cm
3	Nv. 12.00	75x110cm	80x90cm	150x90cm
2	Nv. 8.00	75x110cm	80x90cm	150x90cm
1	Nv. 4.00	75x110cm	80x90cm	150x90cm

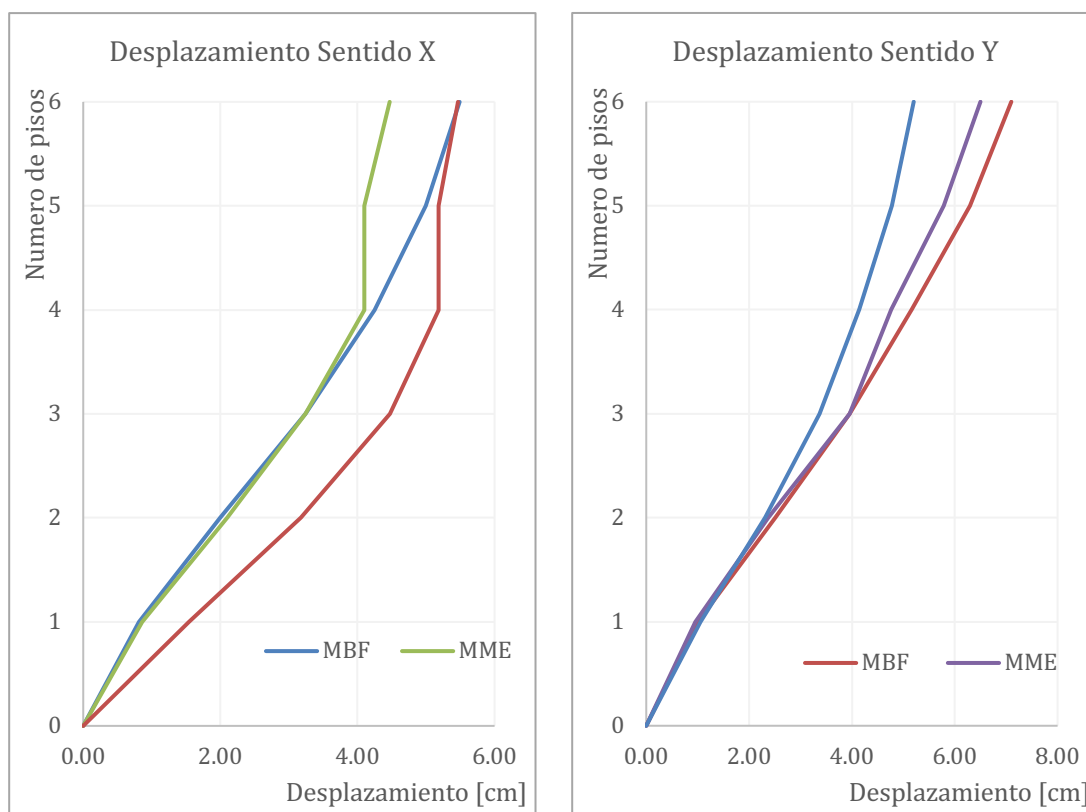
Diseño Innovador

PISO	Nivel [m]	VIGAS		COLUMNAS Max
		Horizontal Ejes 1 al 8	Vertical Ejes del A al J	
6	Nv. 24.00	30x80cm	30x80cm	70x70cm
5	Nv. 20.00	30x80cm	30x80cm	90x90cm
4	Nv. 16.00	30x80cm	30x80cm	90x90cm
3	Nv. 12.00	30x80cm	30x80cm	90x90cm
2	Nv. 8.00	40x70cm	40x70cm	110x110cm
1	Nv. 4.00	40x70cm	40x70cm	110x110cm

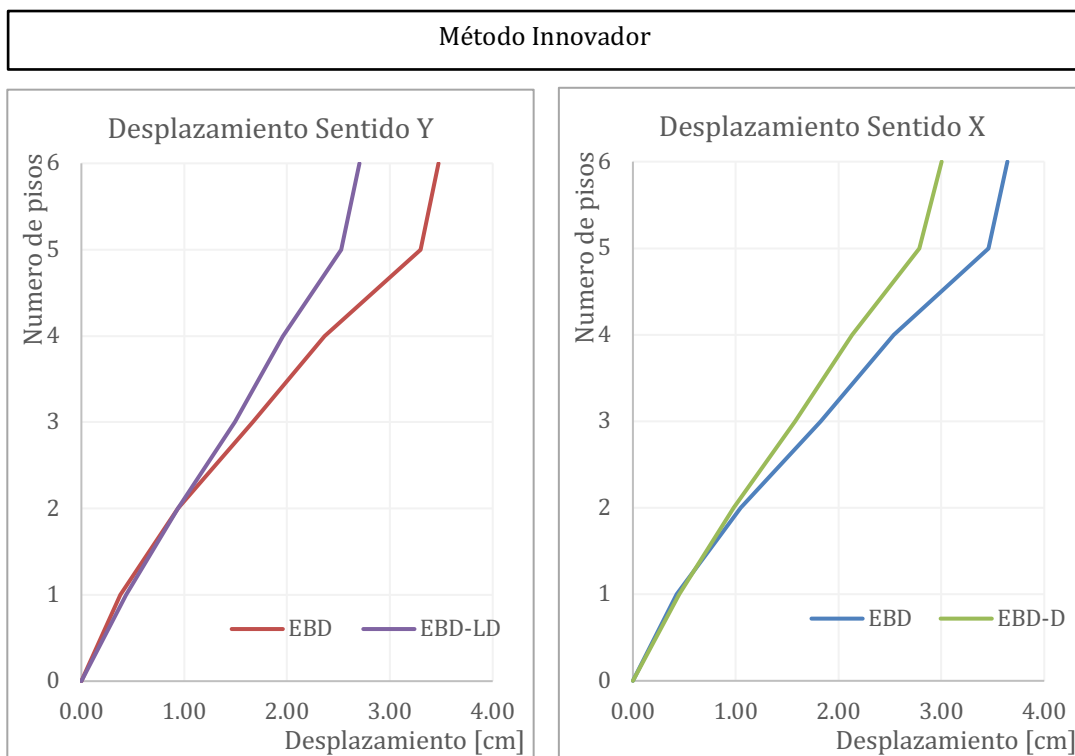
4. El diseño tradicional tiene un peso en carga muerta de 26,501 Ton y el diseño con innovador tiene un peso en carga muerta de 18,604 Ton, la diferencia es del 30%, concluyendo que el diseño innovador es liviano respecto al diseño tradicional.
5. Un cálculo aproximado del volumen de hormigón y el acero de refuerzo lo calculamos de la siguiente forma:
 - a. La diferencia de pesos en carga muerta es de 7,897 Ton,
 - b. Considerando una densidad del hormigón armado de 2.40 Ton/m³,
 - c. El volumen de hormigón aproximado adicional es de $7,897/2.40 = 3,290 \text{ m}^3$,

- d. La relación aproximada del acero de refuerzo y volumen de hormigón es de $100\text{Kg}/\text{m}^3$, obtenemos $3,290 \cdot 100 = 329,000\text{Kg}$.
6. Para el diseño innovador el número de diagonales en cada sentido es de 128 unidades, teniendo un total de 256 unidades en total.
 7. Para este análisis se considera el registro del reventador del año 1987 mayorado con el programa Seismo Match (versión de prueba).
 8. El análisis de evaluación se realizó por el método de desplazamiento dinámico no lineal se realizó colocando Hinges en las secciones horizontales y verticales (vigas y columnas) y Links en las diagonales, el análisis se realizó el método Nonlinear Modal (FNA) por motivo que el con Hinges Nonlinear Direct integration no convergió.
 9. Al comparar los desplazamientos del método tradicional concluimos que los desplazamientos son altos con un valor de 7cm

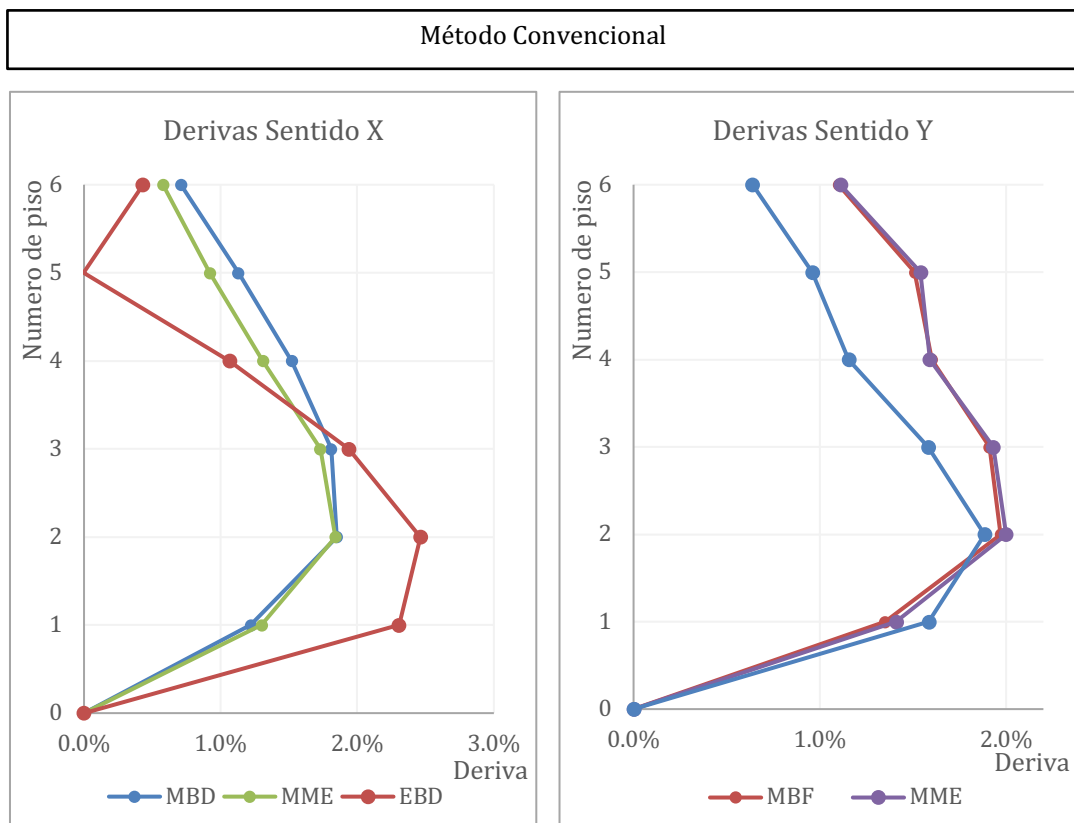
Método Convencional



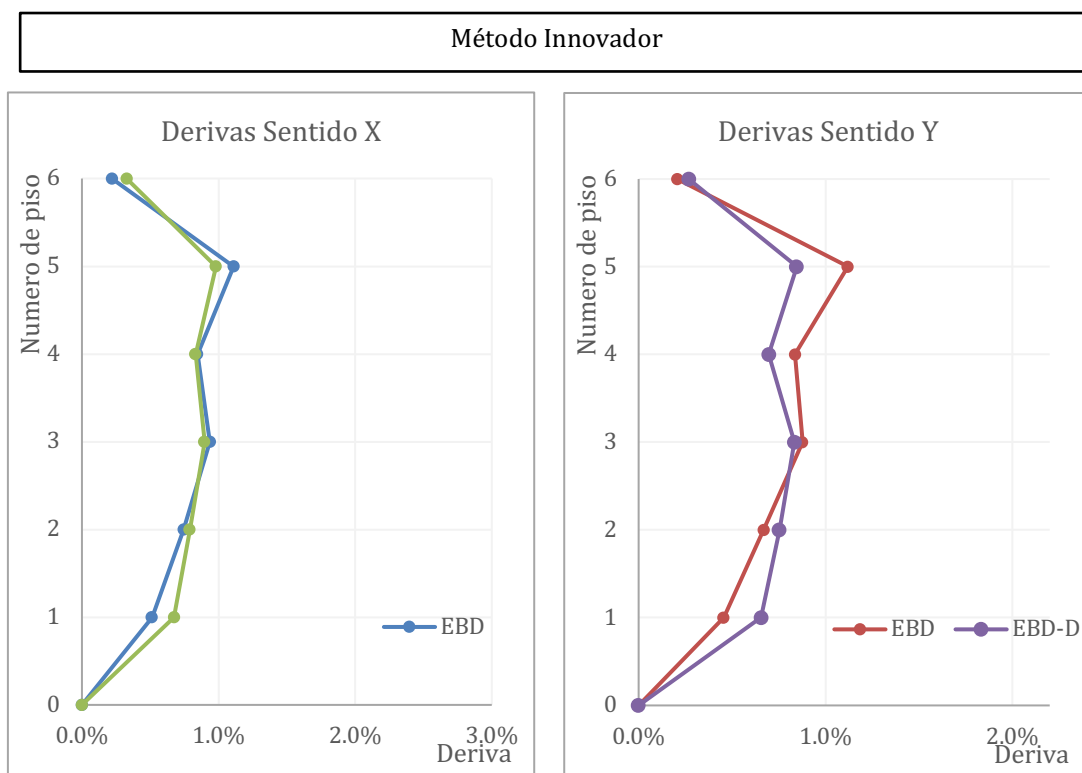
10. Al compara los desplazamientos del método innovador concluimos que los desplazamientos son bajos con un valor máximo de 3.50cm



11. Al compara las derivas del método convencional identificamos que cumple con la normativa NEC pero no cumple con el nivel de desempeño.



12. Al comparar las derivas del método innovador identificamos que cumple con la normativa NEC y cumple con el nivel de desempeño



13. Cuando calculamos la ductilidad de los elementos estructurales identificamos que se encuentran sus valores en los calculados y menor al máximo, concluyendo que los elementos diagonales fluyen y se encuentran en el rango elástico.

14. En el método de evaluación basado en desplazamiento dinámico no lineal se obtienen las aceleraciones de cada piso, concluyendo un valor de 4.5g,. este valor es muy alto para que los elementos no estructurales puedan cumplir con el nivel de desempeño de elementos no estructurales de ocupación inmediata, de esta manera se concluye que para elementos no estructurales delicados como hospitales se aconseja realizar el diseño estructural con aisladores de base.

REFERENCIAS

NEC-SE-CG. (2015). Normativa Ecuatoriana de la Construcción, Ecuador, Cargas no sísmicas, cargas vivas.

NEC-SE-DS. (2015). Normativa Ecuatoriana de la Construcción, Ecuador, Peligro sísmico, coeficiente sísmico estático, dinámico y análisis por desempeño.

ACI-318-(2019). American Concrete Institute, Estados Unidos, diseño de hormigón armado.

ASCE-41 (2013). American Society of Engineers, Estados Unidos, diseño por desempeño.