

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

ESCUELA DE POSGRADO



**EFFECTO DEL ÁNGULO DE INCIDENCIA SÍSMICA EN
LA RESPUESTA NO-LINEAL DE EDIFICACIONES DE
CONCRETO ARMADO CON SISTEMA DUAL**

Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Civil

Presenta:

Anthony Alexis Lopez Saucedo

Asesor:

Dr. Víctor Iván Fernández-Dávila Gonzáles

Lima, marzo de 2018



I. DEDICATORIA

A mi Madre

II. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a dios y a mi familia, por el apoyo en esta etapa de mi carrera y mi vida.

Agradezco especialmente al Dr. Víctor Fernández-Dávila, que una vez más decidió confiar y creer en mí. Sus sabios consejos y su guía me permitieron culminar satisfactoriamente esta etapa académica.

Agradezco a mis compañeros de maestría, con los que pasé muy gratos momentos.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, que financió mi investigación, viajes y estudios.

Finalmente agradezco a la Pontificia Universidad Católica del Perú y a sus profesores por haber incentivado aún más la investigación en mí y haberme hecho crecer profesionalmente.



INDICE

I. DEDICATORIA	2
II. AGRADECIMIENTOS	3
III. ÍNDICE DE TABLAS	6
IV. ÍNDICE DE FIGURAS	10
V. RESUMEN	12
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. GENERALIDADES	13
1.2. INVESTIGACIONES PREVIAS	13
1.3. JUSTIFICACION	19
1.4. OBJETIVOS	19
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2. SOLICITACIONES SÍSMICAS	21
2.1. PELIGRO SÍSMICO	21
2.2. PARÁMETROS DE LAS FUENTES SÍSMICAS	23
2.2.1. MAGNITUD	23
2.2.2. DISTANCIA DE RUPTURA	23
2.2.3. DISTANCIA DE JOYNER-BOORE	24
2.2.4. VELOCIDAD DE ONDAS DE CORTE DEL SUELO	24
2.2.5. INTENSIDAD DE ARIAS	24
2.2.6. ORDENADA ESPECTRAL ROTD50	25
2.3. EVENTOS SÍSMICOS SELECCIONADOS	26
2.4. ESCALAMIENTO DE REGISTROS SÍSMICOS	26
2.4.1. PROCEDIMIENTO DE ESCALAMIENTO	27
2.4.2. FACTORES DE ESCALA	27
3. MODELO ESTRUCTURAL	30
3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MODELO	30
3.1.1. CONFIGURACION ESTRUCTURAL EN PLANTA	30
3.1.2. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL EN ELEVACIÓN	30
3.2. PARÁMETROS ELÁSTICOS DEL SISTEMA	32
3.2.1. PERIODO FUNDAMENTAL DEL SISTEMA (T)	32
3.2.2. RAZON DE RIGIDECES LATERALES (K_y/K_x)	32
3.2.3. RAZON DE RIGIDEZ TORSIONAL Y RIGIDEZ LATERAL ($K_\phi/K_x r^2$)	32
3.2.4. EXCENTRICIDAD (e_x/r , e_y/r)	32
3.3. ELEMENTOS ESTRUCTURALES	33
3.3.1. ELEMENTOS TIPO BARRA DE TIMOSHENKO	33
3.3.2. ELEMENTOS TIPO BARRA NO LINEAL	33
3.3.3. ELEMENTOS TIPO SHELL	33
3.3.4. ELEMENTO TIPO TRUSS	33
3.4. MATERIALES UNIDIMENSIONALES	34
3.4.1. CONCRETO	34
3.4.2. ACERO	34
3.5. MATERIALES MULTIDIMENSIONALES	34

3.5.1.	<i>CONCRETO PARA MUROS DE CORTE</i>	35
3.5.2.	<i>ACERO DE REFUERZO DE MUROS DE CORTE</i>	35
3.6.	SECCIONES	35
3.6.1.	<i>SECCION CON FIBRAS</i>	35
3.6.2.	<i>SECCION DE PLACA CON CAPAS</i>	35
4.	ANÁLISIS SÍSMICO	36
4.1.	GENERACION DE CASOS DE ESTUDIO	36
4.1.1.	<i>ANÁLISIS DINÁMICO DE LOS CASOS DE ESTUDIO</i>	36
4.1.2.	<i>GENERACIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO POR AJUSTE PARAMÉTRICO USANDO NEWTON RAPHSON</i>	36
4.2.	DISEÑO DE LOS CASOS DE ESTUDIO	37
4.2.1.	<i>CARGAS GRAVITACIONALES</i>	38
4.2.2.	<i>CARGAS SÍSMICAS</i>	38
4.2.3.	<i>DISEÑO DE COLUMNAS</i>	38
4.2.4.	<i>DISEÑO DE VIGAS</i>	38
4.2.5.	<i>DISEÑO DE PLACAS</i>	38
4.3.	ANÁLISIS NO LINEAL DE LOS CASOS DE ESTUDIO	39
4.3.1.	<i>PROCEDIMIENTO COMPUTACIONAL</i>	39
4.3.2.	<i>FORMA DE APLICACIÓN DE LA SOLICITACION</i>	39
4.3.3.	<i>ÁNGULO DE INCIDENCIA CRÍTICO</i>	39
4.3.4.	<i>AMORTIGUAMIENTO DE RAYLEIGH</i>	40
4.3.5.	<i>MANEJO DE CONDICIONES DE BORDE: MÉTODO DE LA TRANSFORMACIÓN DE LA ECUACIÓN</i>	40
4.3.6.	<i>NUMERACIÓN DE GRADOS DE LIBERTAD: MÉTODO REVERSE CUTHILL-MCKEE (RCM)</i>	40
4.3.7.	<i>SISTEMA DE SOLUCIÓN DE ECUACIONES DE MOVIMIENTO: MATRIZ DISPERSA</i>	40
4.3.8.	<i>PRUEBA DE CONVERGENCIA: TOLERANCIA POR ENERGÍA</i>	41
4.3.9.	<i>ALGORITMO DE SOLUCIÓN: MÉTODO NEWTON MODIFICADO</i>	41
4.3.10.	<i>ALGORITMO DE INTEGRACIÓN: MÉTODO DE NEWMARK</i>	41
4.4.	ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE INTERÉS.....	41
4.4.1.	<i>RESPUESTAS PROMEDIO</i>	41
4.4.2.	<i>RESPUESTAS GLOBALES MÁXIMAS</i>	42
4.4.3.	<i>RESPUESTAS LOCALES</i>	42
4.4.4.	<i>ÁNGULO DE INCIDENCIA CRÍTICO</i>	43
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	45
5.1.	EFECTO DEL ÁNGULO DE INCIDENCIA.....	45
5.2.	COMPARACIÓN CON NORMA PERUANA	47
5.3.	COMPARACIÓN CON RESULTADOS EN LAS DIRECCIONES PRINCIPALES.....	51
5.4.	EFECTOS LOCALES	54
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
VI.	BIBLIOGRAFÍA	71
VII.	ANEXOS	76
	ANEXO A: RESPUESTAS DE INTERES.....	76
	ANEXO B: MODELO EN OPENSEES	127
	ANEXO C: SCRIPTS EN MATLAB	225

III. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Registros Sísmicos Seleccionados.....	26
Tabla 2.2. Factores de Escala	27
Tabla 4.1. Parámetros elegidos para la generación de los casos de estudio	36
Tabla 5.1. Media y desviación estándar de ángulos de incidencia críticos calculados usando NLTHA	45
Tabla VII.1. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección X calculado utilizando la norma respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.375\text{seg.}$	76
Tabla VII.2. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección X calculado utilizando la norma respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.50\text{seg.}$	77
Tabla VII.3. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección X calculado utilizando la norma respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.75\text{seg.}$	78
Tabla VII.4. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección Y calculado utilizando la norma respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.375\text{seg.}$	79
Tabla VII.5. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección Y calculado utilizando la norma respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.50\text{seg.}$	80
Tabla VII.6. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección Y calculado utilizando la norma respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.75\text{seg.}$	81
Tabla VII.7. Porcentaje de error del giro del quinto nivel en el centro de masas calculado utilizando la norma respecto al giro máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.375\text{seg.}$	82
Tabla VII.8. Porcentaje de error del giro del quinto nivel en el centro de masas calculado utilizando la norma respecto al giro máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.50\text{seg.}$	83
Tabla VII.9. Porcentaje de error del giro del quinto nivel en el centro de masas calculado utilizando la norma respecto al giro máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.75\text{seg.}$	84
Tabla VII.10. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección X calculado utilizando la norma respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.375\text{seg.}$	85
Tabla VII.11. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección X calculado utilizando la norma respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.50\text{seg.}$	86
Tabla VII.12. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección X calculado utilizando la norma respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.75\text{seg.}$	87
Tabla VII.13. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección Y calculado utilizando la norma respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.375\text{seg.}$	88
Tabla VII.14. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección Y calculado utilizando la norma respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.50\text{seg.}$	89

Tabla VII.15. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección Y calculado utilizando la norma respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75 seg.	90
Tabla VII.16. Factor de reducción del cortante en la dirección X de la norma respecto a la fuerza cortante basal máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.375 seg.....	91
Tabla VII.17. Factor de reducción del cortante en la dirección X de la norma respecto a la fuerza cortante basal máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.50 seg.....	92
Tabla VII.18. Factor de reducción del cortante en la dirección X de la norma respecto a la fuerza cortante basal máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.75 seg.....	93
Tabla VII.19. Factor de reducción del cortante en la dirección Y de la norma respecto a la fuerza cortante basal máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.375 seg.....	94
Tabla VII.20. Factor de reducción del cortante en la dirección Y de la norma respecto a la fuerza cortante basal máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.50 seg.....	95
Tabla VII.21. Factor de reducción del cortante en la dirección Y de la norma respecto a la fuerza cortante basal máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.75 seg.....	96
Tabla VII.22. Factor de reducción del momento volcante paralelo a X de la norma respecto al momento volcante máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.375 seg.	97
Tabla VII.23. Factor de reducción del momento volcante paralelo a X de la norma respecto al momento volcante máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.50 seg.	98
Tabla VII.24. Factor de reducción del momento volcante paralelo a X de la norma respecto al momento volcante máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.75 seg.	99
Tabla VII.25. Factor de reducción del momento volcante paralelo a Y de la norma respecto al momento volcante máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.375 seg.	100
Tabla VII.26. Factor de reducción del momento volcante paralelo a Y de la norma respecto al momento volcante máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.50 seg.	101
Tabla VII.27. Factor de reducción del momento volcante paralelo a Y de la norma respecto al momento volcante máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.50 seg.	102
Tabla VII.28. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg.	103
Tabla VII.29. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.	104
Tabla VII.30. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.	105
Tabla VII.31. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg.	106
Tabla VII.32. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a desplazamiento	

máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.	107
Tabla VII.33. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.	108
Tabla VII.34. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg...	109
Tabla VII.35. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.....	110
Tabla VII.36. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.....	111
Tabla VII.37. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg...	112
Tabla VII.38. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.....	113
Tabla VII.39. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.....	114
Tabla VII.40. Porcentaje de error de la fuerza cortante basal en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg...	115
Tabla VII.41. Porcentaje de error de la fuerza cortante basal en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.....	116
Tabla VII.42. Porcentaje de error de la fuerza cortante basal en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.....	117
Tabla VII.43. Porcentaje de error de la fuerza cortante basal en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg...	118
Tabla VII.44. Porcentaje de error de la fuerza cortante basal en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.....	119
Tabla VII.45. Porcentaje de error de la fuerza cortante basal en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.....	120
Tabla VII.46. Porcentaje de error de momento volcante en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg...	121
Tabla VII.47. Porcentaje de error de momento volcante en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.....	122

Tabla VII.48. Porcentaje de error de momento volcante en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.75\text{seg}.$ 123

Tabla VII.49. Porcentaje de error de momento volcante en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.375\text{seg}.$... 124

Tabla VII.50. Porcentaje de error de momento volcante en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.50\text{seg}.$ 125

Tabla VII.51. Porcentaje de error de momento volcante en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.375\text{seg}.$... 126



IV. ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1. Microzonificación de la ciudad de Lima (CISMID, 2004)	22
Fig. 2.2. Espectro de Diseño Calculado	22
Fig. 2.3. Distancia de Ruptura y Distancia Joyner-Boore. Adaptado de Kaklamanos et al (2011)	24
Fig. 2.4. Correlación de la intensidad de Arias con la distancia y la magnitud. Imagen de Travararou et al. (2003).....	25
Fig. 2.5. Set de registros de aceleraciones escalados al Espectro de Diseño de Pseudo-aceleraciones Objetivo.....	29
Fig. 3.1. Planta del Modelo Propuesto	31
Fig. 3.2. Corte del modelo propuesto en el eje 2	31
Fig. 3.3. Sección de Placa por capas propuesta por Lu et al. (2015).....	35
Fig. 4.1. Transformación de X a Y	37
Fig. 4.2. Diagrama de flujo del procedimiento computacional	39
Fig. 5.1. Ubicación del centro de rigidez propuesto para los casos de estudio	46
Fig. 5.2. Ángulos de incidencia críticos para el desplazamiento de los casos estudiados.	46
Fig. 5.3. Ángulos de incidencia críticos para la deriva de los casos estudiados.....	46
Fig. 5.4. Ángulos de incidencia críticos para la fuerza cortante basal de los casos estudiados.	47
Fig. 5.5. Ángulos de incidencia críticos para el momento volcante de los casos estudiados.	47
Fig. 5.6. Función de distribución de probabilidad de los casos estudiados	48
Fig. 5.7. Función de distribución acumulada de los casos de estudio	48
Fig. 5.8. Función de distribución acumulada para los casos $K_o/K_x r^2=2$	48
Fig. 5.9. Función de distribución acumulada para los casos $K_o/K_x r^2=1$	49
Fig. 5.10. Función de distribución acumulada para los casos $K_o/K_x r^2=0.5$	49
Fig. 5.11. Función de distribución acumulada para los casos $T=0.375$ seg	50
Fig. 5.12. Función de distribución acumulada para los casos $T=0.5$ seg	50
Fig. 5.13. Función de distribución acumulada para los casos $T=0.75$ seg	50
Fig. 5.14. Función de distribución acumulada para el error de desplazamiento en todos los casos.....	51
Fig. 5.15. Función de distribución acumulada para el error de deriva en todos los casos	52
Fig. 5.16. Función de distribución acumulada para el error de la fuerza cortante basal en todos los casos	52
Fig. 5.17. Función de distribución acumulada para el error de momento volcante en todos los casos	53
Fig. 5.18. a) Planta del modelo analizado. b) Representación de los elementos estructurales de la planta con figuras rectangulares. c) Ejemplo de escala de colores utilizada, siendo el rojo para los valores mayores y el verde para los menores.	55
Fig. 5.19 Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=0.50$ y $e_z=e_y=0.25$	56
Fig. 5.20. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=1.00$ y $e_z=e_y=0.25$	57
Fig. 5.21. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=2.00$ y $e_z=e_y=0.25$	57
Fig. 5.22. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=0.50$ y $e_z=e_y=0.50$	58

Fig. 5.23. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=1.00$ y $e_z=e_y=0.50$	58
Fig. 5.24. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=2.00$ y $e_z=e_y=0.50$	59
Fig. 5.25. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=0.50$ y $e_z=e_y=0.05$	59
Fig. 5.26. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=1.00$ y $e_z=e_y=0.05$	60
Fig. 5.27. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=2.00$ y $e_z=e_y=0.05$	60
Fig. 5.28. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=0.50$ y $e_z=e_y=0.25$	62
Fig. 5.29. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=1.00$ y $e_z=e_y=0.25$	63
Fig. 5.30. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=2.00$ y $e_z=e_y=0.25$	63
Fig. 5.31. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=0.50$ y $e_z=e_y=0.50$	64
Fig. 5.32. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=1.00$ y $e_z=e_y=0.50$	64
Fig. 5.33. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=2.00$ y $e_z=e_y=0.50$	65
Fig. 5.34. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=0.50$ y $e_z=e_y=0.05$	65
Fig. 5.35. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=1.00$ y $e_z=e_y=0.05$	66
Fig. 5.36. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=2.00$ y $e_z=e_y=0.05$	66

V. RESUMEN

El efecto del ángulo de incidencia del sismo no es un problema trivial para países de alta sismicidad. Muchos códigos internacionales recomiendan a los diseñadores excitar sus edificios en los ejes principales usando sismos bidireccionales y métodos de combinatoria para estimar la respuesta total. Sin embargo, algunos autores han concluido que las respuestas de edificios solicitados en las direcciones principales pueden no ser las máximas.

En consecuencia, esta investigación busca evaluar el efecto del ángulo de incidencia de sismos bidireccionales en la respuesta sísmica de edificaciones de concreto armado con sistema dual (pórticos y muros de corte). Este efecto será medido comparando las respuestas sísmicas de edificios bajo condiciones de ángulo crítico de incidencia y máxima amplificación. Los edificios a estudiarse serán generados a partir de un modelo paramétrico, el cual será evaluado mediante análisis no lineal tiempo historia. Las estructuras serán solicitadas usando 7 registros de aceleraciones sísmicas reales, variando el ángulo de incidencia. Se ha tomado como referencia para este estudio los edificios de 5 niveles.

Los resultados muestran que, en algunos casos, las respuestas no lineales máximas para un determinado ángulo pueden ser hasta 50% mayores a las obtenidas usando metodologías establecidas por códigos nacionales e internacionales (E030, ACI, Eurocódigo). Además, la metodología RotD50 se muestra como alternativa a la incertidumbre causada por la ubicación del ángulo de incidencia crítico, según los resultados de este estudio.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

Los movimientos sísmicos, tal como los registramos con nuestros instrumentos, presentan un ángulo intrínseco originado por la ubicación geográfica del epicentro y el sitio, la orientación del instrumento, la orientación de la construcción evaluada, etc. (Fernández-Dávila et al, 2000). En la práctica profesional, generalmente el ángulo de incidencia sísmico es considerado a lo largo de las direcciones principales de las estructuras. Sin embargo, esta suposición no es correcta porque las excitaciones sísmicas pueden actuar en cualquier dirección, debido a la naturaleza del movimiento sísmico. Este hecho implica la existencia de una dirección sísmica particular que produce una respuesta sísmica de la estructura que es mayor que la calculada.

En la práctica peruana de diseño actual se supone que las acciones sísmicas actúan por separado en cada una de una de las dos direcciones ortogonales que posee el edificio (Norma Técnica E030). Esto es válido sólo si la acción sísmica tiene una dirección predominante que coincide con una dirección principal de la estructura (Kalkan, 2015). Por otro lado, los movimientos de tierra tienen dos componentes horizontales y todos los elementos resistentes en cualquier eje horizontal de la estructura tomarán cargas importantes. Esto se debe a que la acción sísmica puede entenderse como una fuerza vectorial en el plano horizontal actuando sobre la estructura que está cambiando su dirección en cualquier instante de tiempo. Por lo tanto, se podría pensar que las conclusiones obtenidas a partir del análisis unidireccional no son necesariamente representativas de las acciones multidireccionales.

Por esta razón, es de interés de los ingenieros la determinación del efecto del ángulo de incidencia de los sismos en los edificios, sobre todo en los edificios de concreto armado, que son un tipo común de edificio en nuestro país. Es necesario un estudio que proporcione recomendaciones cualitativas y cuantitativas para un adecuado proceso de análisis y diseño considerando los efectos de ángulo de incidencia.

1.2. INVESTIGACIONES PREVIAS

Existen muchos estudios teóricos que tratan de buscar los principales parámetros que condicionan la respuesta no lineal de las estructuras. Kan y Chopra (1976) estudiaron la respuesta inelástica de un edificio de un piso con acoplamiento torsional. La estructura se define paramétricamente y las formas de los espectros usados fueron parabólicas.

Encuentran que la estructura responde principalmente en traslación cuando entra en el rango no lineal, a pesar de su irregularidad. Años más tarde, Irvine y Kountouris (1980) estudian la excentricidad estructural como parámetro para medir la asimetría, sin embargo encuentran que esta no está muy bien correlacionada con la respuesta inelástica torsional, y que la demanda de ductilidad de los elementos resistentes no depende de la excentricidad. Yamazaki (1980) muestra contrariamente que la excentricidad y la respuesta inelástica están relacionadas linealmente. Debido a esta inconsistencia, Tso y Sadek (1985) proponen el uso de la excentricidad de resistencia como un parámetro más apropiado. La excentricidad de resistencia se calcula a partir de las fuerzas máximas admisibles de los elementos resistentes, y no de las rigideces, como se hace convencionalmente para calcular la excentricidad. Borzorgnia y Tso (1986) en otro estudio, encuentran que las respuestas en los extremos de la estructura dependen en mayor medida de la distribución de rigideces del modelo que de la demanda de ductilidad. Hejal y Chopra (1987) Estudian la respuesta elástica de un edificio simétrico de marco con acoplamiento torsional, con elementos resistentes proporcionales. Utilizan análisis espectral para el cálculo de las respuestas y proponen una metodología mejorada de análisis para la obtención de respuesta máxima.

Goel y Chopra (1990) realizan un estudio de los resultados de otros investigadores, proponiendo modelos de un nivel con acoplamiento torsional. Los parámetros elásticos usados son la frecuencia natural, la razón de acoplamiento torsional, la excentricidad normalizada y el amortiguamiento. Los parámetros inelásticos que propone son la excentricidad de resistencia (como un factor de la excentricidad de rigidez), el factor de sobrerresistencia y el factor de fluencia (resultado de comparar la respuesta de la estructura asimétrica, con una estructura simétrica de la misma rigidez). Los investigadores muestran que estructuras torsionalmente acopladas no solo responden en traslación en el rango no lineal, que la demanda de ductilidad es superior en estructuras torsionalmente acopladas y que no es sensible a la relación de periodos laterales y a la razón de acoplamiento torsional. También observan que el desplazamiento en el centro de masas no es sensible a la excentricidad y que el desplazamiento de los bordes de la planta depende de la asimetría en planta. Otro aporte es que hacen notar que la discrepancia de otros estudios se debe a que se ha elegido diferentes valores de excentricidad de rigidez y excentricidad de resistencia. La demanda en los elementos flexibles y rígidos dependerá del valor escogido para estas excentricidades. Muestran

también que los elementos perpendiculares a la dirección del sismo tienen importante influencia, indicando que cualquier estudio que no lo considere no puede tener una aplicación real.

Cruz y Cominetti (1992) estudian una estructura de cinco pisos solicitadas con registros sísmicos reales y muestran que los principales parámetros que afectan a las estructuras son el periodo fundamental y la ductilidad. Más tarde, Wong y Tso (1994) Estudian estructuras de un piso con ejes resistentes en las dos direcciones y de iguales rigideces traslacionales, sometidos a sismos bidireccionales. Concluyen que las respuestas locales dependen de la rigidez torsional del sistema estructural y son insensibles a la distribución de resistencia. Cruz y Cominetti (2000) realizan análisis inelásticos usando registros de aceleraciones bidireccionales, y ponen en evidencia que se está subestimando las respuestas al realizar análisis unidireccionales. Fernández-Dávila y Cruz (2006) realizan un estudio paramétrico extensivo de la respuesta inelástica de edificios de cinco pisos. Ellos muestran que las respuestas globales no se encuentran afectas al número de planos resistentes paralelos a la dirección del sismo, sin embargo, las respuestas locales si estarían influenciadas. Además, muestran que los parámetros más importantes son el periodo fundamental, la razón de acoplamiento torsional y la excentricidad normalizada. Los parámetros que influyen la respuesta de los elementos perpendiculares a la dirección de aplicación del sismo son la razón de frecuencias laterales desacopladas, la razón de rigidez torsional y la ductilidad. A su vez, Fuji (2017) propone un método para calcular la respuesta máxima de edificios ante cargas bidireccionales usando métodos estáticos. Sin embargo su formulación está limitada a estructuras con alto grado de acoplamiento torsional.

Recientemente, Reyes y Kalkan (2015) analizan una estructura regular e irregular, con la intención de verificar la sensibilidad de las respuestas al usar registros cercanos a la zona de falla, los cuales han sido rotados en direcciones normales/paralelas a la falla. Muestran en su estudio que realizar este procedimiento, el cual es recomendado por varios códigos, no siempre produce valores conservadores de respuesta en el rango no lineal.

Durante los últimos veinte años, los autores han hecho diferentes enfoques para calcular los efectos del ángulo de incidencia del terremoto. Una de las investigaciones más tempranas en determinar el ángulo crítico de la respuesta fue hecha por Wilson (1995) en un esfuerzo para demostrar las deficiencias de las reglas de la combinación del 100-

30% y del 100-40% (Newmark, 1975). En este artículo, el autor proporcionó una solución simple para determinar el ángulo crítico de respuesta para una estructura elástica asimétrica para cargas sísmicas con componentes independientes del movimiento del suelo. Heredia y Machicao (2003) hicieron notar en su estudio que existen pequeñas diferencias entre el uso de la combinación 100-30% y 100-40%. Fernández-Dávila et al. (2000) compararon diferentes metodologías como la regla de combinación del 100% al 30% y el método “raíz cuadrada de la suma de cuadrados”, o SRSS por sus siglas en inglés, para determinar la respuesta máxima de una estructura elástica de cinco pisos cuando uno y dos componentes sísmicos del movimiento del suelo y aplicado en varios ángulos de incidencia. Sus resultados demostraron que la regla de combinación SRSS y 100% -30% puede subestimar la respuesta máxima. Khoshnoudian y Poursha (2004) obtuvieron resultados similares para estructuras de cinco pisos y evaluaron la respuesta elástica e inelástica de las estructuras. Ellos encontraron que el ángulo en el que la máxima respuesta inelástica ocurre para un movimiento del suelo dado no es necesariamente el mismo ángulo en el que se produce la respuesta elástica máxima.

Otros investigadores (López et al, 1997, 2000) han mejorado la solución simplificada desarrollada por Wilson, explicando explícitamente la correlación estadística entre los componentes horizontales del movimiento del suelo.

Athanatopoulou (2005) desarrolló expresiones para calcular cualquier parámetro de demanda (por ejemplo, cargas axiales en columnas) que permite la determinación del ángulo crítico de respuesta de una estructura asimétrica. Esto último solo si se realizan análisis sísmicos usando registros bidireccionales; es decir, un análisis hecho en el ángulo incidente de $\alpha = 0^\circ$ y un segundo análisis para el ángulo incidente de $\alpha = 90^\circ$. Los registros sísmicos pueden tener algún grado de correlación para que la fórmula sea viable y sólo es válida para estructuras elásticas. Hosseini et al (2008) analizaron edificios de acero de cinco pisos, encontrando que el ángulo de incidencia del sismo puede incrementar la fuerza cortante basal de las estructuras 10% con respecto a las respuestas de las excitaciones aplicadas sobre el eje de la estructura. También indican que las direcciones de incidencia diferentes de las direcciones del edificio principal pueden conducir a respuestas dinámicas desfavorables.

El estudio de Rigato y Medina (2007) examina la influencia que el ángulo de incidencia sísmico tiene en varios parámetros de demanda para una estructura de un solo piso sometida a movimientos de tierra bidireccionales. Los modelos de este trabajo tenían

varios grados de inelasticidad, se sometieron a un conjunto de 39 pares de registros sísmicos para los cuales se llevaron a cabo análisis no lineales tiempo historia, y tuvieron períodos fundamentales que oscilaron entre 0,2 y 2,0 s para estructuras simétricas y asimétricas. Rigato y Medina (2007) demostraron que la aplicación de movimientos de tierra bidireccionales a lo largo de los ejes principales de un edificio inelástico subestima las demandas de deformación pico en comparación con las obtenidas en otros ángulos de incidencia. Aunque no se puede determinar explícitamente una orientación óptima del edificio que minimice las demandas para todos los parámetros considerados para un modelo dado. Sin embargo, para un grado dado de inelasticidad, la relación promedio de las respuestas de deformación pico cuando los movimientos de tierra se aplican en las orientaciones principales de la estructura muestra tendencias estables. Generalmente, estas relaciones aumentan con el período fundamental de vibración y entre 1,1 y 1,6. Sin embargo, las proporciones para movimientos de tierra individuales pueden ser tan altas como 5 para los parámetros de demanda examinados. Se encontró que las respuestas máximas para los movimientos individuales del suelo ocurrían prácticamente en cualquier ángulo de incidencia y variaban con el grado de inelasticidad, lo que implica que pueden obtenerse estimaciones inexactas del rendimiento estructural y el daño si se basan en movimientos de tierra aplicados solamente en las orientaciones principales.

El estudio de Zhang et al (2011) se realizó con el fin de determinar el método más preciso para la combinación de respuesta. Se sabe que los terremotos pueden incidir en las estructuras desde cualquier ángulo, pero en los códigos actuales de diseño sísmico, este tipo de incertidumbre rara vez se toma en cuenta. Esta incertidumbre asociada con la dirección de la excitación del terremoto fue considerada en su investigación y además estimó su efecto sobre las respuestas estructurales. Para ello, Zhang et al. (2011) propusieron un modelo tridimensional simple con un plano simétrico, que tenía períodos fundamentales que oscilaban entre 0,1s y 5,0s, y se sometió a un conjunto de 30 pares de registros sísmicos para los cuales se realizaron análisis tiempo historia lineal y no lineal. El análisis de los resultados mostró que, en promedio, la aceleración elástica del techo está subestimada en un 32% y que el desplazamiento inelástico del techo está subestimado en un 18% si no se considera la variación de la dirección de excitación del terremoto. Reconociendo esto, en el comportamiento no lineal se propuso un factor de modificación de 0,85 para el parámetro de demanda sísmica para SRSS a través de un análisis estadístico, lo que garantiza una probabilidad de 95% de seguridad de diseño.

En el documento de Kostinakis et al. (2013) se investigó la efectividad de las reglas de combinación porcentual para la determinación del valor máximo de cualquier parámetro de respuesta bajo dos componentes sísmicos horizontales. Ellos limitaron sus estudios a análisis lineales tiempo historia. Se analizaron varios edificios de hormigón armado sometidos a ocho movimientos sísmicos bidireccionales. Los valores máximos de respuesta calculados por la regla del 30% y 40% se compararon con la respuesta máxima de los ángulos de incidencia producidos por las fórmulas analíticas. Se verificó que estas subestiman la respuesta.

Del mismo modo, Sebastiani et al. (2014) utilizando un gran número de registros sísmicos para su análisis, mostraron que el ángulo de incidencia crítico dependía en gran medida de la señal a la que era sometida la estructura analizada. No obstante, una limitante de este estudio fue el uso de solo un edificio para su análisis.

Cantagallo et al (2015) investigan el impacto del ángulo de incidencia del terremoto sobre la demanda estructural y la influencia de la selección de registros sísmicos y los métodos de escalamiento sobre los efectos de direccionalidad sísmica. La demanda estructural producida por los análisis no lineales del tiempo historia varían con el ángulo de incidencia sísmico de entrada. Los efectos de la direccionalidad sísmica se evalúan sometiendo cuatro estructuras tridimensionales de hormigón armado de diferente irregularidad usando diferentes registros escalados y no escalados. Los análisis fueron orientados a lo largo de nueve ángulos de incidencia, cuyos valores oscilan entre 0 y 180 grados, con un incremento de 22,5 grados. Los resultados muestran que el análisis no lineal realizado aplicando los registros de movimiento del suelo a lo largo de los ejes principales subestima la predicción de demanda estructural, especialmente cuando se analizan estructuras irregulares. Los registros de movimiento en tierra generan la mayor demanda cuando se aplican a lo largo de la dirección estructural de menor resistencia y un alto contenido energético de los registros aumenta la demanda estructural correspondiente a esta dirección. El impacto de la direccionalidad sísmica sobre la demanda estructural es particularmente importante para los edificios irregulares sometidos a acelerogramas no escalados. Sin embargo, los efectos de orientación son mucho más bajos si se utilizan combinaciones compatibles con el espectro de registros escalados. Los autores señalan que una forma de minimizar este efecto es que los registros escalados deben elegirse cuidadosamente, teniendo en cuenta no sólo la compatibilidad del espectro, sino la distancia de la falla, la energía y la intensidad. Se recomienda el uso de factores de escala menores de 4. Un registro incorrecto puede

causar error, por ejemplo, en la deriva media del edificio. Los autores recomiendan que las estructuras irregulares comiencen con un análisis pushover para identificar las direcciones estructurales más débiles y luego continuar con un análisis no lineal para diferentes ángulos de incidencia.

1.3. JUSTIFICACION

Se han realizado un número considerable de estudios de los efectos del ángulo de incidencia de sismos utilizando análisis no lineal tiempo historia (NLTHA). Sin embargo, los análisis se han realizado según el objetivo de estudio particular de cada investigador y las consideraciones difieren de un trabajo a otro. Adicionalmente, una de las consideraciones más importantes que se ha dejado de lado es que las estructuras objeto de estudio no han sido correctamente caracterizadas. Esto debido a que investigaciones previas no han puesto particular interés en parametrizar las estructuras que han analizado de acuerdo a su comportamiento dinámico. En consecuencia, los autores no llegan a un consenso sobre cuanto se maximizan las respuestas o si es que estas se maximizan ante un determinado tipo de estructuras ante sollicitaciones en direcciones no principales. Los autores también mencionan que las señales utilizadas para los análisis influyen en gran magnitud en las respuestas obtenidas.

Por lo tanto, es necesario un estudio de efectos del ángulo de incidencia sísmica en edificios de concreto armado en el que estén presentes los parámetros más relevantes de los edificios. A su vez, el estudio debe minimizar influencia en los resultados producidas por las diferentes señales utilizadas.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del ángulo de incidencia de sismos bidireccionales en la respuesta sísmica no lineal de edificaciones de concreto armado. Las estructuras objetivo serán generadas a partir de un modelo paramétrico y evaluadas mediante análisis no lineal tiempo historia con registros sísmicos reales escalados. Se ha tomado como referencia edificaciones de 5 niveles y un nivel de peligro sísmico peruano determinado.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Generar y diseñar una familia de modelos paramétricos representativos de edificios reales con sistema dual de 5 niveles.

- b) Obtener los factores de escala de los registros bidireccionales escogidos para el análisis, para asemejarlos a un nivel de peligro sísmico peruano determinado ($Z=4$, $S=1$).
- c) Generar los modelos no lineales de los elementos estructurales viga, columna y muro de corte.
- d) Determinar las respuestas no lineales máximas de interés (deriva, desplazamiento lateral, fuerzas cortantes en la base y momentos volcantes) de los casos generados utilizando los registros escalados y variando el ángulo de incidencia.



2. SOLICITACIONES SÍSMICAS

El objetivo de este capítulo es encontrar un conjunto de registros de aceleraciones reales los cuales, mediante un procedimiento de escalamiento, presenten el mismo nivel de peligro sísmico que el que se calcula a partir de la Norma Peruana E.030 (2016) para el caso específico de la costa peruana, en Lima.

2.1. PELIGRO SÍSMICO

Se conoce como peligro sísmico a la probabilidad que un sismo de determinada magnitud ocurra en un determinado lugar, en una ventana de tiempo. (Wang, 2005) La norma peruana presenta una formula sencilla para calcular la aceleración máxima esperada en un determinado lugar, para una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años. La norma peruana especifica diferentes niveles de peligro, los cuales ha catalogado de acuerdo a la ubicación de la estructura, el tipo de suelo sobre el que está fundada y su importancia. Para la presente investigación se ha considerado como caso particular de estudio la costa peruana por ser la de más alta peligrosidad, y como ubicación específica la ciudad de Lima. Para este caso corresponde un valor del factor Z de la norma peruana de 0.45.

Se ha considerado para los casos de estudio el suelo tipo S1 el cual corresponde a suelos muy rígidos, con velocidad de ondas de corte entre 500 y 1500 m/s. Los suelos de la costa se caracterizan por ser, en gran parte, de origen aluvial, los cuales se encuentran a lo largo de la costa en los valles y desembocadura de los ríos en el mar. Durante el Pleistoceno se han transportado gran cantidad de conglomerados, gravas y conjuntamente con depósitos aluviales han formado un manto continuo de depósitos aluvio fluvio glaciales (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, 1995). El material de tipo conglomerado y grava ha sido observado también en el estudio de microzonificación elaborado por el CISMID (2005), tal como se observa en las zonas de color verde de la Fig. 2.1. Microzonificación de la ciudad de Lima (CISMID, 2004) Estos estudios respaldan la decisión del tipo de suelo S1 como caso particular para este estudio por ser el más usual. El valor numérico que corresponde al tipo de suelo S1 según la norma peruana es el valor de uno.

Debido a que esta investigación está enfocada a edificios de cinco niveles con sistema dual sin ningún uso especial, se considerará como factor de uso el valor de la unidad.

Recogiendo los valores de los factores para el cálculo de la aceleración, se ha calculado una aceleración espectral de 1.125g para la plataforma horizontal del espectro de diseño de la norma E030. El espectro de diseño calculado se muestra en la Fig. 2.2.

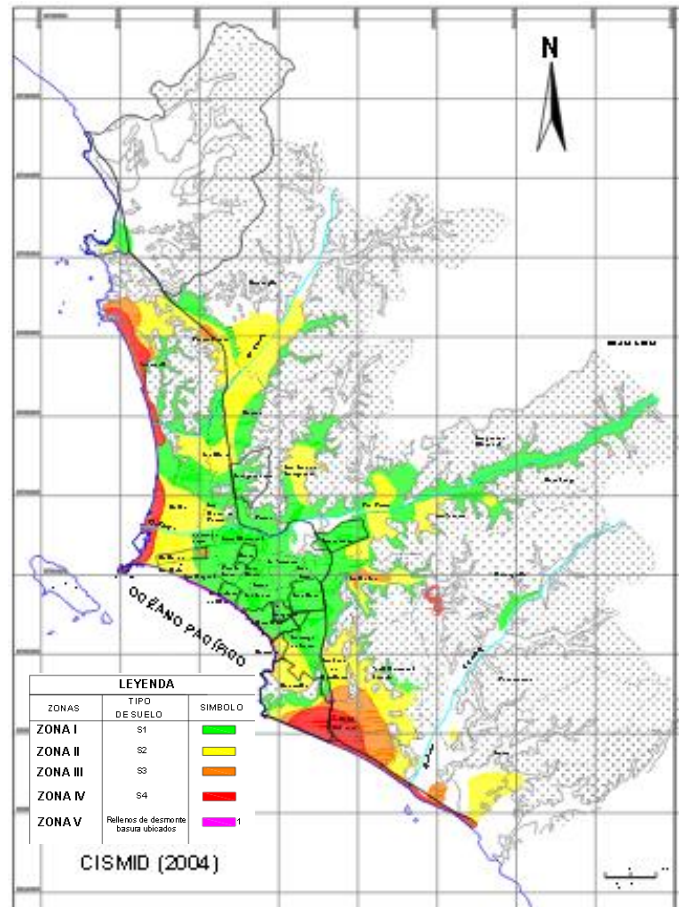


Fig. 2.1. Microzonificación de la ciudad de Lima (CISMID, 2004)

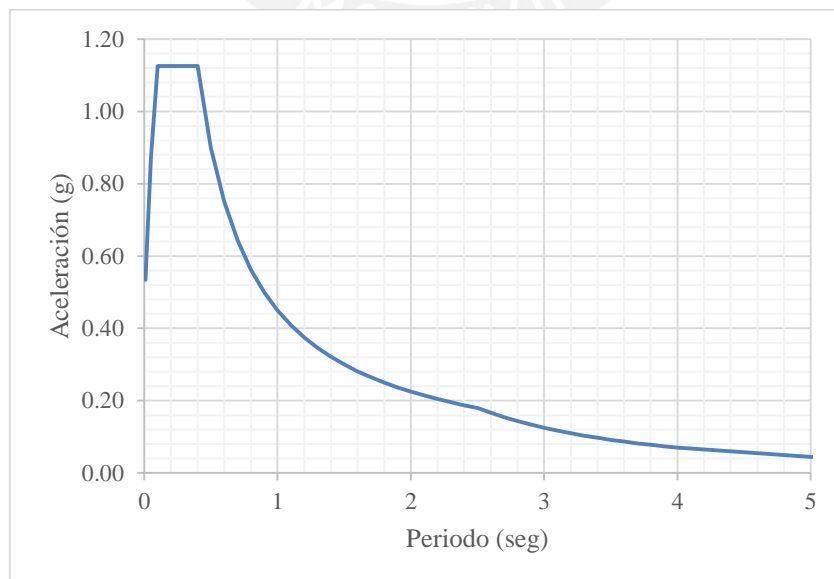


Fig. 2.2. Espectro de Diseño Calculado

2.2. PARÁMETROS DE LAS FUENTES SÍSMICAS

El uso de análisis no lineal tiempo historia se ha convertido en la nueva tendencia en la ingeniería para el cálculo de estructuras. Este método demanda una adecuada selección y escalamiento de registros a niveles de diseño apropiados de acuerdo a ciertos parámetros que los caracterizan (Kalkan y Chopra, 2011). Los parámetros considerados en esta investigación para la selección son los mismos de los procedimientos de la norma ASCE 07-16 y el proceso de escalamiento es por amplitud, estudiado por Mazzoni et al (2012). El ASCE recomienda que los registros seleccionados sean compatibles en magnitud, distancia y energía con el terremoto máximo esperado. Sin embargo, debido a que esta investigación busca verificar los resultados de los procedimientos de cálculo utilizando el espectro de diseño, se utilizará este espectro como objetivo del escalamiento. Se procederá a definir cada uno de los criterios de selección de registros sísmicos.

2.2.1. MAGNITUD

La magnitud es un número que caracteriza el tamaño relativo de un terremoto. La magnitud se basa en la medición del movimiento máximo registrado por un sismógrafo. Se han definido varias escalas, pero las más usadas son: magnitud local (ML), comúnmente referida como "magnitud de Richter", magnitud de onda de superficie (Ms), magnitud de onda corporal, y magnitud de momento (Mw). Las 3 primeras tienen alcance limitado en aplicabilidad y no miden satisfactoriamente el tamaño de los terremotos más grandes. La escala de magnitud de momento (Mw), basada en el concepto de momento sísmico, es uniformemente aplicable a todos los tamaños de terremotos, pero es más difícil de calcular que los otros tipos. Todas las escalas de magnitud deben producir aproximadamente el mismo valor para cualquier terremoto. Para esta investigación se consideró eventos de magnitud mayor a 6 Mw.

2.2.2. DISTANCIA DE RUPTURA

La distancia de ruptura es la distancia más corta del sitio a la superficie de ruptura. La superficie de ruptura es la superficie que se desliza a lo largo de una falla durante un terremoto (Fig. 2.3). Para esta investigación se consideró valores de distancia de ruptura mayores a 15Km.

2.2.3. DISTANCIA DE JOYNER-BOORE

Es la distancia más corta del sitio a la superficie proyectada de la superficie de ruptura. Esto puede apreciarse a detalle en la Fig. 2.3. Para esta investigación se consideró valores de distancia de Joyner-Boore mayores a 15Km.

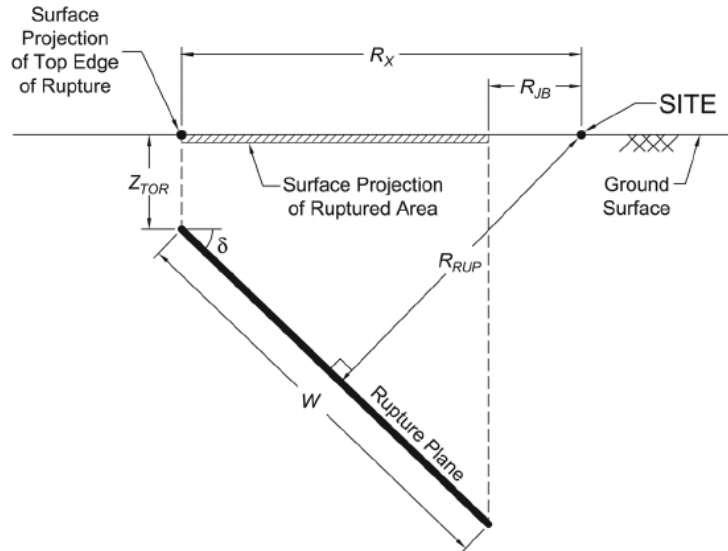


Fig. 2.3. Distancia de Ruptura y Distancia Joyner-Boore. Adaptado de Kaklamanos et al (2011)

2.2.4. VELOCIDAD DE ONDAS DE CORTE DEL SUELO

La velocidad de ondas de corte del suelo o Vs30 es el promedio de las velocidades de ondas de corte de los diferentes estratos que conforman los primeros 30 metros de terreno. Se consideraron valores de Vs30 entre los 500 y 1500m/s, tal como lo indica la norma E030.

2.2.5. INTENSIDAD DE ARIAS

La intensidad de Arias de un registro sísmico es la cantidad de energía por peso disipada por una familia de osciladores de un grado de libertad, cuyas frecuencias están comprendidas entre cero e infinito, para un amortiguamiento dado (Fernández-Dávila, 2007). La expresión de la intensidad de Arias (Ec. 2.1) considera un oscilador lineal simple de amortiguamiento viscoso. Si consideramos una razón de amortiguamiento crítico pequeña, se puede reducir la expresión de la intensidad de Arias a la Ec. 2.2.

$$I_A = \frac{1}{g} \cdot \frac{\arccos \xi}{\sqrt{1 - \xi^2}} \cdot \int_0^{t_f} a^2(\tau) \cdot d\tau \quad (2.1)$$

Donde:

I_A = Intensidad de Arias

ξ = Razón de amortiguamiento crítico

τ = Variable del tiempo

g =Aceleración de la gravedad

$a(\tau)$ =Registro de aceleración del movimiento sísmico del suelo

t_f =Duración total del movimiento sísmico del suelo

$$I_A = \frac{\pi}{2g} \cdot \int_0^{t_f} a^2(\tau) \cdot d\tau \quad (2.2)$$

La intensidad de Arias fue utilizada como una característica adicional al momento de seleccionar los registros sísmicos, con el objetivo de no seleccionar sismos extremadamente destructivos. El modelo de Travararou et al. (2003) relaciona la intensidad de Arias, la distancia de ruptura y la magnitud de los terremotos, permitiendo acotar los valores requeridos de la intensidad de Arias en esta investigación. También menciona que el mecanismo de falla es poco influyente en el valor de la intensidad de Arias (Fig. 2.4). Se consideraron valores de Intensidad de Arias entre 0.2 y 0.9.

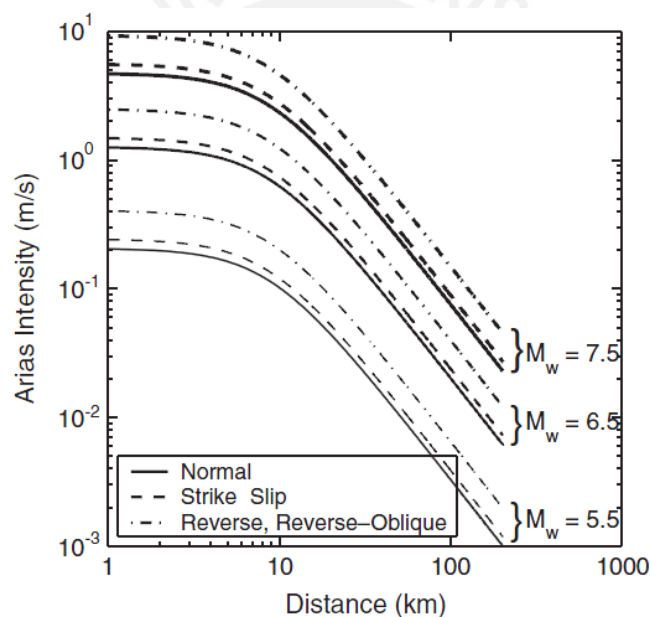


Fig. 2.4. Correlación de la intensidad de Arias con la distancia y la magnitud. Imagen de Travararou et al. (2003)

2.2.6. ORDENADA ESPECTRAL ROTD50

Cuando los registros sísmicos son instrumentados constan de tres dimensiones. A su vez, el concepto de espectro de respuesta es unidimensional. Por tal motivo se consideró como ordenada espectral la descrita por el método de espectro RotD50 (Boore et al, 2006; Boore 2010). Este método consiste en evaluar sistemas de dos grados de libertad (correspondientes a dos direcciones ortogonales) de diferentes periodos utilizando registros sísmicos bidireccionales rotados de 0° a 360° para diferentes ángulos

intermedios. La respuesta obtenida en el tiempo es transformada a coordenadas polares, con la cual se tiene, para cada periodo, valores mínimos, máximos e intermedios de respuesta radial correspondientes a diferentes ángulos de incidencia. Finalmente, el espectro de respuesta es construido a partir de la media de las respuestas de cada periodo.

2.3. EVENTOS SÍSMICOS SELECCIONADOS

Siguiendo los criterios descritos en 2.2, y utilizando la herramienta Ground Motion Database del Pacific Earthquake Engineering Research (2012), se eligieron 11 registros sísmicos para ser usados en el análisis tiempo historia. Los registros seleccionados son los enumerados en la Tabla 2.1. La ubicación de los registros sísmicos escogidos estuvo limitada a los registros de la base de datos de esta herramienta libre, por este motivo no fue posible incluir terremotos locales. Se han escogido terremotos provenientes de 6 eventos distintos, registrados en 11 estaciones en diferentes lugares.

Tabla 2.1. Registros Sísmicos Seleccionados.

ID	RSN	Nombre Estación	Lugar	Año	I _A (m/sec)	Mag Mw	R _{jb} (km)	R _{rup} (km)	V _{s30} (m/sec)
1	572	"SMART1 E02"	Taiwan	1986	0.4	7.3	51.35	51.35	671.52
2	769	"Gilroy Array #6"	US	1989	0.4	6.93	17.92	18.33	663.31
3	796	"SF - Presidio"	US	1989	0.3	6.93	77.34	77.43	594.47
4	3269	"CHY029"	Japon	1999	0.3	6.3	40.14	41.36	544.74
5	3750	"Loleta Fire Station"	US	1992	0.9	7.01	23.46	25.91	515.65
6	4858	"Tokamachi Chitosecho"	Japon	2007	0.5	6.8	25.35	30.65	640.14
7	4893	"Toyotsu Nakano"	Japon	2007	0.5	6.8	61.16	63.54	561.59
8	5773	"Miyagi Great Village"	Japon	2008	0.8	6.9	41.12	41.13	531.25
9	5775	"Tamati Ono"	Japon	2008	0.9	6.9	28.9	28.91	561.59
10	5809	"Minase Yuzawa"	Japon	2008	0.9	6.9	17.34	21.25	655.45
11	5815	"Yuzawa"	Japon	2008	0.9	6.9	22.41	25.56	655.45

2.4. ESCALAMIENTO DE REGISTROS SÍSMICOS

De manera adicional a la selección de registros sísmicos, estos fueron escalados al nivel de peligro sísmico descrito en el apartado 2.1. El procedimiento utilizado para el escalamiento de los registros escogidos es el descrito por Mazzoni et al (2012).

2.4.1. PROCEDIMIENTO DE ESCALAMIENTO

El procedimiento de escalamiento consiste en seleccionar un conjunto de registros sísmicos, a los cuales debe asignarse un factor de escala. Al escalar el conjunto de registros se busca que el promedio de los espectros de respuesta de los registros amplificados sea semejante al espectro de diseño de la norma E030. Los espectros de respuesta utilizados para el escalamiento fueron los espectros RotD50, definidos en el apartado 2.2.6. Para el cálculo de la respuesta sísmica, las once respuestas individuales de los análisis dinámicos han sido combinadas utilizando un promedio aritmético. No existe un método preferente de combinación determinado por la comunidad científica, por lo que también pudo utilizarse combinación geométrica.

2.4.2. FACTORES DE ESCALA

Los factores de escala de los registros sísmicos seleccionados se muestran en la Tabla 2.2. Estos se calcularon según el propósito descrito en el apartado 2.4.1. Los espectros de respuesta escalados se muestran en la Fig. 2.5 y muestran buena compatibilidad con el espectro objetivo.

Tabla 2.2. Factores de Escala

ID	RSN	Nombre Registro	I _A (m/sec)	Mag Mw	Rjb (km)	Rrup (km)	Vs30 (m/sec)	Factor de Escala
1	572	"SMART1 E02"	0.4	7.3	51.35	51.35	671.52	3.59
2	769	"Gilroy Array #6"	0.4	6.93	17.92	18.33	663.31	3.34
3	796	"SF - Presidio"	0.3	6.93	77.34	77.43	594.47	4
4	3269	"CHY029"	0.3	6.3	40.14	41.36	544.74	2.28
5	3750	"Loleta Fire Station"	0.9	7.01	23.46	25.91	515.65	3.53
6	4858	"Tokamachi Chitosecho"	0.5	6.8	25.35	30.65	640.14	3.88
7	4893	"Toyotsu Nakano"	0.5	6.8	61.16	63.54	561.59	2.84
8	5773	"Miyagi Great Village"	0.8	6.9	41.12	41.13	531.25	1.28
9	5775	"Tamati Ono"	0.9	6.9	28.9	28.91	561.59	1.53
10	5809	"Minase Yuzawa"	0.9	6.9	17.34	21.25	655.45	1.34
11	5815	"Yuzawa"	0.9	6.9	22.41	25.56	655.45	1.38

Una de las particularidades de este estudio fue que se eligió que la estructura estuviera alejada de la falla, aumentando la incertidumbre del ángulo de incidencia. Para el caso de que la estructura este cerca a la falla, algunos autores (Bray et al, 2004) recomiendan rotar el registro en las direcciones perpendicular y paralela a la dirección de la falla. Sin embargo, en los últimos años han aparecido detractores de esta metodología (Kalkan et al, 2014). Para el caso de que el edificio se encuentre cerca a fallas activas no se

recomienda el uso de la ordenada espectral RotD50, sino utilizar RotD100, debido a que el registro sísmico puede mostrar una tendencia en una determinada dirección.



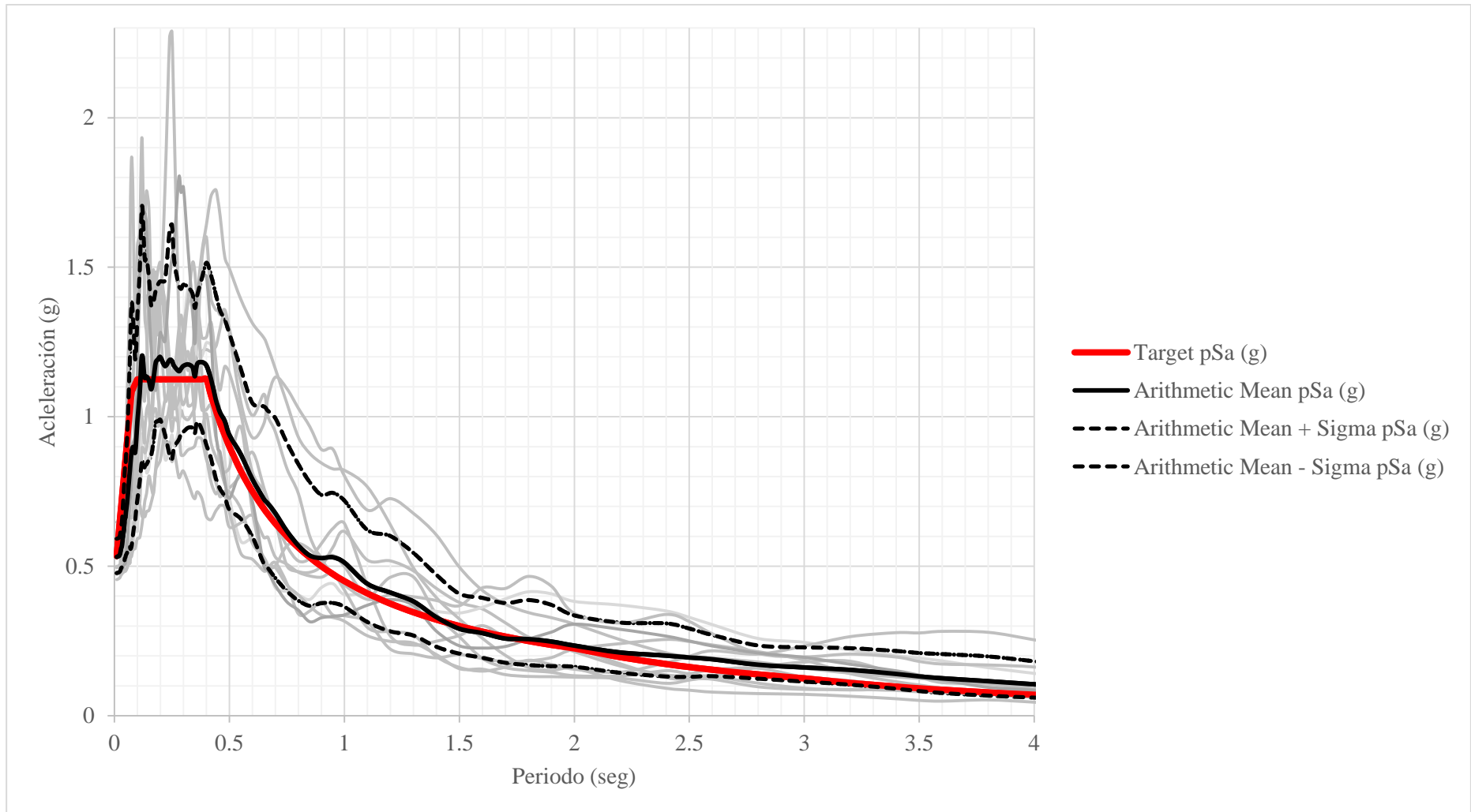


Fig. 2.5. Set de registros de aceleraciones escalados al Espectro de Diseño de Pseudo-aceleraciones Objetivo

3. MODELO ESTRUCTURAL

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MODELO

El modelo de análisis consiste en una estructura acoplada de concreto armado de cinco niveles conformada por pórticos y muros de corte.

3.1.1. CONFIGURACION ESTRUCTURAL EN PLANTA

Para el modelo en estudio se ha considerado la misma planta en todos los niveles. El detalle de la planta se muestra en la Fig. 3.1 y fue usado en una investigación previa (Lopez y Fernández-Dávila, 2018). Esta configuración se escogió ya que recoge las características dinámicas de las estructuras de concreto armado peruanas de los sectores socioeconómicos medios-altos (concentración de rigidez en la parte central mediante muros de corte y pórticos perimetrales) manteniendo simplicidad en su estructuración y cantidad de elementos. El sistema consta de una losa de dimensiones E1 y E2, con un espesor de 15cm. Además, en cada eje cuenta con dos vanos de dimensiones long1 y long2 en el eje X y long3 y long4 en el eje Y. En la intersección de los ejes 1, 2, 3 y A, B, C se han colocado columnas, a excepción de la intersección de 2 y B, donde se han colocado dos muros de corte en forma de cruz, con dimensiones L2 en el eje X y L1 en el eje Y, ambos de espesor L3. Las columnas del sistema se han denominado como C1, C2, C3 y C4. Las medidas de las columnas tipo C1 son de CX y CY metros, paralela a el eje X e Y respectivamente. Las columnas C2 tienen medidas CX2 y CY metros. Las columnas C3 tienen medidas CX y CY2 metros. Finalmente la columna C4 tiene medidas CX2 y CY2 metros. Todos los elementos verticales están conectados por vigas, las cuales son las mismas en toda la planta. Las medidas de las vigas son de 0.60m y 0.25m.

3.1.2. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL EN ELEVACIÓN

El modelo está conformado por dos marcos de pórticos a los extremos y un marco de pórticos y muro de corte al centro, en cada eje. La altura de cada entrepiso, ent, esta medida entre los ejes de las losas, como se muestra en la Fig. 3.2. La intersección de los ejes 2 y B de la Fig. 3.1 coinciden con el eje de los muros de corte. Todos los pórticos cuentan con vigas de las mismas dimensiones, en todos los niveles.

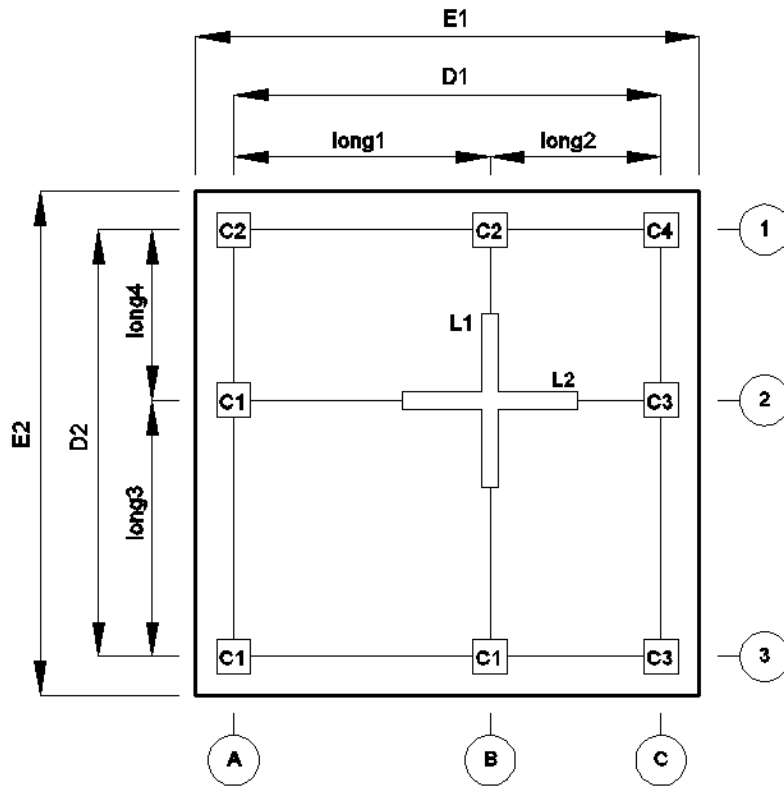


Fig. 3.1. Planta del Modelo Propuesto

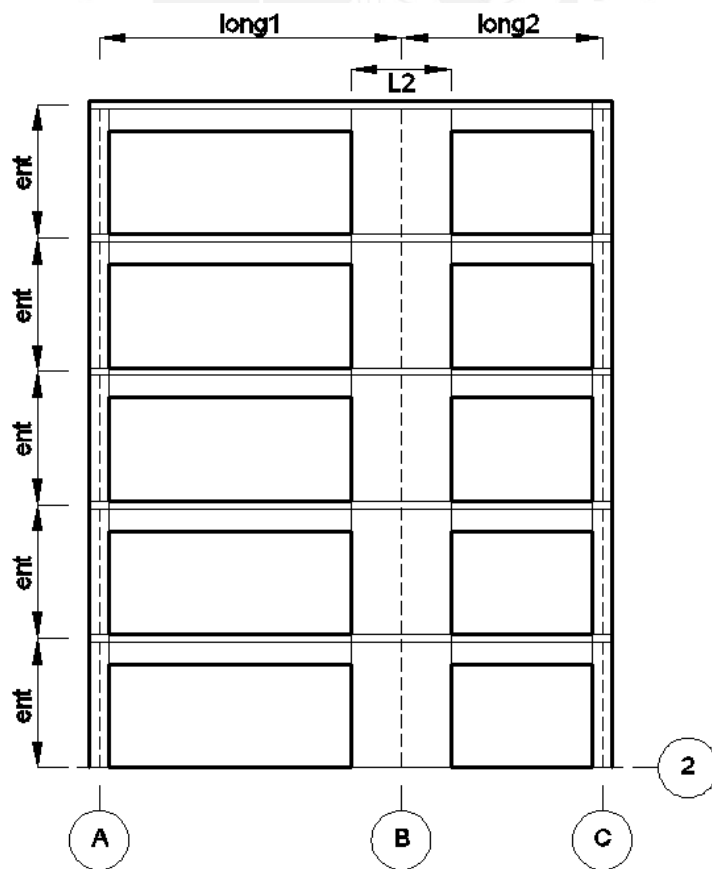


Fig. 3.2. Corte del modelo propuesto en el eje 2

3.2. PARÁMETROS ELÁSTICOS DEL SISTEMA

Para generar los diferentes casos de estudio, fue necesario definir los parámetros más relevantes que gobiernan el comportamiento de los edificios. Los parámetros escogidos para esta investigación son equivalentes a los utilizados en el estudio de Fernández-Dávila et al (2006).

3.2.1. PERIODO FUNDAMENTAL DEL SISTEMA (T)

El periodo fundamental de vibración fue escogido como parámetro principal. Este se calcula a partir del mínimo eigenvalor resultante de la ecuación de movimiento del sistema (Chopra, 1995), tal como se muestra en la Ec. 3.1.

$$\mathbf{M} \cdot \ddot{\mathbf{X}} + \mathbf{K} \cdot \mathbf{X} = \mathbf{0} \quad (3.1)$$

3.2.2. RAZON DE RIGIDEZES LATERALES (K_y/K_x)

La relación de rigideces laterales se calcula de dividir la rigidez en la dirección Y entre la rigidez en la dirección X. Estas rigideces a su vez han sido calculadas a partir de un conjunto de fuerzas que producen desplazamientos laterales proporcionales a los desplazamientos modales del sistema, sin producir giros. La rigidez se calcula dividiendo la fuerza cortante basal entre el desplazamiento del último nivel.

3.2.3. RAZON DE RIGIDEZ TORSIONAL Y RIGIDEZ LATERAL ($K_o/K_x r^2$)

La razón de rigidez torsional y rigidez lateral se calcula de dividir la rigidez torsional entre la rigidez en la dirección X multiplicada por el radio de giro al cuadrado. La rigidez torsional ha sido calculada a partir de un conjunto de momentos que producen giros de planta proporcionales a los giros modales del sistema.

3.2.4. EXCENTRICIDAD (e_x/r , e_y/r)

La excentricidad ha sido calculada para las direcciones principales X e Y. La excentricidad en X se ha definido como la razón entre el momento y la fuerza en Y necesarios para producir desplazamiento en Y sin producir desplazamiento en X ni rotación del sistema. Para el caso de la excentricidad en Y se ha procedido de manera análoga. Para el cálculo de la excentricidad se utilizó un conjunto triangular de fuerzas laterales, y se tomó como excentricidad total la excentricidad promedio de los 5 pisos.

3.3. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

En este apartado se discuten los tipos de elementos utilizados en el modelo estructural. Los elementos usados están basados en los predefinidos en el programa Opensees (McKenna et al, 2008).

3.3.1. ELEMENTOS TIPO BARRA DE TIMOSHENKO

Para columnas y vigas en el rango lineal se ha considerado el modelo de Timoshenko. Este modelo es una extensión del modelo de Euler-Bernoulli, el cual incorpora los efectos de corte. Este modelo permite usar columnas y vigas anchas, las cuales están presentes en esta investigación. El elemento consta de 2 nodos y 12 grados de libertad.

3.3.2. ELEMENTOS TIPO BARRA NO LINEAL

Para columnas y vigas en el rango no lineal, se han considerado el modelo de plasticidad distribuida basado en fuerza. En esta formulación, se busca lograr el equilibrio entre las fuerzas de la sección en los puntos de integración y las fuerzas externas en el elemento. La compatibilidad entre el elemento y las fuerzas en la sección se logra usando el principio de la relación de fuerza virtual. (Kang et al., 2015). Este elemento cuenta con dos nodos y doce grados de libertad. Se utilizaron siete puntos de integración a lo largo del elemento para las columnas y cinco puntos de integración para las vigas.

3.3.3. ELEMENTOS TIPO SHELL

Este elemento fue formulado usando la teoría de mecánica de sólidos tridimensional y ha mostrado buenas aproximaciones en el análisis de placas de espesor variable (Dvorkin et al., 1983); una de las principales ventajas es el poco esfuerzo computacional que requiere (comparable a las de formulaciones isoparamétricas), además este modelo emplea la hipótesis de deformaciones pequeñas y puede ser utilizado para análisis no lineales. El modelo tuvo una mejora (Dvorkin et al., 1995), la cual está basada en la interpolación mixta de componentes tensoriales (MITC en inglés). Este elemento tiene cuatro nodos y veinticuatro grados de libertad. Se utilizará para las losas y las placas.

3.3.4. ELEMENTO TIPO TRUSS

El elemento tipo truss es un elemento que une dos nodos en forma de pivote, y solo trabaja axialmente. Este tipo de elemento será utilizado para modelar el acero de refuerzo en los extremos de los muros de corte. Estos elementos tienen dos nodos y seis grados de libertad.

3.4. MATERIALES UNIDIMENSIONALES

En el software Opensees, un material unidimensional es un tipo de material que puede ser representado por una curva de esfuerzo-deformación unidimensional.

3.4.1. CONCRETO

Para esta investigación se ha considerado el material definido como Concrete02 en Opensees. El modelo toma como base el modelo de concreto confinado desarrollado por Mander et al (1988), pero considera la degradación del concreto en compresión por histéresis del modelo de Yassin (1994). Se consideró concreto sin confinar para el recubrimiento, con resistencia a la compresión máxima de 210 kg/cm^2 y deformación unitaria en la máxima compresión de 0.002, resistencia a la tracción de 29.4 kg/cm^2 y una deformación máxima en compresión de 0.004. También se consideró concreto confinado para el núcleo con cuantía volumétrica igual a 0.005, con resistencia a la compresión máxima igual a 273 kg/cm^2 y deformación unitaria en la máxima compresión igual a 0.0026, y una deformación unitaria máxima de 0.013.

3.4.2. ACERO

Se usó el modelo Steel02 de Opensees, para representar al acero. Este modelo considera, además del módulo de elasticidad y punto de fluencia, parámetros de endurecimiento ante sollicitaciones cíclicas. El modelo fue propuesto por Filippou et al (1983). Se consideró las varillas convencionales de acero con fluencia a 4200 kg/cm^2 . Los valores fueron ajustados usando las fórmulas propuestas por Chen et al (2004) para comportamiento dinámico de varillas de acero embebidas en concreto. Los valores finales fueron un valor de fluencia dinámica de 3675 kg/cm^2 , módulo de elasticidad inicial de $20'000'000 \text{ kg/cm}^2$, razón de endurecimiento de 0.01. Los argumentos para la curvatura e histéresis de la relación esfuerzo deformación usados fueron los valores por defecto en el programa.

3.5. MATERIALES MULTIDIMENSIONALES

En el software Opensees, un material multidimensional es un objeto que representa la relación esfuerzo deformación, resultado de la transformación de un elemento continuo en varias dimensiones a un elemento finito.

3.5.1. CONCRETO PARA MUROS DE CORTE

El material concreto en varias dimensiones considera propiedades del concreto similares a las del material unidimensional, con la diferencia que este se encuentra en estado plano de esfuerzos y se han añadido características del material fuera de plano. Está basado en el modelo de mecanismo de daños y fisuras.

3.5.2. ACERO DE REFUERZO DE MUROS DE CORTE

Al igual que para el concreto, el acero se define a partir de las propiedades unidimensionales, a las cuales se le añade la orientación del refuerzo.

3.6. SECCIONES

Las secciones son objetos a los que puede asignarse estados de esfuerzo-deformación o fuerza-desplazamiento en un punto de integración de un elemento tipo barra o shell.

3.6.1. SECCION CON FIBRAS

Este objeto está compuesto por fibras, y cada fibra está definida por un material unidimensional y una ubicación espacial. El número de fibras determinará el nivel de discretización y la exactitud del análisis. En cada iteración el programa buscará cumplir las condiciones de equilibrio, compatibilidad y leyes de los materiales según sea el caso. Este tipo de sección se aplica a los elementos tipo barra.

3.6.2. SECCION DE PLACA CON CAPAS

De manera análoga a la sección con fibras, la sección de placa con capas está compuesta por fibras, las cuales están definidos por materiales multidimensionales y una ubicación espacial. Este tipo de objeto se aplica a los elementos tipo Shell. La formulación de este tipo de sección fue propuesta por Lu et al (2015). El esquema de este tipo de sección puede apreciarse en la Fig. 3.3.

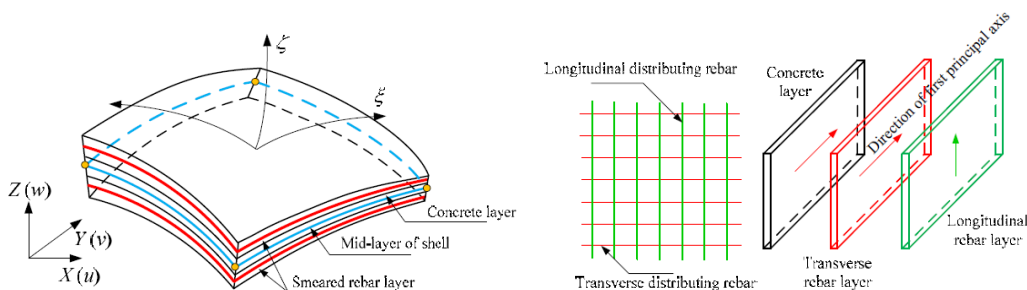


Fig. 3.3. Sección de Placa por capas propuesta por Lu et al. (2015)

4. ANALISIS SÍSMICO

4.1. GENERACION DE CASOS DE ESTUDIO

A partir del modelo estructural y los parámetros elegidos, fue necesaria la generación de una familia de casos que sean representativos a los edificios de cinco niveles de concreto armado. Los parámetros elegidos para este objetivo se muestran en la Tabla 4.1. Para lograr que un edificio de determinadas dimensiones cumpliera los parámetros elegidos fue necesaria la implementación del método numérico Newton-Raphson en el software Matlab. Se generaron 81 casos de estudio, resultado de la combinatoria de los 5 parámetros de la Tabla 4.1. Los valores presentados se eligieron tomando como referencia los valores elegidos por Fernández-Dávila et al (2006).

Tabla 4.1. Parámetros elegidos para la generación de los casos de estudio

1	T (s)	0.375	0.5	0.75
2	K_y/K_x	1	-	-
3	$K_o/K_x r^2$	0.50	1	2
4	e_x/r	0.05	0.25	0.5
5	e_y/r	0.05	0.25	0.5

(-) sin valor

4.1.1. ANÁLISIS DINÁMICO DE LOS CASOS DE ESTUDIO

Para obtener periodos y formas de modo de los casos en estudio, se evaluó la Ec. 4.01, con \mathbf{K} y \mathbf{M} las matrices de rigidez y masas del sistema respectivamente, y \mathbf{X} el vector de desplazamiento de los grados de libertad del sistema.

$$\mathbf{K} \cdot \mathbf{X} + \mathbf{M} \cdot \ddot{\mathbf{X}} = \mathbf{0} \quad (4.01)$$

Las matrices de masa \mathbf{M} y rigidez \mathbf{K} fueron obtenidas usando el programa Opensees. Con el cálculo del periodo se completa la obtención de los valores numéricos de los parámetros, siendo este el único parámetro dinámico.

4.1.2. GENERACIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO POR AJUSTE PARAMÉTRICO USANDO NEWTON RAPHSON

Sea $\bar{\mathbf{X}}$ el vector de dimensiones del edificio, $\bar{\mathbf{Y}}$ el vector de parámetros y $\bar{\mathbf{F}}$ el vector de funciones que transforma $\bar{\mathbf{X}}$ en $\bar{\mathbf{Y}}$ (Fig. 4.1). Las funciones que transforman las dimensiones de los edificios $\bar{\mathbf{X}}$, en los parámetros $\bar{\mathbf{Y}}$, son el ensamblaje de las matrices de masa, rigidez y el análisis dinámico, el cual estamos realizando en el programa Opensees.

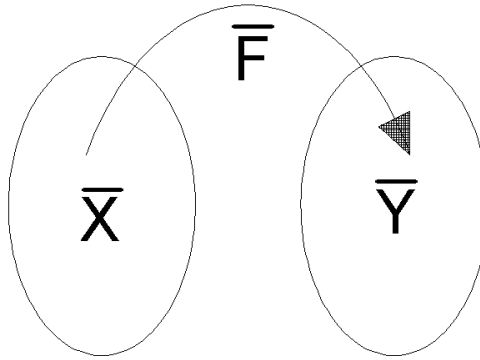


Fig. 4.1. Transformación de \bar{X} a \bar{Y}

Se entiende que \bar{X} e \bar{Y} son arreglos vectoriales de 13 y 5 elementos respectivamente y \bar{F} representa a 5 funciones de transformación. Haciendo dichas aclaraciones podemos establecer la relación $\bar{F}(\bar{X}) = \bar{Y}$. Mediante el método de Newton-Raphson se obtienen los valores de \bar{X} . El método iterativo establece la Ec. 4.02, en la cual, para cada iteración, debe calcularse el valor del vector $\bar{F}(\bar{X})$ o conjunto de llegada, y el jacobiano de las funciones \bar{J} . El valor del jacobiano se expresa en la Ec. 4.03. Nótese que el jacobiano no es una función cuadrada, por lo que para invertirlo fue necesario el uso de la pseudoinversa de Moore-Penrose. Debido a que se trata de un procedimiento numérico y no analítico, se tuvo que utilizar el concepto de límite en el cálculo de las derivadas parciales. El cálculo se inició seleccionando algunas variantes para las dimensiones del modelo estructural (definidas como variables en el capítulo 3) como valores iniciales X_0 y se creó una base de datos que serviría como puntos iniciales o \bar{X} . Una vez calculado el siguiente valor de \bar{X} se procede a la siguiente iteración, hasta que se alcance la tolerancia definida en 4.04. El método converge en un promedio de 6 iteraciones.

$$\bar{X}_{n+1} = \bar{X}_n - \bar{J}^{-1} \cdot \bar{F}(\bar{X}) \quad (4.02)$$

$$\bar{J} = \frac{d\bar{F}(\bar{X})}{dx} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \bar{F}_1}{\partial \bar{X}_1} & \dots & \frac{\partial \bar{F}_1}{\partial \bar{X}_{13}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial \bar{F}_5}{\partial \bar{X}_1} & \dots & \frac{\partial \bar{F}_5}{\partial \bar{X}_{13}} \end{bmatrix} \quad (4.03)$$

$$\|X_n - X_{n-1}\| < 0.005 \quad (4.04)$$

4.2. DISEÑO DE LOS CASOS DE ESTUDIO

Una vez obtenidos los casos de estudio, se procedió con su diseño de acuerdo a las disposiciones de la norma E030 y E060.

4.2.1. CARGAS GRAVITACIONALES

La aplicación de cargas gravitacionales se realizó siguiendo la norma de cargas E020. Se consideró una sobrecarga de $200\text{kg}/\text{cm}^2$ para todos los pisos, incluyendo el último piso.

4.2.2. CARGAS SÍSMICAS

Las cargas sísmicas se aplicaron usando el espectro de diseño de la norma E030. Se consideró análisis independientes para cada dirección. La combinatoria de cargas que maximicen las respuestas fue seleccionada para el diseño de los elementos estructurales.

4.2.3. DISEÑO DE COLUMNAS

Una vez obtenidas las solicitaciones máximas en las columnas, fue posible realizar el diseño; sin embargo, existen infinitas posibilidades de diseño para una columna, por lo que fue necesario aplicar simplificaciones. Las simplificaciones para las columnas fueron: 1) todas las varillas de la columna serán de la misma dimensión. 2) la distancia entre varillas no será superior a los 20cm. Utilizando estas consideraciones, fue posible llegar a una única solución de cuantía para cada columna. El refuerzo de las columnas no se disminuyó en la altura.

4.2.4. DISEÑO DE VIGAS

Al igual que en el caso de las columnas, las vigas fueron simplificadas concentrando el refuerzo en la parte superior e inferior de la viga. Las vigas también presentaron una solución única.

4.2.5. DISEÑO DE PLACAS

El diseño de placas se realizó con una metodología similar al de las columnas. Se consideró para su diseño las siguientes simplificaciones: 1) la placa se dividió en dos zonas de cabeza y una zona de cuerpo, siendo cada cabeza $3/16$ de la longitud de la placa. 2) a pesar que se dividió en dos cabezas, se evitó que las placas requieran columnas en los extremos. 3) se utilizó el mismo diámetro de varilla para todas las parrillas ($3/8''$), variándose el espaciamiento. 4) se colocó refuerzo adicional en las cabezas, según las solicitaciones. 5) el ancho de la placa se consideró como $1/25$ de la altura del entrepiso, siendo el valor mínimo posible 15cm. Utilizando las

consideraciones mencionadas fue posible llegar a una solución única. El refuerzo de las placas no se disminuyó en la altura.

4.3. ANÁLISIS NO LINEAL DE LOS CASOS DE ESTUDIO

Una vez diseñados todos los elementos estructurales se procedió a realizar los análisis no lineales de los casos de estudio.

4.3.1. PROCEDIMIENTO COMPUTACIONAL

El procedimiento computacional para realizar los análisis no lineales se implementó en Matlab y Opensees. En el programa Matlab se generaron los datos de entrada de dimensiones de edificios y registros de aceleraciones sísmicas. Estos datos generados fueron ingresados en el programa Opensees, con el cual se obtuvo la data de resultados. Esta data se llevó de regreso al programa Matlab, generando las respuestas sísmicas y los gráficos, tablas y diagramas presentados en esta investigación. Un esquema representativo se muestra en la Fig. 4.2. Los scripts completos se encuentran en los Anexos B y C.

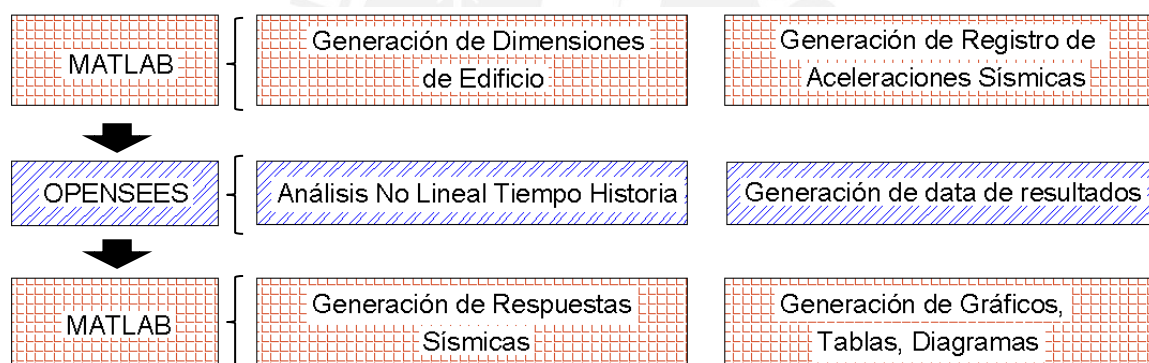


Fig. 4.2. Diagrama de flujo del procedimiento computacional

4.3.2. FORMA DE APLICACIÓN DE LA SOLICITACION

Las solicitaciones sísmicas se generaron en el programa Matlab a partir de los registros seleccionados y escalados según el capítulo 2. A partir de los registros seleccionados se generó 16 registros sísmicos, rotando los ejes de los registros en sentido antihorario cada 22.5°. Considerando los 81 casos de estudio, 11 registros sísmicos, y 16 ángulos de incidencia diferentes, se tuvieron que realizar en total 14'256 análisis.

4.3.3. ÁNGULO DE INCIDENCIA CRÍTICO

En ángulo de incidencia crítico es el ángulo de incidencia que produce el máximo valor para una respuesta de interés determinada. Además, los ángulos de incidencia de cada respuesta de interés no son necesariamente los mismos (Wilson et al, 1982). Para esta

investigación se ha buscado encontrar los diferentes ángulos de incidencia crítico para las respuestas de desplazamientos laterales, derivas de entrepiso, fuerza cortante basal y momento volcante.

4.3.4. AMORTIGUAMIENTO DE RAYLEIGH

Se consideró el amortiguamiento clásico o de Rayleigh para realizar los análisis no lineales tiempo historia. La razón de amortiguamiento se estableció en 5% para la primera y la tercera frecuencia. La matriz de amortiguamiento se consideró proporcional a la matriz de masas y a la matriz de rigidez actual, es decir, la matriz de rigidez en el instante de tiempo en el que se realiza el cálculo del amortiguamiento.

4.3.5. MANEJO DE CONDICIONES DE BORDE: MÉTODO DE LA TRANSFORMACIÓN DE LA ECUACIÓN

Los softwares de análisis estructural pueden tener condiciones de borde especiales, como nodos con condiciones master-slave. El método de la transformación de la ecuación condensa los grados de libertad esclavos, reduciendo las ecuaciones de movimiento, y expresando la estructura en términos de los grados de libertad retenidos. Las ecuaciones de movimiento se reducen en una por cada ecuación de restricción introducida. Este método fue seleccionado antes que el método de la función de penalidad y el método de multiplicadores de Lagrange, debido a que presentó mejores resultados en el análisis de sensibilidad realizado. (Gu et al., 2009)

4.3.6. NUMERACIÓN DE GRADOS DE LIBERTAD: MÉTODO REVERSE CUTHILL-MCKEE (RCM)

La numeración escogida para los grados de libertad fue la de Reverse Cuthill-Mckee o RCM. Este método permuta los elementos de una matriz dispersa con el objetivo de convertirla en una matriz bandeada, con un ancho de banda pequeño. El método también permite la disminución de elementos relleno en la matriz, permitiendo un mejor uso de la memoria de almacenamiento. (Cuthill et al. 1969, Liu et al. 1972)

4.3.7. SISTEMA DE SOLUCIÓN DE ECUACIONES DE MOVIMIENTO: MATRIZ DISPERSA

El sistema de solución de ecuaciones de movimiento en el programa Opensees permite almacenar y resolver las ecuaciones de movimiento de un determinado sistema. Debido a que las matrices de las ecuaciones de movimiento generadas, a pesar de usar el método RCM, presentaba elementos dispersos, se optó por el sistema de matriz dispersa. Este sistema resuelve las ecuaciones de movimiento utilizando métodos orientados a las filas de la matriz.

4.3.8. PRUEBA DE CONVERGENCIA: TOLERANCIA POR ENERGÍA

Los algoritmos de solución, como el de matriz dispersa, necesitan una prueba de convergencia para pasar a la siguiente iteración. La tolerancia por energía verifica el desbalance de energía en el sistema.

4.3.9. ALGORITMO DE SOLUCIÓN: MÉTODO NEWTON MODIFICADO

Como se explicó en la sección 4.1.2, el método de newton puede utilizarse para solucionar un sistema de ecuaciones no lineales, y se utiliza también para la solución de las ecuaciones de movimiento de sistemas estructurales. Sin embargo, como se observó en la ecuación 4.3, se requiere invertir la matriz jacobiana, lo cual puede representar un gran costo computacional. El método modificado invierte la matriz una vez para varias iteraciones, reduciendo el costo computacional. Sin embargo esta modificación provoca que la convergencia sea más lenta. (Scott, 2010)

4.3.10. ALGORITMO DE INTEGRACIÓN: MÉTODO DE NEWMARK

El método iterativo de Newmark consiste en que a partir de los desplazamientos, velocidades, aceleraciones y las propiedades estructurales de un sistema en cierto intervalo de tiempo, es posible encontrar desplazamientos, velocidades y aceleraciones del siguiente intervalo de tiempo, permitiendo realizar el proceso una y otra vez, las veces que sean necesarias. Además, se apoya de dos parámetros, β y γ , los cuales definen la variación de la aceleración en un intervalo de tiempo, y determinan la estabilidad y la precisión del método (Chopra, 1995). Se eligió los valores de $\beta = 1/4$ y $\gamma = 1/2$.

4.4. ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE INTERÉS

Luego de la ejecución de los análisis no lineales tiempo historia, como respuesta de interés global se eligieron a las derivas, los desplazamientos laterales, la fuerza cortante basal y el momento volcante de todos los casos de estudio ante las diversas sollicitaciones. Como respuestas locales se generó los diagramas de fuerza-desplazamiento de las columnas del primer nivel de los casos de estudio más importantes.

4.4.1. RESPUESTAS PROMEDIO

Tal como se explicó en el capítulo 2, todas las respuestas obtenidas de los análisis no lineales realizados utilizando los 11 registros sísmicos seleccionados fueron

promediadas para obtener la respuesta representativa compatible al espectro objetivo (Mazzoni, 2012).

4.4.2. RESPUESTAS GLOBALES MÁXIMAS

Las respuestas globales máximas de los casos de estudio utilizando combinación modal espectral de la norma peruana fueron comparadas con las respuestas no lineales máximas utilizando el juego de registros escalados, variando el ángulo de incidencia. La combinación de las respuestas en ambas direcciones se calculó utilizando el criterio SRSS y 100/30. Las Tablas VII.1 a la VII.9 en el Anexo A muestran los resultados y porcentajes de error de los diferentes casos de estudio. Se observa que los casos más críticos son los que tienen menor proporción de rigidez torsional.

Del mismo modo se procedió a calcular las derivas de entrepiso de los casos estudiados, medida desde el centro de masas de los entrepisos. Estas derivas se midieron en cada instante de tiempo en los análisis no lineales y se han tomado los valores máximos. Estas se muestran en las Tablas VII.10 a la VII.16 y sus resultados son comparados a los obtenidos de utilizar la norma peruana.

Además de la comparación con la norma peruana, se comparó el máximo resultado de las respuestas de desplazamiento no lineales de análisis a diferentes ángulos de incidencia, con las respuestas no lineales de análisis en las direcciones principales. Estos resultados se muestran en las Tablas VII.28 a la VII.33. De los resultados observamos que, de realizarse un análisis tiempo historia en las dos direcciones principales (Es decir en una dirección principal y luego, repetir un análisis rotando 90° el registro sísmico bidireccional) se espera pocas diferencias respecto al análisis rotando el movimiento del suelo. (12.91% máximo en $T=0.375$ seg, 9.95% máximo en $T=0.50$ seg y 7.64% máximo en $T=0.75$ seg). De los resultados mostrados en las Tablas VII.34 a la VII.39 de derivas observamos que, al igual que en el desplazamiento, se espera pocas diferencias (14.58%) entre el análisis en las direcciones principales y el análisis rotando el movimiento del suelo. Estos escenarios se repiten para cortantes basales (VII.40-VII.45) y momentos volcantes (VII.46-VII.51) que tienen diferencias máximas de 7.46% y 4.01% respectivamente.

4.4.3. RESPUESTAS LOCALES

Se calcularon las respuestas locales en columnas y vigas de los casos analizados. A diferencia de los resultados globales, las respuestas locales no son absolutas. Es decir, los valores numéricos encontrados dependen, además de los parámetros de los edificios

elegidos, de la configuración de la planta y de las dimensiones de columnas y vigas. En tal sentido, se debe tomar con precaución los resultados obtenidos, tomando solamente válidas para todos los casos las tendencias encontradas, más no los valores numéricos. Este fenómeno está extensamente explicado en el artículo de Hejal y Chopra (1990).

Se seleccionó los casos de estudio con $T=0.75$ seg por ser los casos que presentan mayor incursión inelástica. Además, se seleccionó como ángulo de incidencia 22.5° y como registro sísmico el terremoto de Japón del 2008 registrado por la estación “Minaze Yusawa”. Se eligió este terremoto y este ángulo de incidencia ya que presentan la menor desviación estándar para la mayoría de los casos respecto a la respuesta promedio.

Para las columnas se han observado demandas de ductilidad que varían desde 1 hasta 8, siendo determinante la excentricidad, como se explicará en 5.4.

Para los modelos propuestos, incluso para los que tienen razón de rigidez rotacional sobre rigidez lateral alta, que las placas son los elementos que absorben la mayor parte del sismo, variando el valor entre el 25% y 50%.

Se ha encontrado además, para las vigas, que los elementos con mayor incursión inelástica se ubican en el segundo nivel.

Es importante mencionar que todos los elementos han sido mencionados usando el código NTE E060.

4.4.4. ÁNGULO DE INCIDENCIA CRÍTICO

Los valores del ángulo crítico para el desplazamiento se muestran en las Tablas VII.1 a la VII.6. Estos se calcularon escogiendo el ángulo para el cual la respuesta de desplazamiento fue máxima. Se observa que a pesar de que existe dispersión, se muestra un valor predominante de 57° y 153° en las direcciones ortogonales X e Y para $T=0.375$ seg, 55° y 140° para $T=0.50$ seg y 74° y 172° para $T=0.75$ seg. Los ángulos críticos para las derivas se muestran en las Tablas VII.10 a la VII.15. Los ángulos críticos predominantes son 57° y 150° en las direcciones ortogonales X e Y para $T=0.375$ seg, 56° y 143° para $T=0.50$ seg y 75° y 173° para $T=0.75$ seg, los cuales son bastante cercanos a los anteriores. También fueron calculados los ángulos de incidencia críticos para las cortantes basales se muestran en las Tablas VII.16 a la VII.21. Los ángulos críticos predominantes son 62.5° y 153° en las direcciones ortogonales X e Y para $T=0.375$ seg, 57° y 135° para $T=0.50$ seg y 94° y 170° para $T=0.75$ seg. Por último, se calculó los ángulos de incidencia críticos para los momentos volcantes pueden

encontrarse en las Tablas VII.22 a la VII.27. Los ángulos críticos predominantes son 61° y 145° en las direcciones ortogonales X e Y para $T=0.375$ seg, 52° y 138° para $T=0.50$ seg y 83° y 166° para $T=0.75$ seg. Los valores predominantes se calcularon tomando el promedio de los valores calculados en las tablas correspondientes.



5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. EFECTO DEL ÁNGULO DE INCIDENCIA

Los resultados encontrados en las Tablas VII.1 a la VII.27 de ángulo de incidencia crítico fueron ajustados a distribuciones normales para evaluar su comportamiento para todas las respuestas de interés. Los valores de la media y la desviación estándar se muestran en la Tabla 5.1 y se seleccionó como parámetro de observación el periodo fundamental de vibración.

Tabla 5.1. Media y desviación estándar de ángulos de incidencia críticos calculados usando NLTHA

	periodo (seg)	X		Y	
		μ (grados)	σ (grados)	μ (grados)	σ (grados)
Desplazamiento	0.375	57.33	29.57	153.00	18.93
	0.50	55.50	20.27	139.83	18.85
	0.75	74.17	20.69	172.34	20.70
Deriva	0.375	57.17	28.16	150.17	18.13
	0.50	56.33	21.01	146.17	17.72
	0.75	74.83	17.71	173.17	20.73
Fuerza Cortante Basal	0.375	62.50	22.36	152.50	32.02
	0.50	56.66	27.63	135.00	25.25
	0.75	94.17	31.25	170.00	30.82
Momento Volcante	0.375	60.83	26.56	145.00	28.28
	0.50	51.67	14.77	138.34	25.03
	0.75	82.50	28.06	165.83	21.34

Los resultados de la Tabla 5.1 fueron graficados en un círculo representando un reloj, como se observa en la Fig. 5.2, Fig. 5.3, Fig. 5.4 y Fig. 5.5 para las respuestas de desplazamientos laterales, derivas, fuerza cortante basal y momento volcante, respectivamente. Observando todas las figuras antes mencionadas es posible observar una tendencia en los resultados. Los ángulos de incidencia crítico tienden a ubicarse en una posición paralela y perpendicular a la ubicación del centro de rigidez, estando este siempre ubicado hacia la parte superior derecha de la estructura vista en planta, como se ilustra en la Fig. 5.1.

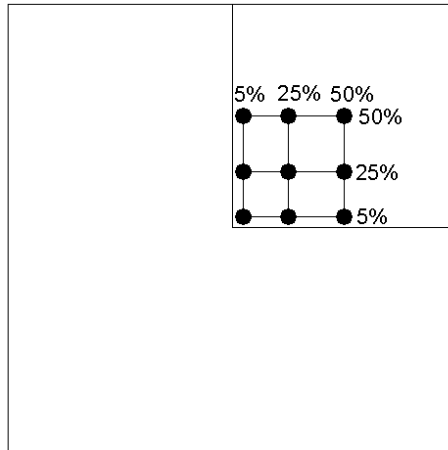


Fig. 5.1. Ubicación del centro de rigidez propuesto para los casos de estudio

Las únicas estructuras que difieren de esta hipótesis son las estructuras de periodo $T=0.75$ seg. Esto puede explicarse comparando las incursiones en el rango inelástico de estos edificios. Para el segundo nivel los edificios de $T=0.375$ seg. tienen una deriva promedio de 0.0038, los edificios de $T=0.50$ tienen una deriva promedio de 0.0041 y los edificios de $T=0.75$ seg. tienen una deriva promedio de 0.0051. Es decir, que el aumento de la incertidumbre y la desviación respecto a la hipótesis propuesta se deben al grado de incursión inelástica de la estructura.

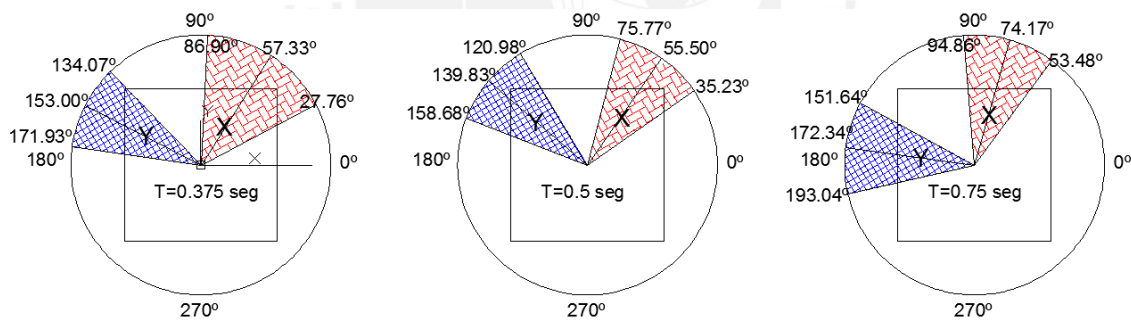


Fig. 5.2. Ángulos de incidencia críticos para el desplazamiento de los casos estudiados.

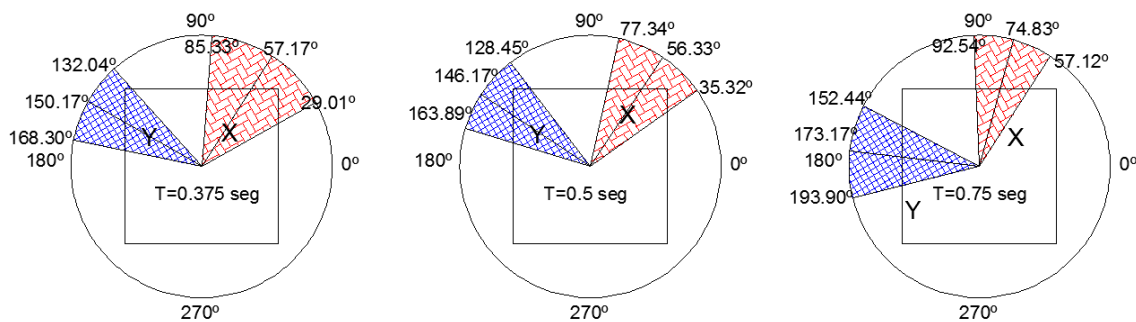


Fig. 5.3. Ángulos de incidencia críticos para la deriva de los casos estudiados.

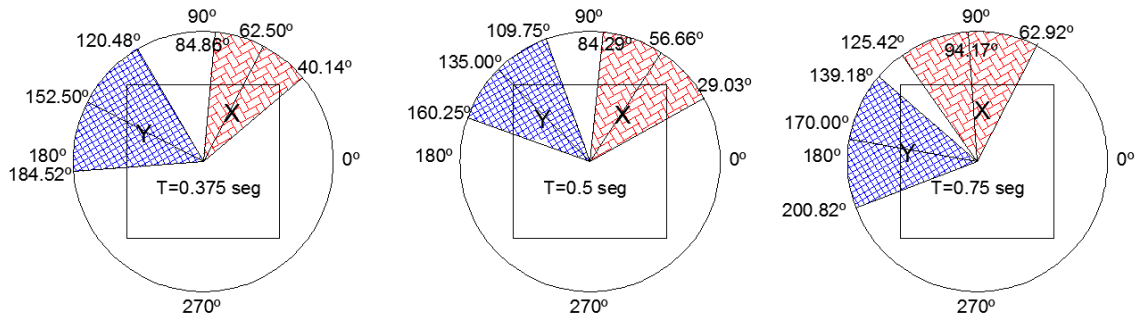


Fig. 5.4. Ángulos de incidencia críticos para la fuerza cortante basal de los casos estudiados.

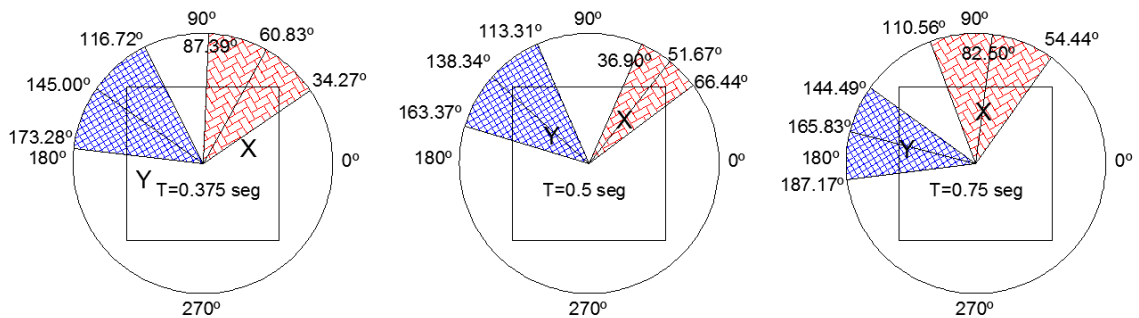


Fig. 5.5. Ángulos de incidencia críticos para el momento volcante de los casos estudiados.

La razón por la que se asume que este fenómeno no ha sido observado antes se atribuye a que las investigaciones anteriores tenían muchos factores que podían hacer variar sus resultados. El más importante de estos factores es que se utilizaron registros sísmicos, sin considerar que estos inherentemente tienen un ángulo preferente diferente para cada frecuencia, alterando los resultados de cualquier análisis.

5.2. COMPARACIÓN CON NORMA PERUANA

Los resultados de desplazamiento obtenidos utilizando análisis no lineal tiempo historia fueron comparados a los obtenidos utilizando la norma peruana, tal como se observó en el capítulo 4. Para tener una mejor perspectiva de los resultados, se construyó una función de distribución de probabilidad a partir de los porcentajes de error de la familia de casos estudiados (810 casos). El porcentaje de error se ha definido como la diferencia del valor de la norma y el valor no lineal, dividido entre el valor no lineal. Los resultados se ajustaron a una distribución de probabilidad log-logística, mostrada en la Fig. 5.6 y su acumulada en la Fig. 5.7, donde las abscisas representan los porcentajes de error y las ordenadas el porcentaje de estructuras. Es necesario precisar que este ajuste considera como universo la familia de casos de estudio, pudiendo diferir del caso real ya

que es muy probable que las edificaciones regulares sean más numerosas que las irregulares.

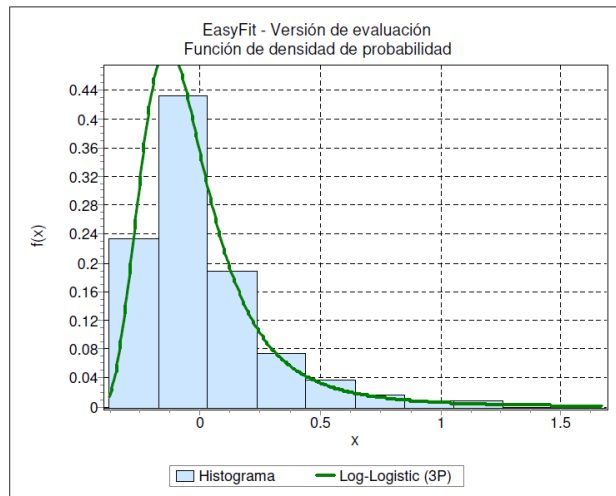


Fig. 5.6. Función de distribución de probabilidad de los casos estudiados

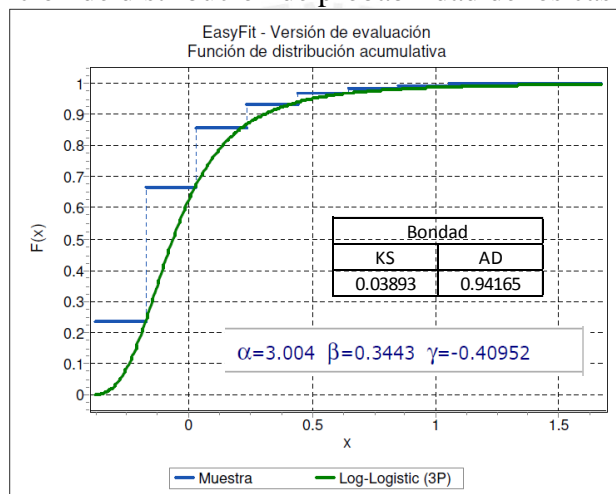


Fig. 5.7. Función de distribución acumulada de los casos de estudio

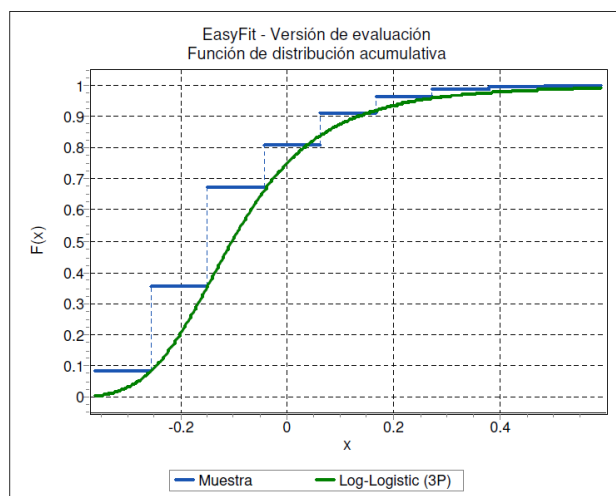


Fig. 5.8. Función de distribución acumulada para los casos Ko/Kxr2=2

De la Fig. 5.7 notamos que la Norma Peruana cubre un poco más del 60% de los casos. Para determinar qué tipo de estructuras son las que tienen mayor respuesta de desplazamiento, se ha dividido la muestra utilizando el parámetro de razón de rigidez torsional y rigidez lateral.

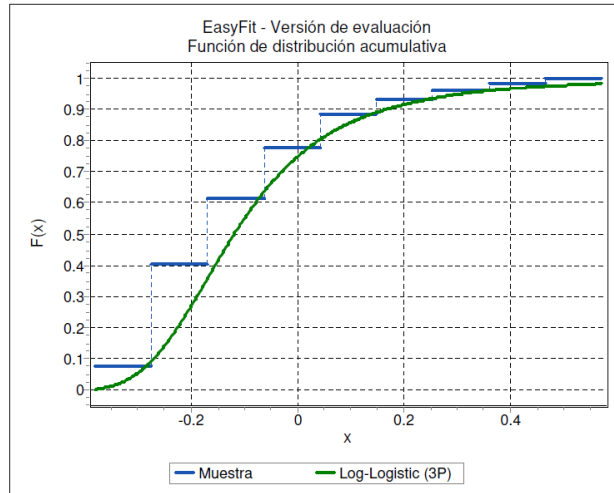


Fig. 5.9. Función de distribución acumulada para los casos $K_o/K_x r^2=1$

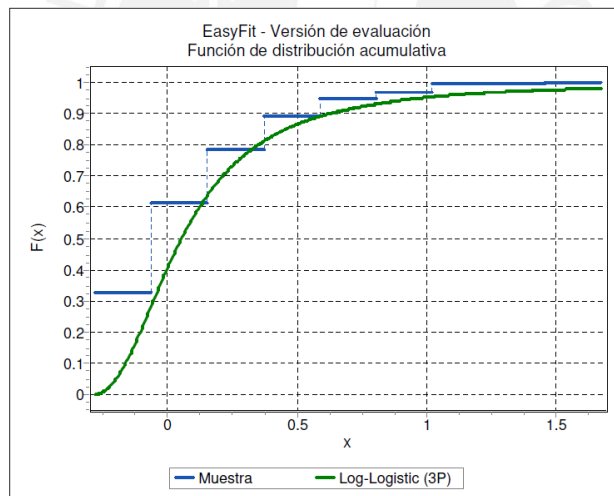


Fig. 5.10. Función de distribución acumulada para los casos $K_o/K_x r^2=0.5$

De las Fig. 5.8, Fig. 5.9 y Fig. 5.10 podemos notar que para los casos $K_o/K_x r^2=1$ y $K_o/K_x r^2=2$, la Norma tiene resultados mayores a los no lineales en más del 75% de los casos. Sin embargo para los resultados de los casos $K_o/K_x r^2=0.5$, la norma solo supera al análisis no lineal en el 40% de los casos. Esto debido a que las estructuras con este último parámetro tienen la rigidez concentrada al centro de la estructura, con elementos de rigidez insuficiente en el borde. Esto ocasiona elevado daño, sumado a pérdida de rigidez y por ello, mayor desplazamiento.

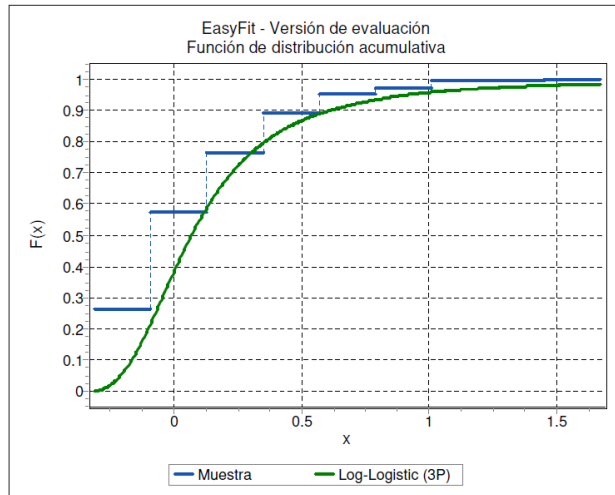


Fig. 5.11. Función de distribución acumulada para los casos $T=0.375$ seg

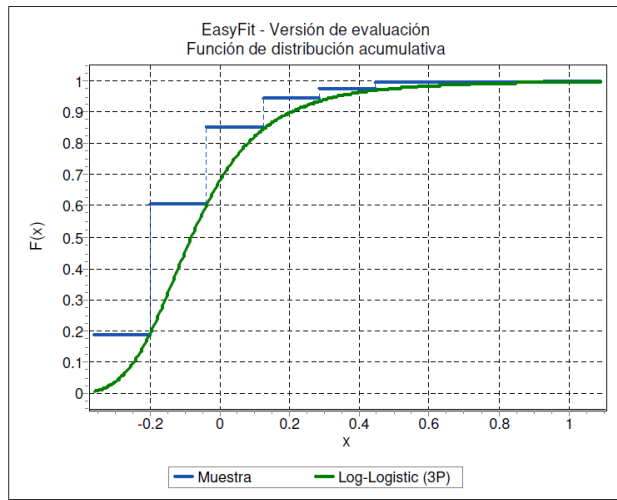


Fig. 5.12. Función de distribución acumulada para los casos $T=0.5$ seg

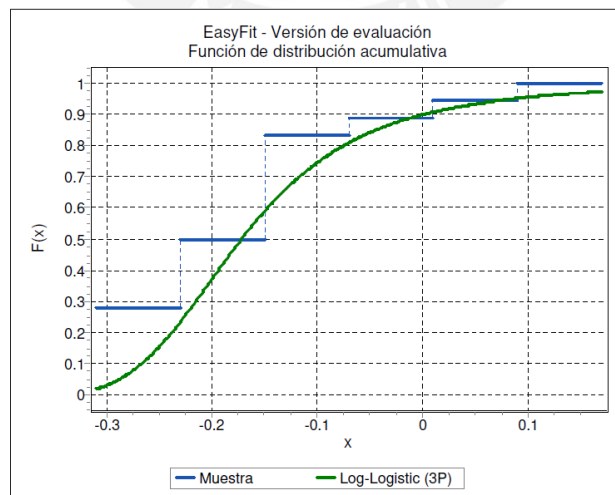


Fig. 5.13. Función de distribución acumulada para los casos $T=0.75$ seg

Debido a que algunos estudios (Riddell, 1989, Lam 1998) relacionan el factor de reducción R de la norma con el periodo, se decidió también observar la variación de las funciones de distribución de probabilidad acumulada en función del periodo.

De las Fig. 5.11, Fig. 5.12 y Fig. 5.13 observamos la dependencia del error de la norma respecto al periodo fundamental de vibración. Para $T=0.375$ seg la norma ofrece resultados conservadores en el 40% de los casos, para $T=0.5$ seg para el 70% de los casos y para $T=0.75$ seg para el 90% de los casos. Esto puede explicarse si comparamos los periodos elegidos con el periodo característico del suelo de 0.4 segundos. Para los casos que están más próximos al periodo del suelo, se tiene una amplificación de la respuesta, y las ductilidades asumidas son incorrectas. Esto puede solucionarse si se hace que el valor de R de la norma sea dependiente de la relación T/T_0 , como lo hace la norma Chilena, por ejemplo. La proposición de este valor esta fuera del alcance de esta investigación.

5.3. COMPARACIÓN CON RESULTADOS EN LAS DIRECCIONES PRINCIPALES

Las respuestas de desplazamiento no lineal con sismos bidireccionales aplicados en las direcciones principales fueron comparadas con las máximas respuestas de desplazamiento producto de la rotación de los sismos bidireccionales, como se observó en el capítulo 4. Al igual que para el caso de la norma, se decidió construir una función de distribución de probabilidad con los 810 casos de estudio para observar que tan errado es el resultado.

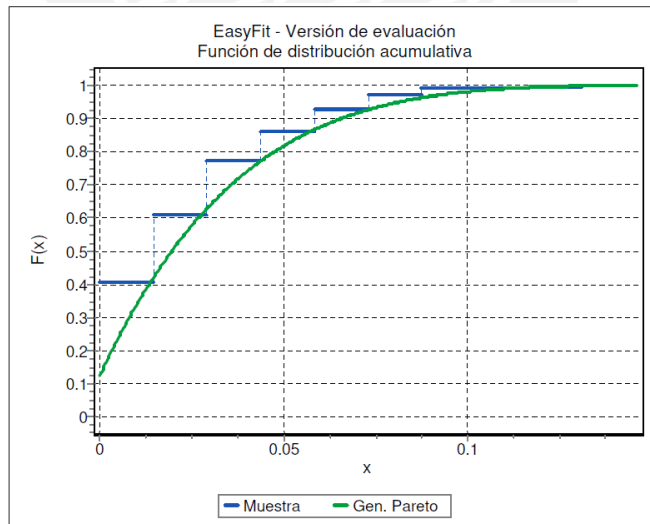


Fig. 5.14. Función de distribución acumulada para el error de desplazamiento en todos los casos

Las respuestas de los análisis se encuentran en las tablas VII.28 a la VII.51. Los resultados se muestran en las Figs. 5.14 a 5.17. La función de distribución fue ajustada a una distribución de probabilidad Gen. Pareto, la cual se asemeja a una distribución

exponencial. De la Fig. 5.14 podemos observar que las respuestas de desplazamiento no lineales producto de rotar las solicitaciones son como máximo 8.5% mayores a las obtenidas aplicando las solicitaciones en direcciones principales en 95% de los casos estudiados. A su vez, se tiene 9% para deriva, 7% para la fuerza cortante basal y 2.2% para momento volcante en las Figs. 5.15, 5.16 y 5.17 respectivamente.

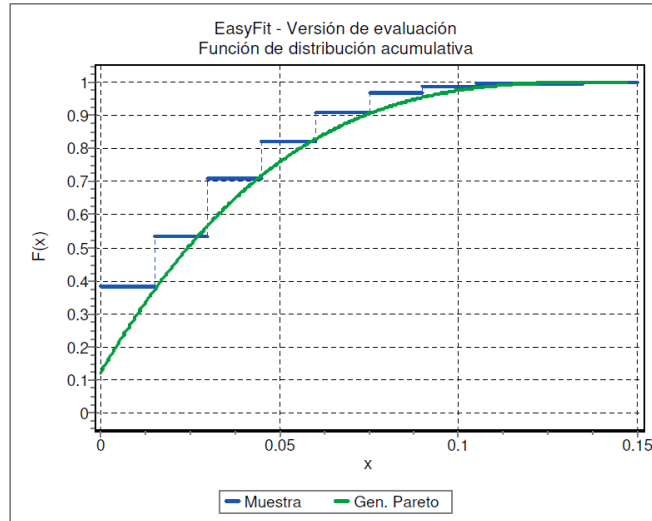


Fig. 5.15. Función de distribución acumulada para el error de deriva en todos los casos

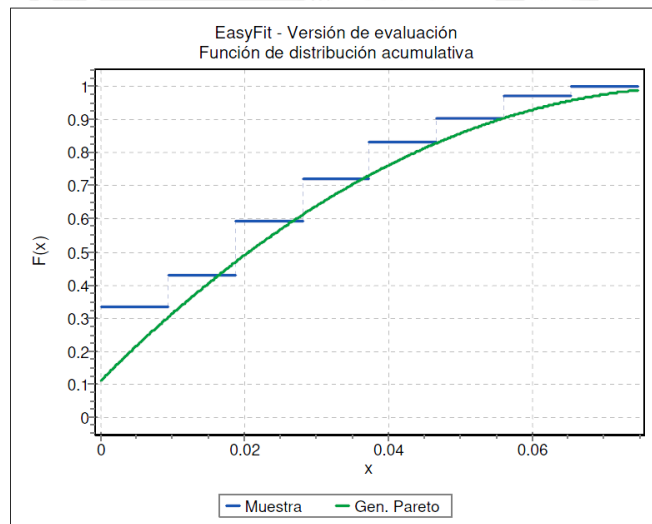


Fig. 5.16. Función de distribución acumulada para el error de la fuerza cortante basal en todos los casos

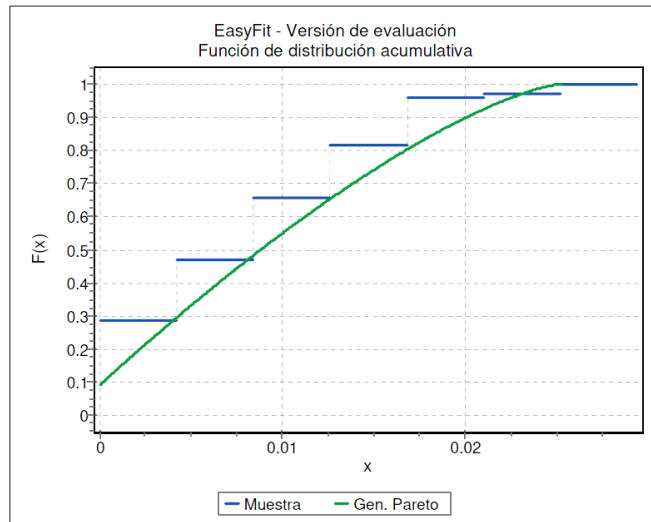


Fig. 5.17. Función de distribución acumulada para el error de momento volcante en todos los casos

La explicación que se puede dar para que el error encontrado sea tan bajo, es el método utilizado para aplicar los registros bidireccionales como sollicitación.

Investigaciones previas como la de Fernández-Dávila et al (2000), Athanatoupoulou (2005), Rigato et al (2007) y Hosseini et al (2008) aportaron estudios paramétricos analizando los efectos de ángulo de incidencia utilizando análisis tiempo historia con registros sísmicos. Sin embargo los registros no fueron compatibilizados con algún espectro en específico, solo se tuvo en cuenta la magnitud y PGA. Tampoco se puso especial interés en el tipo de suelo de los registros seleccionados para sus análisis. A esto se tiene que adicionar que no utilizaron alguna metodología que condense los espectros de respuestas de dos direcciones registradas en uno solo. Por los motivos expuestos, la presente investigación muestra resultados más uniformes que sus predecesoras (Fig. 5.5).

Otro punto importante para señalar es que el método RotD50 considera como incertidumbre la ubicación del ángulo crítico de incidencia. En este sentido, habiendo un ángulo desconocido para cada registro sísmico, y para cada periodo, el método sugiere el uso de la media para los cálculos de respuesta.

A diferencia del método RotD50, el método RotD100 utiliza la envolvente de las respuestas para cada registro y para cada periodo, teniendo para cada uno de estos un ángulo de incidencia crítico asociado. Es decir, que para conseguir el efecto máximo de la estructura, es necesario conocer el ángulo crítico asociado a la estructura para cada respuesta de interés, para que, al momento de aplicarse el registro sísmico rotado y

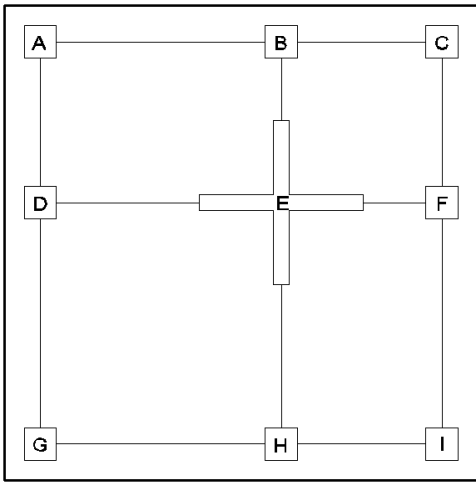
escalado, se consigan las respuestas máximas. Esta además decir que el primer método resulta mucho más sencillo y muestra excelentes resultados, tal como se ha mostrado en los gráficos Figs. 5.14 a 5.17.

Estudios recientes (Cantagallo et al, 2015; Reyes et al, 2015) utilizan el método SRSS para el cálculo de ordenadas espectrales de registros bidireccionales y muchas normas en el mundo lo sugieren para calcular espectros compatibles, como la norma ASCE o la norma peruana. Este método se rechaza, debido a que su uso implica que en el mismo instante de tiempo sucede la máxima respuesta en ambas direcciones ortogonales, lo cual es improbable. Aunque se puede pensar que este método es muy conservador, utilizarlo para la selección y escalamiento de registros espectro-compatibles lleva a efectos completamente opuestos.

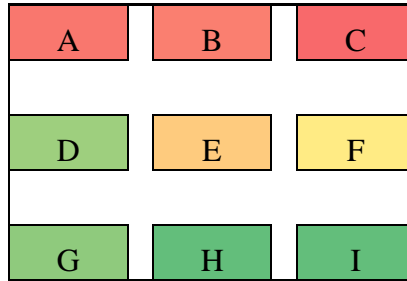
Esto se debe a que, si se utiliza el método SRSS como punto de partida y el espectro de diseño como punto de llegada, el factor de escala será menor al calculado si el punto de partida fuera la metodología RotD50 y el punto de llegada el espectro de diseño, debido a que el espectro SRSS es mayor al espectro RotD50. Sin embargo hay que recordar que los factores de escala al momento de realizar los análisis se aplican a los registros sísmicos, no a los espectros. Por lo tanto las respuestas obtenidas de utilizar los factores de escala del método SRSS son menores a las obtenidas de utilizar los factores de escala del método RotD50.

5.4. EFECTOS LOCALES

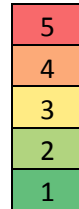
Las Figs. 5.19 a 5.17 muestran un rectángulo conteniendo nueve rectángulos de menor tamaño ordenados en tres filas y tres columnas. Cada uno de ellos representa las columnas y placas según el modelo propuesto. La analogía está representada en la Fig. 5.18. Los valores numéricos corresponden a la demanda de ductilidad de desplazamiento lateral y la fuerza cortante en la base de los elementos estructurales verticales. La sollicitación usada es la descrita en 4.4.3. El color de cada rectángulo ha sido elegido de acuerdo a una escala de colores, para mostrar la tendencia individual de los resultados. La escala se ha construido en cada caso tomando los valores máximos y mínimos de cada modelo como borde, y escogiendo para cada rectángulo un color que corresponda según la gama de colores del rojo al verde. Se muestra un ejemplo de la escala en la Fig. 5.18, con valores que van del 1 al 5.



a)



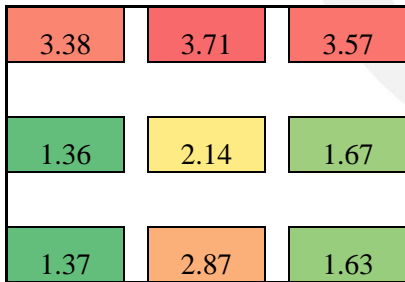
b)



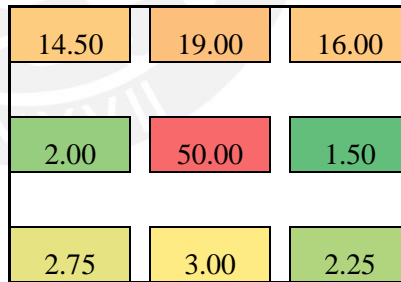
c)

Fig. 5.18. a) Planta del modelo analizado. b) Representación de los elementos estructurales de la planta con figuras rectangulares. c) Ejemplo de escala de colores utilizada, siendo el rojo para los valores mayores y el verde para los menores.

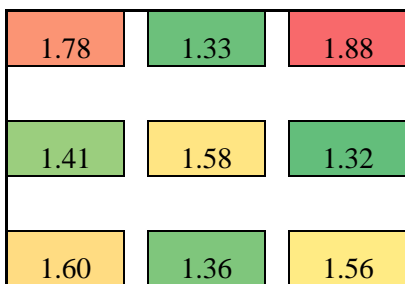
Demanda de Ductilidad X



Fuerza Cortante Máxima X (Ton)



Demanda de Ductilidad Y



Fuerza Cortante Máxima Y (Ton)

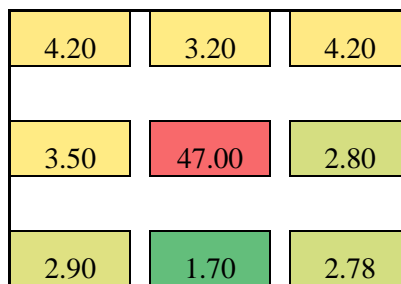


Fig. 5.19 Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=0.50$ y $e_z=e_y=0.25$.



Demanda de Ductilidad X

2.27	2.57	2.51
1.00	2.23	1.17
1.26	1.48	1.64

Fuerza Cortante Máxima X (Ton)

9.10	12.10	11.00
3.50	41.00	4.00
3.50	4.10	3.80

Demanda de Ductilidad Y

1.48	1.34	2.91
1.15	1.58	2.49
1.00	1.36	1.59

Fuerza Cortante Máxima Y (Ton)

5.40	4.10	9.00
5.10	41.00	8.70
3.50	2.50	5.90

Fig. 5.20. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=1.00$ y $e_z=e_y=0.25$.

Demanda de Ductilidad X

1.98	2.20	2.07
1.43	1.29	1.57
1.92	2.17	2.13

Fuerza Cortante Máxima X (Ton)

9.10	12.10	10.00
6.30	41.00	7.10
3.80	8.90	3.80

Demanda de Ductilidad Y

1.06	1.09	2.49
1.41	1.58	2.91
1.04	1.30	2.49

Fuerza Cortante Máxima Y (Ton)

4.90	4.30	7.10
5.50	41.00	8.10
4.30	4.30	6.50

Fig. 5.21. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=2.00$ y $e_z=e_y=0.25$.

Demanda de Ductilidad X

3.34	3.21	2.51
3.33	3.40	3.45
2.40	2.13	4.60

Fuerza Cortante Máxima X (Ton)

13.50	18.00	10.20
6.00	58.00	7.00
5.80	8.90	7.80

Demanda de Ductilidad Y

2.40	6.56	8.50
2.17	2.40	8.87
2.44	7.63	8.58

Fuerza Cortante Máxima Y (Ton)

4.90	4.30	7.40
5.50	41.00	8.10
4.30	4.30	6.50

Fig. 5.22. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_{xr}^2=0.50$ y $e_z=e_y=0.50$.

Demanda de Ductilidad X

3.32	4.09	2.51
2.33	2.00	1.53
1.74	1.63	2.03

Fuerza Cortante Máxima X (Ton)

12.50	15.60	17.00
2.80	41.00	7.00
3.50	4.10	5.80

Demanda de Ductilidad Y

1.96	1.35	2.49
1.76	2.03	1.93
1.62	1.69	1.93

Fuerza Cortante Máxima Y (Ton)

4.60	4.40	16.00
2.60	41.00	12.60
2.20	2.20	10.10

Fig. 5.23. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_{xr}^2=1.00$ y $e_z=e_y=0.50$.

Demanda de Ductilidad X

2.66	3.25	3.14
1.41	1.14	1.60
1.92	2.45	2.51

Fuerza Cortante Máxima X (Ton)

9.10	12.10	17.00
2.80	41.00	7.80
6.50	9.60	5.80

Demanda de Ductilidad Y

1.39	1.07	2.83
1.00	1.58	2.24
1.27	1.45	2.49

Fuerza Cortante Máxima Y (Ton)

5.50	4.10	11.50
6.10	41.00	10.60
4.50	3.50	7.90

Fig. 5.24. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=2.00$ y $e_z=e_y=0.50$.

Demanda de Ductilidad X

1.64	2.00	2.70
1.96	2.14	1.44
1.64	1.28	1.35

Fuerza Cortante Máxima X (Ton)

9.20	12.10	10.00
2.80	60.00	4.00
2.75	2.50	3.20

Demanda de Ductilidad Y

1.50	1.40	1.66
1.19	1.71	1.44
1.27	1.45	1.65

Fuerza Cortante Máxima Y (Ton)

2.40	3.10	7.50
2.40	41.00	6.70
2.10	2.00	5.60

Fig. 5.25. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=0.50$ y $e_z=e_y=0.05$.

Demanda de Ductilidad X

1.69	1.21	1.47
1.22	2.14	1.22
1.46	1.28	1.46

Fuerza Cortante Máxima X (Ton)

9.20	12.10	10.00
4.60	41.00	4.70
4.00	4.90	4.20

Demanda de Ductilidad Y

1.39	1.26	2.40
1.00	1.71	1.87
1.00	1.13	2.07

Fuerza Cortante Máxima Y (Ton)

2.40	5.20	8.00
2.40	41.00	6.70
2.10	2.00	6.30

Fig. 5.26. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=1.00$ y $e_z=e_y=0.05$.

Demanda de Ductilidad X

2.33	2.28	2.20
1.40	2.00	1.38
2.88	2.56	2.09

Fuerza Cortante Máxima X (Ton)

20.40	22.20	18.10
17.60	42.00	16.00
16.20	18.20	15.00

Demanda de Ductilidad Y

1.67	1.18	2.51
1.50	1.71	2.49
1.52	1.22	2.24

Fuerza Cortante Máxima Y (Ton)

10.20	11.10	12.00
12.60	41.00	15.00
11.00	12.00	13.10

Fig. 5.27. Valores de Demanda de Ductilidad y Fuerza Cortante para el caso $K_o/K_x r^2=2.00$ y $e_z=e_y=0.05$.

A partir de las Figs. 5.19 a 5.27 se puede observar que la fuerza cortante incrementa en la zona donde se ubica el centro de rigidez, es decir los elementos con mayor rigidez toman mayor cantidad de fuerza sísmica que los flexibles. También se ha encontrado que la demanda de ductilidad de la placa o elementos centrales es mayor para los casos en que $K_o/K_x r^2=0.5$. Esto se debe a la gran contribución a la rigidez hecha por la placa, siendo sus dimensiones más altas para estos casos. Por lo tanto, al ser elementos tan rígidos tendrán mayor carga y según los casos presentados y el refuerzo colocado, mayor demanda de ductilidad.

En cuanto a la demanda de ductilidad de desplazamiento lateral, se tiene que para las placas o elementos centrales esta incrementa cuando se tiene valores pequeños de excentricidad y valores altos de $K_o/K_x r^2$. Esto se debe a que, debido a que la excentricidad es pequeña, no se tiene elementos muy rígidos en la periferia, por lo tanto los elementos centrales están tomando la mayor parte de la carga y tendrán mayor demanda de ductilidad si no están debidamente reforzados. Sin embargo, tal como se comentó antes, se observan resultados opuestos para valores bajos de $K_o/K_x r^2$.

En el caso de las columnas, la constante que se observa es la mayor demanda de ductilidad cuando los elementos se encuentran más cerca al centro de rigidez. Se observa demandas especialmente grandes en el elemento esquina más próximo al centro de rigidez. Los elementos en la esquina más alejada del centro de rigidez no presenta demandas de ductilidad particularmente altas respecto a los otros elementos.

Para el caso en que la excentricidad es pequeña, se tiene como el caso con la menor demanda de ductilidad de los elementos periféricos y la que tiene valores más uniformes.

A continuación, las figuras Fig. 5.28 a Fig. 5.36 muestran los valores de ductilidad y fuerza disponible de los elementos de los casos analizados siguiendo los patrones anteriormente explicados.

Se observa que para valores de $K_o/K_x r^2$ altos, se tiene elementos más rígidos en la periferia. Para la cuantía de estribos escogida (definida en 3.4), se tiene que la ductilidad disponible es directamente proporcional con el valor de $K_o/K_x r^2$. Es decir, los elementos con mayores dimensiones en la periferia muestran mayor ductilidad que los elementos esbeltos en la periferia. La explicación de este fenómeno es la cuantía longitudinal colocada, la cual es mayor en los elementos más rígidos por restricciones de la norma, que la que tienen los elementos con menores dimensiones.

Ductilidad Disponible X

2.75	4.12	2.33
3.00	5.71	3.00
2.69	3.10	3.36

Fuerza Disponible X (Ton)

13.62	19.99	16.42
3.50	69.02	3.49
3.72	3.74	3.81

Ductilidad Disponible Y

3.11	3.18	4.18
2.74	8.68	5.14
2.19	2.50	3.13

Fuerza Disponible Y (Ton)

6.97	8.53	9.08
3.76	78.17	4.30
3.72	3.41	4.20

Fig. 5.28. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_{xr}^2=0.50$ y $e_z=e_y=0.25$.

Ductilidad Disponible X

3.91	4.90	3.75
3.18	7.93	3.28
3.29	3.81	3.73

Fuerza Disponible X (Ton)

13.68	17.19	15.99
6.80	52.98	9.45
5.52	6.09	6.61

Ductilidad Disponible Y

4.01	5.68	4.04
5.67	7.89	6.71
3.50	4.77	2.19

Fuerza Disponible Y (Ton)

8.85	11.01	13.58
7.92	74.64	14.79
5.52	8.09	9.50

Fig. 5.29. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=1.00$ y $e_z=e_y=0.25$.

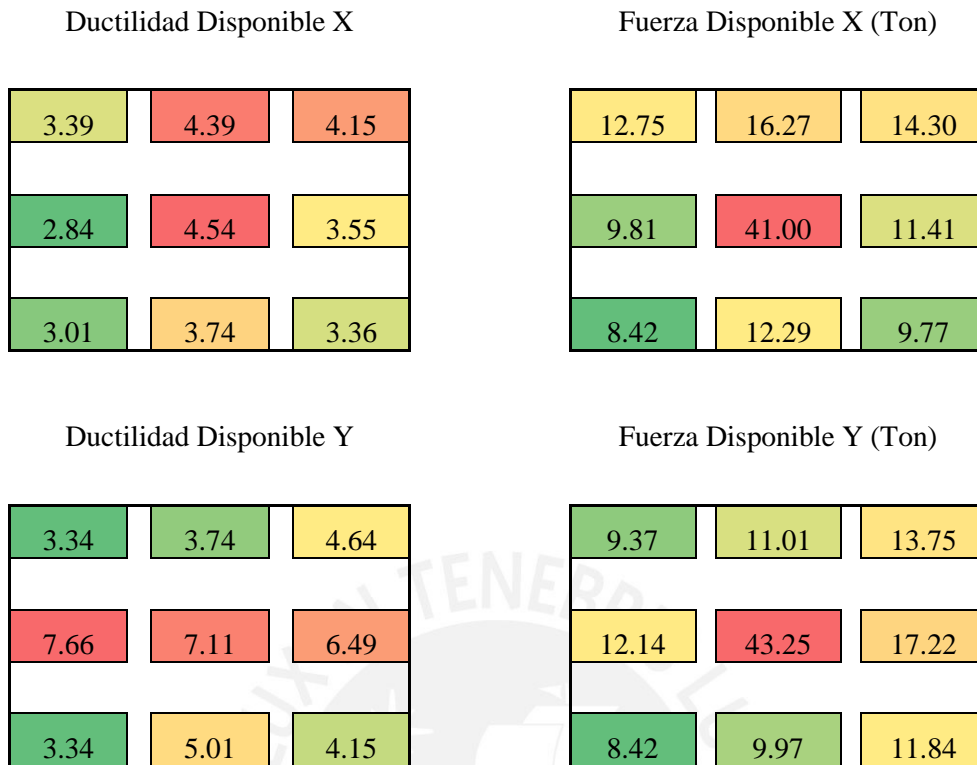


Fig. 5.30. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=2.00$ y $e_z=e_y=0.25$.

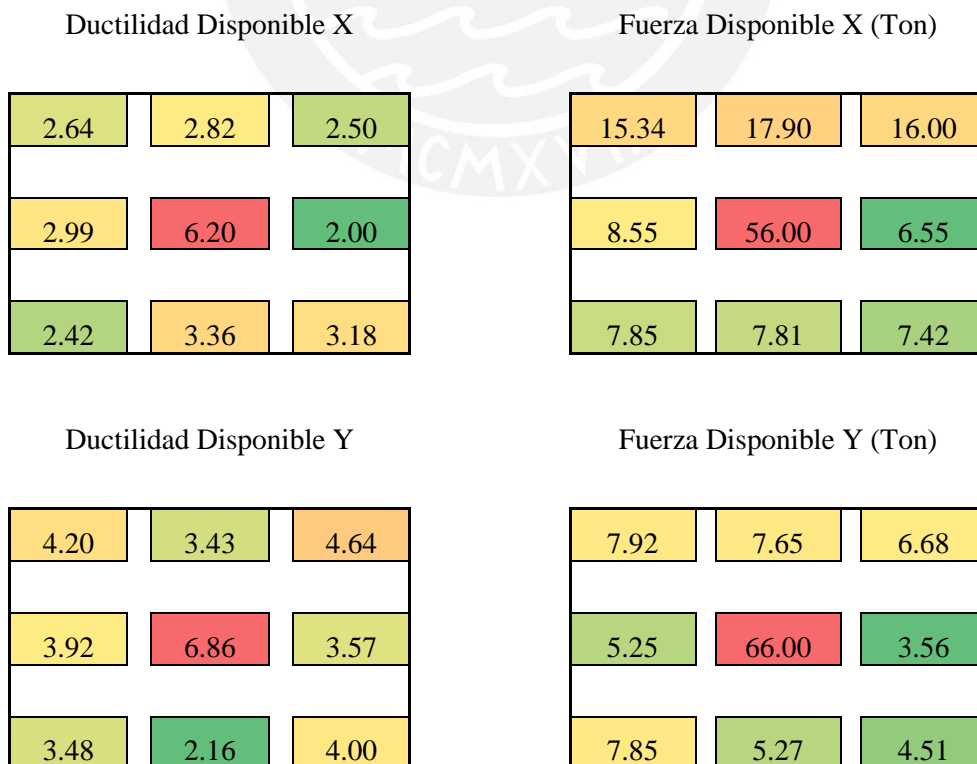


Fig. 5.31. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=0.50$ y $e_z=e_y=0.50$.

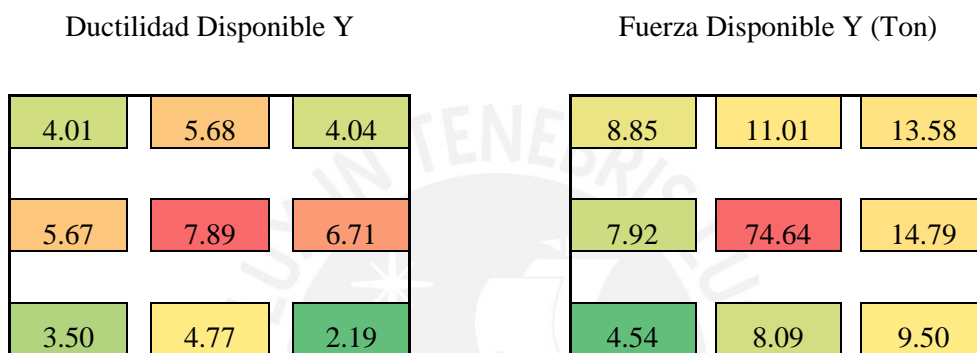
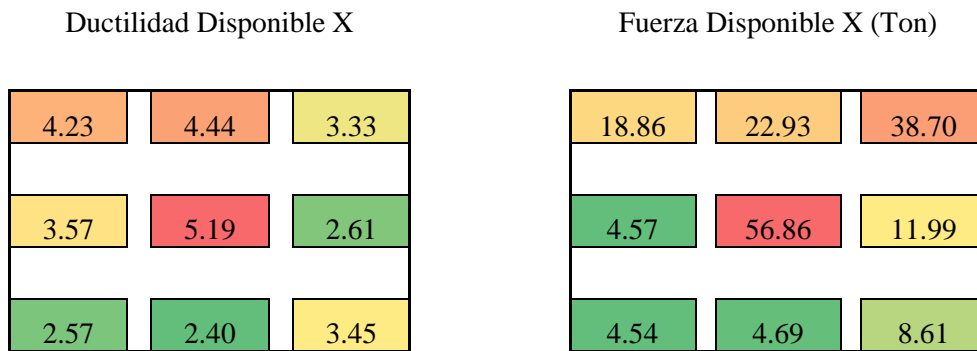


Fig. 5.32. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=1.00$ y $e_z=e_y=0.50$.

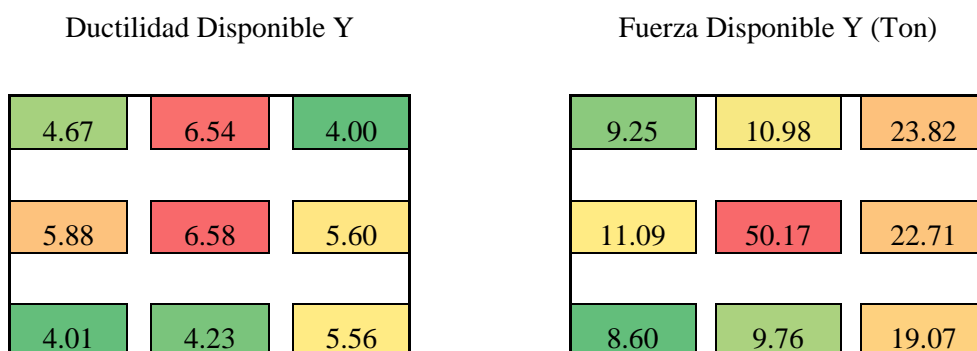
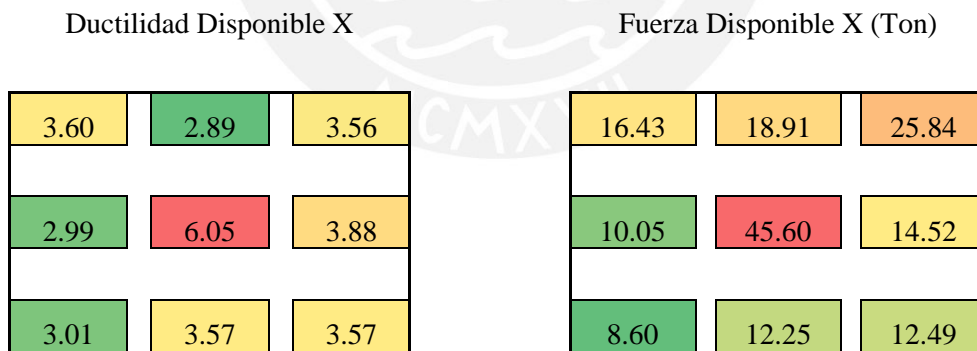


Fig. 5.33. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=2.00$ y $e_z=e_y=0.50$.

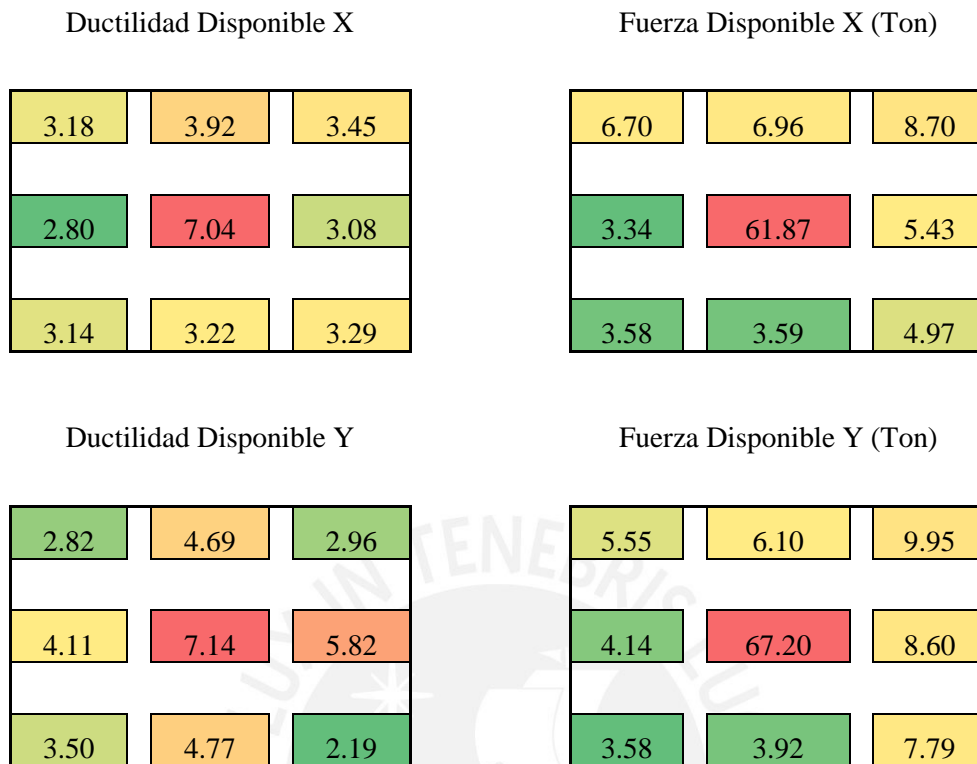


Fig. 5.34. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=0.50$ y $e_z=e_y=0.05$.

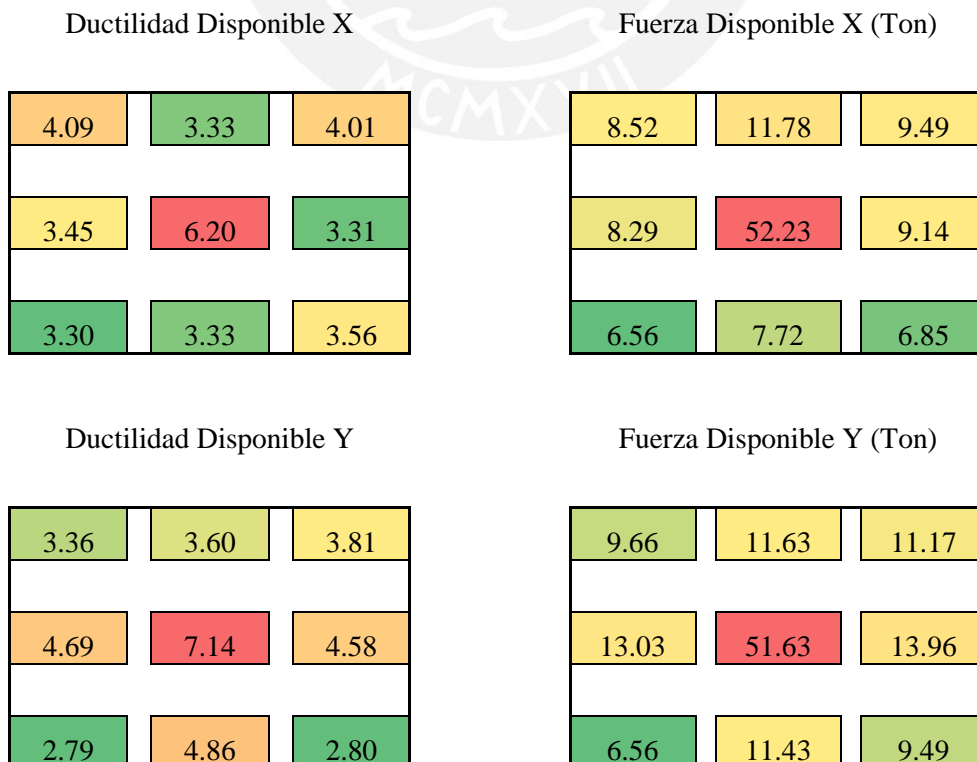


Fig. 5.35. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=1.00$ y $e_z=e_y=0.05$.

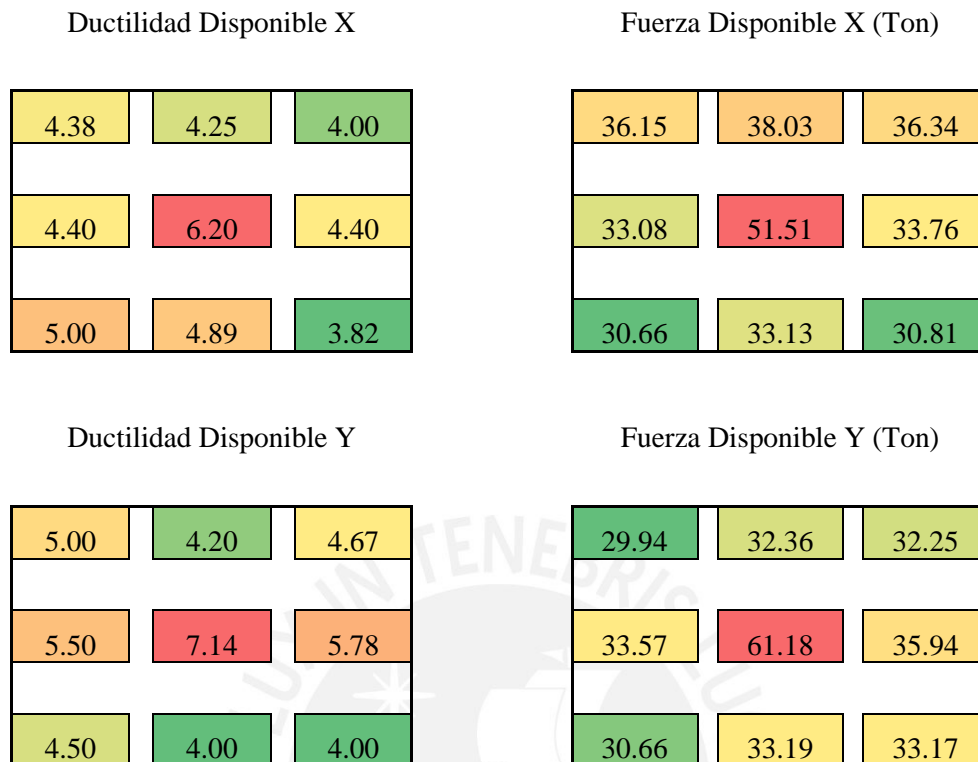


Fig. 5.36. Valores de Ductilidad y Fuerza Cortante Disponible para el caso $K_o/K_x r^2=2.00$ y $e_z=e_y=0.05$.

Otra observación que se puede hacer a la ductilidad disponible es que para los casos en que se tiene la excentricidad muy pequeña, la ductilidad disponible es mayor que la que se tiene en los casos con alta excentricidad. Esta pérdida de ductilidad se observa principalmente en los elementos en la zona rígida del edificio.

Al comparar la demanda de ductilidad con la ductilidad disponible de los elementos de la periferia del edificio, se observa que, en promedio, se ha solicitado el 49% de la ductilidad disponible. A su vez, para los muros de corte, se ha solicitado un 27% de la ductilidad disponible en estos elementos.

Respecto a la fuerza cortante demandada respecto a la disponible, se tiene valores altos para edificios con $K_o/K_x r^2$ bajos. A pesar de que los valores de ductilidad no fueron superados, si lo fueron los de fuerza, causando daño severo en estos casos específicos. Estos casos corresponden a los edificios con elementos de menor dimensión en la periferia, mostrando que los valores recomendados por la norma fueron insuficientes. Lo mismo sucede con los muros de corte, los cuales fueron llevados a su máxima capacidad. Para valores de $K_o/K_x r^2$ iguales a 1 o superior, se tiene que, en promedio, la

fuerza solicitada fue 63% de la disponible para elementos perimetrales y 83% para muros de corte o elementos centrales.



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo buscó evaluar el efecto del ángulo de incidencia de sismos representados por acciones bidireccionales en la respuesta sísmica no lineal de edificaciones de concreto armado. Se generaron 81 casos representativos de edificios de cinco pisos a partir de un modelo paramétrico, los cuales fueron analizados usando 11 pares de registros sísmicos actuando en direcciones diferentes en planta en un total de 16 ángulos de incidencia distintos que involucraron 14'256 NLTHA. Se puede destacar las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- a) Los resultados de un estudio de ángulo de incidencia sísmico en el dominio del tiempo está fuertemente influenciado por los registros sísmicos que vayan a utilizarse. Esto ha sido comprobado por otros autores (Fernández-Dávila et al, 2000; López et al, 2000; Rigato et al, 2007; Hosseini et al, 2008; Cantagallo et al, 2015). Sin embargo nunca se ha intentado usar una ordenada espectral que, de cierta forma, independice los resultados del ángulo de incidencia inherente al registro sísmico usado como sollicitación. En esta investigación se optó por el uso de la ordenada espectral RotD50, la cual considera la respuesta media de un oscilador de dos grados de libertad ortogonales, para todos los ángulos de incidencia posibles. Como resultado del uso de este tipo de ordenada espectral, se tiene como media estadística el mismo espectro de respuesta para cualquier dirección de análisis, reduciendo la variabilidad de las respuestas por efecto de los registros sísmicos.

- b) Los análisis efectuados muestran que los ángulos de incidencia críticos de las respuestas de interés tienen una tendencia en su valor. Los mayores efectos se han producido al colocar las dos direcciones de los registros sísmicos paralelos y perpendiculares a la dirección de la recta que une el centro de masa y el centro de rigidez. Si simplificamos el edificio y pensamos en una estructura de 3 grados de libertad (dos traslacionales y uno rotacional) y con la masa desfasada, podemos darnos cuenta que los mayores efectos en la respuesta se producen para las direcciones antes mencionadas. A pesar de que se tiene esta tendencia, la desviación estándar es moderada, observándose que no hay precisión y no se puede establecer una relación más exacta entre la excentricidad y la dirección

crítica. Otro punto importante para hacer notar es que la ubicación del ángulo crítico se vuelve más dispersa a medida que la incursión en el rango no lineal es mayor.

- c) Como extensión de la conclusión c), se ha notado que las respuestas no lineales en las direcciones críticas son ligeramente mayores a las obtenidas de análisis con registros paralelos y perpendiculares a las direcciones principales de los edificios. Las respuestas de interés producto de análisis en ángulos críticos apenas superan en 9% a las respuestas en direcciones principales. Esto se debe a que la sollicitación fue uniforme en todas las direcciones, y no fue particularmente dependiente de la rotación en el registro sísmico, debido a que se utilizó la ordenada espectral RotD50. La pequeña diferencia se atribuye a las características particulares de cada edificio. También se verificó lo observado por Goel et al (1990), que las estructuras con mayor incursión inelástica tienden a mostrar un comportamiento parecido a estructuras regulares equivalentes, independientemente de su grado de irregularidad torsional o excentricidad, con respuestas máximas en direcciones principales.
- d) Como aporte de esta investigación, se comparó las respuestas no lineales obtenidas con las respuestas elásticas de la norma peruana E.030. Se ha observado que la norma puede dar resultados poco conservadores en 40% de los casos estudiados. El parámetro relación de rigidez torsional y rigidez lateral ($K_o/K_x r^2$) es el parámetro más crítico, y mientras más pequeño sea es menos probable que la norma pueda ofrecer resultados conservadores en las respuestas sísmicas de desplazamiento y deriva. Se recomienda un estudio más detallado en este parámetro, y la propuesta de un factor de modificación en la respuesta que dependa de la rigidez torsional de los edificios. Otro resultado importante que se obtuvo, fue la incidencia del periodo fundamental de vibración en el error de la norma respecto a las respuestas no lineales. Para los casos $T=0.375$ seg la norma ofrece resultados conservadores para el 40% de los casos, para $T=0.50$ seg, para el 70% de los casos y para $T=0.75$ seg para el 90% de los casos. Se observa gran porcentaje de éxito para las estructuras de periodo largo y muy bajo porcentaje de éxito para estructuras de periodo corto. Sin embargo, este resultado no se

considera trivial si comparamos el periodo de las estructuras con el periodo del suelo característico, el cual es 0.40 seg según la norma peruana. Se atribuye la mayor desviación a la relación entre el periodo del suelo y el periodo de la estructura. Se recomienda un estudio más detallado en la relación T/T_0 utilizando terremotos locales con el objetivo de proponer un factor de modificación, tal como lo tiene la norma Chilena.

- e) Se recomienda para el diseño de edificios de concreto armado, la configuración más cercana posible a los parámetros $K_y/K_x = 1$, $K_o/K_x r^2 = 1$ y $e_z = e_y = 0.05$ debido a que son los que tienen la distribución de fuerzas más uniforme y la menor demanda de ductilidad, con daño concentrado en los elementos rígidos centrales. De no ser posible esta configuración se recomienda incrementar el refuerzo en los elementos centrales y perimetrales según lo explicado en el apartado 5.4, ya que presentarán una mayor demanda de ductilidad, dependiendo del caso. Se recomienda además realizar análisis y diseño detallado para casos de edificios con $K_o/K_x r^2$ pequeño, ya que se espera poca ductilidad y fuerza cortante disponible.
- f) El software libre Opensees ha mostrado ser una herramienta sólida y veloz para el cálculo de respuestas no lineales de estructuras. Esta herramienta permitió la evaluación de un gran número de edificios, utilizando los modelos y métodos más sofisticados de los últimos años con poca demanda computacional y en un tiempo corto. Se recomienda el uso de este software para futuras investigaciones que requieran un nivel alto de personalización y caracterización en las estructuras o si se requiere realizar un gran número de análisis.

VI. BIBLIOGRAFÍA

American Society of Civil Engineers (2017) Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures. American Society of Civil Engineers. Structural Engineer Institute. Reston VA.

Ancheta T., Bozorgnia Y., Darragh R., Silva W., Chiou B., Stewart J., Boore D., Graves R., Abrahamson N., Campbell K., Idriss., Youngs. and Atkinson G. (2012) PEER NGA-West2 Database: A Database of Ground Motions Recorded in Shallow Crustal Earthquakes in Active Tectonic Regions. XV World Conference on Earthquake Engineering. Lisboa.

Athanatopoulou A. (2005) Critical orientation of three seismic components. Engineering Structures 27 pp. 301-312.

Boore, D. (2010). Orientation-independent, Nongeometric-mean Measures of Seismic Intensity from Two Horizontal Components of Motion. Bulletin of the Seismological Society of America 100, 1830-1835.

Boore, D., Watson-Lamprey, J., Abrahamson, N. (2006). Orientation Independent Measures of Ground Motion. Bulletin of the Seismological Society of America 96, 1502-1511.

Bray, J. and Rodriguez-Marek, A. (2004) Characterization of Forward Directivity Ground Motions in the Near-Fault Region. Soil Dynamics and Earthquake Engineering Vol. 24(11) pp. 815-828.

Cantagallo, C., Camata, G. and Spacone, E. (2015) Influence of Ground Motion Selection Methods on Seismic Directionality Effects. Earthquakes and Structures Vol. 8 pp. 185-204.

Centro de Investigación Sísmica y mitigación de Desastres (2004) Mapa de Zonificación de Suelos para Lima Metropolitana. Lima

Chen S. and Kabeyasawa T. (2004) Average Stress-Strain Relationships of Steel Bars Embedded in Concrete. XIII World Conference on Earthquake Engineering. Vancouver.

Chopra A.K (1995) Dynamics of Structures. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.

Cruz E. and Cominetti S. (1992) Nonlinear response of buildings, a parametric study. X World Conference on Earthquake Engineering. Madrid.

Cruz E. and Cominetti S. (2000) Three dimensional buildings subjected to bi-directional earthquake. Validity of analysis considering uni-directional earthquake. XII World Conference on Earthquake Engineering. Auckland.

Cuthill, E. and McKee, J. (1969) Reducing the Bandwidth of Sparse Symmetric Matrices. ACM '69 Proceedings of the 24th National Conference pp. 157-172.

Dvorkin E. and Bathe K. (1983) A Continuum Mechanics Based Four-Node Shell Element for General Non-Linear Analysis.

Dvorkin E., Pantuso D. and Repetto E. (1995) A formulation of the MITC4 shell element for finite strain elasto-plastic analysis. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering Vol. 125 pp.17-40.

Fuujii, K. (2017) Prediction of the Peak Seismic Response of Asymmetric Buildings under Bidirectional Horizontal Ground Motion using Equivalent SDOF Model. Japan Architectural Review. Vol. 1 Issue 1 pp. 29-43.

Mathwave Technologies (2004) Easy Fit – Programa para Ajuste de Distribución. <http://www.mathwave.com/es/home.html>

Fernández-Dávila V.I. and Cruz E. (2006) Parametric Study of the non-linear seismic response of three-dimensional building models. Engineering Structures Vol. 28 pp.756-770.

Fernández-Dávila V.I., Cominetti S. and Cruz E. (2000) Considering the bidirectional effects and the seismic angle variations in building Design. Proceedings of the Twelfth world conference of Earthquake Engineering. Auckland.

Fernández-Dávila V.I. (2007) Evaluación de la Respuesta Inelástica de Edificios Solicitados por las Dos Componentes Horizontales del Movimiento Sísmico del Suelo. Tesis Doctoral - Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.

Filippou F., Popov E. and Bertero B. (1983) Effects on Bond Deterioration on Hysteretic Behaviour of Reinforced Joints. Report to the National Science Foundation - University of California at Berkeley. California.

Goel R. and Chopra A. (1990) Inelastic response of one-storey asymmetric plan systems: effects of stiffness and strength distribution. Earthquake Engineering & Structural Dynamics. Vol. 19 pp. 949-970.

Gu, Q., Barbato, M. and Conte, J. (2009) Handling of Constraints in Finite-Element Response Sensitivity Analysis. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Vol. 198 Issues 30-32 pp. 2272-2285.

Hejal R. and Chopra A. (1987) Earthquake response of torsionally – coupled buildings. Report N° UCB/EERC-87/20. Earthquake Engineering Research Center. University of California at Berkeley. California.

Heredia E. and Machicao R. (2003) Response to Orthogonal Components of Ground Motion and Assessment of Percentage Combination Rules. Earthquake Engineering and Structural Dynamics. Vol. 33(2): 271-284.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (1995) Geología del Perú. Ministerio de

Energía y Minas. Lima.

Instituto Nacional de Normalización (2012) Diseño Sísmico de Edificios – Norma Chilena Oficial. Santiago de Chile.

Irvine, H. and Kountouris G. (1980) Peak ductility demands in simple torsionally unbalanced building models subjected to earthquake excitation. VII World Conference on Earthquake Engineering. Estambul.

Kaklamanos J., Baise L. and Boore D. (2011) Estimating Unknown Input Parameters when Implementing the NGA Ground-Motion Prediction Equations in Engineering Practice. Earthquake Spectra. Vol. 27 Nro. 4.

Kalkan E. and Kwong, N. (2014) Pros and Cons of Rotating Ground Motion Records to Fault-Normal/Parallel Directions for Response History Analysis of Buildings. Journal of Structural Engineering Vol. 14 Issue 3.

Kalkan E. and Chopra A.K. (2010) Practical Guidelines to Select and Scale Earthquake Records of Nonlinear Response History Analysis of Structures. U.S Geological Survey Open-file Report 2010, 113p.

Kalkan E. and Reyes J. (2015) Significance of rotating ground motions on behavior of symmetric and asymmetric plan structures: Part II. multi story buildings. Earthquake Spectra Vol. 31 pp.1613-1628.

Kan, C. and Chopra, A. (1976) Coupled lateral torsional response of buildings to ground shaking. Report N° UCB/EERC-76/13, Earthquake Engineering Research Center, University of California at Berkeley. California.

Kang W., Chung H. and Yungmin Y. (2015) Analysis of Reinforced Concrete Buildings Structures Using Simple Models. 4th International Conference on Green Building, Materials and Civil Engineering. Hong Kong.

Khoshnoudian F. and Poursha M. (2004) Response of three dimensional buildings under bi-directional and unidirectional excitations. Proceedings of the Thirteenth world conference of Earthquake Engineering. Vancouver.

Kostinakis K., Athanapoulou A. and Tsiggelis V. (2013) Effectiveness of percentage combination rules for maximum response calculation within the context of linear time history analysis. Engineering Structures 29 pp. 2593-2601.

Liu, W. and Sherman, A. (1976) Comparative Analysis of the Cuthill-McKee and the Reverse Cuthill-McKee Ordering algorithms for Sparse Matrices. SIAM Journal of Numerical Analysis Vol. 13, Nro. 2 pp. 198-213.

Lam N., Wilson J. and Hutchinson G. (1998) The Ductility Reduction Factor in the Seismic Design of Buildings. Earthquake Engineering and Structural Dynamics. Vol. 27

Issue 7 pp. 749-769.

Lopez A., Fernandez-Davila, V.I. (2018) Nonlinear Seismic Response of RC Buildings Considering Orthogonal Effects. 16th European Conference on Earthquake Engineering. Thessaloniki.

Lopez O., Chopra A. and Hernandez J. (2000) Critical response of structures to multicomponent earthquake excitation. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* 29: 1759-1778.

Lopez O. and Torres R. (1997) The critical angle of seismic incidence and structural response. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* 26: 881-894.

Lu XZ., Xie L., Guan H., Huang Y. and Lu X. (2015) A shear wall element for nonlinear seismic analysis of super-tall buildings using OpenSees. *Finite Elements in Analysis and Design*. Vol. 98 pp. 14-25.

Mander J., Priestley M. and Park R. (1988) Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete. *Journal of Structural Engineering* 114(8) pp. 1804-1826.

The MathWorks, Inc. (2009) MATLAB and Statistics Toolbox Release 2009a, Natick, Massachusetts.

Mazzoni S., Hachem M. and Sinclair M. (2012) An Improved Approach for Ground Motion Suit Selection and Modification for Use in Response History Analysis. XV World Conference on Earthquake Engineering. Lisboa.

Mckeena F., Fenves G., Jeremic B. and Scott M. (2008) Open System for Earthquake Engineering Simulation. URL < <http://opensees.berkeley.edu/>>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016). Norma Técnica E030 de Diseño Sismorresistente. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima.

N. Newmark (1975) Seismic Design Criteria for Structures and Facilities. National Conference on Earthquake Engineering. Michigan.

Riddell F., Hidalgo P. and Cruz E. (1989) Response Modification Factors for Earthquake Resistant Design of Short Period Buildings. *Earthquake Spectra*. Vol. 5, No. 3, pp. 571-590.

Rigato A. and Medina R. (2007) Influence of angle of incidence on seismic demands for inelastic single-storey structures subjected to bi-directional ground motions. *Engineering Structures* 56 pp. 36-45.

Scott, M and Fenves, G. (2010) A Krylov Subspace Accelerated Newton Algorithm: Application to Dynamic Progressive Collapse Simulation of Frames. *Journal of Structural Engineering*. Vol. 136 Issue 5.

Travasarou T., Bray J. and Abrahamsom N. (2003) Empirical attenuation Relationship

for Arias Intensity. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*. Vol. 32 pp. 1133-1155.

Tso W. and Bozorgnia Y. (1986) Effective eccentricity for inelastic seismic response of buildings. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*. Vol. 14 pp. 413-427.

Tso W. and Sadek A. (1985) Inelastic seismic response of simple eccentric structures. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*. Vol. 13 pp. 255-269.

Wang, Z. (2005) *A Clear Definition of Seismic Hazard and Risk: A Basis for Hazard and Risk Assessment, Communication, and Management*. American Geophysical Union, Lexington.

Wilson E. and M. Button (1982) Three-Dimensional Dynamic Analysis for Multi-Component Earthquake Spectra. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* 10 pp. 471-476.

Wilson E., Suharwardy I. and Habibullah A. (1995) A clarification of the orthogonal effects in a three-dimensional seismic analysis. *Earthquake Spectra* 11(4) pp. 659-666.

Yamazaki Y. (1980) Inelastic torsional response of structures subjected to earthquake ground motions. Report N° UCB/EERC-80/07. Earthquake Engineering Research Center. University of California at Berkeley. California.

Yassin M. (1994) *Nonlinear Analysis of Prestressed Concrete Structures Under the Monotonic and Cyclic Loads*. Phd Thesis, University of California at Berkeley. California.

Zhang Y., Li Q. and Fan J. (2011) Influence of earthquake attack angle on seismic demands for structures under bidirectional ground motions. *Advanced Materials Research* Vols. 255-260: 2330-2334.

VII. ANEXOS

ANEXO A: RESPUESTAS DE INTERES

Tabla VII.1. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección X calculado utilizando la norma respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.375\text{seg}$.

	Parámetros			No lineal	Norma	Error	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(cm)	(cm)	%	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	2.20	2.49	-11.95	22.5
2	0.25	0.25	1.00	2.82	3.86	-26.91	67.5
3	0.25	0.25	2.00	3.06	3.93	-22.20	67.5
4	0.25	0.50	0.50	1.89	2.21	-14.42	45
5	0.25	0.50	1.00	2.67	3.36	-20.48	22.5
6	0.25	0.50	2.00	3.61	3.61	0.02	67.5
7	0.25	0.05	0.50	3.81	2.74	39.09	45
8	0.25	0.05	1.00	4.70	3.44	36.43	45
9	0.25	0.05	2.00	3.71	3.85	-3.65	45
10	0.50	0.25	0.50	3.34	2.12	57.55	67.5
11	0.50	0.25	1.00	3.71	3.33	11.65	67.5
12	0.50	0.25	2.00	3.90	3.73	4.39	45
13	0.50	0.50	0.50	2.37	1.52	56.10	-22.5
14	0.50	0.50	1.00	2.23	2.72	-17.71	90
15	0.50	0.50	2.00	4.15	3.62	14.75	45
16	0.50	0.05	0.50	3.00	2.28	31.33	45
17	0.50	0.05	1.00	2.77	3.62	-23.46	90
18	0.50	0.05	2.00	3.20	3.72	-13.88	67.5
19	0.05	0.25	0.50	2.10	2.00	4.78	22.5
20	0.05	0.25	1.00	3.25	3.70	-11.95	45
21	0.05	0.25	2.00	3.19	3.80	-16.01	45
22	0.05	0.50	0.50	1.66	1.83	-9.29	67.5
23	0.05	0.50	1.00	2.67	3.90	-31.38	45
24	0.05	0.50	2.00	3.07	3.61	-15.08	45
25	0.05	0.05	0.50	2.67	2.36	13.08	112.5
26	0.05	0.05	1.00	3.71	3.86	-3.92	45
27	0.05	0.05	2.00	3.28	3.89	-15.66	67.5

Tabla VII.2. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección X calculado utilizando la norma respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Error	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(cm)	(cm)	%	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	4.10	4.77	-13.93	45
2	0.25	0.25	1.00	4.41	5.82	-24.16	67.5
3	0.25	0.25	2.00	4.39	5.35	-18.04	45
4	0.25	0.50	0.50	2.73	3.27	-16.48	90
5	0.25	0.50	1.00	3.72	5.01	-25.79	67.5
6	0.25	0.50	2.00	4.32	5.12	-15.65	45
7	0.25	0.05	0.50	5.26	6.43	-18.24	45
8	0.25	0.05	1.00	4.50	5.25	-14.37	45
9	0.25	0.05	2.00	4.50	5.39	-16.51	45
10	0.50	0.25	0.50	3.44	3.61	-4.74	67.5
11	0.50	0.25	1.00	4.45	6.07	-26.74	67.5
12	0.50	0.25	2.00	4.12	5.40	-23.66	45
13	0.50	0.50	0.50	2.62	3.04	-13.84	0
14	0.50	0.50	1.00	3.36	4.43	-24.07	67.5
15	0.50	0.50	2.00	4.13	5.08	-18.63	45
16	0.50	0.05	0.50	3.71	4.70	-21.21	45
17	0.50	0.05	1.00	3.68	5.72	-35.79	67.5
18	0.50	0.05	2.00	3.85	5.55	-30.64	45
19	0.05	0.25	0.50	3.73	4.76	-21.63	67.5
20	0.05	0.25	1.00	4.70	6.03	-22.02	67.5
21	0.05	0.25	2.00	3.57	5.26	-32.06	45
22	0.05	0.50	0.50	2.62	3.19	-17.64	67.5
23	0.05	0.50	1.00	4.12	5.04	-18.15	67.5
24	0.05	0.50	2.00	4.44	5.12	-13.37	45
25	0.05	0.05	0.50	4.49	4.40	2.08	45
26	0.05	0.05	1.00	5.01	5.44	-7.89	45
27	0.05	0.05	2.00	4.26	5.47	-22.16	45

Tabla VII.3. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección X calculado utilizando la norma respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Error	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(cm)	(cm)	%	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	5.85	6.69	-12.57	90
2	0.25	0.25	1.00	6.59	9.19	-28.27	67.5
3	0.25	0.25	2.00	6.49	8.07	-19.55	67.5
4	0.25	0.50	0.50	4.30	6.00	-28.31	45
5	0.25	0.50	1.00	5.81	7.54	-22.99	67.5
6	0.25	0.50	2.00	6.07	7.55	-19.62	67.5
7	0.25	0.05	0.50	6.42	8.48	-24.35	90
8	0.25	0.05	1.00	7.35	10.60	-30.71	90
9	0.25	0.05	2.00	6.45	8.14	-20.79	90
10	0.50	0.25	0.50	5.62	7.26	-22.55	45
11	0.50	0.25	1.00	5.22	8.49	-38.45	45
12	0.50	0.25	2.00	6.94	8.39	-17.32	90
13	0.50	0.50	0.50	4.89	5.97	-18.11	22.5
14	0.50	0.50	1.00	5.86	7.39	-20.73	67.5
15	0.50	0.50	2.00	5.89	7.54	-21.87	67.5
16	0.50	0.05	0.50	6.65	8.32	-20.07	67.5
17	0.50	0.05	1.00	6.85	8.74	-21.58	112.5
18	0.50	0.05	2.00	5.96	8.04	-25.80	90
19	0.05	0.25	0.50	5.81	6.83	-14.92	67.5
20	0.05	0.25	1.00	6.53	9.14	-28.54	90
21	0.05	0.25	2.00	6.84	7.90	-13.42	67.5
22	0.05	0.50	0.50	4.38	5.75	-23.85	90
23	0.05	0.50	1.00	5.83	7.76	-24.91	90
24	0.05	0.50	2.00	6.21	7.35	-15.56	67.5
25	0.05	0.05	0.50	7.51	6.75	11.21	90
26	0.05	0.05	1.00	7.52	8.05	-6.57	67.5
27	0.05	0.05	2.00	6.19	8.40	-26.24	90

Tabla VII.4. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección Y calculado utilizando la norma respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Error	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(cm)	(cm)	%	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	2.19	2.51	-12.96	0
2	0.25	0.25	1.00	3.46	4.14	-16.57	135
3	0.25	0.25	2.00	3.21	3.92	-18.28	-22.5
4	0.25	0.50	0.50	1.87	2.09	-10.71	135
5	0.25	0.50	1.00	2.61	2.93	-10.68	-22.5
6	0.25	0.50	2.00	3.82	3.56	7.27	112.5
7	0.25	0.05	0.50	4.68	2.77	68.62	-22.5
8	0.25	0.05	1.00	4.78	3.26	46.82	135
9	0.25	0.05	2.00	3.82	3.87	-1.28	135
10	0.50	0.25	0.50	3.70	2.62	41.30	135
11	0.50	0.25	1.00	4.25	3.79	12.09	135
12	0.50	0.25	2.00	4.54	3.80	19.50	135
13	0.50	0.50	0.50	2.63	1.67	57.97	-22.5
14	0.50	0.50	1.00	3.22	2.88	11.95	135
15	0.50	0.50	2.00	4.42	3.60	22.89	135
16	0.50	0.05	0.50	2.84	2.60	9.14	-22.5
17	0.50	0.05	1.00	3.01	3.87	-22.41	-22.5
18	0.50	0.05	2.00	3.16	3.67	-13.88	135
19	0.05	0.25	0.50	2.34	1.91	22.50	0
20	0.05	0.25	1.00	3.00	3.69	-18.55	-22.5
21	0.05	0.25	2.00	3.32	3.79	-12.36	135
22	0.05	0.50	0.50	1.91	1.87	2.03	135
23	0.05	0.50	1.00	3.33	3.66	-9.06	-22.5
24	0.05	0.50	2.00	3.23	3.57	-9.55	-22.5
25	0.05	0.05	0.50	3.02	2.48	21.61	0
26	0.05	0.05	1.00	3.61	3.82	-5.47	135
27	0.05	0.05	2.00	3.44	3.95	-12.99	-22.5

Tabla VII.5. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección Y calculado utilizando la norma respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Error	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(cm)	(cm)	%	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	3.97	3.87	2.74	-22.5
2	0.25	0.25	1.00	4.84	4.44	9.09	-22.5
3	0.25	0.25	2.00	4.71	5.46	-13.75	135
4	0.25	0.50	0.50	4.08	3.21	26.92	135
5	0.25	0.50	1.00	4.07	4.32	-5.77	-22.5
6	0.25	0.50	2.00	4.44	5.28	-15.86	112.5
7	0.25	0.05	0.50	4.24	3.84	10.57	-22.5
8	0.25	0.05	1.00	4.72	4.85	-2.56	135
9	0.25	0.05	2.00	4.57	5.33	-14.31	135
10	0.50	0.25	0.50	3.54	3.26	8.71	-22.5
11	0.50	0.25	1.00	4.71	4.30	9.48	-22.5
12	0.50	0.25	2.00	4.66	5.39	-13.54	135
13	0.50	0.50	0.50	2.98	2.17	37.51	135
14	0.50	0.50	1.00	3.97	3.78	5.20	0
15	0.50	0.50	2.00	4.53	5.13	-11.75	135
16	0.50	0.05	0.50	3.79	3.25	16.64	-22.5
17	0.50	0.05	1.00	4.41	4.15	6.41	135
18	0.50	0.05	2.00	3.99	5.52	-27.66	135
19	0.05	0.25	0.50	4.30	4.06	5.90	135
20	0.05	0.25	1.00	4.77	5.10	-6.49	135
21	0.05	0.25	2.00	3.60	5.60	-35.77	135
22	0.05	0.50	0.50	4.00	2.56	56.06	-22.5
23	0.05	0.50	1.00	4.78	4.88	-2.05	112.5
24	0.05	0.50	2.00	4.42	5.22	-15.32	135
25	0.05	0.05	0.50	5.48	4.79	14.34	112.5
26	0.05	0.05	1.00	4.98	5.30	-6.01	135
27	0.05	0.05	2.00	4.39	5.42	-19.01	112.5

Tabla VII.6. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección Y calculado utilizando la norma respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Error	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(cm)	(cm)	%	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	7.19	8.24	-12.72	0
2	0.25	0.25	1.00	7.00	9.11	-23.13	0
3	0.25	0.25	2.00	6.93	8.11	-14.58	0
4	0.25	0.50	0.50	6.00	7.25	-17.28	135
5	0.25	0.50	1.00	6.13	8.52	-27.99	-22.5
6	0.25	0.50	2.00	6.44	7.68	-16.21	0
7	0.25	0.05	0.50	6.21	7.30	-14.98	-22.5
8	0.25	0.05	1.00	7.05	9.03	-21.97	0
9	0.25	0.05	2.00	6.59	8.19	-19.54	0
10	0.50	0.25	0.50	5.42	6.88	-21.20	22.5
11	0.50	0.25	1.00	5.70	8.25	-31.00	22.5
12	0.50	0.25	2.00	8.71	8.12	7.30	0
13	0.50	0.50	0.50	6.12	6.45	-5.14	-22.5
14	0.50	0.50	1.00	5.93	7.50	-20.91	22.5
15	0.50	0.50	2.00	6.45	7.54	-14.54	0
16	0.50	0.05	0.50	5.33	6.40	-16.64	0
17	0.50	0.05	1.00	5.61	7.47	-24.89	22.5
18	0.50	0.05	2.00	5.96	7.93	-24.82	0
19	0.05	0.25	0.50	8.37	9.30	-10.02	0
20	0.05	0.25	1.00	7.40	10.51	-29.58	0
21	0.05	0.25	2.00	6.94	7.89	-11.98	0
22	0.05	0.50	0.50	6.56	6.44	1.94	112.5
23	0.05	0.50	1.00	6.19	8.71	-28.89	0
24	0.05	0.50	2.00	6.54	7.62	-14.10	0
25	0.05	0.05	0.50	7.40	6.49	14.06	0
26	0.05	0.05	1.00	6.93	7.54	-8.10	0
27	0.05	0.05	2.00	6.21	8.22	-24.45	0

Tabla VII.7. Porcentaje de error del giro del quinto nivel en el centro de masas calculado utilizando la norma respecto al giro máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.375\text{seg}$.

	Parámetros			No lineal	Norma	Error
	eX	eY	Ro	(rad)	(rad)	%
1	0.25	0.25	0.50	0.0042	0.0040	5.17
2	0.25	0.25	1.00	0.0041	0.0058	-28.96
3	0.25	0.25	2.00	0.0015	0.0015	3.28
4	0.25	0.50	0.50	0.0040	0.0059	-32.53
5	0.25	0.50	1.00	0.0049	0.0059	-17.37
6	0.25	0.50	2.00	0.0040	0.0027	46.16
7	0.25	0.05	0.50	0.0070	0.0043	60.49
8	0.25	0.05	1.00	0.0042	0.0038	9.69
9	0.25	0.05	2.00	0.0011	0.0007	66.66
10	0.50	0.25	0.50	0.0069	0.0057	21.77
11	0.50	0.25	1.00	0.0052	0.0056	-6.66
12	0.50	0.25	2.00	0.0028	0.0019	47.22
13	0.50	0.50	0.50	0.0067	0.0047	43.26
14	0.50	0.50	1.00	0.0045	0.0051	-11.48
15	0.50	0.50	2.00	0.0046	0.0030	54.37
16	0.50	0.05	0.50	0.0058	0.0053	8.30
17	0.50	0.05	1.00	0.0040	0.0055	-26.00
18	0.50	0.05	2.00	0.0021	0.0016	29.47
19	0.05	0.25	0.50	0.0032	0.0022	44.03
20	0.05	0.25	1.00	0.0045	0.0055	-18.28
21	0.05	0.25	2.00	0.0018	0.0011	60.35
22	0.05	0.50	0.50	0.0039	0.0046	-15.56
23	0.05	0.50	1.00	0.0055	0.0068	-18.60
24	0.05	0.50	2.00	0.0029	0.0022	31.76
25	0.05	0.05	0.50	0.0013	0.0012	7.75
26	0.05	0.05	1.00	0.0013	0.0017	-20.80
27	0.05	0.05	2.00	0.0004	0.0003	41.43

Tabla VII.8. Porcentaje de error del giro del quinto nivel en el centro de masas calculado utilizando la norma respecto al giro máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Error L
	eX	eY	Ro	(rad)	(rad)	%
1	0.25	0.25	0.50	0.0061	0.0064	-4.72
2	0.25	0.25	1.00	0.0063	0.0079	-20.82
3	0.25	0.25	2.00	0.0030	0.0029	4.02
4	0.25	0.50	0.50	0.0057	0.0074	-23.13
5	0.25	0.50	1.00	0.0062	0.0081	-23.16
6	0.25	0.50	2.00	0.0044	0.0045	-1.52
7	0.25	0.05	0.50	0.0059	0.0072	-17.61
8	0.25	0.05	1.00	0.0043	0.0053	-19.48
9	0.25	0.05	2.00	0.0017	0.0018	-6.61
10	0.50	0.25	0.50	0.0069	0.0086	-19.44
11	0.50	0.25	1.00	0.0068	0.0088	-23.11
12	0.50	0.25	2.00	0.0029	0.0031	-4.23
13	0.50	0.50	0.50	0.0066	0.0070	-5.75
14	0.50	0.50	1.00	0.0068	0.0078	-12.31
15	0.50	0.50	2.00	0.0043	0.0040	7.94
16	0.50	0.05	0.50	0.0063	0.0081	-22.15
17	0.50	0.05	1.00	0.0058	0.0077	-24.15
18	0.50	0.05	2.00	0.0020	0.0019	8.33
19	0.05	0.25	0.50	0.0054	0.0060	-10.48
20	0.05	0.25	1.00	0.0057	0.0082	-30.64
21	0.05	0.25	2.00	0.0032	0.0040	-20.08
22	0.05	0.50	0.50	0.0067	0.0071	-5.71
23	0.05	0.50	1.00	0.0066	0.0087	-24.14
24	0.05	0.50	2.00	0.0038	0.0033	16.62
25	0.05	0.05	0.50	0.0033	0.0034	-2.60
26	0.05	0.05	1.00	0.0031	0.0026	18.83
27	0.05	0.05	2.00	0.0017	0.0018	-5.89

Tabla VII.9. Porcentaje de error del giro del quinto nivel en el centro de masas calculado utilizando la norma respecto al giro máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Error
	eX	eY	Ro	(cm)	(cm)	%
1	0.25	0.25	0.50	1.08	1.24	-12.32
2	0.25	0.25	1.00	0.87	1.22	-28.81
3	0.25	0.25	2.00	0.51	0.49	3.58
4	0.25	0.50	0.50	0.99	1.13	-12.32
5	0.25	0.50	1.00	0.95	1.30	-27.03
6	0.25	0.50	2.00	0.61	0.69	-10.37
7	0.25	0.05	0.50	0.77	1.18	-34.39
8	0.25	0.05	1.00	0.72	1.20	-40.46
9	0.25	0.05	2.00	0.17	0.16	7.69
10	0.50	0.25	0.50	1.06	1.24	-14.72
11	0.50	0.25	1.00	0.85	1.33	-35.56
12	0.50	0.25	2.00	0.62	0.50	23.77
13	0.50	0.50	0.50	1.18	1.15	2.28
14	0.50	0.50	1.00	1.07	1.21	-12.16
15	0.50	0.50	2.00	0.60	0.64	-6.45
16	0.50	0.05	0.50	0.94	1.23	-23.62
17	0.50	0.05	1.00	1.06	1.32	-19.62
18	0.50	0.05	2.00	0.35	0.44	-21.22
19	0.05	0.25	0.50	1.01	1.19	-15.20
20	0.05	0.25	1.00	0.81	1.26	-35.97
21	0.05	0.25	2.00	0.37	0.29	30.84
22	0.05	0.50	0.50	1.14	1.14	-0.01
23	0.05	0.50	1.00	1.01	1.33	-23.69
24	0.05	0.50	2.00	0.65	0.65	0.52
25	0.05	0.05	0.50	0.70	0.72	-2.08
26	0.05	0.05	1.00	0.43	0.48	-10.24
27	0.05	0.05	2.00	0.10	0.10	-0.25

Tabla VII.10. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección X calculado utilizando la norma respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Error	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(m/m)	(m/m)	%	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	0.0021	0.0013	54.86	22.5
2	0.25	0.25	1.00	0.0030	0.0028	7.08	90
3	0.25	0.25	2.00	0.0018	0.0022	-17.33	67.5
4	0.25	0.50	0.50	0.0020	0.0016	24.03	45
5	0.25	0.50	1.00	0.0028	0.0024	15.91	0
6	0.25	0.50	2.00	0.0036	0.0029	23.04	67.5
7	0.25	0.05	0.50	0.0032	0.0015	111.77	90
8	0.25	0.05	1.00	0.0038	0.0027	41.83	45
9	0.25	0.05	2.00	0.0025	0.0023	10.23	45
10	0.50	0.25	0.50	0.0029	0.0011	149.03	112.5
11	0.50	0.25	1.00	0.0030	0.0020	49.08	67.5
12	0.50	0.25	2.00	0.0033	0.0025	31.17	90
13	0.50	0.50	0.50	0.0027	0.0013	111.13	-22.5
14	0.50	0.50	1.00	0.0013	0.0014	-6.83	135
15	0.50	0.50	2.00	0.0039	0.0028	41.03	45
16	0.50	0.05	0.50	0.0029	0.0014	112.70	45
17	0.50	0.05	1.00	0.0026	0.0024	11.18	90
18	0.50	0.05	2.00	0.0025	0.0024	3.29	67.5
19	0.05	0.25	0.50	0.0014	0.0012	16.70	45
20	0.05	0.25	1.00	0.0033	0.0024	36.55	45
21	0.05	0.25	2.00	0.0033	0.0028	18.15	67.5
22	0.05	0.50	0.50	0.0021	0.0015	37.58	67.5
23	0.05	0.50	1.00	0.0028	0.0027	2.90	45
24	0.05	0.50	2.00	0.0028	0.0026	8.14	67.5
25	0.05	0.05	0.50	0.0021	0.0011	90.89	112.5
26	0.05	0.05	1.00	0.0032	0.0022	43.51	67.5
27	0.05	0.05	2.00	0.0018	0.0020	-7.04	67.5

Tabla VII.11. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección X calculado utilizando la norma respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Error	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(m/m)	(m/m)	%	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	0.0029	0.0020	46.77	45
2	0.25	0.25	1.00	0.0036	0.0033	8.86	67.5
3	0.25	0.25	2.00	0.0037	0.0034	10.64	45
4	0.25	0.50	0.50	0.0021	0.0017	26.41	90
5	0.25	0.50	1.00	0.0022	0.0025	-12.06	90
6	0.25	0.50	2.00	0.0036	0.0033	7.81	45
7	0.25	0.05	0.50	0.0038	0.0027	40.37	45
8	0.25	0.05	1.00	0.0029	0.0034	-14.46	67.5
9	0.25	0.05	2.00	0.0035	0.0033	6.93	22.5
10	0.50	0.25	0.50	0.0026	0.0017	49.38	90
11	0.50	0.25	1.00	0.0036	0.0034	4.47	67.5
12	0.50	0.25	2.00	0.0029	0.0031	-7.64	90
13	0.50	0.50	0.50	0.0022	0.0018	27.93	-22.5
14	0.50	0.50	1.00	0.0023	0.0023	-0.53	90
15	0.50	0.50	2.00	0.0032	0.0033	-2.07	67.5
16	0.50	0.05	0.50	0.0028	0.0022	27.03	90
17	0.50	0.05	1.00	0.0025	0.0031	-17.69	67.5
18	0.50	0.05	2.00	0.0016	0.0023	-29.71	45
19	0.05	0.25	0.50	0.0026	0.0020	28.85	90
20	0.05	0.25	1.00	0.0034	0.0031	8.37	67.5
21	0.05	0.25	2.00	0.0015	0.0020	-26.55	67.5
22	0.05	0.50	0.50	0.0023	0.0018	25.88	90
23	0.05	0.50	1.00	0.0032	0.0029	9.90	67.5
24	0.05	0.50	2.00	0.0034	0.0031	12.11	45
25	0.05	0.05	0.50	0.0040	0.0033	21.06	45
26	0.05	0.05	1.00	0.0035	0.0026	33.61	45
27	0.05	0.05	2.00	0.0031	0.0031	-0.02	45

Tabla VII.12. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección X calculado utilizando la norma respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.

	Parámetros			No lineal (m/m)	Norma (m/m)	Error %	Angulo Crítico (grados)
	eX	eY	Ro				
1	0.25	0.25	0.50	0.0037	0.0031	19.46	45
2	0.25	0.25	1.00	0.0034	0.0039	-13.49	90
3	0.25	0.25	2.00	0.0039	0.0041	-5.75	90
4	0.25	0.50	0.50	0.0025	0.0022	12.74	45
5	0.25	0.50	1.00	0.0029	0.0032	-7.93	67.5
6	0.25	0.50	2.00	0.0034	0.0039	-10.74	67.5
7	0.25	0.05	0.50	0.0039	0.0036	7.97	67.5
8	0.25	0.05	1.00	0.0039	0.0043	-10.31	90
9	0.25	0.05	2.00	0.0028	0.0033	-14.81	90
10	0.50	0.25	0.50	0.0028	0.0024	20.08	45
11	0.50	0.25	1.00	0.0022	0.0032	-31.05	45
12	0.50	0.25	2.00	0.0037	0.0036	4.05	90
13	0.50	0.50	0.50	0.0031	0.0026	21.33	22.5
14	0.50	0.50	1.00	0.0033	0.0034	-1.60	67.5
15	0.50	0.50	2.00	0.0033	0.0038	-12.89	90
16	0.50	0.05	0.50	0.0042	0.0036	17.92	67.5
17	0.50	0.05	1.00	0.0059	0.0058	2.47	90
18	0.50	0.05	2.00	0.0026	0.0034	-25.33	90
19	0.05	0.25	0.50	0.0033	0.0029	15.33	45
20	0.05	0.25	1.00	0.0033	0.0040	-16.80	90
21	0.05	0.25	2.00	0.0043	0.0040	7.27	90
22	0.05	0.50	0.50	0.0028	0.0022	25.45	45
23	0.05	0.50	1.00	0.0031	0.0035	-10.77	90
24	0.05	0.50	2.00	0.0038	0.0040	-5.22	67.5
25	0.05	0.05	0.50	0.0045	0.0039	13.41	112.5
26	0.05	0.05	1.00	0.0039	0.0034	17.16	90
27	0.05	0.05	2.00	0.0021	0.0027	-23.83	90

Tabla VII.13. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección Y calculado utilizando la norma respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Error	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(m/m)	(m/m)	%	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	0.0021	0.0014	54.02	0
2	0.25	0.25	1.00	0.0036	0.0028	25.83	-22.5
3	0.25	0.25	2.00	0.0020	0.0022	-10.45	-22.5
4	0.25	0.50	0.50	0.0019	0.0013	45.46	-45
5	0.25	0.50	1.00	0.0029	0.0021	35.89	-22.5
6	0.25	0.50	2.00	0.0038	0.0028	37.25	22.5
7	0.25	0.05	0.50	0.0036	0.0014	166.68	-45
8	0.25	0.05	1.00	0.0038	0.0026	46.94	-45
9	0.25	0.05	2.00	0.0028	0.0023	21.15	-45
10	0.50	0.25	0.50	0.0029	0.0014	103.83	0
11	0.50	0.25	1.00	0.0036	0.0023	53.37	-45
12	0.50	0.25	2.00	0.0040	0.0026	54.02	-45
13	0.50	0.50	0.50	0.0028	0.0013	113.74	-22.5
14	0.50	0.50	1.00	0.0020	0.0013	57.33	0
15	0.50	0.50	2.00	0.0043	0.0027	59.42	-22.5
16	0.50	0.05	0.50	0.0025	0.0017	52.21	0
17	0.50	0.05	1.00	0.0029	0.0026	8.40	-22.5
18	0.50	0.05	2.00	0.0027	0.0025	8.41	-22.5
19	0.05	0.25	0.50	0.0019	0.0011	65.64	-22.5
20	0.05	0.25	1.00	0.0031	0.0025	20.58	-22.5
21	0.05	0.25	2.00	0.0035	0.0028	25.51	-22.5
22	0.05	0.50	0.50	0.0023	0.0012	95.46	22.5
23	0.05	0.50	1.00	0.0034	0.0025	37.59	-22.5
24	0.05	0.50	2.00	0.0029	0.0025	15.95	-22.5
25	0.05	0.05	0.50	0.0023	0.0012	95.34	0
26	0.05	0.05	1.00	0.0030	0.0023	33.59	0
27	0.05	0.05	2.00	0.0020	0.0020	-0.54	-22.5

Tabla VII.14. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección Y calculado utilizando la norma respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50 seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Error	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(m/m)	(m/m)	%	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	0.0027	0.0021	27.18	0
2	0.25	0.25	1.00	0.0038	0.0033	14.67	-22.5
3	0.25	0.25	2.00	0.0040	0.0035	15.26	-45
4	0.25	0.50	0.50	0.0030	0.0017	73.69	-45
5	0.25	0.50	1.00	0.0026	0.0024	5.96	-67.5
6	0.25	0.50	2.00	0.0039	0.0033	16.45	-67.5
7	0.25	0.05	0.50	0.0030	0.0024	26.19	-22.5
8	0.25	0.05	1.00	0.0030	0.0032	-5.07	-45
9	0.25	0.05	2.00	0.0037	0.0033	10.78	-45
10	0.50	0.25	0.50	0.0024	0.0020	20.38	-22.5
11	0.50	0.25	1.00	0.0036	0.0034	3.95	-22.5
12	0.50	0.25	2.00	0.0034	0.0032	6.06	-45
13	0.50	0.50	0.50	0.0026	0.0016	57.98	-22.5
14	0.50	0.50	1.00	0.0026	0.0024	9.83	0
15	0.50	0.50	2.00	0.0037	0.0033	11.81	-22.5
16	0.50	0.05	0.50	0.0026	0.0021	26.98	-22.5
17	0.50	0.05	1.00	0.0030	0.0029	0.54	-45
18	0.50	0.05	2.00	0.0018	0.0023	-24.41	-45
19	0.05	0.25	0.50	0.0031	0.0024	30.48	-45
20	0.05	0.25	1.00	0.0036	0.0036	0.65	-67.5
21	0.05	0.25	2.00	0.0016	0.0020	-19.52	-67.5
22	0.05	0.50	0.50	0.0034	0.0016	109.32	-22.5
23	0.05	0.50	1.00	0.0038	0.0033	13.30	-67.5
24	0.05	0.50	2.00	0.0033	0.0030	9.00	-22.5
25	0.05	0.05	0.50	0.0049	0.0035	39.00	-45
26	0.05	0.05	1.00	0.0034	0.0027	27.15	-45
27	0.05	0.05	2.00	0.0033	0.0030	9.27	-67.5

Tabla VII.15. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección Y calculado utilizando la norma respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75 seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Error	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(m/m)	(m/m)	%	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	0.0047	0.0038	23.12	-22.5
2	0.25	0.25	1.00	0.0037	0.0039	-4.93	-22.5
3	0.25	0.25	2.00	0.0041	0.0041	0.37	0
4	0.25	0.50	0.50	0.0036	0.0026	35.36	-67.5
5	0.25	0.50	1.00	0.0032	0.0034	-6.06	-22.5
6	0.25	0.50	2.00	0.0037	0.0038	-1.99	0
7	0.25	0.05	0.50	0.0035	0.0029	19.98	-22.5
8	0.25	0.05	1.00	0.0036	0.0039	-6.18	0
9	0.25	0.05	2.00	0.0030	0.0033	-11.82	0
10	0.50	0.25	0.50	0.0025	0.0023	9.62	0
11	0.50	0.25	1.00	0.0023	0.0028	-16.58	-22.5
12	0.50	0.25	2.00	0.0050	0.0039	26.81	22.5
13	0.50	0.50	0.50	0.0037	0.0027	36.17	-67.5
14	0.50	0.50	1.00	0.0031	0.0033	-4.71	0
15	0.50	0.50	2.00	0.0035	0.0037	-5.55	0
16	0.50	0.05	0.50	0.0033	0.0031	7.94	0
17	0.50	0.05	1.00	0.0045	0.0052	-12.37	-45
18	0.50	0.05	2.00	0.0027	0.0035	-22.22	0
19	0.05	0.25	0.50	0.0048	0.0038	28.59	0
20	0.05	0.25	1.00	0.0039	0.0044	-10.61	0
21	0.05	0.25	2.00	0.0044	0.0040	10.76	0
22	0.05	0.50	0.50	0.0041	0.0023	75.96	-67.5
23	0.05	0.50	1.00	0.0036	0.0039	-6.98	-22.5
24	0.05	0.50	2.00	0.0041	0.0040	2.62	0
25	0.05	0.05	0.50	0.0045	0.0039	13.94	0
26	0.05	0.05	1.00	0.0037	0.0033	11.95	0
27	0.05	0.05	2.00	0.0021	0.0027	-22.31	0

Tabla VII.16. Factor de reducción del cortante en la dirección X de la norma respecto al la fuerza cortante basal máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.375 seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Red.	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(ton)	(ton)	-	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	167.75	226.61	1.35	45
2	0.25	0.25	1.00	160.87	237.31	1.48	90
3	0.25	0.25	2.00	211.93	310.23	1.46	67.5
4	0.25	0.50	0.50	121.41	153.92	1.27	45
5	0.25	0.50	1.00	140.19	196.85	1.40	45
6	0.25	0.50	2.00	132.88	254.34	1.91	45
7	0.25	0.05	0.50	179.80	254.67	1.42	90
8	0.25	0.05	1.00	153.08	265.21	1.73	22.5
9	0.25	0.05	2.00	171.00	322.46	1.89	22.5
10	0.50	0.25	0.50	166.36	222.58	1.34	90
11	0.50	0.25	1.00	162.61	246.37	1.52	67.5
12	0.50	0.25	2.00	149.95	275.46	1.84	45
13	0.50	0.50	0.50	169.64	215.13	1.27	90
14	0.50	0.50	1.00	175.13	233.33	1.33	67.5
15	0.50	0.50	2.00	131.12	254.67	1.94	45
16	0.50	0.05	0.50	174.49	251.55	1.44	90
17	0.50	0.05	1.00	184.22	260.94	1.42	67.5
18	0.50	0.05	2.00	213.51	305.45	1.43	67.5
19	0.05	0.25	0.50	209.69	269.83	1.29	45
20	0.05	0.25	1.00	139.44	200.34	1.44	45
21	0.05	0.25	2.00	175.98	268.73	1.53	67.5
22	0.05	0.50	0.50	175.06	187.69	1.07	67.5
23	0.05	0.50	1.00	124.69	181.03	1.45	45
24	0.05	0.50	2.00	166.16	261.14	1.57	45
25	0.05	0.05	0.50	208.24	269.73	1.30	112.5
26	0.05	0.05	1.00	167.47	259.09	1.55	90
27	0.05	0.05	2.00	249.80	350.07	1.40	67.5

Tabla VII.17. Factor de reducción del cortante en la dirección X de la norma respecto al la fuerza cortante basal máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.50 seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Red.	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(ton)	(ton)	-	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	162.05	236.31	1.46	45
2	0.25	0.25	1.00	134.92	218.79	1.62	45
3	0.25	0.25	2.00	130.20	221.71	1.70	45
4	0.25	0.50	0.50	152.58	196.74	1.29	90
5	0.25	0.50	1.00	153.84	225.50	1.47	67.5
6	0.25	0.50	2.00	129.27	212.05	1.64	45
7	0.25	0.05	0.50	149.17	239.30	1.60	22.5
8	0.25	0.05	1.00	156.10	240.93	1.54	22.5
9	0.25	0.05	2.00	154.78	234.72	1.52	22.5
10	0.50	0.25	0.50	179.39	238.28	1.33	67.5
11	0.50	0.25	1.00	140.87	223.28	1.59	45
12	0.50	0.25	2.00	148.51	237.31	1.60	45
13	0.50	0.50	0.50	161.85	211.66	1.31	135
14	0.50	0.50	1.00	153.09	217.11	1.42	112.5
15	0.50	0.50	2.00	134.87	227.78	1.69	45
16	0.50	0.05	0.50	185.46	270.86	1.46	67.5
17	0.50	0.05	1.00	175.10	277.39	1.58	67.5
18	0.50	0.05	2.00	170.84	285.55	1.67	22.5
19	0.05	0.25	0.50	165.18	224.29	1.36	90
20	0.05	0.25	1.00	126.28	192.06	1.52	67.5
21	0.05	0.25	2.00	185.73	288.35	1.55	45
22	0.05	0.50	0.50	145.65	192.97	1.32	90
23	0.05	0.50	1.00	135.75	193.44	1.42	67.5
24	0.05	0.50	2.00	145.30	225.79	1.55	45
25	0.05	0.05	0.50	138.05	232.60	1.68	45
26	0.05	0.05	1.00	138.52	217.61	1.57	45
27	0.05	0.05	2.00	148.42	234.95	1.58	22.5

Tabla VII.18. Factor de reducción del cortante en la dirección X de la norma respecto al la fuerza cortante basal máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.75 seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Red.	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(ton)	(ton)	-	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	99.41	157.89	1.59	45
2	0.25	0.25	1.00	92.84	149.83	1.61	135
3	0.25	0.25	2.00	91.27	159.78	1.75	90
4	0.25	0.50	0.50	130.73	196.96	1.51	112.5
5	0.25	0.50	1.00	102.62	149.90	1.46	45
6	0.25	0.50	2.00	90.71	155.88	1.72	135
7	0.25	0.05	0.50	120.55	193.64	1.61	67.5
8	0.25	0.05	1.00	101.90	165.23	1.62	90
9	0.25	0.05	2.00	126.86	199.55	1.57	90
10	0.50	0.25	0.50	138.12	215.92	1.56	112.5
11	0.50	0.25	1.00	129.54	206.08	1.59	45
12	0.50	0.25	2.00	132.22	189.43	1.43	112.5
13	0.50	0.50	0.50	125.71	194.81	1.55	112.5
14	0.50	0.50	1.00	107.65	168.89	1.57	112.5
15	0.50	0.50	2.00	97.90	167.20	1.71	135
16	0.50	0.05	0.50	119.79	191.72	1.60	67.5
17	0.50	0.05	1.00	92.55	174.69	1.89	112.5
18	0.50	0.05	2.00	122.28	197.89	1.62	90
19	0.05	0.25	0.50	101.04	150.85	1.49	45
20	0.05	0.25	1.00	90.25	138.96	1.54	135
21	0.05	0.25	2.00	103.39	169.94	1.64	90
22	0.05	0.50	0.50	122.63	184.17	1.50	90
23	0.05	0.50	1.00	88.55	129.11	1.46	45
24	0.05	0.50	2.00	91.02	146.18	1.61	67.5
25	0.05	0.05	0.50	91.53	155.74	1.70	135
26	0.05	0.05	1.00	94.46	153.57	1.63	135
27	0.05	0.05	2.00	159.11	248.61	1.56	90

Tabla VII.19. Factor de reducción del cortante en la dirección Y de la norma respecto al la fuerza cortante basal máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.375 seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Red.	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(ton)	(ton)	-	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	171.93	228.97	1.33	-45
2	0.25	0.25	1.00	154.79	220.39	1.42	-45
3	0.25	0.25	2.00	209.23	315.10	1.51	-22.5
4	0.25	0.50	0.50	136.69	187.17	1.37	-67.5
5	0.25	0.50	1.00	170.89	235.04	1.38	-22.5
6	0.25	0.50	2.00	146.87	267.67	1.82	67.5
7	0.25	0.05	0.50	141.08	216.81	1.54	22.5
8	0.25	0.05	1.00	129.42	231.83	1.79	-45
9	0.25	0.05	2.00	166.47	321.28	1.93	-67.5
10	0.50	0.25	0.50	148.72	197.51	1.33	0
11	0.50	0.25	1.00	143.96	224.20	1.56	-67.5
12	0.50	0.25	2.00	142.63	273.94	1.92	-67.5
13	0.50	0.50	0.50	172.83	217.29	1.26	-22.5
14	0.50	0.50	1.00	167.10	238.67	1.43	-45
15	0.50	0.50	2.00	134.04	265.03	1.98	-67.5
16	0.50	0.05	0.50	143.48	192.72	1.34	-22.5
17	0.50	0.05	1.00	142.37	208.13	1.46	-67.5
18	0.50	0.05	2.00	199.72	293.89	1.47	-22.5
19	0.05	0.25	0.50	212.12	281.36	1.33	-45
20	0.05	0.25	1.00	169.66	253.30	1.49	-22.5
21	0.05	0.25	2.00	176.17	272.32	1.55	-22.5
22	0.05	0.50	0.50	184.44	233.86	1.27	22.5
23	0.05	0.50	1.00	175.29	250.44	1.43	-22.5
24	0.05	0.50	2.00	190.24	277.02	1.46	-22.5
25	0.05	0.05	0.50	210.99	270.37	1.28	0
26	0.05	0.05	1.00	170.39	263.18	1.54	0
27	0.05	0.05	2.00	246.60	350.04	1.42	-22.5

Tabla VII.20. Factor de reducción del cortante en la dirección Y de la norma respecto al la fuerza cortante basal máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.50 seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Red.	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(ton)	(ton)	-	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	153.97	242.14	1.57	0
2	0.25	0.25	1.00	125.55	206.69	1.65	-22.5
3	0.25	0.25	2.00	129.20	225.02	1.74	-45
4	0.25	0.50	0.50	160.95	226.28	1.41	-45
5	0.25	0.50	1.00	144.96	235.72	1.63	0
6	0.25	0.50	2.00	141.79	235.97	1.66	-67.5
7	0.25	0.05	0.50	139.09	222.44	1.60	0
8	0.25	0.05	1.00	135.36	208.14	1.54	-45
9	0.25	0.05	2.00	151.49	230.10	1.52	-67.5
10	0.50	0.25	0.50	143.36	200.89	1.40	-22.5
11	0.50	0.25	1.00	119.63	187.13	1.56	-22.5
12	0.50	0.25	2.00	137.55	229.94	1.67	-45
13	0.50	0.50	0.50	172.75	213.94	1.24	-22.5
14	0.50	0.50	1.00	143.22	214.66	1.50	-90
15	0.50	0.50	2.00	131.47	232.60	1.77	-67.5
16	0.50	0.05	0.50	153.67	201.28	1.31	-22.5
17	0.50	0.05	1.00	132.04	192.15	1.46	-22.5
18	0.50	0.05	2.00	164.86	275.87	1.67	-67.5
19	0.05	0.25	0.50	170.95	257.17	1.50	-45
20	0.05	0.25	1.00	147.49	241.27	1.64	-67.5
21	0.05	0.25	2.00	211.87	324.15	1.53	-67.5
22	0.05	0.50	0.50	184.92	243.68	1.32	-22.5
23	0.05	0.50	1.00	142.19	245.68	1.73	-67.5
24	0.05	0.50	2.00	158.17	249.46	1.58	-67.5
25	0.05	0.05	0.50	135.59	230.50	1.70	-67.5
26	0.05	0.05	1.00	141.90	230.19	1.62	-67.5
27	0.05	0.05	2.00	147.87	237.11	1.60	-67.5

Tabla VII.21. Factor de reducción del cortante en la dirección Y de la norma respecto al la fuerza cortante basal máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.75 seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Red.	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(ton)	(ton)	-	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	99.52	173.84	1.75	-22.5
2	0.25	0.25	1.00	101.85	156.03	1.53	0
3	0.25	0.25	2.00	92.83	163.59	1.76	0
4	0.25	0.50	0.50	139.82	220.26	1.58	-45
5	0.25	0.50	1.00	117.70	185.76	1.58	-45
6	0.25	0.50	2.00	103.00	176.06	1.71	0
7	0.25	0.05	0.50	99.76	147.93	1.48	-45
8	0.25	0.05	1.00	96.08	147.69	1.54	0
9	0.25	0.05	2.00	121.89	197.40	1.62	0
10	0.50	0.25	0.50	118.21	177.38	1.50	22.5
11	0.50	0.25	1.00	105.00	161.39	1.54	-45
12	0.50	0.25	2.00	102.62	176.19	1.72	22.5
13	0.50	0.50	0.50	117.77	196.43	1.67	-67.5
14	0.50	0.50	1.00	102.26	155.42	1.52	-45
15	0.50	0.50	2.00	100.73	172.92	1.72	0
16	0.50	0.05	0.50	103.15	148.22	1.44	-45
17	0.50	0.05	1.00	75.71	121.53	1.61	45
18	0.50	0.05	2.00	112.27	184.41	1.64	0
19	0.05	0.25	0.50	100.62	168.29	1.67	0
20	0.05	0.25	1.00	102.49	168.32	1.64	0
21	0.05	0.25	2.00	107.25	177.07	1.65	0
22	0.05	0.50	0.50	150.77	240.34	1.59	-67.5
23	0.05	0.50	1.00	115.77	192.57	1.66	-22.5
24	0.05	0.50	2.00	101.87	171.48	1.68	22.5
25	0.05	0.05	0.50	92.33	160.90	1.74	45
26	0.05	0.05	1.00	105.85	170.12	1.61	0
27	0.05	0.05	2.00	156.78	254.49	1.62	22.5

Tabla VII.22. Factor de reducción del momento volcante paralelo a X de la norma respecto al momento volcante máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.375 seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Red.	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(ton.m)	(ton.m)	-	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	1245.90	1747.86	1.40	67.5
2	0.25	0.25	1.00	1187.40	1816.84	1.53	67.5
3	0.25	0.25	2.00	1815.40	2684.40	1.48	67.5
4	0.25	0.50	0.50	851.06	1129.28	1.33	45
5	0.25	0.50	1.00	968.20	1430.69	1.48	0
6	0.25	0.50	2.00	1190.60	1955.34	1.64	67.5
7	0.25	0.05	0.50	1719.40	2060.64	1.20	45
8	0.25	0.05	1.00	1607.60	2315.51	1.44	22.5
9	0.25	0.05	2.00	1737.50	2651.29	1.53	45
10	0.50	0.25	0.50	1700.40	1865.16	1.10	67.5
11	0.50	0.25	1.00	1521.30	2001.92	1.32	45
12	0.50	0.25	2.00	1513.30	2280.84	1.51	45
13	0.50	0.50	0.50	1379.70	1475.79	1.07	67.5
14	0.50	0.50	1.00	1746.60	2098.13	1.20	90
15	0.50	0.50	2.00	1261.30	1999.92	1.59	45
16	0.50	0.05	0.50	1489.30	1907.36	1.28	90
17	0.50	0.05	1.00	1392.50	2020.97	1.45	90
18	0.50	0.05	2.00	1705.90	2417.91	1.42	67.5
19	0.05	0.25	0.50	1828.00	2410.90	1.32	135
20	0.05	0.25	1.00	1037.70	1527.92	1.47	45
21	0.05	0.25	2.00	1383.10	2159.61	1.56	45
22	0.05	0.50	0.50	1112.00	1258.78	1.13	67.5
23	0.05	0.50	1.00	925.42	1391.41	1.50	45
24	0.05	0.50	2.00	1316.10	2097.54	1.59	45
25	0.05	0.05	0.50	1772.60	2440.42	1.38	112.5
26	0.05	0.05	1.00	1471.10	2322.05	1.58	45
27	0.05	0.05	2.00	2094.10	2980.09	1.42	67.5

Tabla VII.23. Factor de reducción del momento volcante paralelo a X de la norma respecto al momento volcante máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.50 seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Red.	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(ton.m)	(ton.m)	-	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	1638.60	2429.18	1.48	45
2	0.25	0.25	1.00	1248.30	2019.67	1.62	67.5
3	0.25	0.25	2.00	1282.80	2210.67	1.72	45
4	0.25	0.50	0.50	1425.70	1922.02	1.35	90
5	0.25	0.50	1.00	1600.70	2338.90	1.46	45
6	0.25	0.50	2.00	1263.10	2065.35	1.64	45
7	0.25	0.05	0.50	1406.30	2329.49	1.66	45
8	0.25	0.05	1.00	1668.10	2613.01	1.57	45
9	0.25	0.05	2.00	1504.20	2327.12	1.55	22.5
10	0.50	0.25	0.50	1708.50	2349.49	1.38	67.5
11	0.50	0.25	1.00	1303.80	2069.57	1.59	45
12	0.50	0.25	2.00	1503.70	2407.20	1.60	45
13	0.50	0.50	0.50	1388.40	1903.31	1.37	67.5
14	0.50	0.50	1.00	1500.70	2087.60	1.39	67.5
15	0.50	0.50	2.00	1296.00	2177.74	1.68	45
16	0.50	0.05	0.50	1841.70	2710.95	1.47	45
17	0.50	0.05	1.00	1674.40	2627.04	1.57	45
18	0.50	0.05	2.00	1962.20	3157.94	1.61	22.5
19	0.05	0.25	0.50	1603.40	2260.20	1.41	67.5
20	0.05	0.25	1.00	1288.40	1949.79	1.51	67.5
21	0.05	0.25	2.00	2063.80	3137.84	1.52	45
22	0.05	0.50	0.50	1162.50	1634.72	1.41	67.5
23	0.05	0.50	1.00	1256.50	1812.12	1.44	67.5
24	0.05	0.50	2.00	1450.30	2207.86	1.52	45
25	0.05	0.05	0.50	1214.80	2057.23	1.69	45
26	0.05	0.05	1.00	1497.60	2368.80	1.58	45
27	0.05	0.05	2.00	1500.90	2445.50	1.63	45

Tabla VII.24. Factor de reducción del momento volcante paralelo a X de la norma respecto al momento volcante máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.75 seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Red.	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(ton.m)	(ton.m)	-	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	981.76	1584.48	1.61	112.5
2	0.25	0.25	1.00	1243.60	1924.29	1.55	135
3	0.25	0.25	2.00	1224.50	2088.50	1.71	67.5
4	0.25	0.50	0.50	1451.40	2300.17	1.58	112.5
5	0.25	0.50	1.00	1296.00	1836.49	1.42	67.5
6	0.25	0.50	2.00	1213.60	1999.30	1.65	67.5
7	0.25	0.05	0.50	1403.30	2311.72	1.65	67.5
8	0.25	0.05	1.00	1349.30	2175.23	1.61	90
9	0.25	0.05	2.00	1790.90	2725.31	1.52	90
10	0.50	0.25	0.50	1799.60	2701.82	1.50	90
11	0.50	0.25	1.00	1845.40	2818.09	1.53	22.5
12	0.50	0.25	2.00	1572.90	2243.61	1.43	90
13	0.50	0.50	0.50	1362.00	2151.87	1.58	22.5
14	0.50	0.50	1.00	1336.50	1924.19	1.44	112.5
15	0.50	0.50	2.00	1295.10	2126.18	1.64	112.5
16	0.50	0.05	0.50	1337.50	2127.60	1.59	67.5
17	0.50	0.05	1.00	916.67	1715.87	1.87	90
18	0.50	0.05	2.00	1740.50	2636.04	1.51	90
19	0.05	0.25	0.50	1102.20	1672.83	1.52	67.5
20	0.05	0.25	1.00	1235.20	1827.36	1.48	67.5
21	0.05	0.25	2.00	1349.20	2156.94	1.60	67.5
22	0.05	0.50	0.50	1250.80	1944.95	1.55	45
23	0.05	0.50	1.00	1074.40	1545.37	1.44	112.5
24	0.05	0.50	2.00	1188.40	1812.97	1.53	67.5
25	0.05	0.05	0.50	969.35	1677.14	1.73	135
26	0.05	0.05	1.00	1269.90	2049.09	1.61	67.5
27	0.05	0.05	2.00	2230.00	3379.41	1.52	90

Tabla VII.25. Factor de reducción del momento volcante paralelo a Y de la norma respecto al momento volcante máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.375 seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Red.	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(ton.m)	(ton.m)	-	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	1296.10	1765.85	1.36	-45
2	0.25	0.25	1.00	1182.10	1694.94	1.43	-45
3	0.25	0.25	2.00	1835.90	2725.73	1.48	-22.5
4	0.25	0.50	0.50	1053.30	1369.98	1.30	-22.5
5	0.25	0.50	1.00	1249.20	1704.41	1.36	-22.5
6	0.25	0.50	2.00	1288.00	2059.46	1.60	45
7	0.25	0.05	0.50	1296.10	1765.85	1.36	-45
8	0.25	0.05	1.00	1182.10	1694.94	1.43	-45
9	0.25	0.05	2.00	1835.90	2725.73	1.48	-22.5
10	0.50	0.25	0.50	1053.30	1369.98	1.30	-22.5
11	0.50	0.25	1.00	1249.20	1704.41	1.36	-22.5
12	0.50	0.25	2.00	1288.00	2059.46	1.60	45
13	0.50	0.50	0.50	1421.00	1754.64	1.23	-22.5
14	0.50	0.50	1.00	1405.20	2025.11	1.44	-45
15	0.50	0.50	2.00	1767.50	2641.72	1.49	-67.5
16	0.50	0.05	0.50	1479.30	1657.92	1.12	-90
17	0.50	0.05	1.00	1318.60	1824.59	1.38	-45
18	0.50	0.05	2.00	1446.50	2266.90	1.57	-67.5
19	0.05	0.25	0.50	1550.30	1497.84	0.97	-45
20	0.05	0.25	1.00	1710.90	2163.23	1.26	-45
21	0.05	0.25	2.00	1282.70	2083.56	1.62	-67.5
22	0.05	0.50	0.50	1244.00	1460.30	1.17	-22.5
23	0.05	0.50	1.00	1062.40	1612.25	1.52	-45
24	0.05	0.50	2.00	1542.20	2323.55	1.51	-45
25	0.05	0.05	0.50	1833.20	2515.95	1.37	-22.5
26	0.05	0.05	1.00	1257.90	1923.94	1.53	-45
27	0.05	0.05	2.00	1382.00	2189.34	1.58	-45

Tabla VII.26. Factor de reducción del momento volcante paralelo a Y de la norma respecto al momento volcante máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.50 seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Red.	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(ton.m)	(ton.m)	-	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	1257.30	1567.64	1.25	-22.5
2	0.25	0.25	1.00	1339.60	1926.83	1.44	-22.5
3	0.25	0.25	2.00	1505.20	2227.48	1.48	-22.5
4	0.25	0.50	0.50	1809.20	2451.20	1.35	0
5	0.25	0.50	1.00	1499.30	2353.64	1.57	-45
6	0.25	0.50	2.00	2026.10	2980.17	1.47	-22.5
7	0.25	0.05	0.50	1348.50	2152.81	1.60	-45
8	0.25	0.05	1.00	1478.00	2256.91	1.53	-45
9	0.25	0.05	2.00	1463.50	2281.39	1.56	-67.5
10	0.50	0.25	0.50	1401.80	1986.73	1.42	0
11	0.50	0.25	1.00	1158.90	1728.69	1.49	-22.5
12	0.50	0.25	2.00	1386.10	2331.23	1.68	-45
13	0.50	0.50	0.50	1615.50	1925.39	1.19	-45
14	0.50	0.50	1.00	1419.00	2072.64	1.46	-90
15	0.50	0.50	2.00	1275.10	2225.54	1.75	-67.5
16	0.50	0.05	0.50	1496.30	2011.82	1.34	-22.5
17	0.50	0.05	1.00	1236.00	1819.48	1.47	-45
18	0.50	0.05	2.00	1805.80	3052.97	1.69	-45
19	0.05	0.25	0.50	1687.90	2600.98	1.54	-45
20	0.05	0.25	1.00	1449.50	2450.54	1.69	-67.5
21	0.05	0.25	2.00	2407.40	3544.94	1.47	22.5
22	0.05	0.50	0.50	1535.90	2067.44	1.35	-45
23	0.05	0.50	1.00	1325.70	2314.51	1.75	-67.5
24	0.05	0.50	2.00	1534.00	2441.69	1.59	-67.5
25	0.05	0.05	0.50	1161.50	2043.47	1.76	-67.5
26	0.05	0.05	1.00	1517.60	2501.72	1.65	-45
27	0.05	0.05	2.00	1532.60	2468.36	1.61	-67.5

Tabla VII.27. Factor de reducción del momento volcante paralelo a Y de la norma respecto al momento volcante máximo usando NLTHA, para edificios de T=0.50 seg.

	Parámetros			No lineal	Norma	Red.	Angulo Crítico
	eX	eY	Ro	(ton.m)	(ton.m)	-	(grados)
1	0.25	0.25	0.50	1015.30	1740.34	1.71	-22.5
2	0.25	0.25	1.00	1356.10	2006.94	1.48	0
3	0.25	0.25	2.00	1267.20	2140.63	1.69	-22.5
4	0.25	0.50	0.50	1719.30	2557.55	1.49	-45
5	0.25	0.50	1.00	1558.40	2282.95	1.46	-22.5
6	0.25	0.50	2.00	1395.00	2266.45	1.62	0
7	0.25	0.05	0.50	1178.30	1756.93	1.49	-45
8	0.25	0.05	1.00	1307.70	1944.07	1.49	0
9	0.25	0.05	2.00	1714.60	2699.01	1.57	0
10	0.50	0.25	0.50	1519.90	2214.27	1.46	-22.5
11	0.50	0.25	1.00	1546.30	2200.62	1.42	-22.5
12	0.50	0.25	2.00	1266.70	2087.06	1.65	-22.5
13	0.50	0.50	0.50	1406.60	2172.89	1.54	22.5
14	0.50	0.50	1.00	1291.20	1767.44	1.37	-22.5
15	0.50	0.50	2.00	1351.30	2203.27	1.63	0
16	0.50	0.05	0.50	1123.60	1643.36	1.46	22.5
17	0.50	0.05	1.00	776.03	1184.51	1.53	-45
18	0.50	0.05	2.00	1570.20	2455.77	1.56	-22.5
19	0.05	0.25	0.50	1105.20	1857.06	1.68	0
20	0.05	0.25	1.00	1361.70	2217.72	1.63	-22.5
21	0.05	0.25	2.00	1376.60	2248.04	1.63	-22.5
22	0.05	0.50	0.50	1605.10	2530.22	1.58	-67.5
23	0.05	0.50	1.00	1464.70	2321.13	1.58	-22.5
24	0.05	0.50	2.00	1330.70	2133.33	1.60	0
25	0.05	0.05	0.50	1002.60	1735.95	1.73	22.5
26	0.05	0.05	1.00	1441.30	2277.38	1.58	0
27	0.05	0.05	2.00	2223.80	3466.70	1.56	0

Tabla VII.28. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.375\text{seg.}$

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	%
1	0.25	0.25	0.50	2.15	2.02	2.14	2.05	2.20	2.41
2	0.25	0.25	1.00	2.67	2.79	2.68	2.78	2.82	0.98
3	0.25	0.25	2.00	2.49	2.93	2.49	2.93	3.06	4.35
4	0.25	0.50	0.50	1.60	1.65	1.67	1.60	1.89	12.91
5	0.25	0.50	1.00	2.60	2.41	2.59	2.38	2.67	2.68
6	0.25	0.50	2.00	2.96	3.48	2.97	3.47	3.61	3.71
7	0.25	0.05	0.50	3.34	3.72	3.34	3.75	3.81	1.59
8	0.25	0.05	1.00	4.10	4.46	4.10	4.48	4.70	4.97
9	0.25	0.05	2.00	3.34	3.62	3.34	3.62	3.71	2.41
10	0.50	0.25	0.50	2.90	3.26	2.89	3.24	3.34	2.43
11	0.50	0.25	1.00	3.02	3.56	3.02	3.54	3.71	4.44
12	0.50	0.25	2.00	3.23	3.79	3.23	3.80	3.90	2.65
13	0.50	0.50	0.50	2.23	2.21	2.22	2.16	2.37	6.00
14	0.50	0.50	1.00	2.16	2.23	2.17	2.23	2.23	0.00
15	0.50	0.50	2.00	3.25	3.89	3.25	3.89	4.15	6.67
16	0.50	0.05	0.50	2.74	2.85	2.74	2.89	3.00	3.56
17	0.50	0.05	1.00	2.35	2.77	2.32	2.77	2.77	0.00
18	0.50	0.05	2.00	2.67	3.09	2.66	3.07	3.20	3.82
19	0.05	0.25	0.50	2.06	1.95	2.06	1.96	2.10	1.55
20	0.05	0.25	1.00	2.77	3.02	2.77	3.02	3.25	7.69
21	0.05	0.25	2.00	2.66	3.05	2.67	3.05	3.19	4.46
22	0.05	0.50	0.50	1.14	1.59	1.26	1.59	1.66	4.40
23	0.05	0.50	1.00	2.41	2.60	2.41	2.59	2.67	2.67
24	0.05	0.50	2.00	2.56	2.90	2.57	2.89	3.07	5.83
25	0.05	0.05	0.50	2.25	2.65	2.22	2.60	2.67	0.60
26	0.05	0.05	1.00	3.05	3.64	3.04	3.64	3.71	2.04
27	0.05	0.05	2.00	2.66	3.19	2.67	3.19	3.28	2.88

Tabla VII.29. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	%
1	0.25	0.25	0.50	3.22	3.96	3.21	3.95	4.10	3.71
2	0.25	0.25	1.00	3.42	4.28	3.45	4.23	4.41	3.26
3	0.25	0.25	2.00	3.71	4.27	3.72	4.29	4.39	2.27
4	0.25	0.50	0.50	1.97	2.73	2.19	2.65	2.73	0.00
5	0.25	0.50	1.00	2.93	3.63	2.93	3.59	3.72	2.50
6	0.25	0.50	2.00	3.36	4.06	3.36	4.07	4.32	5.97
7	0.25	0.05	0.50	4.37	4.78	4.39	4.76	5.26	9.95
8	0.25	0.05	1.00	3.84	4.33	3.84	4.35	4.50	3.43
9	0.25	0.05	2.00	3.95	4.24	3.96	4.25	4.50	6.03
10	0.50	0.25	0.50	3.01	3.37	3.02	3.32	3.44	2.01
11	0.50	0.25	1.00	3.44	4.31	3.46	4.27	4.45	3.32
12	0.50	0.25	2.00	3.43	4.00	3.43	4.01	4.12	2.73
13	0.50	0.50	0.50	2.62	2.39	2.55	2.29	2.62	0.00
14	0.50	0.50	1.00	2.84	3.29	2.86	3.28	3.36	2.10
15	0.50	0.50	2.00	3.27	3.89	3.28	3.89	4.13	6.21
16	0.50	0.05	0.50	3.27	3.61	3.25	3.51	3.71	2.78
17	0.50	0.05	1.00	3.12	3.58	3.13	3.58	3.68	2.67
18	0.50	0.05	2.00	3.35	3.73	3.34	3.74	3.85	3.13
19	0.05	0.25	0.50	2.98	3.70	2.99	3.69	3.73	0.85
20	0.05	0.25	1.00	3.74	4.54	3.75	4.55	4.70	3.31
21	0.05	0.25	2.00	2.85	3.40	2.84	3.40	3.57	5.13
22	0.05	0.50	0.50	2.26	2.58	2.28	2.59	2.62	1.49
23	0.05	0.50	1.00	3.16	4.02	3.16	4.01	4.12	2.61
24	0.05	0.50	2.00	3.87	4.16	3.88	4.17	4.44	6.45
25	0.05	0.05	0.50	3.92	4.33	3.92	4.31	4.49	3.72
26	0.05	0.05	1.00	4.32	4.78	4.31	4.80	5.01	4.30
27	0.05	0.05	2.00	3.66	4.01	3.66	4.01	4.26	6.13

Tabla VII.30. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	%
1	0.25	0.25	0.50	4.78	5.85	4.82	5.75	5.85	0.00
2	0.25	0.25	1.00	5.50	6.47	5.54	6.51	6.59	1.25
3	0.25	0.25	2.00	4.86	6.48	4.88	6.47	6.49	0.18
4	0.25	0.50	0.50	3.82	4.29	3.80	4.26	4.30	0.39
5	0.25	0.50	1.00	4.38	5.49	4.40	5.48	5.81	5.73
6	0.25	0.50	2.00	4.52	5.83	4.54	5.84	6.07	3.97
7	0.25	0.05	0.50	5.61	6.42	5.60	6.36	6.42	0.00
8	0.25	0.05	1.00	5.82	7.28	5.85	7.35	7.35	0.00
9	0.25	0.05	2.00	5.07	6.44	5.08	6.45	6.45	0.00
10	0.50	0.25	0.50	4.88	5.42	4.92	5.49	5.62	2.43
11	0.50	0.25	1.00	4.49	5.11	4.62	5.03	5.22	2.18
12	0.50	0.25	2.00	5.74	6.89	5.80	6.94	6.94	0.00
13	0.50	0.50	0.50	3.90	4.07	4.54	3.80	4.89	7.64
14	0.50	0.50	1.00	4.92	5.65	5.18	5.57	5.86	3.64
15	0.50	0.50	2.00	4.74	5.73	4.73	5.74	5.89	2.62
16	0.50	0.05	0.50	5.60	6.61	5.75	6.45	6.65	0.68
17	0.50	0.05	1.00	5.76	6.73	5.65	6.85	6.85	0.02
18	0.50	0.05	2.00	4.93	5.96	4.97	5.96	5.96	0.00
19	0.05	0.25	0.50	4.61	5.74	4.65	5.69	5.81	1.36
20	0.05	0.25	1.00	5.15	6.53	5.14	6.51	6.53	0.00
21	0.05	0.25	2.00	5.14	6.76	5.16	6.75	6.84	1.13
22	0.05	0.50	0.50	3.90	4.38	3.90	4.36	4.38	0.00
23	0.05	0.50	1.00	4.47	5.83	4.45	5.83	5.83	0.00
24	0.05	0.50	2.00	4.58	6.12	4.55	6.07	6.21	1.55
25	0.05	0.05	0.50	6.21	7.42	6.20	7.51	7.51	0.00
26	0.05	0.05	1.00	5.51	7.46	5.53	7.46	7.52	0.83
27	0.05	0.05	2.00	5.10	6.19	5.10	6.19	6.19	0.00

Tabla VII.31. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de $T=0.375\text{seg.}$

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	%
1	0.25	0.25	0.50	2.19	2.05	2.15	2.07	2.19	0.00
2	0.25	0.25	1.00	3.26	2.91	3.25	2.88	3.46	5.92
3	0.25	0.25	2.00	3.06	2.66	3.05	2.66	3.21	4.90
4	0.25	0.50	0.50	1.69	1.64	1.71	1.65	1.87	9.10
5	0.25	0.50	1.00	2.54	2.28	2.53	2.27	2.61	2.87
6	0.25	0.50	2.00	3.63	3.76	3.65	3.77	3.82	1.42
7	0.25	0.05	0.50	4.56	3.54	4.53	3.58	4.68	2.56
8	0.25	0.05	1.00	4.60	4.17	4.61	4.18	4.78	3.69
9	0.25	0.05	2.00	3.59	3.55	3.59	3.56	3.82	6.35
10	0.50	0.25	0.50	3.66	3.65	3.61	3.63	3.70	0.89
11	0.50	0.25	1.00	3.89	3.66	3.89	3.65	4.25	9.28
12	0.50	0.25	2.00	4.29	3.86	4.29	3.88	4.54	5.76
13	0.50	0.50	0.50	2.50	2.37	2.44	2.39	2.63	5.21
14	0.50	0.50	1.00	3.07	2.76	3.06	2.75	3.22	4.81
15	0.50	0.50	2.00	4.35	4.08	4.35	4.07	4.42	1.70
16	0.50	0.05	0.50	2.80	2.43	2.79	2.47	2.84	1.22
17	0.50	0.05	1.00	2.91	2.56	2.91	2.56	3.01	3.18
18	0.50	0.05	2.00	3.00	2.65	3.00	2.63	3.16	5.36
19	0.05	0.25	0.50	2.32	2.12	2.34	2.14	2.34	0.00
20	0.05	0.25	1.00	2.93	2.54	2.92	2.52	3.00	2.38
21	0.05	0.25	2.00	3.19	2.77	3.19	2.76	3.32	4.01
22	0.05	0.50	0.50	1.68	1.77	1.78	1.81	1.91	5.42
23	0.05	0.50	1.00	3.21	2.90	3.23	2.88	3.33	2.94
24	0.05	0.50	2.00	3.07	2.69	3.08	2.68	3.23	4.95
25	0.05	0.05	0.50	3.02	2.48	3.01	2.49	3.02	0.00
26	0.05	0.05	1.00	3.51	2.93	3.50	2.92	3.61	2.76
27	0.05	0.05	2.00	3.29	2.81	3.30	2.81	3.44	4.43

Tabla VII.32. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	%
1	0.25	0.25	0.50	3.96	3.59	3.95	3.62	3.97	0.36
2	0.25	0.25	1.00	4.68	4.34	4.74	4.31	4.84	2.28
3	0.25	0.25	2.00	4.50	4.25	4.52	4.27	4.71	4.21
4	0.25	0.50	0.50	3.38	3.53	3.75	3.51	4.08	8.64
5	0.25	0.50	1.00	4.05	3.93	4.00	3.92	4.07	0.51
6	0.25	0.50	2.00	4.20	4.06	4.19	4.06	4.44	5.80
7	0.25	0.05	0.50	4.05	3.51	4.05	3.54	4.24	4.67
8	0.25	0.05	1.00	4.41	4.21	4.42	4.23	4.72	6.92
9	0.25	0.05	2.00	4.27	3.99	4.27	3.98	4.57	7.01
10	0.50	0.25	0.50	3.48	3.23	3.46	3.22	3.54	1.65
11	0.50	0.25	1.00	4.47	4.10	4.57	4.12	4.71	3.07
12	0.50	0.25	2.00	4.36	4.01	4.36	4.02	4.66	6.83
13	0.50	0.50	0.50	2.82	2.74	2.74	2.52	2.98	5.81
14	0.50	0.50	1.00	3.97	3.85	3.92	3.87	3.97	0.00
15	0.50	0.50	2.00	4.41	4.10	4.42	4.09	4.53	2.47
16	0.50	0.05	0.50	3.69	3.07	3.68	2.97	3.79	2.73
17	0.50	0.05	1.00	4.23	3.51	4.24	3.52	4.41	3.99
18	0.50	0.05	2.00	3.78	3.33	3.78	3.33	3.99	5.44
19	0.05	0.25	0.50	3.99	3.57	3.98	3.56	4.30	7.55
20	0.05	0.25	1.00	4.58	4.40	4.56	4.46	4.77	4.30
21	0.05	0.25	2.00	3.52	3.38	3.45	3.42	3.60	2.20
22	0.05	0.50	0.50	3.82	3.26	3.88	3.45	4.00	3.00
23	0.05	0.50	1.00	4.69	4.44	4.68	4.45	4.78	1.98
24	0.05	0.50	2.00	4.28	3.84	4.27	3.83	4.42	3.12
25	0.05	0.05	0.50	5.18	4.93	5.19	4.89	5.48	5.48
26	0.05	0.05	1.00	4.61	4.44	4.61	4.46	4.98	7.96
27	0.05	0.05	2.00	4.06	3.85	4.04	3.86	4.39	8.25

Tabla VII.33. Porcentaje de error de desplazamiento del quinto nivel en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a desplazamiento máximo medido usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	%
1	0.25	0.25	0.50	7.08	6.11	7.19	6.10	7.19	0.00
2	0.25	0.25	1.00	6.91	5.53	7.00	5.55	7.00	0.00
3	0.25	0.25	2.00	6.91	5.05	6.93	5.03	6.93	0.00
4	0.25	0.50	0.50	5.67	5.51	5.81	5.46	6.00	3.30
5	0.25	0.50	1.00	5.91	5.65	5.95	5.72	6.13	3.06
6	0.25	0.50	2.00	6.41	5.07	6.44	5.07	6.44	0.00
7	0.25	0.05	0.50	6.14	5.39	6.09	5.43	6.21	1.15
8	0.25	0.05	1.00	7.01	5.56	7.05	5.56	7.05	0.00
9	0.25	0.05	2.00	6.59	5.03	6.57	5.02	6.59	0.00
10	0.50	0.25	0.50	5.41	5.06	5.39	5.00	5.42	0.27
11	0.50	0.25	1.00	5.64	4.78	5.61	4.76	5.70	0.96
12	0.50	0.25	2.00	8.71	6.55	8.69	6.50	8.71	0.00
13	0.50	0.50	0.50	5.76	4.87	5.67	4.66	6.12	6.34
14	0.50	0.50	1.00	5.70	5.79	5.83	5.70	5.93	1.85
15	0.50	0.50	2.00	6.43	5.18	6.45	5.14	6.45	0.00
16	0.50	0.05	0.50	5.33	4.20	5.29	4.22	5.33	0.00
17	0.50	0.05	1.00	5.51	4.83	5.50	4.77	5.61	1.76
18	0.50	0.05	2.00	5.96	4.70	5.95	4.70	5.96	0.00
19	0.05	0.25	0.50	8.37	6.22	8.24	6.21	8.37	0.00
20	0.05	0.25	1.00	7.35	5.56	7.40	5.59	7.40	0.00
21	0.05	0.25	2.00	6.94	5.23	6.93	5.25	6.94	0.00
22	0.05	0.50	0.50	5.70	5.75	5.82	5.81	6.56	12.87
23	0.05	0.50	1.00	6.08	5.37	6.19	5.40	6.19	0.00
24	0.05	0.50	2.00	6.54	5.19	6.52	5.27	6.54	0.00
25	0.05	0.05	0.50	7.40	6.23	7.16	6.10	7.40	0.00
26	0.05	0.05	1.00	6.93	5.67	6.92	5.66	6.93	0.00
27	0.05	0.05	2.00	6.19	5.15	6.21	5.15	6.21	0.00

Tabla VII.34. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)	%
1	0.25	0.25	0.50	0.0043	0.0039	0.0043	0.0040	0.0044	1.18
2	0.25	0.25	1.00	0.0061	0.0063	0.0059	0.0064	0.0064	0.00
3	0.25	0.25	2.00	0.0035	0.0042	0.0036	0.0042	0.0043	2.37
4	0.25	0.50	0.50	0.0034	0.0034	0.0034	0.0032	0.0039	14.58
5	0.25	0.50	1.00	0.0055	0.0051	0.0056	0.0049	0.0056	0.00
6	0.25	0.50	2.00	0.0063	0.0071	0.0062	0.0072	0.0077	6.61
7	0.25	0.05	0.50	0.0060	0.0069	0.0062	0.0071	0.0071	0.00
8	0.25	0.05	1.00	0.0078	0.0090	0.0078	0.0090	0.0093	2.73
9	0.25	0.05	2.00	0.0052	0.0056	0.0052	0.0056	0.0058	2.29
10	0.50	0.25	0.50	0.0057	0.0065	0.0058	0.0064	0.0066	0.62
11	0.50	0.25	1.00	0.0053	0.0065	0.0052	0.0065	0.0067	1.87
12	0.50	0.25	2.00	0.0062	0.0074	0.0060	0.0075	0.0075	0.00
13	0.50	0.50	0.50	0.0045	0.0044	0.0045	0.0042	0.0050	9.98
14	0.50	0.50	1.00	0.0030	0.0031	0.0030	0.0031	0.0032	3.39
15	0.50	0.50	2.00	0.0066	0.0083	0.0065	0.0083	0.0085	2.89
16	0.50	0.05	0.50	0.0055	0.0057	0.0055	0.0057	0.0060	6.27
17	0.50	0.05	1.00	0.0048	0.0056	0.0046	0.0055	0.0056	0.00
18	0.50	0.05	2.00	0.0045	0.0054	0.0045	0.0053	0.0055	2.97
19	0.05	0.25	0.50	0.0033	0.0032	0.0033	0.0031	0.0035	4.53
20	0.05	0.25	1.00	0.0058	0.0063	0.0059	0.0064	0.0069	7.71
21	0.05	0.25	2.00	0.0059	0.0072	0.0058	0.0073	0.0075	2.89
22	0.05	0.50	0.50	0.0025	0.0037	0.0029	0.0037	0.0038	3.39
23	0.05	0.50	1.00	0.0048	0.0055	0.0050	0.0054	0.0059	7.88
24	0.05	0.50	2.00	0.0050	0.0061	0.0050	0.0061	0.0063	3.23
25	0.05	0.05	0.50	0.0043	0.0050	0.0043	0.0051	0.0052	2.62
26	0.05	0.05	1.00	0.0065	0.0079	0.0066	0.0080	0.0080	0.14
27	0.05	0.05	2.00	0.0035	0.0043	0.0035	0.0043	0.0043	0.56

Tabla VII.35. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)	%
1	0.25	0.25	0.50	0.0022	0.0028	0.0022	0.0028	0.0029	3.38
2	0.25	0.25	1.00	0.0027	0.0035	0.0027	0.0035	0.0036	3.76
3	0.25	0.25	2.00	0.0028	0.0035	0.0028	0.0035	0.0037	5.28
4	0.25	0.50	0.50	0.0015	0.0021	0.0017	0.0021	0.0021	0.00
5	0.25	0.50	1.00	0.0017	0.0022	0.0016	0.0022	0.0022	0.00
6	0.25	0.50	2.00	0.0027	0.0033	0.0026	0.0034	0.0036	6.34
7	0.25	0.05	0.50	0.0032	0.0035	0.0032	0.0035	0.0038	8.98
8	0.25	0.05	1.00	0.0025	0.0029	0.0024	0.0029	0.0029	0.40
9	0.25	0.05	2.00	0.0030	0.0034	0.0030	0.0034	0.0035	3.26
10	0.50	0.25	0.50	0.0022	0.0026	0.0022	0.0025	0.0026	0.00
11	0.50	0.25	1.00	0.0026	0.0035	0.0026	0.0035	0.0036	2.12
12	0.50	0.25	2.00	0.0023	0.0028	0.0022	0.0029	0.0029	0.00
13	0.50	0.50	0.50	0.0022	0.0020	0.0021	0.0019	0.0022	0.72
14	0.50	0.50	1.00	0.0018	0.0023	0.0018	0.0023	0.0023	0.00
15	0.50	0.50	2.00	0.0025	0.0031	0.0025	0.0032	0.0032	1.66
16	0.50	0.05	0.50	0.0024	0.0028	0.0024	0.0027	0.0028	0.00
17	0.50	0.05	1.00	0.0020	0.0025	0.0020	0.0025	0.0025	1.50
18	0.50	0.05	2.00	0.0014	0.0015	0.0014	0.0015	0.0016	2.67
19	0.05	0.25	0.50	0.0020	0.0026	0.0020	0.0026	0.0026	0.00
20	0.05	0.25	1.00	0.0027	0.0032	0.0027	0.0032	0.0034	5.37
21	0.05	0.25	2.00	0.0012	0.0015	0.0012	0.0015	0.0015	1.37
22	0.05	0.50	0.50	0.0020	0.0022	0.0020	0.0023	0.0023	0.00
23	0.05	0.50	1.00	0.0024	0.0031	0.0023	0.0032	0.0032	1.13
24	0.05	0.50	2.00	0.0029	0.0032	0.0029	0.0032	0.0034	6.72
25	0.05	0.05	0.50	0.0035	0.0039	0.0035	0.0039	0.0040	2.55
26	0.05	0.05	1.00	0.0029	0.0034	0.0029	0.0034	0.0035	3.38
27	0.05	0.05	2.00	0.0025	0.0030	0.0025	0.0030	0.0031	2.74

Tabla VII.36. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)	%
1	0.25	0.25	0.50	0.0030	0.0036	0.0030	0.0037	0.0037	0.26
2	0.25	0.25	1.00	0.0027	0.0033	0.0028	0.0034	0.0034	0.00
3	0.25	0.25	2.00	0.0027	0.0038	0.0027	0.0039	0.0039	0.00
4	0.25	0.50	0.50	0.0021	0.0024	0.0021	0.0024	0.0025	3.17
5	0.25	0.50	1.00	0.0021	0.0028	0.0021	0.0028	0.0029	5.39
6	0.25	0.50	2.00	0.0025	0.0034	0.0024	0.0034	0.0034	0.13
7	0.25	0.05	0.50	0.0032	0.0038	0.0032	0.0038	0.0039	2.02
8	0.25	0.05	1.00	0.0030	0.0039	0.0030	0.0039	0.0039	0.00
9	0.25	0.05	2.00	0.0022	0.0028	0.0023	0.0028	0.0028	0.00
10	0.50	0.25	0.50	0.0024	0.0027	0.0025	0.0027	0.0028	5.87
11	0.50	0.25	1.00	0.0018	0.0020	0.0019	0.0020	0.0022	7.62
12	0.50	0.25	2.00	0.0030	0.0037	0.0029	0.0037	0.0037	0.00
13	0.50	0.50	0.50	0.0025	0.0025	0.0029	0.0023	0.0031	10.20
14	0.50	0.50	1.00	0.0028	0.0032	0.0029	0.0032	0.0033	4.04
15	0.50	0.50	2.00	0.0025	0.0033	0.0025	0.0033	0.0033	0.00
16	0.50	0.05	0.50	0.0034	0.0041	0.0035	0.0041	0.0042	1.86
17	0.50	0.05	1.00	0.0046	0.0058	0.0044	0.0059	0.0059	0.00
18	0.50	0.05	2.00	0.0022	0.0026	0.0022	0.0025	0.0026	0.00
19	0.05	0.25	0.50	0.0025	0.0032	0.0026	0.0032	0.0033	4.43
20	0.05	0.25	1.00	0.0025	0.0033	0.0026	0.0033	0.0033	0.00
21	0.05	0.25	2.00	0.0030	0.0043	0.0030	0.0043	0.0043	0.00
22	0.05	0.50	0.50	0.0025	0.0027	0.0025	0.0027	0.0028	3.86
23	0.05	0.50	1.00	0.0022	0.0030	0.0023	0.0031	0.0031	0.00
24	0.05	0.50	2.00	0.0027	0.0037	0.0027	0.0038	0.0038	0.20
25	0.05	0.05	0.50	0.0037	0.0044	0.0036	0.0044	0.0045	1.61
26	0.05	0.05	1.00	0.0028	0.0039	0.0028	0.0039	0.0039	0.00
27	0.05	0.05	2.00	0.0018	0.0021	0.0018	0.0021	0.0021	0.00

Tabla VII.37. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)	%
1	0.25	0.25	0.50	0.0021	0.0019	0.0021	0.0019	0.0021	0.00
2	0.25	0.25	1.00	0.0035	0.0030	0.0035	0.0030	0.0036	2.08
3	0.25	0.25	2.00	0.0019	0.0016	0.0019	0.0016	0.0020	3.08
4	0.25	0.50	0.50	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0019	6.45
5	0.25	0.50	1.00	0.0028	0.0023	0.0028	0.0024	0.0029	1.80
6	0.25	0.50	2.00	0.0037	0.0036	0.0037	0.0035	0.0038	2.58
7	0.25	0.05	0.50	0.0036	0.0029	0.0036	0.0029	0.0036	0.50
8	0.25	0.05	1.00	0.0037	0.0032	0.0037	0.0033	0.0038	2.44
9	0.25	0.05	2.00	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0028	8.75
10	0.50	0.25	0.50	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.00
11	0.50	0.25	1.00	0.0033	0.0030	0.0033	0.0030	0.0036	8.78
12	0.50	0.25	2.00	0.0038	0.0033	0.0038	0.0032	0.0040	6.22
13	0.50	0.50	0.50	0.0027	0.0025	0.0026	0.0025	0.0028	3.20
14	0.50	0.50	1.00	0.0020	0.0017	0.0020	0.0017	0.0020	0.00
15	0.50	0.50	2.00	0.0043	0.0039	0.0043	0.0038	0.0043	0.50
16	0.50	0.05	0.50	0.0025	0.0021	0.0025	0.0022	0.0025	0.00
17	0.50	0.05	1.00	0.0028	0.0023	0.0028	0.0023	0.0029	1.27
18	0.50	0.05	2.00	0.0027	0.0022	0.0027	0.0022	0.0027	1.45
19	0.05	0.25	0.50	0.0018	0.0017	0.0019	0.0017	0.0019	0.88
20	0.05	0.25	1.00	0.0030	0.0025	0.0030	0.0025	0.0031	0.41
21	0.05	0.25	2.00	0.0034	0.0027	0.0034	0.0027	0.0035	1.62
22	0.05	0.50	0.50	0.0020	0.0022	0.0021	0.0022	0.0023	2.44
23	0.05	0.50	1.00	0.0033	0.0029	0.0033	0.0028	0.0034	2.09
24	0.05	0.50	2.00	0.0027	0.0023	0.0028	0.0023	0.0029	3.16
25	0.05	0.05	0.50	0.0023	0.0018	0.0023	0.0019	0.0023	0.00
26	0.05	0.05	1.00	0.0030	0.0024	0.0030	0.0024	0.0030	0.00
27	0.05	0.05	2.00	0.0019	0.0016	0.0020	0.0016	0.0020	2.39

Tabla VII.38. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error L
	eX	eY	Ro	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)	%
1	0.25	0.25	0.50	0.0027	0.0024	0.0027	0.0025	0.0027	0.00
2	0.25	0.25	1.00	0.0037	0.0034	0.0037	0.0034	0.0038	2.40
3	0.25	0.25	2.00	0.0038	0.0034	0.0038	0.0034	0.0040	3.69
4	0.25	0.50	0.50	0.0025	0.0026	0.0028	0.0026	0.0030	7.51
5	0.25	0.50	1.00	0.0026	0.0025	0.0026	0.0026	0.0026	0.26
6	0.25	0.50	2.00	0.0036	0.0034	0.0036	0.0033	0.0039	7.21
7	0.25	0.05	0.50	0.0029	0.0025	0.0029	0.0026	0.0030	3.91
8	0.25	0.05	1.00	0.0028	0.0027	0.0028	0.0027	0.0030	6.30
9	0.25	0.05	2.00	0.0035	0.0031	0.0035	0.0031	0.0037	5.01
10	0.50	0.25	0.50	0.0023	0.0020	0.0023	0.0020	0.0024	1.27
11	0.50	0.25	1.00	0.0034	0.0031	0.0035	0.0031	0.0036	2.11
12	0.50	0.25	2.00	0.0031	0.0028	0.0032	0.0028	0.0034	6.93
13	0.50	0.50	0.50	0.0025	0.0024	0.0024	0.0022	0.0026	1.88
14	0.50	0.50	1.00	0.0026	0.0025	0.0026	0.0025	0.0026	0.00
15	0.50	0.50	2.00	0.0036	0.0032	0.0036	0.0032	0.0037	2.28
16	0.50	0.05	0.50	0.0026	0.0021	0.0026	0.0020	0.0026	1.03
17	0.50	0.05	1.00	0.0028	0.0023	0.0029	0.0023	0.0030	3.42
18	0.50	0.05	2.00	0.0017	0.0015	0.0017	0.0015	0.0018	4.59
19	0.05	0.25	0.50	0.0029	0.0027	0.0029	0.0026	0.0031	6.95
20	0.05	0.25	1.00	0.0035	0.0033	0.0035	0.0033	0.0036	3.10
21	0.05	0.25	2.00	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	4.91
22	0.05	0.50	0.50	0.0034	0.0028	0.0034	0.0030	0.0034	0.79
23	0.05	0.50	1.00	0.0037	0.0034	0.0037	0.0034	0.0038	2.71
24	0.05	0.50	2.00	0.0032	0.0027	0.0032	0.0027	0.0033	1.76
25	0.05	0.05	0.50	0.0045	0.0042	0.0045	0.0042	0.0049	8.05
26	0.05	0.05	1.00	0.0031	0.0029	0.0032	0.0029	0.0034	7.87
27	0.05	0.05	2.00	0.0031	0.0028	0.0031	0.0028	0.0033	8.17

Tabla VII.39. Porcentaje de error de deriva del primer nivel en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error L
	eX	eY	Ro	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)	%
1	0.25	0.25	0.50	0.0046	0.0037	0.0046	0.0037	0.0047	1.56
2	0.25	0.25	1.00	0.0037	0.0028	0.0037	0.0028	0.0037	0.19
3	0.25	0.25	2.00	0.0041	0.0029	0.0041	0.0028	0.0041	0.00
4	0.25	0.50	0.50	0.0034	0.0032	0.0034	0.0032	0.0036	3.95
5	0.25	0.50	1.00	0.0030	0.0030	0.0031	0.0030	0.0032	3.34
6	0.25	0.50	2.00	0.0037	0.0030	0.0037	0.0030	0.0037	0.00
7	0.25	0.05	0.50	0.0033	0.0030	0.0034	0.0030	0.0035	2.76
8	0.25	0.05	1.00	0.0036	0.0028	0.0036	0.0028	0.0036	0.00
9	0.25	0.05	2.00	0.0029	0.0022	0.0030	0.0022	0.0030	0.00
10	0.50	0.25	0.50	0.0025	0.0024	0.0025	0.0023	0.0025	0.00
11	0.50	0.25	1.00	0.0023	0.0020	0.0023	0.0020	0.0023	1.22
12	0.50	0.25	2.00	0.0050	0.0036	0.0049	0.0037	0.0050	0.03
13	0.50	0.50	0.50	0.0035	0.0030	0.0035	0.0029	0.0037	5.94
14	0.50	0.50	1.00	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.00
15	0.50	0.50	2.00	0.0035	0.0029	0.0035	0.0029	0.0035	0.00
16	0.50	0.05	0.50	0.0032	0.0026	0.0033	0.0025	0.0033	0.00
17	0.50	0.05	1.00	0.0043	0.0039	0.0044	0.0038	0.0045	3.27
18	0.50	0.05	2.00	0.0027	0.0021	0.0027	0.0021	0.0027	0.00
19	0.05	0.25	0.50	0.0048	0.0034	0.0048	0.0034	0.0048	0.00
20	0.05	0.25	1.00	0.0039	0.0028	0.0039	0.0028	0.0039	0.00
21	0.05	0.25	2.00	0.0044	0.0031	0.0044	0.0031	0.0044	0.00
22	0.05	0.50	0.50	0.0037	0.0035	0.0037	0.0036	0.0041	10.02
23	0.05	0.50	1.00	0.0035	0.0030	0.0035	0.0029	0.0036	1.60
24	0.05	0.50	2.00	0.0041	0.0032	0.0041	0.0031	0.0041	0.00
25	0.05	0.05	0.50	0.0045	0.0036	0.0043	0.0035	0.0045	0.00
26	0.05	0.05	1.00	0.0037	0.0030	0.0037	0.0030	0.0037	0.00
27	0.05	0.05	2.00	0.0021	0.0018	0.0021	0.0018	0.0021	0.00

Tabla VII.40. Porcentaje de error de la fuerza cortante basal en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error L
	eX	eY	Ro	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	%
1	0.25	0.25	0.50	162.07	157.94	162.89	158.66	167.75	2.98
2	0.25	0.25	1.00	144.91	160.49	144.65	160.87	160.87	0.00
3	0.25	0.25	2.00	186.72	207.49	186.72	207.63	211.93	2.07
4	0.25	0.50	0.50	117.65	109.35	114.72	110.02	121.41	3.20
5	0.25	0.50	1.00	133.94	133.45	134.39	133.70	140.19	4.32
6	0.25	0.50	2.00	120.52	125.66	116.82	125.78	132.88	5.64
7	0.25	0.05	0.50	156.10	178.29	158.17	179.80	179.80	0.00
8	0.25	0.05	1.00	136.47	142.73	136.16	142.20	153.08	7.25
9	0.25	0.05	2.00	162.02	164.66	162.16	164.81	171.00	3.76
10	0.50	0.25	0.50	152.45	166.36	151.41	164.75	166.36	0.00
11	0.50	0.25	1.00	143.95	160.26	145.25	160.36	162.61	1.40
12	0.50	0.25	2.00	131.17	143.83	131.43	143.39	149.95	4.26
13	0.50	0.50	0.50	158.63	169.64	158.60	168.11	169.64	0.00
14	0.50	0.50	1.00	166.67	170.28	167.03	171.45	175.13	2.15
15	0.50	0.50	2.00	111.26	125.85	111.25	125.70	131.12	4.19
16	0.50	0.05	0.50	162.16	173.21	164.30	174.49	174.49	0.00
17	0.50	0.05	1.00	159.90	184.21	158.10	183.98	184.22	0.01
18	0.50	0.05	2.00	188.65	211.38	188.66	211.29	213.51	1.01
19	0.05	0.25	0.50	201.45	196.98	200.53	196.81	209.69	4.09
20	0.05	0.25	1.00	128.05	134.98	129.05	135.04	139.44	3.26
21	0.05	0.25	2.00	156.50	172.82	156.78	172.58	175.98	1.83
22	0.05	0.50	0.50	143.07	170.65	149.64	169.97	175.06	2.58
23	0.05	0.50	1.00	120.42	120.45	120.58	121.92	124.69	2.27
24	0.05	0.50	2.00	151.26	160.48	151.31	160.27	166.16	3.54
25	0.05	0.05	0.50	190.00	206.51	188.53	206.94	208.24	0.63
26	0.05	0.05	1.00	151.48	167.46	151.34	167.47	167.47	0.00
27	0.05	0.05	2.00	219.00	247.85	218.92	247.93	249.80	0.75

Tabla VII.41. Porcentaje de error de la fuerza cortante basal en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error L
	eX	eY	Ro	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	%
1	0.25	0.25	0.50	139.29	156.69	139.97	155.01	162.05	3.42
2	0.25	0.25	1.00	118.71	131.78	119.05	130.97	134.92	2.38
3	0.25	0.25	2.00	116.75	123.71	117.03	124.13	130.20	4.89
4	0.25	0.50	0.50	127.90	152.58	130.09	150.65	152.58	0.00
5	0.25	0.50	1.00	129.93	152.85	129.59	151.59	153.84	0.65
6	0.25	0.50	2.00	108.92	122.18	108.90	122.44	129.27	5.58
7	0.25	0.05	0.50	134.12	141.91	134.18	141.45	149.17	5.12
8	0.25	0.05	1.00	141.52	149.63	141.55	148.84	156.10	4.32
9	0.25	0.05	2.00	141.01	145.32	140.84	145.67	154.78	6.25
10	0.50	0.25	0.50	156.30	178.75	160.76	176.14	179.39	0.36
11	0.50	0.25	1.00	122.59	136.14	123.01	135.83	140.87	3.47
12	0.50	0.25	2.00	131.74	142.07	131.89	141.98	148.51	4.53
13	0.50	0.50	0.50	156.64	157.24	152.03	156.92	161.85	2.93
14	0.50	0.50	1.00	135.90	151.76	136.32	150.22	153.09	0.88
15	0.50	0.50	2.00	114.44	128.97	114.58	128.71	134.87	4.57
16	0.50	0.05	0.50	164.30	182.59	166.17	183.36	185.46	1.15
17	0.50	0.05	1.00	159.26	172.62	159.77	174.68	175.10	0.24
18	0.50	0.05	2.00	157.54	164.86	157.61	165.00	170.84	3.54
19	0.05	0.25	0.50	142.02	165.18	141.10	164.85	165.18	0.00
20	0.05	0.25	1.00	112.29	121.35	112.68	120.54	126.28	4.06
21	0.05	0.25	2.00	171.99	181.58	172.11	181.35	185.73	2.29
22	0.05	0.50	0.50	129.52	144.74	129.63	145.65	145.65	0.00
23	0.05	0.50	1.00	113.23	130.76	113.50	129.93	135.75	3.82
24	0.05	0.50	2.00	132.66	139.50	132.49	139.69	145.30	4.02
25	0.05	0.05	0.50	128.15	135.78	128.17	136.02	138.05	1.49
26	0.05	0.05	1.00	125.86	134.42	125.26	134.19	138.52	3.05
27	0.05	0.05	2.00	134.44	140.35	134.94	139.93	148.42	5.75

Tabla VII.42. Porcentaje de error de la fuerza cortante basal en la dirección X calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error L
	eX	eY	Ro	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	%
1	0.25	0.25	0.50	87.39	96.56	87.66	96.50	99.41	2.95
2	0.25	0.25	1.00	84.25	89.59	84.67	89.40	92.84	3.63
3	0.25	0.25	2.00	79.13	90.94	79.60	91.27	91.27	0.00
4	0.25	0.50	0.50	122.37	129.46	122.29	129.59	130.73	0.88
5	0.25	0.50	1.00	89.43	96.05	89.69	95.58	102.62	6.84
6	0.25	0.50	2.00	81.06	88.13	81.62	88.51	90.71	2.49
7	0.25	0.05	0.50	104.82	116.51	105.72	116.91	120.55	3.11
8	0.25	0.05	1.00	91.14	101.57	91.56	101.90	101.90	0.00
9	0.25	0.05	2.00	111.04	126.49	111.45	126.86	126.86	0.00
10	0.50	0.25	0.50	125.43	136.48	125.75	137.25	138.12	0.63
11	0.50	0.25	1.00	114.16	120.84	115.81	120.51	129.54	7.20
12	0.50	0.25	2.00	116.83	128.56	120.15	129.70	132.22	1.94
13	0.50	0.50	0.50	119.18	115.17	121.48	115.70	125.71	3.48
14	0.50	0.50	1.00	100.38	105.38	100.26	105.15	107.65	2.15
15	0.50	0.50	2.00	88.87	95.80	89.31	95.68	97.90	2.19
16	0.50	0.05	0.50	105.30	117.55	106.28	118.68	119.79	0.94
17	0.50	0.05	1.00	83.08	90.68	82.13	89.95	92.55	2.06
18	0.50	0.05	2.00	112.23	122.28	112.63	122.07	122.28	0.00
19	0.05	0.25	0.50	87.25	93.82	88.07	94.28	101.04	7.17
20	0.05	0.25	1.00	80.93	87.70	81.20	87.50	90.25	2.91
21	0.05	0.25	2.00	90.56	103.08	90.60	103.39	103.39	0.00
22	0.05	0.50	0.50	116.52	122.49	115.46	122.63	122.63	0.00
23	0.05	0.50	1.00	78.24	84.51	78.74	84.44	88.55	4.79
24	0.05	0.50	2.00	78.96	88.82	78.97	88.77	91.02	2.47
25	0.05	0.05	0.50	85.04	89.67	85.24	89.25	91.53	2.07
26	0.05	0.05	1.00	83.14	92.57	83.07	92.56	94.46	2.04
27	0.05	0.05	2.00	144.37	158.95	144.34	159.11	159.11	0.00

Tabla VII.43. Porcentaje de error de la fuerza cortante basal en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	%
1	0.25	0.25	0.50	164.71	161.36	164.48	162.79	171.93	4.38
2	0.25	0.25	1.00	144.00	143.46	143.87	144.04	154.79	7.46
3	0.25	0.25	2.00	206.32	184.98	206.24	185.08	209.23	1.41
4	0.25	0.50	0.50	131.16	132.22	132.90	131.83	136.69	2.85
5	0.25	0.50	1.00	168.42	159.91	169.62	161.47	170.89	0.75
6	0.25	0.50	2.00	143.87	140.74	139.38	140.40	146.87	2.09
7	0.25	0.05	0.50	138.27	121.75	137.18	121.61	141.08	2.03
8	0.25	0.05	1.00	125.71	121.50	125.69	121.53	129.42	2.95
9	0.25	0.05	2.00	157.69	158.18	157.48	158.73	166.47	4.88
10	0.50	0.25	0.50	148.72	145.79	147.88	147.28	148.72	0.00
11	0.50	0.25	1.00	138.70	140.25	138.92	139.07	143.96	2.65
12	0.50	0.25	2.00	134.39	132.48	134.36	132.33	142.63	6.13
13	0.50	0.50	0.50	166.48	163.58	163.83	163.91	172.83	3.81
14	0.50	0.50	1.00	167.01	157.42	166.72	159.56	167.10	0.05
15	0.50	0.50	2.00	128.88	130.40	128.34	128.94	134.04	2.79
16	0.50	0.05	0.50	138.27	134.62	137.61	134.02	143.48	3.77
17	0.50	0.05	1.00	136.20	138.89	135.93	139.31	142.37	2.20
18	0.50	0.05	2.00	196.83	176.82	197.19	176.87	199.72	1.28
19	0.05	0.25	0.50	208.42	200.99	207.55	203.40	212.12	1.78
20	0.05	0.25	1.00	167.44	152.14	167.95	153.82	169.66	1.02
21	0.05	0.25	2.00	174.73	157.07	174.76	157.42	176.17	0.81
22	0.05	0.50	0.50	170.99	175.00	180.39	173.93	184.44	2.25
23	0.05	0.50	1.00	171.38	154.50	171.51	156.63	175.29	2.20
24	0.05	0.50	2.00	186.65	166.90	186.56	167.56	190.24	1.92
25	0.05	0.05	0.50	210.99	189.34	210.92	189.85	210.99	0.00
26	0.05	0.05	1.00	170.39	153.44	169.95	153.34	170.39	0.00
27	0.05	0.05	2.00	242.26	214.81	242.26	214.81	246.60	1.79

Tabla VII.44. Porcentaje de error de la fuerza cortante basal en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error L
	eX	eY	Ro	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	%
1	0.25	0.25	0.50	153.70	145.12	153.97	142.59	153.97	0.00
2	0.25	0.25	1.00	124.98	119.22	124.21	119.39	125.55	0.46
3	0.25	0.25	2.00	123.43	121.88	123.89	121.46	129.20	4.29
4	0.25	0.50	0.50	150.29	148.01	156.77	145.64	160.95	2.67
5	0.25	0.50	1.00	144.96	143.43	144.43	143.06	144.96	0.00
6	0.25	0.50	2.00	132.76	135.89	132.75	133.94	141.79	4.34
7	0.25	0.05	0.50	139.09	127.74	138.76	127.63	139.09	0.00
8	0.25	0.05	1.00	131.33	131.01	131.18	130.29	135.36	3.07
9	0.25	0.05	2.00	142.72	138.49	142.29	138.32	151.49	6.14
10	0.50	0.25	0.50	143.19	133.05	142.32	134.60	143.36	0.12
11	0.50	0.25	1.00	117.88	110.29	118.12	109.99	119.63	1.28
12	0.50	0.25	2.00	130.29	127.92	130.11	127.79	137.55	5.57
13	0.50	0.50	0.50	166.27	163.73	161.56	158.98	172.75	3.90
14	0.50	0.50	1.00	136.84	143.22	136.37	142.97	143.22	0.00
15	0.50	0.50	2.00	128.12	127.92	127.95	126.90	131.47	2.61
16	0.50	0.05	0.50	148.20	135.01	147.68	131.94	153.67	3.69
17	0.50	0.05	1.00	127.33	114.01	126.96	114.28	132.04	3.70
18	0.50	0.05	2.00	157.03	150.16	157.20	150.74	164.86	4.87
19	0.05	0.25	0.50	161.71	155.49	161.26	154.79	170.95	5.71
20	0.05	0.25	1.00	138.26	138.85	139.26	138.22	147.49	5.91
21	0.05	0.25	2.00	201.44	196.84	201.12	196.36	211.87	5.18
22	0.05	0.50	0.50	182.32	162.63	182.77	164.84	184.92	1.18
23	0.05	0.50	1.00	138.42	135.69	139.09	135.19	142.19	2.23
24	0.05	0.50	2.00	151.90	145.82	151.49	145.45	158.17	4.13
25	0.05	0.05	0.50	129.01	125.42	128.97	126.30	135.59	5.10
26	0.05	0.05	1.00	133.25	131.17	133.23	130.14	141.90	6.49
27	0.05	0.05	2.00	138.64	134.63	138.82	135.38	147.87	6.52

Tabla VII.45. Porcentaje de error de la fuerza cortante basal en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error L
	eX	eY	Ro	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	%
1	0.25	0.25	0.50	97.77	84.44	97.87	84.74	99.52	1.69
2	0.25	0.25	1.00	101.27	85.94	101.85	85.29	101.85	0.00
3	0.25	0.25	2.00	92.83	78.58	92.64	78.60	92.83	0.00
4	0.25	0.50	0.50	133.57	125.28	133.35	126.54	139.82	4.68
5	0.25	0.50	1.00	110.72	101.22	110.32	101.05	117.70	6.30
6	0.25	0.50	2.00	103.00	88.99	102.90	88.98	103.00	0.00
7	0.25	0.05	0.50	95.21	96.19	95.03	96.11	99.76	3.71
8	0.25	0.05	1.00	96.08	86.38	96.03	87.14	96.08	0.00
9	0.25	0.05	2.00	121.89	105.91	121.45	106.12	121.89	0.00
10	0.50	0.25	0.50	116.95	109.21	116.55	108.12	118.21	1.08
11	0.50	0.25	1.00	102.80	95.65	102.28	94.71	105.00	2.14
12	0.50	0.25	2.00	101.06	87.57	100.94	87.45	102.62	1.54
13	0.50	0.50	0.50	116.95	107.99	115.58	105.24	117.77	0.70
14	0.50	0.50	1.00	101.66	97.64	101.54	98.08	102.26	0.59
15	0.50	0.50	2.00	100.73	85.13	100.64	85.02	100.73	0.00
16	0.50	0.05	0.50	99.72	92.54	99.62	92.51	103.15	3.44
17	0.50	0.05	1.00	71.81	69.98	71.51	70.22	75.71	5.44
18	0.50	0.05	2.00	112.21	99.46	112.27	99.49	112.27	0.00
19	0.05	0.25	0.50	100.62	87.89	100.44	87.32	100.62	0.00
20	0.05	0.25	1.00	102.49	86.53	102.15	86.76	102.49	0.00
21	0.05	0.25	2.00	107.25	92.81	106.87	93.26	107.25	0.00
22	0.05	0.50	0.50	142.69	131.93	141.68	135.50	150.77	5.66
23	0.05	0.50	1.00	112.98	101.11	114.86	102.04	115.77	0.79
24	0.05	0.50	2.00	101.59	90.18	101.28	90.66	101.87	0.28
25	0.05	0.05	0.50	91.63	84.76	91.83	84.95	92.33	0.54
26	0.05	0.05	1.00	105.85	96.84	105.71	97.08	105.85	0.00
27	0.05	0.05	2.00	156.27	143.92	156.35	144.21	156.78	0.28

Tabla VII.46. Porcentaje de error de momento volcante en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	%
1	0.25	0.25	0.50	3090.30	3069.80	3040.20	2992.40	3113.10	0.74
2	0.25	0.25	1.00	2910.50	2901.90	2910.20	2858.80	3027.30	4.01
3	0.25	0.25	2.00	4116.20	3974.70	4047.60	3924.80	4179.30	1.53
4	0.25	0.50	0.50	2335.60	2319.40	2361.10	2259.60	2434.90	3.13
5	0.25	0.50	1.00	3002.40	2964.70	2981.50	2878.50	3003.10	0.02
6	0.25	0.50	2.00	3132.90	3207.50	3135.00	3157.00	3207.50	0.00
7	0.25	0.05	0.50	3303.30	3164.90	3278.50	3166.00	3377.60	2.25
8	0.25	0.05	1.00	3390.20	3382.80	3375.50	3374.30	3445.80	1.64
9	0.25	0.05	2.00	3776.80	3825.40	3780.50	3783.00	3878.80	1.40
10	0.50	0.25	0.50	3132.80	3114.20	3113.00	3059.60	3177.00	1.41
11	0.50	0.25	1.00	3143.80	3161.50	3099.60	3162.90	3226.30	2.00
12	0.50	0.25	2.00	3459.20	3448.80	3435.80	3458.60	3549.80	2.62
13	0.50	0.50	0.50	2931.30	2976.10	2954.50	2812.20	2998.40	0.75
14	0.50	0.50	1.00	3477.70	3461.80	3436.10	3376.40	3518.00	1.16
15	0.50	0.50	2.00	3235.80	3239.40	3196.10	3245.30	3286.30	1.26
16	0.50	0.05	0.50	3024.10	3012.20	3005.90	2960.50	3063.10	1.29
17	0.50	0.05	1.00	2948.70	2942.30	2939.90	2924.30	3031.60	2.81
18	0.50	0.05	2.00	3917.30	3812.80	3895.90	3737.70	3958.40	1.05
19	0.05	0.25	0.50	3860.30	3773.90	3829.90	3695.80	3887.40	0.70
20	0.05	0.25	1.00	3119.60	3023.20	3080.20	2929.40	3119.60	0.00
21	0.05	0.25	2.00	3365.50	3263.30	3306.40	3213.60	3385.50	0.59
22	0.05	0.50	0.50	2811.10	2831.20	2892.30	2788.50	2912.70	0.71
23	0.05	0.50	1.00	3134.20	3027.20	3058.80	2963.60	3134.20	0.00
24	0.05	0.50	2.00	3547.70	3418.20	3489.80	3366.50	3593.20	1.28
25	0.05	0.05	0.50	3861.80	3683.60	3860.40	3597.70	3911.80	1.29
26	0.05	0.05	1.00	3407.80	3307.80	3373.60	3251.90	3451.60	1.29
27	0.05	0.05	2.00	4959.20	4808.10	4877.20	4716.30	5012.90	1.08

Tabla VII.47. Porcentaje de error de momento volcante en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	%
1	0.25	0.25	0.50	3392.70	3366.80	3379.00	3297.90	3439.00	1.36
2	0.25	0.25	1.00	3041.60	3048.60	3011.20	3018.50	3122.60	2.43
3	0.25	0.25	2.00	3213.90	3227.60	3203.10	3245.40	3292.10	1.44
4	0.25	0.50	0.50	3069.70	3129.80	3092.50	3040.20	3140.60	0.35
5	0.25	0.50	1.00	3389.80	3421.60	3408.80	3396.50	3443.20	0.63
6	0.25	0.50	2.00	3288.30	3301.00	3243.50	3310.00	3350.10	1.21
7	0.25	0.05	0.50	3134.60	3094.20	3140.50	3095.90	3193.90	1.70
8	0.25	0.05	1.00	3456.50	3447.40	3421.90	3446.10	3527.20	2.05
9	0.25	0.05	2.00	3484.30	3488.50	3486.80	3504.10	3607.50	2.95
10	0.50	0.25	0.50	3090.40	3016.70	3007.70	2938.60	3099.80	0.30
11	0.50	0.25	1.00	2973.30	2989.40	2960.50	2928.20	3048.10	1.96
12	0.50	0.25	2.00	3403.80	3378.70	3377.20	3407.90	3488.30	2.36
13	0.50	0.50	0.50	3073.00	3116.30	3093.80	2951.40	3159.70	1.39
14	0.50	0.50	1.00	3256.70	3311.30	3243.00	3267.80	3311.30	0.00
15	0.50	0.50	2.00	3218.30	3221.10	3188.20	3231.20	3281.10	1.54
16	0.50	0.05	0.50	3337.60	3229.00	3271.60	3167.80	3423.50	2.57
17	0.50	0.05	1.00	3212.70	3125.20	3134.80	3122.70	3259.60	1.46
18	0.50	0.05	2.00	4459.60	4384.80	4419.30	4371.50	4527.30	1.52
19	0.05	0.25	0.50	3528.70	3489.20	3478.80	3394.40	3623.00	2.67
20	0.05	0.25	1.00	3344.20	3395.70	3335.10	3398.80	3434.20	1.04
21	0.05	0.25	2.00	5422.30	5461.90	5389.10	5369.30	5539.30	1.42
22	0.05	0.50	0.50	3223.90	3141.50	3158.70	3077.00	3223.90	0.00
23	0.05	0.50	1.00	3163.80	3171.00	3133.00	3157.40	3209.40	1.21
24	0.05	0.50	2.00	3749.40	3718.50	3702.20	3746.70	3825.10	2.02
25	0.05	0.05	0.50	2891.80	2919.40	2912.30	2952.90	3007.50	1.85
26	0.05	0.05	1.00	3456.70	3455.20	3422.70	3488.60	3550.80	1.78
27	0.05	0.05	2.00	3490.10	3501.30	3494.50	3530.20	3615.30	2.41

Tabla VII.48. Porcentaje de error de momento volcante en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.75seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	%
1	0.25	0.25	0.50	2755.80	2675.50	2727.30	2668.90	2758.40	0.09
2	0.25	0.25	1.00	3410.30	3217.60	3375.20	3247.30	3410.30	0.00
3	0.25	0.25	2.00	3379.00	3203.90	3374.80	3196.00	3398.20	0.57
4	0.25	0.50	0.50	3452.50	3399.00	3492.40	3430.80	3537.30	1.29
5	0.25	0.50	1.00	3465.70	3361.90	3458.10	3408.10	3563.90	2.83
6	0.25	0.50	2.00	3491.40	3360.90	3513.70	3345.10	3521.90	0.23
7	0.25	0.05	0.50	3041.30	3043.40	3016.90	3052.70	3064.00	0.37
8	0.25	0.05	1.00	3359.70	3265.20	3346.60	3246.80	3359.70	0.00
9	0.25	0.05	2.00	4421.70	4286.90	4469.60	4265.70	4476.60	0.16
10	0.50	0.25	0.50	3435.70	3403.50	3520.90	3450.00	3530.00	0.26
11	0.50	0.25	1.00	3520.50	3437.00	3549.50	3490.50	3594.60	1.27
12	0.50	0.25	2.00	3921.40	3741.70	3878.70	3797.80	3931.50	0.26
13	0.50	0.50	0.50	2757.00	2700.60	2817.80	2733.80	2878.70	2.16
14	0.50	0.50	1.00	3181.90	3127.90	3167.50	3179.90	3231.30	1.55
15	0.50	0.50	2.00	3509.80	3331.60	3492.40	3370.60	3509.80	0.00
16	0.50	0.05	0.50	2965.60	2871.60	2951.60	2941.90	2990.60	0.84
17	0.50	0.05	1.00	2464.00	2406.30	2448.40	2446.40	2497.60	1.36
18	0.50	0.05	2.00	4212.30	4102.40	4240.90	4069.50	4263.80	0.54
19	0.05	0.25	0.50	2918.40	2836.60	2959.10	2811.50	2959.10	0.00
20	0.05	0.25	1.00	3436.80	3287.80	3456.10	3279.10	3456.10	0.00
21	0.05	0.25	2.00	3687.90	3592.30	3742.60	3561.50	3744.10	0.04
22	0.05	0.50	0.50	3241.60	3228.40	3298.50	3256.90	3348.30	1.51
23	0.05	0.50	1.00	3434.30	3353.40	3429.90	3340.40	3449.30	0.44
24	0.05	0.50	2.00	3386.30	3325.40	3468.10	3285.60	3468.10	0.00
25	0.05	0.05	0.50	2825.10	2745.20	2770.90	2724.80	2825.10	0.00
26	0.05	0.05	1.00	3468.10	3420.40	3542.40	3383.80	3542.40	0.00
27	0.05	0.05	2.00	5954.60	5901.80	6031.50	5839.80	6033.00	0.02

Tabla VII.49. Porcentaje de error de momento volcante en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	%
1	0.25	0.25	0.50	2663.00	2653.20	2642.00	2616.60	2665.60	0.10
2	0.25	0.25	1.00	2580.70	2619.60	2569.20	2655.20	2664.20	0.34
3	0.25	0.25	2.00	3326.60	3335.40	3310.20	3363.50	3388.70	0.75
4	0.25	0.50	0.50	1505.40	1473.80	1479.20	1468.80	1559.70	3.61
5	0.25	0.50	1.00	2462.70	2416.20	2395.60	2384.80	2462.70	0.00
6	0.25	0.50	2.00	2688.80	2662.30	2676.00	2687.50	2726.90	1.42
7	0.25	0.05	0.50	3029.80	3041.60	2980.60	3081.90	3090.30	0.27
8	0.25	0.05	1.00	3092.00	3093.20	3109.30	3121.10	3166.60	1.46
9	0.25	0.05	2.00	3092.40	3095.10	3077.70	3109.40	3123.60	0.46
10	0.50	0.25	0.50	2797.70	2825.10	2767.10	2891.00	2896.60	0.19
11	0.50	0.25	1.00	2777.60	2843.50	2777.80	2883.60	2899.20	0.54
12	0.50	0.25	2.00	2934.60	2960.70	2956.40	2978.80	3013.80	1.17
13	0.50	0.50	0.50	2228.40	2339.70	2250.10	2292.30	2339.70	0.00
14	0.50	0.50	1.00	2704.80	2720.70	2690.80	2734.70	2749.90	0.56
15	0.50	0.50	2.00	2674.50	2724.80	2684.30	2721.10	2772.70	1.76
16	0.50	0.05	0.50	2818.20	2795.00	2756.40	2820.90	2847.20	0.93
17	0.50	0.05	1.00	2804.10	2885.10	2762.60	2881.10	2885.10	0.00
18	0.50	0.05	2.00	3310.70	3353.10	3303.30	3413.00	3416.60	0.11
19	0.05	0.25	0.50	3195.80	3194.00	3183.00	3162.50	3253.60	1.81
20	0.05	0.25	1.00	2549.40	2551.70	2534.00	2565.00	2604.50	1.54
21	0.05	0.25	2.00	2814.80	2861.60	2819.50	2898.60	2928.10	1.02
22	0.05	0.50	0.50	2358.90	2488.70	2387.50	2500.80	2514.90	0.56
23	0.05	0.50	1.00	2375.10	2350.80	2375.00	2365.80	2399.80	1.04
24	0.05	0.50	2.00	2783.00	2823.50	2770.50	2833.20	2871.40	1.35
25	0.05	0.05	0.50	3033.90	3121.60	2989.40	3124.60	3174.40	1.59
26	0.05	0.05	1.00	2908.10	2952.20	2878.20	2965.60	3018.20	1.77
27	0.05	0.05	2.00	3989.40	3986.20	3953.00	4016.10	4049.70	0.84

Tabla VII.50. Porcentaje de error de momento volcante en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.50seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	%
1	0.25	0.25	0.50	2835.60	2918.40	2819.30	2910.70	2968.30	1.71
2	0.25	0.25	1.00	2705.00	2759.00	2685.80	2771.30	2836.90	2.37
3	0.25	0.25	2.00	2763.80	2784.60	2793.30	2811.20	2843.90	1.16
4	0.25	0.50	0.50	2448.40	2487.90	2399.60	2550.30	2550.30	0.00
5	0.25	0.50	1.00	2790.80	2838.30	2725.30	2823.30	2882.90	1.57
6	0.25	0.50	2.00	2674.10	2717.20	2689.30	2721.40	2775.70	2.00
7	0.25	0.05	0.50	2794.60	2808.90	2763.40	2783.70	2859.80	1.81
8	0.25	0.05	1.00	3125.20	3111.30	3125.20	3153.00	3196.30	1.37
9	0.25	0.05	2.00	3100.30	3088.50	3118.10	3102.60	3170.60	1.68
10	0.50	0.25	0.50	2581.30	2607.70	2547.40	2679.90	2689.50	0.36
11	0.50	0.25	1.00	2720.50	2767.00	2700.60	2791.60	2819.40	1.00
12	0.50	0.25	2.00	2961.30	2971.80	2987.60	3012.40	3049.50	1.23
13	0.50	0.50	0.50	2453.40	2502.40	2437.40	2426.30	2518.10	0.63
14	0.50	0.50	1.00	2767.00	2834.70	2732.50	2820.40	2862.80	0.99
15	0.50	0.50	2.00	2716.60	2759.20	2735.50	2757.00	2806.90	1.73
16	0.50	0.05	0.50	3014.90	3059.00	2990.70	3007.50	3136.40	2.53
17	0.50	0.05	1.00	3085.30	3087.30	3060.30	3161.80	3161.80	0.00
18	0.50	0.05	2.00	3559.40	3567.80	3575.80	3582.40	3609.70	0.76
19	0.05	0.25	0.50	2828.20	2892.50	2815.60	2925.00	2945.80	0.71
20	0.05	0.25	1.00	2787.30	2824.80	2847.10	2847.40	2888.30	1.44
21	0.05	0.25	2.00	3932.10	3929.30	3930.70	3974.30	3999.10	0.62
22	0.05	0.50	0.50	2494.40	2524.90	2503.40	2574.50	2574.50	0.00
23	0.05	0.50	1.00	2632.40	2674.70	2654.90	2683.40	2705.60	0.83
24	0.05	0.50	2.00	3128.80	3132.80	3146.80	3135.80	3205.00	1.85
25	0.05	0.05	0.50	2629.50	2639.00	2643.30	2638.60	2698.50	2.09
26	0.05	0.05	1.00	3043.60	3060.60	3055.60	3085.80	3117.30	1.02
27	0.05	0.05	2.00	2946.40	2935.20	2970.20	2953.90	3018.40	1.62

Tabla VII.51. Porcentaje de error de momento volcante en la dirección Y calculado utilizando NLTHA en direcciones principales respecto a la deriva máxima medida usando NLTHA en diferentes ángulos de incidencia, para edificios de T=0.375seg.

	Parámetros			0°	90°	180°	270°	Max NL	Error
	eX	eY	Ro	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	%
1	0.25	0.25	0.50	2438.20	2441.70	2427.00	2450.60	2482.60	1.31
2	0.25	0.25	1.00	2947.60	2974.80	2911.90	2935.50	2988.20	0.45
3	0.25	0.25	2.00	2884.80	2981.20	2870.40	2945.50	2987.00	0.19
4	0.25	0.50	0.50	2743.30	2764.70	2742.60	2745.20	2797.50	1.19
5	0.25	0.50	1.00	2845.00	2851.60	2826.30	2849.30	2897.70	1.62
6	0.25	0.50	2.00	2857.00	2903.70	2834.60	2880.50	2937.80	1.17
7	0.25	0.05	0.50	2850.00	2926.30	2835.50	2901.20	2926.30	0.00
8	0.25	0.05	1.00	3044.30	3119.60	3022.60	3076.20	3119.60	0.00
9	0.25	0.05	2.00	3951.10	4040.50	3939.50	4001.10	4040.90	0.01
10	0.50	0.25	0.50	3142.80	3199.90	3137.30	3179.70	3221.00	0.66
11	0.50	0.25	1.00	3306.90	3324.50	3293.10	3341.00	3384.90	1.31
12	0.50	0.25	2.00	3934.00	4016.40	3916.10	3936.40	4016.40	0.00
13	0.50	0.50	0.50	2283.40	2311.80	2299.60	2256.40	2379.80	2.94
14	0.50	0.50	1.00	2828.50	2804.10	2783.40	2813.10	2861.60	1.17
15	0.50	0.50	2.00	2995.00	3028.80	2961.30	2985.40	3032.90	0.14
16	0.50	0.05	0.50	2825.50	2871.20	2793.30	2848.10	2871.20	0.00
17	0.50	0.05	1.00	2344.00	2386.60	2320.10	2363.10	2390.50	0.16
18	0.50	0.05	2.00	3671.80	3744.10	3651.10	3682.40	3744.10	0.00
19	0.05	0.25	0.50	2594.60	2608.30	2610.00	2621.10	2664.10	1.64
20	0.05	0.25	1.00	2932.60	2982.60	2908.20	2950.90	2990.60	0.27
21	0.05	0.25	2.00	3267.20	3354.70	3240.80	3321.90	3370.50	0.47
22	0.05	0.50	0.50	2673.40	2710.40	2664.10	2646.40	2727.50	0.63
23	0.05	0.50	1.00	2626.80	2686.60	2688.60	2679.20	2693.80	0.19
24	0.05	0.50	2.00	2827.40	2897.40	2825.70	2883.30	2923.30	0.89
25	0.05	0.05	0.50	2577.00	2596.80	2520.20	2543.50	2596.80	0.00
26	0.05	0.05	1.00	2986.70	3071.90	2974.70	3053.10	3095.80	0.78
27	0.05	0.05	2.00	5286.00	5360.30	5277.30	5298.40	5360.30	0.00

ANEXO B: MODELO EN OPENSEES

MODELO BASE

```
# Modelo Tesis 3.tcl
logFile "Modelo Tesis 3.log"
set systemTime [clock seconds]

puts "\n#####"
puts "# Analysis-Sequence 1 #"
puts "#####"

# Start timing of this analysis sequence
# -----
set tStart [clock clicks -milliseconds]

# Start of model generation
# =====
source NLTHAinput.txt

# Create ModelBuilder
# -----
model BasicBuilder -ndm 3 -ndf 6
set Umin 0.00001;
set CXv [expr $CZ/2.4];
set CYv [expr $CZ/2.4];
set tempreg 30;

set long2 [expr $D1-$long1];
set long4 [expr $D2-$long3];

#####Definicion de Otras
Variables#####
set Ec 2000000; # Elasticidad del concreto
set nu 0.20; # Modulo de Poisson
set Gc [expr $Ec/(2*(1+$nu))]; # Modulo de Corte del concreto
set ro 0.2548; # Densidad del Concreto por unidad de volumen

#####Parámetros de Columna
C1#####
set Acolc1 [expr $CX*$CY]; # Area de Columna
if {$CX>$CY} {set Jcolc1 [expr $CX*$CY**3*(0.3333-0.21*$CY/$CX*(1-
$CY**4/12/$CX**4))]} else {set Jcolc1 [expr $CY*$CX**3*(0.3333-
0.21*$CX/$CY*(1-$CX**4/12/$CY**4))]}; # Modulo de Torsion
set Iycolc1 [expr $CY**3*$CX/12]; # Inercia en eje local Y
set Izcolc1 [expr $CX**3*$CY/12]; # Inercia en eje local Z
set Avycolc1 [expr $Acolc1*5/6]; # Area de corte ene eje local Y
set Avzcolc1 [expr $Acolc1*5/6]; # Area de corte ene eje local Z
set mcolc1 [expr $ro*$CX*$CY]; # densidad de columna por unidad de longitud
```

```
#####Parámetros de Columna
C2#####
set Acolc2 [expr $CX2*$CY]; # Area de Columna
if {$CX2>$CY} {set Jcolc2 [expr $CX2*$CY**3*(0.3333-0.21*$CY/$CX2*(1-
$CY**4/12/$CX2**4))]} else {set Jcolc2 [expr $CY*$CX2**3*(0.3333-
0.21*$CX2/$CY*(1-$CX2**4/12/$CY**4))]}; # Modulo de Torsion
set Iycolc2 [expr $CY**3*$CX2/12]; # Inercia en eje local Y
set Izcolc2 [expr $CX2**3*$CY/12]; # Inercia en eje local Z
set Avycolc2 [expr $Acolc2*5/6]; # Area de corte ene eje local Y
set Avzcolc2 [expr $Acolc2*5/6]; # Area de corte ene eje local Z
set mcolc2 [expr $ro*$CX2*$CY]; # densidad de columna por unidad de longitud
```

```
#####Parámetros de Columna
C3#####
set Acolc3 [expr $CX*$CY2]; # Area de Columna
if {$CX>$CY2} {set Jcolc3 [expr $CX*$CY2**3*(0.3333-0.21*$CY2/$CX*(1-
$CY2**4/12/$CX**4))]} else {set Jcolc3 [expr $CY2*$CX**3*(0.3333-
0.21*$CX/$CY2*(1-$CX**4/12/$CY2**4))]}; # Modulo de Torsion
set Iycolc3 [expr $CY2**3*$CX/12]; # Inercia en eje local Y
set Izcolc3 [expr $CX**3*$CY2/12]; # Inercia en eje local Z
set Avycolc3 [expr $Acolc3*5/6]; # Area de corte ene eje local Y
set Avzcolc3 [expr $Acolc3*5/6]; # Area de corte ene eje local Z
set mcolc3 [expr $ro*$CX*$CY2]; # densidad de columna por unidad de longitud
```

```
#####Parámetros de Columna
C4#####
set Acolc4 [expr $CX2*$CY2]; # Area de Columna
if {$CX2>$CY2} {set Jcolc4 [expr $CX2*$CY2**3*(0.3333-0.21*$CY2/$CX2*(1-
$CY2**4/12/$CX2**4))]} else {set Jcolc4 [expr $CY2*$CX2**3*(0.3333-
0.21*$CX2/$CY2*(1-$CX2**4/12/$CY2**4))]}; # Modulo de Torsion
set Iycolc4 [expr $CY2**3*$CX2/12]; # Inercia en eje local Y
set Izcolc4 [expr $CX2**3*$CY2/12]; # Inercia en eje local Z
set Avycolc4 [expr $Acolc4*5/6]; # Area de corte ene eje local Y
set Avzcolc4 [expr $Acolc4*5/6]; # Area de corte ene eje local Z
set mcolc4 [expr $ro*$CX2*$CY2]; # densidad de columna por unidad de longitud
```

```
#####Parámetros de Viga X#####
set Avx [expr $CZ*$CYv]; # Area de viga x
if {$CZ>$CYv} {set Jvx [expr $CZ*$CYv**3*(0.3333-0.21*$CYv/$CZ*(1-
$CYv**4/12/$CZ**4))]} else {set Jvx [expr $CYv*$CZ**3*(0.3333-
0.21*$CZ/$CYv*(1-$CZ**4/12/$CYv**4))]}; # Modulo de Torsion
set Iyvx [expr $CYv**3*$CZ/12]; # Inercia en eje local Y
set Izvx [expr $CZ**3*$CYv/12]; # Inercia en eje local Z
set Avyvx [expr $Avx*5/6]; # Area de corte ene eje local Y
set Avzvx [expr $Avx*5/6]; # Area de corte ene eje local Z
set mvx [expr $ro*$CZ*$CYv]; # densidad de viga por unidad de longitud
```

```
#####Parámetros de Viga Y#####
set Avy [expr $CZ*$CXv]; # Area de viga y
```



```

if {$CZ>$CXv} {set Jvy [expr $CZ*$CXv**3*(0.3333-0.21*$CXv/$CZ*(1-
$CXv**4/12/$CZ**4))] } else {set Jvy [expr $CXv*$CZ**3*(0.3333-
0.21*$CZ/$CXv*(1-$CZ**4/12/$CXv**4))]; # Modulo de Torsion
set Ivyvy [expr $CXv**3*$CZ/12]; # Inercia en eje local Y
set Izvy [expr $CZ**3*$CXv/12]; # Inercia en eje local Z
set Avyvy [expr $Avy*5/6]; # Area de corte ene eje local Y
set Avzvy [expr $Avy*5/6]; # Area de corte ene eje local Z
set mvy [expr $ro*$CZ*$CXv]; # densidad de viga por unidad de longitud

```

#####Parámetros de Placa

X#####

```

set Apx [expr $L2*$L3]; # Area de Placa X
if {$L2>$L3} {set Jpx [expr $L2*$L3**3*(0.3333-0.21*$L3/$L2*(1-
$L3**4/12/$L2**4))] } else {set Jpx [expr $L3*$L2**3*(0.3333-0.21*$L2/$L3*(1-
$L2**4/12/$L3**4))]; # Modulo de Torsion
set Iypx [expr $L3**3*$L2/12]; # Inercia en eje local Y
set Izpx [expr $L2**3*$L3/12]; # Inercia en eje local Z
set Avypx [expr $Apx*5/6]; # Area de corte ene eje local Y
set Avzpx [expr $Apx*5/6]; # Area de corte ene eje local Z
set mpx [expr $ro*$L2*$L3]; # densidad de placa por unidad de longitud

```

#####Parámetros de Placa

Y#####

```

set Apy [expr $L1*$L3]; # Area de Placa Y
if {$L1>$L3} {set Jpy [expr $L1*$L3**3*(0.3333-0.21*$L3/$L1*(1-
$L3**4/12/$L1**4))] } else {set Jpy [expr $L3*$L1**3*(0.3333-0.21*$L1/$L3*(1-
$L1**4/12/$L3**4))]; # Modulo de Torsion
set Iypy [expr $L1**3*$L3/12]; # Inercia en eje local Y
set Izpy [expr $L3**3*$L1/12]; # Inercia en eje local Z
set Avypy [expr $Apy*5/6]; # Area de corte ene eje local Y
set Avzpy [expr $Apy*5/6]; # Area de corte ene eje local Z
set mpy [expr $ro*$L1*$L3]; # densidad de placa por unidad de longitud

```

#####Parámetros de Placa

Central#####

```

set Apc [expr $Apx+$Apy-$L3**2]; # Area de Placa
set Jpc [expr $Jpx+$Jpy];
set Iypc [expr $Iypx+$Iypx-$L3**4/12];
set Izpc [expr $Izpy+$Izpx-$L3**4/12];
set Avypc [expr $Apc*5/6]; # Area de corte ene eje local Y
set Avzpc [expr $Apc*5/6]; # Area de corte ene eje local Z
set mpc [expr $ro*$Apc]; # densidad de placa por unidad de longitud

```

#####Parámetros de Viga

inf#####

```

set Avinf [expr 3*$L3]; # Area de Placa Y
if {3>$L3} {set Jvinf [expr 3*$L3**3*(0.3333-0.21*$L3/3*(1-$L3**4/12/3**4))] }
else {set Jvinf [expr $L3*3**3*(0.3333-0.21*3/$L3*(1-3**4/12/$L3**4))]; # Modulo
de Torsion
set Iyvinf [expr $L3**3*3/12]; # Inercia en eje local Y
set Izvinf [expr 3**3*$L3/12]; # Inercia en eje local Z

```

```

set Avyvinf [expr $Avinf*5/6]; # Area de corte ene eje local Y
set Avzvinf [expr $Avinf*5/6]; # Area de corte ene eje local Z
set mvinf 0; # densidad de placa por unidad de longitud

```

```
# Define geometry
```

```
# -----
```

```
# source NodeCoord.tcl
```

```
# NodeCoord.tcl
```

```
# Node tag xCrd yCrd zCrd ndf
```

```
# NODOS DE COLUMNAS
```

```

node 1 $D1 $D2 0 -ndf 6
node 2 $D1 $D2 $ent -ndf 6
node 3 $D1 $D2 [expr 2*$ent] -ndf 6
node 4 $D1 $D2 [expr 3*$ent] -ndf 6
node 5 $D1 $D2 [expr 4*$ent] -ndf 6
node 6 $D1 $D2 [expr 5*$ent] -ndf 6

```

```

node 7 $D1 $long3 0 -ndf 6
node 8 $D1 $long3 $ent -ndf 6
node 9 $D1 $long3 [expr 2*$ent] -ndf 6
node 10 $D1 $long3 [expr 3*$ent] -ndf 6
node 11 $D1 $long3 [expr 4*$ent] -ndf 6
node 12 $D1 $long3 [expr 5*$ent] -ndf 6

```

```

node 13 0 $long3 0 -ndf 6
node 14 0 $long3 $ent -ndf 6
node 15 0 $long3 [expr 2*$ent] -ndf 6
node 16 0 $long3 [expr 3*$ent] -ndf 6
node 17 0 $long3 [expr 4*$ent] -ndf 6
node 18 0 $long3 [expr 5*$ent] -ndf 6

```

```

node 19 $long1 $D2 0 -ndf 6
node 20 $long1 $D2 $ent -ndf 6
node 21 $long1 $D2 [expr 2*$ent] -ndf 6
node 22 $long1 $D2 [expr 3*$ent] -ndf 6
node 23 $long1 $D2 [expr 4*$ent] -ndf 6
node 24 $long1 $D2 [expr 5*$ent] -ndf 6

```

```

node 25 $D1 0 0 -ndf 6
node 26 $D1 0 $ent -ndf 6
node 27 $D1 0 [expr 2*$ent] -ndf 6
node 28 $D1 0 [expr 3*$ent] -ndf 6
node 29 $D1 0 [expr 4*$ent] -ndf 6
node 30 $D1 0 [expr 5*$ent] -ndf 6

```

```

node 31 $long1 0 0 -ndf 6
node 32 $long1 0 $ent -ndf 6
node 33 $long1 0 [expr 2*$ent] -ndf 6
node 34 $long1 0 [expr 3*$ent] -ndf 6

```

node 35 \$long1 0 [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 36 \$long1 0 [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 37 0 \$D2 0 -ndf 6
node 38 0 \$D2 \$Sent -ndf 6
node 39 0 \$D2 [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 40 0 \$D2 [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 41 0 \$D2 [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 42 0 \$D2 [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 43 0 0 0 -ndf 6
node 44 0 0 \$Sent -ndf 6
node 45 0 0 [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 46 0 0 [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 47 0 0 [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 48 0 0 [expr 5*\$Sent] -ndf 6

NODOS DE PLACA CENTRAL

node 49 \$long1 \$long3 0 -ndf 6
node 50 \$long1 \$long3 \$Sent -ndf 6
node 51 \$long1 \$long3 [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 52 \$long1 \$long3 [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 53 \$long1 \$long3 [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 54 \$long1 \$long3 [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 55 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2] 0 -ndf 6
node 56 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2] \$Sent -ndf 6
node 57 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 58 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 59 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 60 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 61 \$long1 [expr \$long3-\$L1/2] 0 -ndf 6
node 62 \$long1 [expr \$long3-\$L1/2] \$Sent -ndf 6
node 63 \$long1 [expr \$long3-\$L1/2] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 64 \$long1 [expr \$long3-\$L1/2] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 65 \$long1 [expr \$long3-\$L1/2] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 66 \$long1 [expr \$long3-\$L1/2] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 67 [expr \$long1-\$L2/2] \$long3 0 -ndf 6
node 68 [expr \$long1-\$L2/2] \$long3 \$Sent -ndf 6
node 69 [expr \$long1-\$L2/2] \$long3 [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 70 [expr \$long1-\$L2/2] \$long3 [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 71 [expr \$long1-\$L2/2] \$long3 [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 72 [expr \$long1-\$L2/2] \$long3 [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 73 [expr \$long1+\$L2/2] \$long3 0 -ndf 6
node 74 [expr \$long1+\$L2/2] \$long3 \$Sent -ndf 6

node 75 [expr \$long1+\$L2/2] \$long3 [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 76 [expr \$long1+\$L2/2] \$long3 [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 77 [expr \$long1+\$L2/2] \$long3 [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 78 [expr \$long1+\$L2/2] \$long3 [expr 5*\$Sent] -ndf 6

NODOs area 1

node 79 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3+\$L1/2] \$Sent -ndf 6
node 80 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 81 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 82 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 83 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 84 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3+\$L1/2] \$Sent -ndf 6
node 85 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 86 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 87 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 88 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 89 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] \$Sent -ndf 6
node 90 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 91 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 92 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 93 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 94 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] \$Sent -ndf 6
node 95 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 96 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 97 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 98 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

NODOs area 2

node 99 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3+\$L1/2] \$Sent -ndf 6
node 100 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 101 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 102 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 103 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 104 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] \$Sent -ndf 6
node 105 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 2*\$Sent] -ndf 6

node 106 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 107 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 108 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 109 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] \$Sent -ndf 6
node 110 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 111 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 112 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 113 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 114 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3+\$L1/2] \$Sent -ndf 6
node 115 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 116 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 117 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 118 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3+\$L1/2] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

NODOs area 3

node 119 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3-\$L1/2] \$Sent -ndf 6
node 120 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 121 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 122 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 123 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 124 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3-\$L1/2] \$Sent -ndf 6
node 125 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 126 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 127 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 128 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 129 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3/2-\$L1/4] \$Sent -ndf 6
node 130 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 131 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 132 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 133 [expr \$long1/2-\$L2/4] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 134 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3/2-\$L1/4] \$Sent -ndf 6
node 135 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 136 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 137 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 138 [expr \$long1-\$L2/2] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

NODOs area 4

node 139 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3-\$L1/2] \$ent -ndf 6
node 140 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 141 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 142 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 143 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 5*\$ent] -ndf 6

node 144 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3/2-\$L1/4] \$ent -ndf 6
node 145 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 146 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 147 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 148 [expr \$long1+\$L2/2] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 5*\$ent] -ndf 6

node 149 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3/2-\$L1/4] \$ent -ndf 6
node 150 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 151 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 152 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 153 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 5*\$ent] -ndf 6

node 154 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3-\$L1/2] \$ent -ndf 6
node 155 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 156 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 157 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 158 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] [expr \$long3-\$L1/2] [expr 5*\$ent] -ndf 6

NODOs anillo

node 401 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] \$long3 \$ent -ndf 6
node 402 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] \$long3 [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 403 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] \$long3 [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 404 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] \$long3 [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 405 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] \$long3 [expr 5*\$ent] -ndf 6

node 406 \$D1 [expr \$long3+\$L1/2] \$ent -ndf 6
node 407 \$D1 [expr \$long3+\$L1/2] [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 408 \$D1 [expr \$long3+\$L1/2] [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 409 \$D1 [expr \$long3+\$L1/2] [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 410 \$D1 [expr \$long3+\$L1/2] [expr 5*\$ent] -ndf 6

node 411 \$D1 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] \$ent -ndf 6
node 412 \$D1 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 413 \$D1 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 414 \$D1 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 415 \$D1 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 5*\$ent] -ndf 6

node 416 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] \$D2 \$ent -ndf 6
node 417 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] \$D2 [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 418 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] \$D2 [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 419 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] \$D2 [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 420 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] \$D2 [expr 5*\$ent] -ndf 6

node 421 [expr \$long1+\$L2/2] \$D2 \$ent -ndf 6
node 422 [expr \$long1+\$L2/2] \$D2 [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 423 [expr \$long1+\$L2/2] \$D2 [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 424 [expr \$long1+\$L2/2] \$D2 [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 425 [expr \$long1+\$L2/2] \$D2 [expr 5*\$ent] -ndf 6

node 426 \$long1 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] \$ent -ndf 6
node 427 \$long1 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 428 \$long1 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 429 \$long1 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 430 \$long1 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 5*\$ent] -ndf 6

node 431 [expr \$long1-\$L2/2] \$D2 \$ent -ndf 6
node 432 [expr \$long1-\$L2/2] \$D2 [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 433 [expr \$long1-\$L2/2] \$D2 [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 434 [expr \$long1-\$L2/2] \$D2 [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 435 [expr \$long1-\$L2/2] \$D2 [expr 5*\$ent] -ndf 6

node 436 [expr \$long1/2-\$L2/4] \$D2 \$ent -ndf 6
node 437 [expr \$long1/2-\$L2/4] \$D2 [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 438 [expr \$long1/2-\$L2/4] \$D2 [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 439 [expr \$long1/2-\$L2/4] \$D2 [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 440 [expr \$long1/2-\$L2/4] \$D2 [expr 5*\$ent] -ndf 6

node 441 0 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] \$ent -ndf 6
node 442 0 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 443 0 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 444 0 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 445 0 [expr \$long3+\$long4/2+\$L1/4] [expr 5*\$ent] -ndf 6

node 446 0 [expr \$long3+\$L1/2] \$ent -ndf 6
node 447 0 [expr \$long3+\$L1/2] [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 448 0 [expr \$long3+\$L1/2] [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 449 0 [expr \$long3+\$L1/2] [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 450 0 [expr \$long3+\$L1/2] [expr 5*\$ent] -ndf 6

node 451 [expr \$long1/2-\$L2/4] \$long3 \$ent -ndf 6
node 452 [expr \$long1/2-\$L2/4] \$long3 [expr 2*\$ent] -ndf 6
node 453 [expr \$long1/2-\$L2/4] \$long3 [expr 3*\$ent] -ndf 6
node 454 [expr \$long1/2-\$L2/4] \$long3 [expr 4*\$ent] -ndf 6
node 455 [expr \$long1/2-\$L2/4] \$long3 [expr 5*\$ent] -ndf 6

node 456 0 [expr \$long3-\$L1/2] \$ent -ndf 6

node 457 0 [expr \$long3-\$L1/2] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 458 0 [expr \$long3-\$L1/2] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 459 0 [expr \$long3-\$L1/2] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 460 0 [expr \$long3-\$L1/2] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 461 0 [expr \$long3/2-\$L1/4] \$Sent -ndf 6
node 462 0 [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 463 0 [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 464 0 [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 465 0 [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 466 [expr \$long1/2-\$L2/4] 0 \$Sent -ndf 6
node 467 [expr \$long1/2-\$L2/4] 0 [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 468 [expr \$long1/2-\$L2/4] 0 [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 469 [expr \$long1/2-\$L2/4] 0 [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 470 [expr \$long1/2-\$L2/4] 0 [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 471 [expr \$long1-\$L2/2] 0 \$Sent -ndf 6
node 472 [expr \$long1-\$L2/2] 0 [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 473 [expr \$long1-\$L2/2] 0 [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 474 [expr \$long1-\$L2/2] 0 [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 475 [expr \$long1-\$L2/2] 0 [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 476 \$long1 [expr \$long3/2-\$L1/4] \$Sent -ndf 6
node 477 \$long1 [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 478 \$long1 [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 479 \$long1 [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 480 \$long1 [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 481 [expr \$long1+\$L2/2] 0 \$Sent -ndf 6
node 482 [expr \$long1+\$L2/2] 0 [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 483 [expr \$long1+\$L2/2] 0 [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 484 [expr \$long1+\$L2/2] 0 [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 485 [expr \$long1+\$L2/2] 0 [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 486 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] 0 \$Sent -ndf 6
node 487 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] 0 [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 488 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] 0 [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 489 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] 0 [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 490 [expr \$long1+\$long2/2+\$L2/4] 0 [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 491 \$D1 [expr \$long3/2-\$L1/4] \$Sent -ndf 6
node 492 \$D1 [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 493 \$D1 [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 3*\$Sent] -ndf 6
node 494 \$D1 [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 4*\$Sent] -ndf 6
node 495 \$D1 [expr \$long3/2-\$L1/4] [expr 5*\$Sent] -ndf 6

node 496 \$D1 [expr \$long3-\$L1/2] \$Sent -ndf 6
node 497 \$D1 [expr \$long3-\$L1/2] [expr 2*\$Sent] -ndf 6
node 498 \$D1 [expr \$long3-\$L1/2] [expr 3*\$Sent] -ndf 6


```

node 499 $D1 [expr $long3-$L1/2] [expr 4*$ent] -ndf 6
node 500 $D1 [expr $long3-$L1/2] [expr 5*$ent] -ndf 6

```

```
# Define Single Point Constraints
```

```
# -----
# source SPConstraint.tcl
# SPConstraint.tcl
```

```

# SPC tag Dx Dy Dz Rx Ry Rz
fix 1 1 1 1 1 1 1
fix 7 1 1 1 1 1 1
fix 13 1 1 1 1 1 1
fix 19 1 1 1 1 1 1
fix 25 1 1 1 1 1 1
fix 31 1 1 1 1 1 1
fix 37 1 1 1 1 1 1
fix 43 1 1 1 1 1 1
fix 49 1 1 1 1 1 1
fix 55 1 1 1 1 1 1
fix 61 1 1 1 1 1 1
fix 67 1 1 1 1 1 1
fix 73 1 1 1 1 1 1

```

```
# Define nodal masses
```

```
# -----
# source NodeMass.tcl
# NodeMass.tcl
# Node tag mx my mz mIx mIy mIz
```

```

mass 44 [expr (($E1*$long1/$D1-$long1/2)*($E2*$long3/$D2-$long3/2)-
$long1*$long3/4)*$h*$ro] [expr (($E1*$long1/$D1-$long1/2)*($E2*$long3/$D2-
$long3/2)-$long1*$long3/4)*$h*$ro] [expr (($E1*$long1/$D1-
$long1/2)*($E2*$long3/$D2-$long3/2)-$long1*$long3/4)*$h*$ro] 0 0 0
mass 45 [expr (($E1*$long1/$D1-$long1/2)*($E2*$long3/$D2-$long3/2)-
$long1*$long3/4)*$h*$ro] [expr (($E1*$long1/$D1-$long1/2)*($E2*$long3/$D2-
$long3/2)-$long1*$long3/4)*$h*$ro] [expr (($E1*$long1/$D1-
$long1/2)*($E2*$long3/$D2-$long3/2)-$long1*$long3/4)*$h*$ro] 0 0 0
mass 46 [expr (($E1*$long1/$D1-$long1/2)*($E2*$long3/$D2-$long3/2)-
$long1*$long3/4)*$h*$ro] [expr (($E1*$long1/$D1-$long1/2)*($E2*$long3/$D2-
$long3/2)-$long1*$long3/4)*$h*$ro] [expr (($E1*$long1/$D1-
$long1/2)*($E2*$long3/$D2-$long3/2)-$long1*$long3/4)*$h*$ro] 0 0 0
mass 47 [expr (($E1*$long1/$D1-$long1/2)*($E2*$long3/$D2-$long3/2)-
$long1*$long3/4)*$h*$ro] [expr (($E1*$long1/$D1-$long1/2)*($E2*$long3/$D2-
$long3/2)-$long1*$long3/4)*$h*$ro] [expr (($E1*$long1/$D1-
$long1/2)*($E2*$long3/$D2-$long3/2)-$long1*$long3/4)*$h*$ro] 0 0 0
mass 48 [expr (($E1*$long1/$D1-$long1/2)*($E2*$long3/$D2-$long3/2)-
$long1*$long3/4)*$h*$ro] [expr (($E1*$long1/$D1-$long1/2)*($E2*$long3/$D2-

```



```

mass 20 [expr (($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr
(($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr (($long1+$long2)*($E2-
$D2)/4)*$h*$ro] 0 0 0
mass 21 [expr (($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr
(($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr (($long1+$long2)*($E2-
$D2)/4)*$h*$ro] 0 0 0
mass 22 [expr (($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr
(($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr (($long1+$long2)*($E2-
$D2)/4)*$h*$ro] 0 0 0
mass 23 [expr (($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr
(($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr (($long1+$long2)*($E2-
$D2)/4)*$h*$ro] 0 0 0
mass 24 [expr (($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr
(($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr (($long1+$long2)*($E2-
$D2)/4)*$h*$ro] 0 0 0

mass 32 [expr (($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr
(($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr (($long1+$long2)*($E2-
$D2)/4)*$h*$ro] 0 0 0
mass 33 [expr (($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr
(($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr (($long1+$long2)*($E2-
$D2)/4)*$h*$ro] 0 0 0
mass 34 [expr (($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr
(($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr (($long1+$long2)*($E2-
$D2)/4)*$h*$ro] 0 0 0
mass 35 [expr (($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr
(($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr (($long1+$long2)*($E2-
$D2)/4)*$h*$ro] 0 0 0
mass 36 [expr (($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr
(($long1+$long2)*($E2-$D2)/4)*$h*$ro] [expr (($long1+$long2)*($E2-
$D2)/4)*$h*$ro] 0 0 0

```

```
# Define Multi Point Constraints
```

```
# -----
# source MPCConstraint.tcl
```

```
# Define section(s)
```

```
# -----
# source Sections.tcl
# Sections.tcl
```

```
source $SColumn
source $SBeam
source $SGird
```

```
nDMaterial ElasticIsotropic 12 $Ec $nu [expr $ro*17/15]
# Section "Losamembrana": secTag E v h rho
```

```
#section ElasticMembranePlateSection 38 $Ec $nu $h $ro
# Section "LosaplaFib": secTag matTag h
section PlateFiber 50 12 [expr $h*15/17]
```

```
# Define geometric transformation(s)
```

```
# -----
```

```
# source GeoTran.tcl
```

```
# GeoTran type tag vec_xz
```

```
geomTransf PDelta 1 +0.000000E+00 +1.000000E+00 +0.000000E+00;
#columnas
```

```
geomTransf Linear 2 -1.000000E+00 +0.000000E+00 +0.000000E+00; #Vigas Y
(arriba a abajo)
```

```
geomTransf Linear 3 +0.000000E+00 -1.000000E+00 +0.000000E+00; #vigas X
(izquierda a derecha)
```

```
# Define element(s)
```

```
# -----
```

```
# source Elements.tcl
```

```
# Elements.tcl
```

```
element nonlinearBeamColumn 1 37 38 5 1 1 -mass $mcolc2
element nonlinearBeamColumn 2 38 39 5 2 1 -mass $mcolc2
element nonlinearBeamColumn 3 39 40 5 3 1 -mass $mcolc2
element nonlinearBeamColumn 4 40 41 5 4 1 -mass $mcolc2
element nonlinearBeamColumn 5 41 42 5 5 1 -mass $mcolc2
```

```
element nonlinearBeamColumn 6 19 20 5 6 1 -mass $mcolc2
element nonlinearBeamColumn 7 20 21 5 7 1 -mass $mcolc2
element nonlinearBeamColumn 8 21 22 5 8 1 -mass $mcolc2
element nonlinearBeamColumn 9 22 23 5 9 1 -mass $mcolc2
element nonlinearBeamColumn 10 23 24 5 10 1 -mass $mcolc2
```

```
element nonlinearBeamColumn 11 1 2 5 11 1 -mass $mcolc4
element nonlinearBeamColumn 12 2 3 5 12 1 -mass $mcolc4
element nonlinearBeamColumn 13 3 4 5 13 1 -mass $mcolc4
element nonlinearBeamColumn 14 4 5 5 14 1 -mass $mcolc4
element nonlinearBeamColumn 15 5 6 5 15 1 -mass $mcolc4
```

```
element nonlinearBeamColumn 16 13 14 5 16 1 -mass $mcolc1
element nonlinearBeamColumn 17 14 15 5 17 1 -mass $mcolc1
element nonlinearBeamColumn 18 15 16 5 18 1 -mass $mcolc1
element nonlinearBeamColumn 19 16 17 5 19 1 -mass $mcolc1
element nonlinearBeamColumn 20 17 18 5 20 1 -mass $mcolc1
```

```
element nonlinearBeamColumn 21 7 8 5 21 1 -mass $mcolc3
```

element nonlinearBeamColumn	22	8	9	5	22	1	-mass \$mcolc3			
element nonlinearBeamColumn	23	9	10	5	23	1	-mass \$mcolc3			
element nonlinearBeamColumn	24	10	11	5	24	1	-mass \$mcolc3			
element nonlinearBeamColumn	25	11	12	5	25	1	-mass \$mcolc3			
element nonlinearBeamColumn	26	31	32	5	26	1	-mass \$mcolc1			
element nonlinearBeamColumn	27	32	33	5	27	1	-mass \$mcolc1			
element nonlinearBeamColumn	28	33	34	5	28	1	-mass \$mcolc1			
element nonlinearBeamColumn	29	34	35	5	29	1	-mass \$mcolc1			
element nonlinearBeamColumn	30	35	36	5	30	1	-mass \$mcolc1			
element nonlinearBeamColumn	31	25	26	5	31	1	-mass \$mcolc3			
element nonlinearBeamColumn	32	26	27	5	32	1	-mass \$mcolc3			
element nonlinearBeamColumn	33	27	28	5	33	1	-mass \$mcolc3			
element nonlinearBeamColumn	34	28	29	5	34	1	-mass \$mcolc3			
element nonlinearBeamColumn	35	29	30	5	35	1	-mass \$mcolc3			
element nonlinearBeamColumn	36	43	44	5	36	1	-mass \$mcolc1			
element nonlinearBeamColumn	37	44	45	5	37	1	-mass \$mcolc1			
element nonlinearBeamColumn	38	45	46	5	38	1	-mass \$mcolc1			
element nonlinearBeamColumn	39	46	47	5	39	1	-mass \$mcolc1			
element nonlinearBeamColumn	40	47	48	5	40	1	-mass \$mcolc1			
# Element "Viga X":										
eleTag	NodeI	NodeJ	E	G	A	Jx	Iy	Iz	Avy	Avz
geoTranTag	<-mass massDens>		<-cMass>							
element nonlinearBeamColumn	41	44	32	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	42	45	33	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	43	46	34	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	44	47	35	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	45	48	36	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	46	32	26	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	47	33	27	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	48	34	28	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	49	35	29	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	50	36	30	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	51	14	68	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	52	15	69	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	53	16	70	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	54	17	71	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	55	18	72	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	56	74	8	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	57	75	9	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	58	76	10	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	59	77	11	5	41	3	-mass \$mvx			
element nonlinearBeamColumn	60	78	12	5	41	3	-mass \$mvx			

element nonlinearBeamColumn	61	38	20	5	41	3	-mass \$mvx
element nonlinearBeamColumn	62	39	21	5	41	3	-mass \$mvx
element nonlinearBeamColumn	63	40	22	5	41	3	-mass \$mvx
element nonlinearBeamColumn	64	41	23	5	41	3	-mass \$mvx
element nonlinearBeamColumn	65	42	24	5	41	3	-mass \$mvx

element nonlinearBeamColumn	66	20	2	5	41	3	-mass \$mvx
element nonlinearBeamColumn	67	21	3	5	41	3	-mass \$mvx
element nonlinearBeamColumn	68	22	4	5	41	3	-mass \$mvx
element nonlinearBeamColumn	69	23	5	5	41	3	-mass \$mvx
element nonlinearBeamColumn	70	24	6	5	41	3	-mass \$mvx

Element "Viga Y": eleTag NodeI NodeJ E G A Jx Iy Iz Avy Avz
 geoTranTag <-mass massDens> <-cMass>

element nonlinearBeamColumn	71	38	14	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	72	39	15	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	73	40	16	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	74	41	17	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	75	42	18	5	42	2	-mass \$mvy

element nonlinearBeamColumn	76	20	56	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	77	21	57	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	78	22	58	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	79	23	59	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	80	24	60	5	42	2	-mass \$mvy

element nonlinearBeamColumn	81	2	8	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	82	3	9	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	83	4	10	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	84	5	11	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	85	6	12	5	42	2	-mass \$mvy

element nonlinearBeamColumn	86	14	44	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	87	15	45	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	88	16	46	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	89	17	47	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	90	18	48	5	42	2	-mass \$mvy

element nonlinearBeamColumn	91	62	32	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	92	63	33	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	93	64	34	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	94	65	35	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	95	66	36	5	42	2	-mass \$mvy

element nonlinearBeamColumn	96	8	26	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	97	9	27	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	98	10	28	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	99	11	29	5	42	2	-mass \$mvy
element nonlinearBeamColumn	100	12	30	5	42	2	-mass \$mvy

MULTI LAYER SHEAR WALL ELEMENTS

source \$SWall

```
# nDMaterial PlaneStressUserMaterial $matTag $nStatevs $nProps $Prop1 ... $ Pro
#
# fc ft fcu epsc0 epscu epstu stc
nDMaterial PlaneStressUserMaterial 1 40 7 21e2 2.1e2 -4.2e2 -0.002 -
0.01 0.001 0.08
```

```
# nDMaterial PlateFromPlaneStress $matTag $PlaneStressMatTag
$OutOfPlaneShearModulus
nDMaterial PlateFromPlaneStress 4 1 0.83e6
```

#steel USAR MATERIAL ID 3

##d=10 longitudinal reinforced steel in the confined region

```
# uniaxialMaterial Steel02 101 420e2 210e5 0.01 18.5 0.925 0.15
```

##d=6 transverse reinforced steel and longitudinal reinforced steel in the middle region

```
#uniaxialMaterial Steel02 102 420e2 210e5 0.01 18.5 0.925 0.15
```

#angle=90 longitudinal reinforced steel

##d=10

```
nDMaterial PlateRebar 9 3 90
```

##d=6

```
nDMaterial PlateRebar 10 3 90
```

#angle=0 transverse reinforced steel

##d=6

```
nDMaterial PlateRebar 11 3 0
```

#confined region is divided into 10 layers—middle region is divided into 8 layers

#confined region

```
# material absolute thickness angle(steel) material tag
```

```
##cover 12.5 4
```

```
##d=6transverse 0.2403 0 11
```

```
##d=6transverse 0.3676 0 11
```

```
##core 24.696 4
```

```
##core 24.696 4
```

```
##core 24.696 4
```

```
##core 24.696 4
```

```
##d=6transverse 0.3676 0 11
```

```
##d=6transverse 0.2403 0 11
```

```
##cover 12.5 4
```

```
# section LayeredShell $sectionTag $nLayers $matTag1 $thickness1...$matTagn
$thicknessn
```



```

section LayeredShell 101 8 4 0.03 11 $TtransX 11 $TtranscabX 4 [expr (($L3-0.06)-
$TtransX*2-$TtranscabX*2)/2] 4 [expr (($L3-0.06)-$TtransX*2-$TtranscabX*2)/2]
11 $TtranscabX 11 $TtransX 4 0.03;

```

#middle region

```

# material absolute thickness angle(steel) material tag
##cover 12.5 4
##d=6transverse 0.2403 0 11
##d=6longitudinal 0.2356 90 10
##core 49.5241 4
##core 49.5241 4
##d=6longitudinal 0.2356 90 10
##d=6transverse 0.2403 0 11
##cover 12.5 4

```

```

section LayeredShell 102 8 4 0.03 11 $TtransX 10 $TlongX 4 [expr (($L3-0.06)-
$TtransX*2-$TlongX*2)/2] 4 [expr (($L3-0.06)-$TtransX*2-$TlongX*2)/2] 10
$TlongX 11 $TtransX 4 0.03

```

```

section LayeredShell 103 8 4 0.03 11 $TtransY 11 $TtranscabY 4 [expr (($L3-0.06)-
$TtransY*2-$TtranscabY*2)/2] 4 [expr (($L3-0.06)-$TtransY*2-$TtranscabY*2)/2]
11 $TtranscabY 11 $TtransY 4 0.03;

```

```

section LayeredShell 104 8 4 0.03 11 $TtransY 10 $TlongY 4 [expr (($L3-0.06)-
$TtransY*2-$TlongY*2)/2] 4 [expr (($L3-0.06)-$TtransY*2-$TlongY*2)/2] 10
$TlongY 11 $TtransY 4 0.03

```

CREATION OF WALL NODES

```

node 202 $long1 [expr $long3+$L1/2-$cabY] 0 -ndf 6
node 204 $long1 [expr $long3+$L1/2-($cabY+2*$bodY)] 0 -ndf 6
node 206 $long1 [expr $long3+$L1/2-0] [expr $ent/4*1] -ndf 6
node 207 $long1 [expr $long3+$L1/2-$cabY] [expr $ent/4*1] -ndf 6
node 208 $long1 [expr $long3+$L1/2-($cabY+$bodY)] [expr $ent/4*1] -ndf 6
node 209 $long1 [expr $long3+$L1/2-($cabY+2*$bodY)] [expr $ent/4*1] -ndf 6
node 210 $long1 [expr $long3+$L1/2-$L1] [expr $ent/4*1] -ndf 6
node 211 $long1 [expr $long3+$L1/2-0] [expr $ent/4*2] -ndf 6
node 212 $long1 [expr $long3+$L1/2-$cabY] [expr $ent/4*2] -ndf 6
node 213 $long1 [expr $long3+$L1/2-($cabY+$bodY)] [expr $ent/4*2] -ndf 6
node 214 $long1 [expr $long3+$L1/2-($cabY+2*$bodY)] [expr $ent/4*2] -ndf 6
node 215 $long1 [expr $long3+$L1/2-$L1] [expr $ent/4*2] -ndf 6
node 216 $long1 [expr $long3+$L1/2-0] [expr $ent/4*3] -ndf 6
node 217 $long1 [expr $long3+$L1/2-$cabY] [expr $ent/4*3] -ndf 6
node 218 $long1 [expr $long3+$L1/2-($cabY+$bodY)] [expr $ent/4*3] -ndf 6
node 219 $long1 [expr $long3+$L1/2-($cabY+2*$bodY)] [expr $ent/4*3] -ndf 6
node 220 $long1 [expr $long3+$L1/2-$L1] [expr $ent/4*3] -ndf 6
node 221 $long1 [expr $long3+$L1/2-$cabY] [expr $ent/4*4] -ndf 6
node 223 $long1 [expr $long3+$L1/2-($cabY+2*$bodY)] [expr $ent/4*4] -ndf 6
node 224 $long1 [expr $long3+$L1/2-0] [expr $ent/4*5] -ndf 6

```

node 225 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*5] -ndf 6
node 226 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+\$bodY)] [expr \$ent/4*5] -ndf 6
node 227 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*5] -ndf 6
node 228 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$L1] [expr \$ent/4*5] -ndf 6
node 229 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-0] [expr \$ent/4*6] -ndf 6
node 230 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*6] -ndf 6
node 231 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+\$bodY)] [expr \$ent/4*6] -ndf 6
node 232 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*6] -ndf 6
node 233 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$L1] [expr \$ent/4*6] -ndf 6
node 234 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-0] [expr \$ent/4*7] -ndf 6
node 235 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*7] -ndf 6
node 236 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+\$bodY)] [expr \$ent/4*7] -ndf 6
node 237 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*7] -ndf 6
node 238 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$L1] [expr \$ent/4*7] -ndf 6
node 239 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*8] -ndf 6
node 241 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*8] -ndf 6
node 242 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-0] [expr \$ent/4*9] -ndf 6
node 243 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*9] -ndf 6
node 244 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+\$bodY)] [expr \$ent/4*9] -ndf 6
node 245 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*9] -ndf 6
node 246 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$L1] [expr \$ent/4*9] -ndf 6
node 247 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-0] [expr \$ent/4*10] -ndf 6
node 248 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*10] -ndf 6
node 249 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+\$bodY)] [expr \$ent/4*10] -ndf 6
node 250 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*10] -ndf 6
node 251 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$L1] [expr \$ent/4*10] -ndf 6
node 252 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-0] [expr \$ent/4*11] -ndf 6
node 253 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*11] -ndf 6
node 254 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+\$bodY)] [expr \$ent/4*11] -ndf 6
node 255 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*11] -ndf 6
node 256 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$L1] [expr \$ent/4*11] -ndf 6
node 257 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*12] -ndf 6
node 259 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*12] -ndf 6
node 260 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-0] [expr \$ent/4*13] -ndf 6
node 261 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*13] -ndf 6
node 262 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+\$bodY)] [expr \$ent/4*13] -ndf 6
node 263 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*13] -ndf 6
node 264 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$L1] [expr \$ent/4*13] -ndf 6
node 265 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-0] [expr \$ent/4*14] -ndf 6
node 266 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*14] -ndf 6
node 267 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+\$bodY)] [expr \$ent/4*14] -ndf 6
node 268 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*14] -ndf 6
node 269 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$L1] [expr \$ent/4*14] -ndf 6
node 270 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-0] [expr \$ent/4*15] -ndf 6
node 271 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*15] -ndf 6
node 272 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+\$bodY)] [expr \$ent/4*15] -ndf 6
node 273 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*15] -ndf 6
node 274 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$L1] [expr \$ent/4*15] -ndf 6
node 275 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*16] -ndf 6
node 277 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*16] -ndf 6

node 278 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-0] [expr \$ent/4*17] -ndf 6
node 279 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*17] -ndf 6
node 280 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+\$bodY)] [expr \$ent/4*17] -ndf 6
node 281 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*17] -ndf 6
node 282 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$L1] [expr \$ent/4*17] -ndf 6
node 283 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-0] [expr \$ent/4*18] -ndf 6
node 284 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*18] -ndf 6
node 285 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+\$bodY)] [expr \$ent/4*18] -ndf 6
node 286 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*18] -ndf 6
node 287 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$L1] [expr \$ent/4*18] -ndf 6
node 288 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-0] [expr \$ent/4*19] -ndf 6
node 289 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*19] -ndf 6
node 290 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+\$bodY)] [expr \$ent/4*19] -ndf 6
node 291 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*19] -ndf 6
node 292 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$L1] [expr \$ent/4*19] -ndf 6
node 293 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-\$cabY] [expr \$ent/4*20] -ndf 6
node 295 \$long1 [expr \$long3+\$L1/2-(\$cabY+2*\$bodY)] [expr \$ent/4*20] -ndf 6

node 302 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 0 -ndf 6
node 304 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 0 -ndf 6
node 306 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*1] -ndf 6
node 307 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*1] -ndf 6
node 308 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*1] -ndf 6
node 309 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*1] -ndf 6
node 310 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*1] -ndf 6
node 311 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*2] -ndf 6
node 312 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*2] -ndf 6
node 313 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*2] -ndf 6
node 314 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*2] -ndf 6
node 315 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*2] -ndf 6
node 316 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*3] -ndf 6
node 317 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*3] -ndf 6
node 318 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*3] -ndf 6
node 319 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*3] -ndf 6
node 320 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*3] -ndf 6
node 321 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*4] -ndf 6
node 323 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*4] -ndf 6
node 324 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*5] -ndf 6
node 325 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*5] -ndf 6
node 326 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*5] -ndf 6
node 327 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*5] -ndf 6
node 328 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*5] -ndf 6
node 329 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*6] -ndf 6
node 330 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*6] -ndf 6
node 331 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*6] -ndf 6
node 332 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*6] -ndf 6
node 333 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*6] -ndf 6

node 334 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*7] -ndf 6
node 335 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*7] -ndf 6
node 336 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*7] -ndf 6
node 337 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*7] -ndf 6
node 338 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*7] -ndf 6
node 339 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*8] -ndf 6
node 341 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*8] -ndf 6
node 342 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*9] -ndf 6
node 343 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*9] -ndf 6
node 344 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*9] -ndf 6
node 345 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*9] -ndf 6
node 346 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*9] -ndf 6
node 347 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*10] -ndf 6
node 348 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*10] -ndf 6
node 349 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*10] -ndf 6
node 350 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*10] -ndf 6
node 351 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*10] -ndf 6
node 352 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*11] -ndf 6
node 353 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*11] -ndf 6
node 354 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*11] -ndf 6
node 355 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*11] -ndf 6
node 356 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*11] -ndf 6
node 357 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*12] -ndf 6
node 359 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*12] -ndf 6
node 360 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*13] -ndf 6
node 361 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*13] -ndf 6
node 362 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*13] -ndf 6
node 363 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*13] -ndf 6
node 364 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*13] -ndf 6
node 365 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*14] -ndf 6
node 366 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*14] -ndf 6
node 367 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*14] -ndf 6
node 368 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*14] -ndf 6
node 369 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*14] -ndf 6
node 370 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*15] -ndf 6
node 371 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*15] -ndf 6
node 372 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*15] -ndf 6
node 373 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*15] -ndf 6
node 374 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*15] -ndf 6
node 375 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*16] -ndf 6
node 377 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*16] -ndf 6
node 378 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*17] -ndf 6
node 379 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*17] -ndf 6
node 380 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*17] -ndf 6
node 381 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*17] -ndf 6
node 382 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*17] -ndf 6
node 383 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*18] -ndf 6
node 384 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*18] -ndf 6
node 385 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*18] -ndf 6
node 386 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*18] -ndf 6

node 387 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*18] -ndf 6
node 388 [expr \$long1-\$L2/2+0] \$long3 [expr \$ent/4*19] -ndf 6
node 389 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*19] -ndf 6
node 390 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*19] -ndf 6
node 391 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*19] -ndf 6
node 392 [expr \$long1-\$L2/2+\$L2] \$long3 [expr \$ent/4*19] -ndf 6
node 393 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX] \$long3 [expr \$ent/4*20] -ndf 6
node 395 [expr \$long1-\$L2/2+\$cabX+2*\$bodX] \$long3 [expr \$ent/4*20] -ndf 6

fix 202 1 1 1 1 1 1
fix 204 1 1 1 1 1 1

fix 302 1 1 1 1 1 1
fix 304 1 1 1 1 1 1

element	ShellMITC4	301	55	202	207	206	103
element	ShellMITC4	302	202	49	208	207	104
element	ShellMITC4	303	49	204	209	208	104
element	ShellMITC4	304	204	61	210	209	103
element	ShellMITC4	305	206	207	212	211	103
element	ShellMITC4	306	207	208	213	212	104
element	ShellMITC4	307	208	209	214	213	104
element	ShellMITC4	308	209	210	215	214	103
element	ShellMITC4	309	211	212	217	216	103
element	ShellMITC4	310	212	213	218	217	104
element	ShellMITC4	311	213	214	219	218	104
element	ShellMITC4	312	214	215	220	219	103
element	ShellMITC4	313	216	217	221	56	103
element	ShellMITC4	314	217	218	50	221	104
element	ShellMITC4	315	218	219	223	50	104
element	ShellMITC4	316	219	220	62	223	103
element	ShellMITC4	317	56	221	225	224	103
element	ShellMITC4	318	221	50	226	225	104
element	ShellMITC4	319	50	223	227	226	104
element	ShellMITC4	320	223	62	228	227	103
element	ShellMITC4	321	224	225	230	229	103
element	ShellMITC4	322	225	226	231	230	104
element	ShellMITC4	323	226	227	232	231	104
element	ShellMITC4	324	227	228	233	232	103
element	ShellMITC4	325	229	230	235	234	103
element	ShellMITC4	326	230	231	236	235	104
element	ShellMITC4	327	231	232	237	236	104
element	ShellMITC4	328	232	233	238	237	103
element	ShellMITC4	329	234	235	239	57	103
element	ShellMITC4	330	235	236	51	239	104
element	ShellMITC4	331	236	237	241	51	104
element	ShellMITC4	332	237	238	63	241	103
element	ShellMITC4	333	57	239	243	242	103
element	ShellMITC4	334	239	51	244	243	104

element	ShellMITC4	335	51	241	245	244	104
element	ShellMITC4	336	241	63	246	245	103
element	ShellMITC4	337	242	243	248	247	103
element	ShellMITC4	338	243	244	249	248	104
element	ShellMITC4	339	244	245	250	249	104
element	ShellMITC4	340	245	246	251	250	103
element	ShellMITC4	341	247	248	253	252	103
element	ShellMITC4	342	248	249	254	253	104
element	ShellMITC4	343	249	250	255	254	104
element	ShellMITC4	344	250	251	256	255	103
element	ShellMITC4	345	252	253	257	58	103
element	ShellMITC4	346	253	254	52	257	104
element	ShellMITC4	347	254	255	259	52	104
element	ShellMITC4	348	255	256	64	259	103
element	ShellMITC4	349	58	257	261	260	103
element	ShellMITC4	350	257	52	262	261	104
element	ShellMITC4	351	52	259	263	262	104
element	ShellMITC4	352	259	64	264	263	103
element	ShellMITC4	353	260	261	266	265	103
element	ShellMITC4	354	261	262	267	266	104
element	ShellMITC4	355	262	263	268	267	104
element	ShellMITC4	356	263	264	269	268	103
element	ShellMITC4	357	265	266	271	270	103
element	ShellMITC4	358	266	267	272	271	104
element	ShellMITC4	359	267	268	273	272	104
element	ShellMITC4	360	268	269	274	273	103
element	ShellMITC4	361	270	271	275	59	103
element	ShellMITC4	362	271	272	53	275	104
element	ShellMITC4	363	272	273	277	53	104
element	ShellMITC4	364	273	274	65	277	103
element	ShellMITC4	365	59	275	279	278	103
element	ShellMITC4	366	275	53	280	279	104
element	ShellMITC4	367	53	277	281	280	104
element	ShellMITC4	368	277	65	282	281	103
element	ShellMITC4	369	278	279	284	283	103
element	ShellMITC4	370	279	280	285	284	104
element	ShellMITC4	371	280	281	286	285	104
element	ShellMITC4	372	281	282	287	286	103
element	ShellMITC4	373	283	284	289	288	103
element	ShellMITC4	374	284	285	290	289	104
element	ShellMITC4	375	285	286	291	290	104
element	ShellMITC4	376	286	287	292	291	103
element	ShellMITC4	377	288	289	293	60	103
element	ShellMITC4	378	289	290	54	293	104
element	ShellMITC4	379	290	291	295	54	104
element	ShellMITC4	380	291	292	66	295	103
element	ShellMITC4	401	67	302	307	306	101
element	ShellMITC4	402	302	49	308	307	102
element	ShellMITC4	403	49	304	309	308	102

element	ShellMITC4	404	304	73	310	309	101
element	ShellMITC4	405	306	307	312	311	101
element	ShellMITC4	406	307	308	313	312	102
element	ShellMITC4	407	308	309	314	313	102
element	ShellMITC4	408	309	310	315	314	101
element	ShellMITC4	409	311	312	317	316	101
element	ShellMITC4	410	312	313	318	317	102
element	ShellMITC4	411	313	314	319	318	102
element	ShellMITC4	412	314	315	320	319	101
element	ShellMITC4	413	316	317	321	68	101
element	ShellMITC4	414	317	318	50	321	102
element	ShellMITC4	415	318	319	323	50	102
element	ShellMITC4	416	319	320	74	323	101
element	ShellMITC4	417	68	321	325	324	101
element	ShellMITC4	418	321	50	326	325	102
element	ShellMITC4	419	50	323	327	326	102
element	ShellMITC4	420	323	74	328	327	101
element	ShellMITC4	421	324	325	330	329	101
element	ShellMITC4	422	325	326	331	330	102
element	ShellMITC4	423	326	327	332	331	102
element	ShellMITC4	424	327	328	333	332	101
element	ShellMITC4	425	329	330	335	334	101
element	ShellMITC4	426	330	331	336	335	102
element	ShellMITC4	427	331	332	337	336	102
element	ShellMITC4	428	332	333	338	337	101
element	ShellMITC4	429	334	335	339	69	101
element	ShellMITC4	430	335	336	51	339	102
element	ShellMITC4	431	336	337	341	51	102
element	ShellMITC4	432	337	338	75	341	101
element	ShellMITC4	433	69	339	343	342	101
element	ShellMITC4	434	339	51	344	343	102
element	ShellMITC4	435	51	341	345	344	102
element	ShellMITC4	436	341	75	346	345	101
element	ShellMITC4	437	342	343	348	347	101
element	ShellMITC4	438	343	344	349	348	102
element	ShellMITC4	439	344	345	350	349	102
element	ShellMITC4	440	345	346	351	350	101
element	ShellMITC4	441	347	348	353	352	101
element	ShellMITC4	442	348	349	354	353	102
element	ShellMITC4	443	349	350	355	354	102
element	ShellMITC4	444	350	351	356	355	101
element	ShellMITC4	445	352	353	357	70	101
element	ShellMITC4	446	353	354	52	357	102
element	ShellMITC4	447	354	355	359	52	102
element	ShellMITC4	448	355	356	76	359	101
element	ShellMITC4	449	70	357	361	360	101
element	ShellMITC4	450	357	52	362	361	102
element	ShellMITC4	451	52	359	363	362	102
element	ShellMITC4	452	359	76	364	363	101
element	ShellMITC4	453	360	361	366	365	101

element	ShellMITC4	454	361	362	367	366	102
element	ShellMITC4	455	362	363	368	367	102
element	ShellMITC4	456	363	364	369	368	101
element	ShellMITC4	457	365	366	371	370	101
element	ShellMITC4	458	366	367	372	371	102
element	ShellMITC4	459	367	368	373	372	102
element	ShellMITC4	460	368	369	374	373	101
element	ShellMITC4	461	370	371	375	71	101
element	ShellMITC4	462	371	372	53	375	102
element	ShellMITC4	463	372	373	377	53	102
element	ShellMITC4	464	373	374	77	377	101
element	ShellMITC4	465	71	375	379	378	101
element	ShellMITC4	466	375	53	380	379	102
element	ShellMITC4	467	53	377	381	380	102
element	ShellMITC4	468	377	77	382	381	101
element	ShellMITC4	469	378	379	384	383	101
element	ShellMITC4	470	379	380	385	384	102
element	ShellMITC4	471	380	381	386	385	102
element	ShellMITC4	472	381	382	387	386	101
element	ShellMITC4	473	383	384	389	388	101
element	ShellMITC4	474	384	385	390	389	102
element	ShellMITC4	475	385	386	391	390	102
element	ShellMITC4	476	386	387	392	391	101
element	ShellMITC4	477	388	389	393	72	101
element	ShellMITC4	478	389	390	54	393	102
element	ShellMITC4	479	390	391	395	54	102
element	ShellMITC4	480	391	392	78	395	101

element truss 501 55 206 \$AtrussY 3
 element truss 502 206 211 \$AtrussY 3
 element truss 503 211 216 \$AtrussY 3
 element truss 504 216 56 \$AtrussY 3
 element truss 505 56 224 \$AtrussY 3
 element truss 506 224 229 \$AtrussY 3
 element truss 507 229 234 \$AtrussY 3
 element truss 508 234 57 \$AtrussY 3
 element truss 509 57 242 \$AtrussY 3
 element truss 510 242 247 \$AtrussY 3
 element truss 511 247 252 \$AtrussY 3
 element truss 512 252 58 \$AtrussY 3
 element truss 513 58 260 \$AtrussY 3
 element truss 514 260 265 \$AtrussY 3
 element truss 515 265 270 \$AtrussY 3
 element truss 516 270 59 \$AtrussY 3
 element truss 517 59 60 \$AtrussY 3
 element truss 518 278 283 \$AtrussY 3
 element truss 519 283 288 \$AtrussY 3

element truss 520 288 60 \$AtrussY 3
element truss 521 202 207 \$AtrussY 3
element truss 522 207 212 \$AtrussY 3
element truss 523 212 217 \$AtrussY 3
element truss 524 217 221 \$AtrussY 3
element truss 525 221 225 \$AtrussY 3
element truss 526 225 230 \$AtrussY 3
element truss 527 230 235 \$AtrussY 3
element truss 528 235 239 \$AtrussY 3
element truss 529 239 243 \$AtrussY 3
element truss 530 243 248 \$AtrussY 3
element truss 531 248 253 \$AtrussY 3
element truss 532 253 257 \$AtrussY 3
element truss 533 257 261 \$AtrussY 3
element truss 534 261 266 \$AtrussY 3
element truss 535 266 271 \$AtrussY 3
element truss 536 271 275 \$AtrussY 3
element truss 537 275 293 \$AtrussY 3
element truss 538 279 284 \$AtrussY 3
element truss 539 284 289 \$AtrussY 3
element truss 540 289 293 \$AtrussY 3
element truss 541 204 209 \$AtrussY 3
element truss 542 209 214 \$AtrussY 3
element truss 543 214 219 \$AtrussY 3
element truss 544 219 223 \$AtrussY 3
element truss 545 223 227 \$AtrussY 3
element truss 546 227 232 \$AtrussY 3
element truss 547 232 237 \$AtrussY 3
element truss 548 237 241 \$AtrussY 3
element truss 549 241 245 \$AtrussY 3
element truss 550 245 250 \$AtrussY 3
element truss 551 250 255 \$AtrussY 3
element truss 552 255 259 \$AtrussY 3
element truss 553 259 263 \$AtrussY 3
element truss 554 263 268 \$AtrussY 3
element truss 555 268 273 \$AtrussY 3
element truss 556 273 277 \$AtrussY 3
element truss 557 277 281 \$AtrussY 3
element truss 558 281 286 \$AtrussY 3
element truss 559 286 291 \$AtrussY 3
element truss 560 291 295 \$AtrussY 3
element truss 561 61 210 \$AtrussY 3
element truss 562 210 215 \$AtrussY 3
element truss 563 215 220 \$AtrussY 3
element truss 564 220 62 \$AtrussY 3
element truss 565 62 228 \$AtrussY 3
element truss 566 228 233 \$AtrussY 3
element truss 567 233 238 \$AtrussY 3
element truss 568 238 63 \$AtrussY 3
element truss 569 63 246 \$AtrussY 3



element truss 570 246 251 \$AtrussY 3
element truss 571 251 256 \$AtrussY 3
element truss 572 256 64 \$AtrussY 3
element truss 573 64 264 \$AtrussY 3
element truss 574 264 269 \$AtrussY 3
element truss 575 269 274 \$AtrussY 3
element truss 576 274 65 \$AtrussY 3
element truss 577 65 282 \$AtrussY 3
element truss 578 282 287 \$AtrussY 3
element truss 579 287 292 \$AtrussY 3
element truss 580 292 66 \$AtrussY 3

element truss 601 67 306 \$AtrussX 3
element truss 602 306 311 \$AtrussX 3
element truss 603 311 316 \$AtrussX 3
element truss 604 316 68 \$AtrussX 3
element truss 605 68 324 \$AtrussX 3
element truss 606 324 329 \$AtrussX 3
element truss 607 329 334 \$AtrussX 3
element truss 608 334 69 \$AtrussX 3
element truss 609 69 342 \$AtrussX 3
element truss 610 342 347 \$AtrussX 3
element truss 611 347 352 \$AtrussX 3
element truss 612 352 70 \$AtrussX 3
element truss 613 70 360 \$AtrussX 3
element truss 614 360 365 \$AtrussX 3
element truss 615 365 370 \$AtrussX 3
element truss 616 370 71 \$AtrussX 3
element truss 617 71 378 \$AtrussX 3
element truss 618 378 383 \$AtrussX 3
element truss 619 383 388 \$AtrussX 3
element truss 620 388 72 \$AtrussX 3
element truss 621 302 307 \$AtrussX 3
element truss 622 307 312 \$AtrussX 3
element truss 623 312 317 \$AtrussX 3
element truss 624 317 321 \$AtrussX 3
element truss 625 321 325 \$AtrussX 3
element truss 626 325 330 \$AtrussX 3
element truss 627 330 335 \$AtrussX 3
element truss 628 335 339 \$AtrussX 3
element truss 629 339 343 \$AtrussX 3
element truss 630 343 348 \$AtrussX 3
element truss 631 348 353 \$AtrussX 3
element truss 632 353 357 \$AtrussX 3
element truss 633 357 361 \$AtrussX 3
element truss 634 361 366 \$AtrussX 3
element truss 635 366 371 \$AtrussX 3
element truss 636 371 375 \$AtrussX 3
element truss 637 375 379 \$AtrussX 3
element truss 638 379 384 \$AtrussX 3

element truss 639 384 389 \$AtrussX 3
 element truss 640 389 393 \$AtrussX 3
 element truss 641 304 309 \$AtrussX 3
 element truss 642 309 314 \$AtrussX 3
 element truss 643 314 319 \$AtrussX 3
 element truss 644 319 323 \$AtrussX 3
 element truss 645 323 327 \$AtrussX 3
 element truss 646 327 332 \$AtrussX 3
 element truss 647 332 337 \$AtrussX 3
 element truss 648 337 341 \$AtrussX 3
 element truss 649 341 345 \$AtrussX 3
 element truss 650 345 350 \$AtrussX 3
 element truss 651 350 355 \$AtrussX 3
 element truss 652 355 359 \$AtrussX 3
 element truss 653 359 363 \$AtrussX 3
 element truss 654 363 368 \$AtrussX 3
 element truss 655 368 373 \$AtrussX 3
 element truss 656 373 377 \$AtrussX 3
 element truss 657 377 381 \$AtrussX 3
 element truss 658 381 386 \$AtrussX 3
 element truss 659 386 391 \$AtrussX 3
 element truss 660 391 395 \$AtrussX 3
 element truss 661 73 310 \$AtrussX 3
 element truss 662 310 315 \$AtrussX 3
 element truss 663 315 320 \$AtrussX 3
 element truss 664 320 74 \$AtrussX 3
 element truss 665 74 328 \$AtrussX 3
 element truss 666 328 333 \$AtrussX 3
 element truss 667 333 338 \$AtrussX 3
 element truss 668 338 75 \$AtrussX 3
 element truss 669 75 346 \$AtrussX 3
 element truss 670 346 351 \$AtrussX 3
 element truss 671 351 356 \$AtrussX 3
 element truss 672 356 76 \$AtrussX 3
 element truss 673 76 364 \$AtrussX 3
 element truss 674 364 369 \$AtrussX 3
 element truss 675 369 374 \$AtrussX 3
 element truss 676 374 77 \$AtrussX 3
 element truss 677 77 382 \$AtrussX 3
 element truss 678 382 387 \$AtrussX 3
 element truss 679 387 392 \$AtrussX 3
 element truss 680 392 78 \$AtrussX 3

mass 206 [expr \$mpy*\$Sent/4*\$ScabY/2/\$L1] [expr \$mpy*\$Sent/4*\$ScabY/2/\$L1] [expr
 \$mpy*\$Sent/4*\$ScabY/2/\$L1] 0 0 0
 mass 207 [expr \$mpy*\$Sent/4*(\$ScabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr
 \$mpy*\$Sent/4*(\$ScabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr \$mpy*\$Sent/4*(\$ScabY/2+\$bodY/2)/\$L1]
 0 0 0

mass 281 [expr \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1]
 0 0 0
 mass 282 [expr \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 mass 283 [expr \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 mass 284 [expr \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1]
 0 0 0
 mass 285 [expr \$mpy*\$ent/4*\$bodY/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*\$bodY/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*\$bodY/\$L1] 0 0 0
 mass 286 [expr \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1]
 0 0 0
 mass 287 [expr \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 mass 288 [expr \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 mass 289 [expr \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1]
 0 0 0
 mass 290 [expr \$mpy*\$ent/4*\$bodY/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*\$bodY/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*\$bodY/\$L1] 0 0 0
 mass 291 [expr \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1]
 0 0 0
 mass 292 [expr \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 mass 60 [expr \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 mass 293 [expr \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1]
 0 0 0
 mass 54 [expr \$mpy*\$ent/4*\$bodY/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*\$bodY/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*\$bodY/\$L1] 0 0 0
 mass 295 [expr \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1]
 0 0 0
 mass 66 [expr \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] [expr \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] [expr
 \$mpy*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0

 mass 306 [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 mass 307 [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2]
 0 0 0
 mass 308 [expr \$mpx*\$ent/4*\$bodX/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*\$bodX/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0

mass 381 [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2]
 0 0 0
 mass 382 [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 mass 383 [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 mass 384 [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2]
 0 0 0
 mass 385 [expr \$mpx*\$ent/4*\$bodX/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*\$bodX/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
 mass 386 [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2]
 0 0 0
 mass 387 [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 mass 388 [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 mass 389 [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2]
 0 0 0
 mass 390 [expr \$mpx*\$ent/4*\$bodX/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*\$bodX/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
 mass 391 [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2]
 0 0 0
 mass 392 [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 mass 72 [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 mass 393 [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2]
 0 0 0
 mass 54 [expr \$mpx*\$ent/4*\$bodX/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*\$bodX/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
 mass 395 [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2]
 0 0 0
 mass 78 [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] [expr
 \$mpx*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0

#SLAB GENERATION

ELMNT area 1

element ShellMITC4 701 50 74 79 56 50
 element ShellMITC4 702 51 75 80 57 50
 element ShellMITC4 703 52 76 81 58 50
 element ShellMITC4 704 53 77 82 59 50
 element ShellMITC4 705 54 78 83 60 50

element ShellMITC4 706 74 401 84 79 50
 element ShellMITC4 707 75 402 85 80 50
 element ShellMITC4 708 76 403 86 81 50
 element ShellMITC4 709 77 404 87 82 50
 element ShellMITC4 710 78 405 88 83 50

element ShellMITC4 711 401 8 406 84 50
 element ShellMITC4 712 402 9 407 85 50
 element ShellMITC4 713 403 10 408 86 50
 element ShellMITC4 714 404 11 409 87 50
 element ShellMITC4 715 405 12 410 88 50

element ShellMITC4 716 56 79 94 426 50
 element ShellMITC4 717 57 80 95 427 50
 element ShellMITC4 718 58 81 96 428 50
 element ShellMITC4 719 59 82 97 429 50
 element ShellMITC4 720 60 83 98 430 50

element ShellMITC4 721 79 84 89 94 50
 element ShellMITC4 722 80 85 90 95 50
 element ShellMITC4 723 81 86 91 96 50
 element ShellMITC4 724 82 87 92 97 50
 element ShellMITC4 725 83 88 93 98 50

element ShellMITC4 726 84 406 411 89 50
 element ShellMITC4 727 85 407 412 90 50
 element ShellMITC4 728 86 408 413 91 50
 element ShellMITC4 729 87 409 414 92 50
 element ShellMITC4 730 88 410 415 93 50

element ShellMITC4 731 426 94 421 20 50
 element ShellMITC4 732 427 95 422 21 50
 element ShellMITC4 733 428 96 423 22 50
 element ShellMITC4 734 429 97 424 23 50
 element ShellMITC4 735 430 98 425 24 50

element ShellMITC4 736 94 89 416 421 50
 element ShellMITC4 737 95 90 417 422 50
 element ShellMITC4 738 96 91 418 423 50
 element ShellMITC4 739 97 92 419 424 50
 element ShellMITC4 740 98 93 420 425 50

element ShellMITC4 741 89 411 2 416 50
 element ShellMITC4 742 90 412 3 417 50

element ShellMITC4 743 91 413 4 418 50
element ShellMITC4 744 92 414 5 419 50
element ShellMITC4 745 93 415 6 420 50

ELMNT area 2

element ShellMITC4 746 14 451 114 446 50
element ShellMITC4 747 15 452 115 447 50
element ShellMITC4 748 16 453 116 448 50
element ShellMITC4 749 17 454 117 449 50
element ShellMITC4 750 18 455 118 450 50

element ShellMITC4 751 451 68 99 114 50
element ShellMITC4 752 452 69 100 115 50
element ShellMITC4 753 453 70 101 116 50
element ShellMITC4 754 454 71 102 117 50
element ShellMITC4 755 455 72 103 118 50

element ShellMITC4 756 68 50 56 99 50
element ShellMITC4 757 69 51 57 100 50
element ShellMITC4 758 70 52 58 101 50
element ShellMITC4 759 71 53 59 102 50
element ShellMITC4 760 72 54 60 103 50

element ShellMITC4 761 446 114 109 441 50
element ShellMITC4 762 447 115 110 442 50
element ShellMITC4 763 448 116 111 443 50
element ShellMITC4 764 449 117 112 444 50
element ShellMITC4 765 450 118 113 445 50

element ShellMITC4 766 114 94 104 109 50
element ShellMITC4 767 115 95 105 110 50
element ShellMITC4 768 116 96 106 111 50
element ShellMITC4 769 117 97 107 112 50
element ShellMITC4 770 118 98 108 113 50

element ShellMITC4 771 94 56 426 104 50
element ShellMITC4 772 95 57 427 105 50
element ShellMITC4 773 96 58 428 106 50
element ShellMITC4 774 97 59 429 107 50
element ShellMITC4 775 98 60 430 108 50

element ShellMITC4 776 441 109 436 38 50
element ShellMITC4 777 442 110 437 39 50
element ShellMITC4 778 443 111 438 40 50
element ShellMITC4 779 444 112 439 41 50
element ShellMITC4 780 445 113 440 42 50

element ShellMITC4 781 109 104 431 436 50
element ShellMITC4 782 110 105 432 437 50
element ShellMITC4 783 111 106 433 438 50
element ShellMITC4 784 112 107 434 439 50
element ShellMITC4 785 113 108 435 440 50

element ShellMITC4 786 104 426 20 431 50
element ShellMITC4 787 105 427 21 432 50
element ShellMITC4 788 106 428 22 433 50
element ShellMITC4 789 107 429 23 434 50
element ShellMITC4 790 108 430 24 435 50

#####

ELMNT area 3

element ShellMITC4 791 44 466 129 461 50
element ShellMITC4 792 45 467 130 462 50
element ShellMITC4 793 46 468 131 463 50
element ShellMITC4 794 47 469 132 464 50
element ShellMITC4 795 48 470 133 465 50

element ShellMITC4 796 466 471 134 129 50
element ShellMITC4 797 467 472 135 130 50
element ShellMITC4 798 468 473 136 131 50
element ShellMITC4 799 469 474 137 132 50
element ShellMITC4 800 470 475 138 133 50

element ShellMITC4 801 471 32 476 134 50
element ShellMITC4 802 472 33 477 135 50
element ShellMITC4 803 473 34 478 136 50
element ShellMITC4 804 474 35 479 137 50
element ShellMITC4 805 475 36 480 138 50

element ShellMITC4 806 461 129 124 456 50
element ShellMITC4 807 462 130 125 457 50
element ShellMITC4 808 463 131 126 458 50
element ShellMITC4 809 464 132 127 459 50
element ShellMITC4 810 465 133 128 460 50

element ShellMITC4 811 129 134 119 124 50
element ShellMITC4 812 130 135 120 125 50
element ShellMITC4 813 131 136 121 126 50
element ShellMITC4 814 132 137 122 127 50
element ShellMITC4 815 133 138 123 128 50

element ShellMITC4 816 134 476 62 119 50
element ShellMITC4 817 135 477 63 120 50

element ShellMITC4 818 136 478 64 121 50
element ShellMITC4 819 137 479 65 122 50
element ShellMITC4 820 138 480 66 123 50

element ShellMITC4 821 456 124 451 14 50
element ShellMITC4 822 457 125 452 15 50
element ShellMITC4 823 458 126 453 16 50
element ShellMITC4 824 459 127 454 17 50
element ShellMITC4 825 460 128 455 18 50

element ShellMITC4 826 124 119 68 451 50
element ShellMITC4 827 125 120 69 452 50
element ShellMITC4 828 126 121 70 453 50
element ShellMITC4 829 127 122 71 454 50
element ShellMITC4 830 128 123 72 455 50

element ShellMITC4 831 119 62 50 68 50
element ShellMITC4 832 120 63 51 69 50
element ShellMITC4 833 121 64 52 70 50
element ShellMITC4 834 122 65 53 71 50
element ShellMITC4 835 123 66 54 72 50

ELMNT area 4

element ShellMITC4 836 32 481 144 476 50
element ShellMITC4 837 33 482 145 477 50
element ShellMITC4 838 34 483 146 478 50
element ShellMITC4 839 35 484 147 479 50
element ShellMITC4 840 36 485 148 480 50

element ShellMITC4 841 481 486 149 144 50
element ShellMITC4 842 482 487 150 145 50
element ShellMITC4 843 483 488 151 146 50
element ShellMITC4 844 484 489 152 147 50
element ShellMITC4 845 485 490 153 148 50

element ShellMITC4 846 486 26 491 149 50
element ShellMITC4 847 487 27 492 150 50
element ShellMITC4 848 488 28 493 151 50
element ShellMITC4 849 489 29 494 152 50
element ShellMITC4 850 490 30 495 153 50

element ShellMITC4 851 476 144 139 62 50
element ShellMITC4 852 477 145 140 63 50
element ShellMITC4 853 478 146 141 64 50
element ShellMITC4 854 479 147 142 65 50
element ShellMITC4 855 480 148 143 66 50

element ShellMITC4 856 144 149 154 139 50

```
element ShellMITC4 857 145 150 155 140 50
element ShellMITC4 858 146 151 156 141 50
element ShellMITC4 859 147 152 157 142 50
element ShellMITC4 860 148 153 158 143 50
```

```
element ShellMITC4 861 149 491 496 154 50
element ShellMITC4 862 150 492 497 155 50
element ShellMITC4 863 151 493 498 156 50
element ShellMITC4 864 152 494 499 157 50
element ShellMITC4 865 153 495 500 158 50
```

```
element ShellMITC4 866 62 139 74 50 50
element ShellMITC4 867 63 140 75 51 50
element ShellMITC4 868 64 141 76 52 50
element ShellMITC4 869 65 142 77 53 50
element ShellMITC4 870 66 143 78 54 50
```

```
element ShellMITC4 871 139 154 401 74 50
element ShellMITC4 872 140 155 402 75 50
element ShellMITC4 873 141 156 403 76 50
element ShellMITC4 874 142 157 404 77 50
element ShellMITC4 875 143 158 405 78 50
```

```
element ShellMITC4 876 154 496 8 401 50
element ShellMITC4 877 155 497 9 402 50
element ShellMITC4 878 156 498 10 403 50
element ShellMITC4 879 157 499 11 404 50
element ShellMITC4 880 158 500 12 405 50
```

```
# Define damping parameters
# -----
# Define time series
# -----
# source TimeSeries.tcl
# TimeSeries.tcl
# TimeSeries "LinearDefault": tsTag cFactor
# TimeSeries "Seno": tsTag tStart tFinish period <phaseShift> <cFactor>
<zeroShift>
timeSeries Linear 1 -factor +1.000000E+00
# Start of analysis generation
# =====
# Get Initial Stiffness
# -----
initialize
puts "o Analysis: TransientCase"
# ~~~~~
```

```

# Define load pattern
# -----
# LoadPattern_3.tcl

set g2 -9.81;
set g1 -9.81;
set h2 0.17; #25% de la carga viva

# LoadPattern "LoadPattern01": patternTag tsTag factor

pattern Plain 1 Linear {

    # Load nodeTag LoadValues

    # load 3 +1.000000E+01 +0.000000E+00 +0.000000E+00 +0.000000E+00
    +0.000000E+00 +0.000000E+00

    # SP nodeTag dofTag DispValue

    # eleLoad eleTags beamUniform Wy Wz <Wx>

    # 100% CARGA MUERTA + 25% CARGA VIVA

#COLUMNAS
eleLoad -ele 1 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc2*$g2];
eleLoad -ele 2 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc2*$g2];
eleLoad -ele 3 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc2*$g2];
eleLoad -ele 4 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc2*$g2];
eleLoad -ele 5 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc2*$g2];

eleLoad -ele 6 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc2*$g2];
eleLoad -ele 7 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc2*$g2];
eleLoad -ele 8 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc2*$g2];
eleLoad -ele 9 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc2*$g2];
eleLoad -ele 10 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc2*$g2];

eleLoad -ele 11 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc4*$g2];
eleLoad -ele 12 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc4*$g2];
eleLoad -ele 13 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc4*$g2];
eleLoad -ele 14 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc4*$g2];
eleLoad -ele 15 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc4*$g2];

eleLoad -ele 16 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];
eleLoad -ele 17 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];
eleLoad -ele 18 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];
eleLoad -ele 19 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];
eleLoad -ele 20 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];

eleLoad -ele 21 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc3*$g2];

```

```

eleLoad -ele 22 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc3*$g2];
eleLoad -ele 23 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc3*$g2];
eleLoad -ele 24 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc3*$g2];
eleLoad -ele 25 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc3*$g2];

eleLoad -ele 26 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];
eleLoad -ele 27 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];
eleLoad -ele 28 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];
eleLoad -ele 29 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];
eleLoad -ele 30 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];

eleLoad -ele 31 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc3*$g2];
eleLoad -ele 32 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc3*$g2];
eleLoad -ele 33 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc3*$g2];
eleLoad -ele 34 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc3*$g2];
eleLoad -ele 35 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc3*$g2];

eleLoad -ele 36 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];
eleLoad -ele 37 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];
eleLoad -ele 38 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];
eleLoad -ele 39 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];
eleLoad -ele 40 -type -beamUniform 0. 0. [expr $mcolc1*$g2];

```

```

#####
#####

```

```

if {$long1==5} {

```

```

if {$long3==5} {

```

```

#vigasx

```

```

set num1 [expr $long2/4];          #1.00
set num2 [expr $long2/2-$long2**2/(4*$long1)];  #1.33
set num3 [expr $long1/4+$long2/2-$long2**2/(4*$long1)];#2.83
set num4 [expr $long2/2];          #2.00
set num5 [expr $long1/4];          #1.50

```

```

eleLoad -ele 41 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 42 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 43 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 44 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 45 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;

```



```

eleLoad -ele 86 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 87 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 88 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 89 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 90 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;

eleLoad -ele 91 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num3*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 92 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num3*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 93 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num3*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 94 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num3*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 95 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num3*$h)*$g1] 0.;

eleLoad -ele 96 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num2*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 97 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num2*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 98 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num2*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 99 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num2*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 100 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num2*$h)*$g1] 0.;

```

```
# eleLoad eleTags beamPoint Py Pz xL <Px>
```

```
# eleLoad eleTags selfWeight xFactor yFactor zFactor
```

```
#PLACA Y
```

```
load 56 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0
```

```
load 221 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
```

```
load 50 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
```

```
load 223 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
```

```
load 62 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0
```

```
load 57 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0
```

```
load 239 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
```

```
load 51 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
```

```
load 241 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
```

```
load 63 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0
```

```
load 58 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0
```

load 257 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
 load 52 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
 load 259 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
 load 64 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L1*0.125] 0 0 0

 load 59 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L1*0.125] 0 0 0
 load 275 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
 load 53 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
 load 277 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
 load 65 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L1*0.125] 0 0 0

 load 60 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L1*0.125] 0 0 0
 load 293 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
 load 54 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
 load 295 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
 load 66 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L1*0.125] 0 0 0

 #PLACA X

 load 68 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0
 load 321 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 50 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 323 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 74 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0

 load 69 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0
 load 339 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 51 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 341 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 75 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0

 load 70 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0
 load 357 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 52 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 359 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 76 0 0 [expr (\$ro*\$num5*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0

```

load 71 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L2*0.125] 0 0 0
load 375 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 53 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 377 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 77 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L2*0.125] 0 0 0

```

```

load 72 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L2*0.125] 0 0 0
load 393 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 54 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 395 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 78 0 0 [expr ($ro*$num5*$h2)*$g1*$L2*0.125] 0 0 0

```

```

} else {

```

```

    if {$long4<$long1} {set num1 [expr $long4/4]} else {set num1 [expr (2*$long4-
$long1)*$long1/$long4/4]}; # 1
    if {$long1<$long4} {set num2 [expr $long1/4]} else {set num2 [expr (2*$long1-
$long4)*$long4/$long1/4]}; # 2
    if {$long2<$long4} {set num6 [expr $long2/4]} else {set num6 [expr (2*$long2-
$long4)*$long4/$long2/4]}; # 6
    if {$long4<$long2} {set num7 [expr $long4/4]} else {set num7 [expr (2*$long4-
$long2)*$long2/$long4/4]}; # 7
    if {$long3<$long1} {set num8 [expr $long3/4]} else {set num8 [expr (2*$long3-
$long1)*$long1/$long3/4]}; # 8
    if {$long3<$long2} {set num10 [expr $long2/4]} else {set num10 [expr (2*$long2-
$long1)*$long1/$long2/4]}; # 10
    if {$long1<$long3} {set num11 [expr $long1/4]} else {set num11 [expr (2*$long1-
$long3)*$long3/$long1/4]}; # 11
    if {$long2<$long3} {set num12 [expr $long2/4]} else {set num12 [expr (2*$long2-
$long3)*$long3/$long2/4]}; # 12
    set num3 [expr $num2+$num11]
    set num4 [expr $num1+$num7]
    set num5 [expr $num6+$num12]
    set num9 [expr $num8+$num10]

```

```

set num1 [expr $num1+(1+$E2/$D2)*($E1-$D1)/4]
set num2 [expr $num2+(1+$E1/$D1)*($E2-$D2)/4]
set num6 [expr $num6+(1+$E1/$D1)*($E2-$D2)/4]
set num7 [expr $num7+(1+$E2/$D2)*($E1-$D1)/4]
set num8 [expr $num8+(1+$E2/$D2)*($E1-$D1)/4]
set num10 [expr $num10+(1+$E2/$D2)*($E1-$D1)/4]
set num11 [expr $num11+(1+$E1/$D1)*($E2-$D2)/4]
set num12 [expr $num12+(1+$E1/$D1)*($E2-$D2)/4]

```

```

eleLoad -ele 41 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num11*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 42 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num11*$h)*$g1] 0.;

```



```

eleLoad -ele 83 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num7*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 84 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num7*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 85 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num7*$h)*$g1] 0.;

eleLoad -ele 86 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num8*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 87 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num8*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 88 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num8*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 89 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num8*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 90 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num8*$h)*$g1] 0.;

eleLoad -ele 91 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num9*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 92 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num9*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 93 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num9*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 94 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num9*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 95 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num9*$h)*$g1] 0.;

eleLoad -ele 96 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num10*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 97 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num10*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 98 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num10*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 99 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num10*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 100 -type -beamUniform [expr ($mvy+$ro*$num10*$h)*$g1] 0.;

# eleLoad eleTags beamPoint Py Pz xL <Px>

# eleLoad eleTags selfWeight xFactor yFactor zFactor

#PLACA Y

load 56 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0
load 221 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 50 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 223 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 62 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0

load 57 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0
load 239 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 51 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 241 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 63 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0

```

load 58 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.125] 0 0 0
load 257 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
load 52 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
load 259 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
load 64 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.125] 0 0 0

load 59 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.125] 0 0 0
load 275 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
load 53 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
load 277 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
load 65 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.125] 0 0 0

load 60 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.125] 0 0 0
load 293 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
load 54 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
load 295 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
load 66 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.125] 0 0 0

#PLACA X

load 68 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0
load 321 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
load 50 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
load 323 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
load 74 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0

load 69 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0
load 339 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0

```

load 51 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 341 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 75 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.125] 0 0 0

load 70 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.125] 0 0 0
load 357 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 52 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 359 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 76 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.125] 0 0 0

load 71 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.125] 0 0 0
load 375 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 53 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 377 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 77 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.125] 0 0 0

load 72 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.125] 0 0 0
load 393 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 54 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 395 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 78 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.125] 0 0 0

}

} else {

    if {$long4<$long1} {set num1 [expr $long4/4]} else {set num1 [expr (2*$long4-
$long1)*$long1/$long4/4]}; # 1
    if {$long1<$long4} {set num2 [expr $long1/4]} else {set num2 [expr (2*$long1-
$long4)*$long4/$long1/4]}; # 2

```

```

if {$long2<$long4} {set num6 [expr $long2/4]} else {set num6 [expr (2*$long2-
$long4)*$long4/$long2/4]}; # 6
if {$long4<$long2} {set num7 [expr $long4/4]} else {set num7 [expr (2*$long4-
$long2)*$long2/$long4/4]}; # 7
if {$long3<$long1} {set num8 [expr $long3/4]} else {set num8 [expr (2*$long3-
$long1)*$long1/$long3/4]}; # 8
if {$long3<$long2} {set num10 [expr $long2/4]} else {set num10 [expr (2*$long2-
$long1)*$long1/$long2/4]}; # 10
if {$long1<$long3} {set num11 [expr $long1/4]} else {set num11 [expr (2*$long1-
$long3)*$long3/$long1/4]}; # 11
if {$long2<$long3} {set num12 [expr $long2/4]} else {set num12 [expr (2*$long2-
$long3)*$long3/$long2/4]}; # 12
set num3 [expr $num2+$num11]
set num4 [expr $num1+$num7]
set num5 [expr $num6+$num12]
set num9 [expr $num8+$num10]

```

```

set num1 [expr $num1+(1+$E2/$D2)*($E1-$D1)/4]
set num2 [expr $num2+(1+$E1/$D1)*($E2-$D2)/4]
set num6 [expr $num6+(1+$E1/$D1)*($E2-$D2)/4]
set num7 [expr $num7+(1+$E2/$D2)*($E1-$D1)/4]
set num8 [expr $num8+(1+$E2/$D2)*($E1-$D1)/4]
set num10 [expr $num10+(1+$E2/$D2)*($E1-$D1)/4]
set num11 [expr $num11+(1+$E1/$D1)*($E2-$D2)/4]
set num12 [expr $num12+(1+$E1/$D1)*($E2-$D2)/4]

```

```

eleLoad -ele 41 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num11*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 42 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num11*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 43 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num11*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 44 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num11*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 45 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num11*$h)*$g1] 0.;

```

```

eleLoad -ele 46 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num12*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 47 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num12*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 48 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num12*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 49 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num12*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 50 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num12*$h)*$g1] 0.;

```

```

eleLoad -ele 51 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num3*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 52 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num3*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 53 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num3*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 54 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num3*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 55 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num3*$h)*$g1] 0.;

```

```

eleLoad -ele 56 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 57 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 58 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 59 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;
eleLoad -ele 60 -type -beamUniform [expr ($mvx+$ro*$num5*$h)*$g1] 0.;

```



```

# eleLoad  eleTags  beamPoint  Py  Pz  xL  <Px>
# eleLoad  eleTags  selfWeight  xFactor  yFactor  zFactor
#PLACA Y
load 56 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0
load 221 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 50 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 223 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 62 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0

load 57 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0
load 239 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 51 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 241 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 63 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0

load 58 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0
load 257 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 52 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 259 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 64 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0

load 59 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0
load 275 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 53 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 277 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.25] 0 0 0
load 65 0 0 [expr ($ro*($num4+$num9)/2*$h2)*$g1*$L1*0.125] 0 0 0

```

load 60 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.125] 0 0 0
 load 293 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
 load 54 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
 load 295 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.25] 0 0 0
 load 66 0 0 [expr (\$ro*(\$num4+\$num9)/2*\$h2)*\$g1*\$L1*0.125] 0 0 0
 #PLACA X
 load 68 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0
 load 321 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 50 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 323 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 74 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0
 load 69 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0
 load 339 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 51 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 341 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 75 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0
 load 70 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0
 load 357 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 52 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 359 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0
 load 76 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0
 load 71 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.125] 0 0 0
 load 375 0 0 [expr (\$ro*(\$num3+\$num5)/2*\$h2)*\$g1*\$L2*0.25] 0 0 0


```

load 53 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 377 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 77 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.125] 0 0 0

load 72 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.125] 0 0 0
load 393 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 54 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 395 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.25] 0 0 0
load 78 0 0 [expr ($ro*($num3+$num5)/2*$h2)*$g1*$L2*0.125] 0 0 0
}

```

```

#####
#####

```

```

load 206 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*$cabY/2/$L1] 0 0 0
load 207 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*($cabY/2+$bodY/2)/$L1] 0 0 0
load 208 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*$bodY/$L1] 0 0 0
load 209 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*($cabY/2+$bodY/2)/$L1] 0 0 0
load 210 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*$cabY/2/$L1] 0 0 0
load 211 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*$cabY/2/$L1] 0 0 0
load 212 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*($cabY/2+$bodY/2)/$L1] 0 0 0
load 213 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*$bodY/$L1] 0 0 0
load 214 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*($cabY/2+$bodY/2)/$L1] 0 0 0
load 215 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*$cabY/2/$L1] 0 0 0
load 216 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*$cabY/2/$L1] 0 0 0
load 217 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*($cabY/2+$bodY/2)/$L1] 0 0 0
load 218 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*$bodY/$L1] 0 0 0
load 219 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*($cabY/2+$bodY/2)/$L1] 0 0 0
load 220 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*$cabY/2/$L1] 0 0 0
load 56 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*$cabY/2/$L1] 0 0 0
load 221 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*($cabY/2+$bodY/2)/$L1] 0 0 0
load 50 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*$bodY/$L1] 0 0 0
load 223 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*($cabY/2+$bodY/2)/$L1] 0 0 0
load 62 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*$cabY/2/$L1] 0 0 0
load 224 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*$cabY/2/$L1] 0 0 0
load 225 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*($cabY/2+$bodY/2)/$L1] 0 0 0
load 226 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*$bodY/$L1] 0 0 0
load 227 0 0 [expr $mpy*$g1*$ent/4*($cabY/2+$bodY/2)/$L1] 0 0 0

```


load 274 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 load 59 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 load 275 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] 0 0 0
 load 53 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$bodY/\$L1] 0 0 0
 load 277 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] 0 0 0
 load 65 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 load 278 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 load 279 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] 0 0 0
 load 280 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$bodY/\$L1] 0 0 0
 load 281 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] 0 0 0
 load 282 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 load 283 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 load 284 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] 0 0 0
 load 285 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$bodY/\$L1] 0 0 0
 load 286 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] 0 0 0
 load 287 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 load 288 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 load 289 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] 0 0 0
 load 290 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$bodY/\$L1] 0 0 0
 load 291 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] 0 0 0
 load 292 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 load 60 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0
 load 293 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] 0 0 0
 load 54 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$bodY/\$L1] 0 0 0
 load 295 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*(\$cabY/2+\$bodY/2)/\$L1] 0 0 0
 load 66 0 0 [expr \$mpy*\$g1*\$ent/4*\$cabY/2/\$L1] 0 0 0

load 306 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 load 307 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
 load 308 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
 load 309 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
 load 310 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 load 311 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 load 312 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
 load 313 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
 load 314 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
 load 315 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 load 316 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 load 317 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
 load 318 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
 load 319 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
 load 320 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 load 68 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 load 321 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
 load 50 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
 load 323 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
 load 74 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 load 324 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
 load 325 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0

load 326 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
load 327 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 328 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 329 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 330 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 331 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
load 332 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 333 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 334 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 335 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 336 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
load 337 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 338 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 69 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 339 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 51 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
load 341 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 75 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 342 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 343 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 344 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
load 345 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 346 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 347 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 348 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 349 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
load 350 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 351 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 352 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 353 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 354 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
load 355 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 356 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 70 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 357 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 52 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
load 359 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 76 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 360 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 361 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 362 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
load 363 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 364 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 365 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 366 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 367 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$bodX/\$L2] 0 0 0
load 368 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0
load 369 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 370 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*\$cabX/2/\$L2] 0 0 0
load 371 0 0 [expr \$mpx*\$g1*\$ent/4*(\$cabX/2+\$bodX/2)/\$L2] 0 0 0

```

load 372 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$bodX/$L2] 0 0 0
load 373 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*($cabX/2+$bodX/2)/$L2] 0 0 0
load 374 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$cabX/2/$L2] 0 0 0
load 71 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$cabX/2/$L2] 0 0 0
load 375 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*($cabX/2+$bodX/2)/$L2] 0 0 0
load 53 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$bodX/$L2] 0 0 0
load 377 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*($cabX/2+$bodX/2)/$L2] 0 0 0
load 77 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$cabX/2/$L2] 0 0 0
load 378 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$cabX/2/$L2] 0 0 0
load 379 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*($cabX/2+$bodX/2)/$L2] 0 0 0
load 380 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$bodX/$L2] 0 0 0
load 381 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*($cabX/2+$bodX/2)/$L2] 0 0 0
load 382 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$cabX/2/$L2] 0 0 0
load 383 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$cabX/2/$L2] 0 0 0
load 384 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*($cabX/2+$bodX/2)/$L2] 0 0 0
load 385 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$bodX/$L2] 0 0 0
load 386 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*($cabX/2+$bodX/2)/$L2] 0 0 0
load 387 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$cabX/2/$L2] 0 0 0
load 388 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$cabX/2/$L2] 0 0 0
load 389 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*($cabX/2+$bodX/2)/$L2] 0 0 0
load 390 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$bodX/$L2] 0 0 0
load 391 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*($cabX/2+$bodX/2)/$L2] 0 0 0
load 392 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$cabX/2/$L2] 0 0 0
load 72 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$cabX/2/$L2] 0 0 0
load 393 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*($cabX/2+$bodX/2)/$L2] 0 0 0
load 54 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$bodX/$L2] 0 0 0
load 395 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*($cabX/2+$bodX/2)/$L2] 0 0 0
load 78 0 0 [expr $mpx*$g1*$Sent/4*$cabX/2/$L2] 0 0 0

```

```

}

```

```

# Define recorder(s)

```

```

# -----

```

```

# source Recorder_2.tcl

```

```

# Recorder_2.tcl

```

```

# Node Recorder "DefoShape": fileName <nodeTag> dof respType

```

```

# Recorder_3.tcl

```

```

# Node Recorder "DefoShape": fileName <nodeTag> dof respType

```

```

#recorder Element -file NLcolumnas.out -time -ele 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

```

```

16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 localForce #total 35

```

```

#recorder Element -file NLvigasx.out -time -ele 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48

```

```

49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 localForce

```

```

#total 35

```

```

#recorder Element -file NLvigasy.out -time -ele 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71

```

```

72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 91 91 92 93 localForce #total

```

```

35

```

```
#recorder Element -file NLvigasinf.out -time -ele 141 142 143 144 145 146 147 148
149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 localForce #total 20
#recorder Element -file NLplacas.out -time -ele 161 162 163 164 165 166 167 168 169
170 localForce #total 10
```

```
# Define analysis options
```

```
# -----
```

```
# source AnalysisOptn_2.tcl
```

```
# AnalysisOptn_2.tcl
```

```
# AnalysisOptn "StaticDefault": Type: Static
```

```
# -----
```

```
# Constraint Handler
```

```
constraints Transformation
```

```
# DOF Numberer
```

```
numberer RCM;
```

```
# System of Equations
system BandGeneral ;
```

```
# Convergence Test
set Tol 1.0e-6;
test EnergyIncr $Tol 10
```

```
# Solution Algorithm
algorithm BFGS -count 100
```

```
set NstepGravity 10;          # apply gravity in 10 steps
set DGravity [expr 1./$NstepGravity];    # first load increment;
```

```
# Integrator
```

```
integrator LoadControl $DGravity; # determine the next time step for an analysis
```

```
# Analysis Type
```

```
analysis Static;
analyze $NstepGravity;          # apply gravity
```

```

# Record initial state of model
# -----
record

# Analyze model
# -----
record

# Stop timing of this analysis sequence
# -----
set tStop [clock clicks -milliseconds]
puts "o Time taken: [expr ($tStop-$tStart)/1000.0] sec"

loadConst -time 0.0
set Tol 1.0e-6;           # reduce tolerance after gravity loads
puts "Model Built"

# Clean up
# -----
#wipe
set systemTime [clock seconds]
puts
"\n=====
=====
puts "Finished OpenSees analysis: [clock format $systemTime -format "%d-%b-%Y
%H:%M:%S"]"
puts
"=====
=====
# exit

# -----
# Example 7. Bidirectional Uniform Earthquake Excitation
#           Silvia Mazzoni & Frank McKenna, 2006
# execute this file after you have built the model, and after you apply gravity
#
set tStart [clock clicks -milliseconds]
# source in procedures
set Gmdir "GMfiles";
set g 9.81;
source ReadSMDfile.tcl;

recorder Node -file Eigenvalue_Node_EigenVectors_EigenVec_1.out -time -
nodeRange 1 500 -dof 1 eigen1

```

```

recorder Node -file $Dfile -time -node 50 51 52 53 54 56 57 58 59 60 62 63 64 65 66
68 69 70 71 72 74 75 76 77 78 -dof 1 2 6 disp
recorder Node -file $Rfile -time -node 1 7 13 19 25 31 37 43 49 55 61 67 73 202 204
302 304 -dof 1 2 3 4 5 6 reaction
recorder Node -file Cfile.out -time -node 2 8 14 20 26 32 38 44 -dof 1 2 disp

#recorder Element -file prueba.out -time ele 1 localForce

# Bidirectional Uniform Earthquake ground motion (uniform acceleration input at all
support nodes)
#set iGMfile "H-E01140 H-E01140" ;
#set iGMdirection "1 3";
#set iGMfact "1.5 0.75";

#set iGMfile "H-E01140 H-E01140" ;
source GMfiles/recordinput.txt;
set iGMdirection "1 2";
set iGMfact "1.0 1.0";

# set up ground-motion-analysis parameters
set DtAnalysis [expr 0.02];
set TmaxAnalysis [expr $tempreg];

# ----- set up analysis parameters
source LibAnalysisDynamicParameters.tcl;

# ----- define & apply damping
# RAYLEIGH damping parameters, Where to put M/K-prop damping, switches
(http://opensees.berkeley.edu/OpenSees/manuals/usermanual/1099.htm)
#  $D = \alpha M * M + \beta_{Kcurr} * K_{current} + \beta_{Kcomm} * K_{lastCommit} + \beta_{beatKinit} * K_{initial}$ 
set xDamp 0.05;
set MpropSwitch 1.0;
set KcurrSwitch 0.0;
set KcommSwitch 1.0;
set KinitSwitch 0.0;
set nEigenI 1;
set nEigenJ 3;
set lambdaN [eigen -fullGenLapack [expr $nEigenJ]];
#puts '$lambdaN'
#set lambdaI [lindex $lambdaN [expr $nEigenI-1]];
#set lambdaJ [lindex $lambdaN [expr $nEigenJ-1]];
#set omegaI [expr pow($lambdaI,0.5)];
#set omegaJ [expr pow($lambdaJ,0.5)];
set omegaI $omegauno;
set omegaJ $omegatres;
set alphaM [expr
$MpropSwitch*$xDamp*(2*$omegaI*$omegaJ)/($omegaI+$omegaJ)];
set betaKcurr [expr $KcurrSwitch*2.*$xDamp/($omegaI+$omegaJ)];

```



```

set betaKcomm [expr $KcommSwitch*2.*$xDamp/($omegaI+$omegaJ)];
set betaKinit [expr $KinitSwitch*2.*$xDamp/($omegaI+$omegaJ)];
rayleigh $alphaM $betaKcurr $betaKinit $betaKcomm;

# ----- perform Dynamic Ground-Motion Analysis
# the following commands are unique to the Uniform Earthquake excitation
set IDloadTag 400;
# Uniform EXCITATION: acceleration input
foreach GMdirection $iGMdirection GMfile $iGMfile GMfact $iGMfact {
incr IDloadTag;
set inFile $GMdir/$GMfile.at2
set outFile $GMdir/$GMfile.g3;
ReadSMDFile $inFile $outFile dt;
set GMfatt [expr $g*$GMfact];
set AccelSeries "Series -dt $dt -filePath $outFile -factor $GMfatt"; # mmmm
pattern UniformExcitation $IDloadTag $GMdirection -accel $AccelSeries ;
}

set Nsteps [expr int($TmaxAnalysis/$DtAnalysis)];
set ok [analyze $Nsteps $DtAnalysis];

if {$ok != 0} { ;

set ok 0;
set controlTime [getTime];
while {$controlTime < $TmaxAnalysis && $ok == 0} {
set controlTime [getTime]
set ok [analyze 1 $DtAnalysis]
printA -file matrizM.out
if {$ok != 0} {
puts "Trying Newton with Initial Tangent .."
test NormDispIncr $Tol 1000 0
algorithm Newton -initial
set ok [analyze 1 $DtAnalysis]
test $testTypeDynamic $TolDynamic $maxNumIterDynamic 0
algorithm $algorithmTypeDynamic
}
if {$ok != 0} {
puts "Trying Broyden .."
algorithm Broyden 8
set ok [analyze 1 $DtAnalysis]
algorithm $algorithmTypeDynamic
}
if {$ok != 0} {
puts "Trying NewtonWithLineSearch .."
algorithm NewtonLineSearch .8
set ok [analyze 1 $DtAnalysis]
algorithm $algorithmTypeDynamic
}
}
}

```

```
}  
}; # end if ok !0
```

record

```
puts "Ground Motion Done. End Time: [getTime]"  
set tStop [clock clicks -milliseconds]  
puts "o Time taken: [expr ($tStop-$tStart)/1000.0] sec"
```



MODELOS CONSTITUTIVOS

```
#####  
# LibMaterialsRC.tcl: define a library of Reinforced-Concrete materials  
#  
# Silvia Mazzoni & Frank McKenna, 2006  
#####  
  
# General Material parameters  
set G 1.e10; # make stiff shear modulus  
  
set J 1.0; # torsional section stiffness (G makes GJ large)  
  
set GJ [expr $G*$J];  
  
# -----#  
confined and unconfined CONCRETE  
  
# nominal concrete compressive strength  
  
set fc [expr -10*210]; # CONCRETE Compressive Strength, ksi  
(+Tension, -Compression)  
set Ec [expr 15000*sqrt(-$fc/10)*10]; # Concrete Elastic Modulus ACI  
  
set nu 0.2;  
set Gc [expr $Ec/2./[expr 1+$nu]]; # Torsional stiffness Modulus  
  
# confined concrete  
set Kfc 1.3; # ratio of confined to unconfined concrete strength  
  
set Kres 0.2; # ratio of residual/ultimate to maximum stress  
  
set fc1C [expr $Kfc*$fc]; # CONFINED concrete (mander model),  
maximum stress  
set eps1C [expr 2.*$fc1C/$Ec]; # strain at maximum stress  
  
set fc2C [expr $Kres*$fc1C]; # ultimate stress  
  
set eps2C [expr 20*$eps1C]; # strain at ultimate stress  
  
set lambda 0.1; # ratio between unloading slope at $eps2 and initial  
slope $Ec  
  
# unconfined concrete
```

```

set fc1U $fc;          # UNCONFINED concrete (todeschini parabolic model),
maximum stress
set eps1U -0.003;     # strain at maximum strength of unconfined
concrete
set fc2U [expr $Kres*$fc1U];          # ultimate stress

set eps2U -0.01;     # strain at ultimate stress

# tensile-strength properties
set ftC [expr -0.14*$fc1C];          # tensile strength +tension

set ftU [expr -0.14*$fc1U];          # tensile strength +tension

set Ets [expr $ftU/0.002];          # tension softening stiffness

# set up library of materials
if { [info exists imat ] != 1 } {set imat 0};          # set value only if it
has not been defined previously.
set IDconcCore 1;          # tags
set IDconcCover 2;          # tags
uniaxialMaterial Concrete02 $IDconcCore $fc1C $eps1C $fc2C $eps2C $lambda $ftC
$Ets;          # Core concrete (confined)
uniaxialMaterial Concrete02 $IDconcCover $fc1U $eps1U $fc2U $eps2U $lambda
$ftU $Ets;          # Cover concrete
(unconfined)

# -----#
REINFORCING STEEL parameters
#
set Fy [expr 4200*10];          # STEEL yield stress

set Es [expr 2.1e7];          # modulus of steel
set Bs 0.01;          # strain-hardening ratio
set R0 18;          # control the transition from elastic to plastic branches

set cR1 0.925;          # control the transition from elastic to plastic branches

set cR2 0.15;          # control the transition from elastic to plastic branches

set IDSteel 3
uniaxialMaterial Steel02 $IDSteel $Fy $Es $Bs $R0 $cR1 $cR2

```

ARCHIVO INPUT - TIPO

set L1 1.784400;

set L2 1.855000;

set L3 0.150000;

set CX 0.356100;

set CY 0.280000;

set CZ 0.60;

set CX2 0.543500;

set CY2 0.616100;

set h 0.17;

set ent 2.563300;

set long1 4.466500;

set long3 5.50200;

set D1 10.091;

set D2 10.054;

set E1 10.095;

set E2 10.054;

set omegauno 12.9120;

set omegatres 16.3407;

set Dfile NLTHAdisplmnt86-1-11.out;

set Rfile NLTHAreaction86-1-11.out;

set SGird Models/GirdSections86.txt;

set SColumn Models/ColumnSections86.txt;

set SWall Models/WallSections86.txt;



set SBeam Models/BeamSections86.txt;



ARCHIVO – LECTURA DE REGISTROS SISMICOS PEER

```
#####
#####
# ReadSMDFile $inFilename $outFilename $dt #
#####
#####
# read gm input format
#
# Written: MHS
# Date: July 2000
#
# A procedure which parses a ground motion record from the PEER
# strong motion database by finding dt in the record header, then
# echoing data values to the output file.
#
# Formal arguments
# inFilename -- file which contains PEER strong motion record
# outFilename -- file to be written in format G3 can read
# dt -- time step determined from file header
#
# Assumptions
# The header in the PEER record is, e.g., formatted as follows:
# PACIFIC ENGINEERING AND ANALYSIS STRONG-MOTION DATA
# IMPERIAL VALLEY 10/15/79 2319, EL CENTRO ARRAY 6, 230
# ACCELERATION TIME HISTORY IN UNITS OF G
# NPTS= 3930, DT= .00500 SEC

proc ReadSMDFile {inFilename outFilename dt} {
    # read gm input format

    # Pass dt by reference
    upvar $dt DT

    # Open the input file and catch the error if it can't be read
    if [catch {open $inFilename r} inFileID] {
        puts stderr "Cannot open $inFilename for reading"
    } else {
        # Open output file for writing
        set outFileID [open $outFilename w]

        # Flag indicating dt is found and that ground motion
        # values should be read -- ASSUMES dt is on last line
        # of header!!!
        set flag 0

        # Look at each line in the file
        foreach line [split [read $inFileID] \n] {

            if {[length $line] == 0} {
```

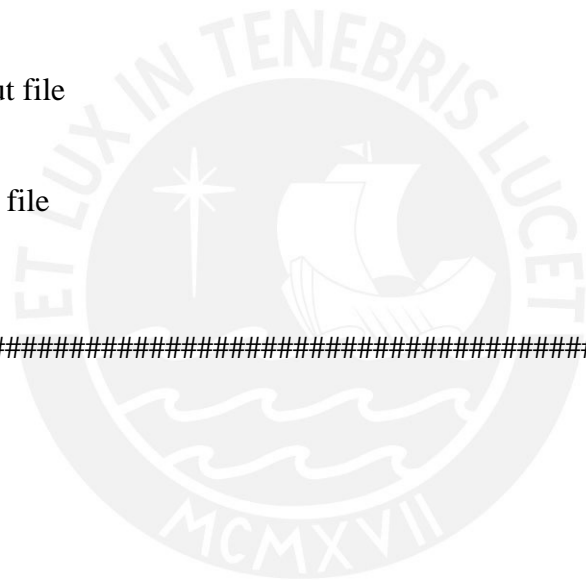
```

# Blank line --> do nothing
continue
} elseif {$flag == 1} {
# Echo ground motion values to output file
puts $outFileID $line
} else {
# Search header lines for dt
foreach word [split $line] {
# Read in the time step
if {$flag == 1} {
set DT $word
break
}
# Find the desired token and set the flag
if {[string match $word "DT="] == 1} {set flag 1}
}
}
}

# Close the output file
close $outFileID

# Close the input file
close $inFileID
}
};
#####
#####

```

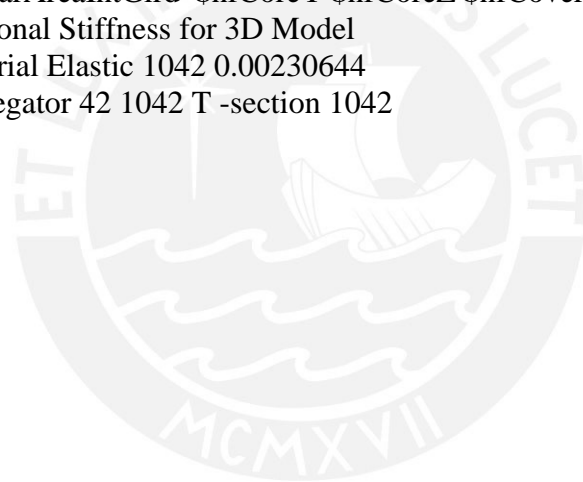


ARCHIVO – MODELO DE VIGAS BEAM

```
# FIBER SECTION properties
# Beam section geometry:
set HBeam 0.60;
set BBeam 0.25;
set numBarsTopBeam 3;           # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotBeam 3;         # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntBeam 0;        # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopBeam 0.00019793; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotBeam 0.00019793; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntBeam 0.00000000; # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1041 $HBeam $BBeam $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopBeam $barAreaTopBeam $numBarsBotBeam
$barAreaBotBeam $numBarsIntBeam $barAreaIntBeam $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
# assign torsional Stiffness for 3D Model
uniaxialMaterial Elastic 1041 0.00230644
section Aggregator 41 1041 T -section 1041
```

ARCHIVO – MODELO DE VIGAS GIRD

```
# FIBER SECTION properties
# Gird section geometry:
set HGird 0.60;
set BGird 0.25;
set numBarsTopGird 3;           # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotGird 3;         # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntGird 0;         # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopGird 0.00019793; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotGird 0.00019793; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntGird 0.00000000; # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1042 $HGird $BGird $cover $cover $IDconcCore $IDconcCover
$IDSteel $numBarsTopGird $barAreaTopGird $numBarsBotGird $barAreaBotGird
$numBarsIntGird $barAreaIntGird $nfCoreY $nfCoreZ $nfCoverY $nfCoverZ
# assign torsional Stiffness for 3D Model
uniaxialMaterial Elastic 1042 0.00230644
section Aggregator 42 1042 T -section 1042
```



ARCHIVO – MODELO DE COLUMNAS

```
# MATERIAL parameters
source ModeloConstitutivo.txt;
source BuildRCrectSection.tcl;
# FIBER SECTION properties
# Column section geometry:
set nfCoreY 20;           # number of fibers in the core patch in the y direction
set nfCoreZ 20;           # number of fibers in the core patch in the z direction
set nfCoverY 20;         # number of fibers in the cover patches with long sides in the y
direction
set nfCoverZ 20;         # number of fibers in the cover patches with long sides in the z
direction
set HCol1 0.5435;
set BCol1 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol1 2;    # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol1 2;    # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol1 4;    # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol1 0.00019700;    # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol1 0.00019700;    # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol1 0.00019700;    # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1001 $HCol1 $BCol1 $cover $cover $IDconcCore $IDconcCover
$IDSteel $numBarsTopCol1 $barAreaTopCol1 $numBarsBotCol1 $barAreaBotCol1
$numBarsIntCol1 $barAreaIntCol1 $nfCoreY $nfCoreZ $nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1001 0.00269337
    section Aggregator 1 1001 T -section 1001
set HCol2 0.5435;
set BCol2 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol2 2;    # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol2 2;    # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol2 4;    # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol2 0.00019700;    # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol2 0.00019700;    # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol2 0.00019700;    # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1002 $HCol2 $BCol2 $cover $cover $IDconcCore $IDconcCover
$IDSteel $numBarsTopCol2 $barAreaTopCol2 $numBarsBotCol2 $barAreaBotCol2
$numBarsIntCol2 $barAreaIntCol2 $nfCoreY $nfCoreZ $nfCoverY $nfCoverZ
```

```

# assign torsional Stiffness for 3D Model
uniaxialMaterial Elastic 1002 0.00269337
section Aggregator 2 1002 T -section 1002
set HCol3 0.5435;
set BCol3 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol3 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol3 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol3 4;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol3 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol3 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol3 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1003 $HCol3 $BCol3 $cover $cover $IDconcCore $IDconcCover
$IDSteel $numBarsTopCol3 $barAreaTopCol3 $numBarsBotCol3 $barAreaBotCol3
$numBarsIntCol3 $barAreaIntCol3 $nfCoreY $nfCoreZ $nfCoverY $nfCoverZ
# assign torsional Stiffness for 3D Model
uniaxialMaterial Elastic 1003 0.00269337
section Aggregator 3 1003 T -section 1003
set HCol4 0.5435;
set BCol4 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol4 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol4 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol4 4;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol4 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol4 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol4 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1004 $HCol4 $BCol4 $cover $cover $IDconcCore $IDconcCover
$IDSteel $numBarsTopCol4 $barAreaTopCol4 $numBarsBotCol4 $barAreaBotCol4
$numBarsIntCol4 $barAreaIntCol4 $nfCoreY $nfCoreZ $nfCoverY $nfCoverZ
# assign torsional Stiffness for 3D Model
uniaxialMaterial Elastic 1004 0.00269337
section Aggregator 4 1004 T -section 1004
set HCol5 0.5435;
set BCol5 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol5 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol5 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer

```

```

set numBarsIntCol5 4;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol5 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol5 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol5 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1005 $HCol5 $BCol5 $cover $cover $IDconcCore $IDconcCover
$IDSteel $numBarsTopCol5 $barAreaTopCol5 $numBarsBotCol5 $barAreaBotCol5
$numBarsIntCol5 $barAreaIntCol5 $nfCoreY $nfCoreZ $nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1005 0.00269337
    section Aggregator 5 1005 T -section 1005
set HCol6 0.5435;
set BCol6 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol6 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol6 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol6 4;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol6 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol6 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol6 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1006 $HCol6 $BCol6 $cover $cover $IDconcCore $IDconcCover
$IDSteel $numBarsTopCol6 $barAreaTopCol6 $numBarsBotCol6 $barAreaBotCol6
$numBarsIntCol6 $barAreaIntCol6 $nfCoreY $nfCoreZ $nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1006 0.00269337
    section Aggregator 6 1006 T -section 1006
set HCol7 0.5435;
set BCol7 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol7 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol7 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol7 4;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol7 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol7 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol7 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1007 $HCol7 $BCol7 $cover $cover $IDconcCore $IDconcCover
$IDSteel $numBarsTopCol7 $barAreaTopCol7 $numBarsBotCol7 $barAreaBotCol7
$numBarsIntCol7 $barAreaIntCol7 $nfCoreY $nfCoreZ $nfCoverY $nfCoverZ

```

```

# assign torsional Stiffness for 3D Model
uniaxialMaterial Elastic 1007 0.00269337
section Aggregator 7 1007 T -section 1007
set HCol8 0.5435;
set BCol8 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol8 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol8 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol8 4;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol8 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol8 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol8 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1008 $HCol8 $BCol8 $cover $cover $IDconcCore $IDconcCover
$IDSteel $numBarsTopCol8 $barAreaTopCol8 $numBarsBotCol8 $barAreaBotCol8
$numBarsIntCol8 $barAreaIntCol8 $nfCoreY $nfCoreZ $nfCoverY $nfCoverZ
# assign torsional Stiffness for 3D Model
uniaxialMaterial Elastic 1008 0.00269337
section Aggregator 8 1008 T -section 1008
set HCol9 0.5435;
set BCol9 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol9 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol9 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol9 4;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol9 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol9 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol9 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1009 $HCol9 $BCol9 $cover $cover $IDconcCore $IDconcCover
$IDSteel $numBarsTopCol9 $barAreaTopCol9 $numBarsBotCol9 $barAreaBotCol9
$numBarsIntCol9 $barAreaIntCol9 $nfCoreY $nfCoreZ $nfCoverY $nfCoverZ
# assign torsional Stiffness for 3D Model
uniaxialMaterial Elastic 1009 0.00269337
section Aggregator 9 1009 T -section 1009
set HCol10 0.5435;
set BCol10 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol10 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol10 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer

```

```

set numBarsIntCol10 4;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol10 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol10 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol10 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1010 $HCol10 $BCol10 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol10 $barAreaTopCol10 $numBarsBotCol10
$barAreaBotCol10 $numBarsIntCol10 $barAreaIntCol10 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1010 0.00269337
    section Aggregator 10 1010 T -section 1010
set HCol11 0.5435;
set BCol11 0.6161;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol11 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol11 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol11 4;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol11 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol11 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol11 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1011 $HCol11 $BCol11 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol11 $barAreaTopCol11 $numBarsBotCol11
$barAreaBotCol11 $numBarsIntCol11 $barAreaIntCol11 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1011 0.01556831
    section Aggregator 11 1011 T -section 1011
set HCol12 0.5435;
set BCol12 0.6161;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol12 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol12 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol12 4;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol12 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol12 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol12 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.

```

```

BuildRCrectSection 1012 $HCol12 $BCol12 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol12 $barAreaTopCol12 $numBarsBotCol12
$barAreaBotCol12 $numBarsIntCol12 $barAreaIntCol12 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1012 0.01556831
    section Aggregator 12 1012 T -section 1012
set HCol13 0.5435;
set BCol13 0.6161;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol13 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol13 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol13 4;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol13 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol13 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol13 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1013 $HCol13 $BCol13 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol13 $barAreaTopCol13 $numBarsBotCol13
$barAreaBotCol13 $numBarsIntCol13 $barAreaIntCol13 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1013 0.01556831
    section Aggregator 13 1013 T -section 1013
set HCol14 0.5435;
set BCol14 0.6161;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol14 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol14 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol14 4;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol14 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol14 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol14 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1014 $HCol14 $BCol14 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol14 $barAreaTopCol14 $numBarsBotCol14
$barAreaBotCol14 $numBarsIntCol14 $barAreaIntCol14 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1014 0.01556831
    section Aggregator 14 1014 T -section 1014
set HCol15 0.5435;

```



```

set BCol15 0.6161;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol15 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol15 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol15 4;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol15 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol15 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol15 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1015 $HCol15 $BCol15 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol15 $barAreaTopCol15 $numBarsBotCol15
$barAreaBotCol15 $numBarsIntCol15 $barAreaIntCol15 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1015 0.01556831
    section Aggregator 15 1015 T -section 1015
set HCol16 0.3561;
set BCol16 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol16 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol16 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol16 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol16 0.00019700; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol16 0.00019700; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol16 0.00019700; # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1016 $HCol16 $BCol16 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol16 $barAreaTopCol16 $numBarsBotCol16
$barAreaBotCol16 $numBarsIntCol16 $barAreaIntCol16 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1016 0.00135578
    section Aggregator 16 1016 T -section 1016
set HCol17 0.3561;
set BCol17 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol17 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol17 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol17 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers

```

```

set barAreaTopCol17 0.00019700;          # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol17 0.00019700;          # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol17 0.00019700;          # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1017 $HCol17 $BCol17 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol17 $barAreaTopCol17 $numBarsBotCol17
$barAreaBotCol17 $numBarsIntCol17 $barAreaIntCol17 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1017 0.00135578
    section Aggregator 17 1017 T -section 1017
set HCol18 0.3561;
set BCol18 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol18 2;                    # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol18 2;                    # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol18 2;                    # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol18 0.00019700;          # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol18 0.00019700;          # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol18 0.00019700;          # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1018 $HCol18 $BCol18 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol18 $barAreaTopCol18 $numBarsBotCol18
$barAreaBotCol18 $numBarsIntCol18 $barAreaIntCol18 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1018 0.00135578
    section Aggregator 18 1018 T -section 1018
set HCol19 0.3561;
set BCol19 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol19 2;                    # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol19 2;                    # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol19 2;                    # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol19 0.00019700;          # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol19 0.00019700;          # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol19 0.00019700;          # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1019 $HCol19 $BCol19 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol19 $barAreaTopCol19 $numBarsBotCol19

```

```

$barAreaBotCol19 $numBarsIntCol19 $barAreaIntCol19 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1019 0.00135578
    section Aggregator 19 1019 T -section 1019
set HCol20 0.3561;
set BCol20 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol20 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol20 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol20 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol20 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol20 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol20 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1020 $HCol20 $BCol20 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol20 $barAreaTopCol20 $numBarsBotCol20
$barAreaBotCol20 $numBarsIntCol20 $barAreaIntCol20 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1020 0.00135578
    section Aggregator 20 1020 T -section 1020
set HCol21 0.3561;
set BCol21 0.6161;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol21 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol21 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol21 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol21 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol21 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol21 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1021 $HCol21 $BCol21 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol21 $barAreaTopCol21 $numBarsBotCol21
$barAreaBotCol21 $numBarsIntCol21 $barAreaIntCol21 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1021 0.00592721
    section Aggregator 21 1021 T -section 1021
set HCol22 0.3561;
set BCol22 0.6161;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover

```

```

set numBarsTopCol22 4;           # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol22 4;           # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol22 2;           # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol22 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol22 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol22 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1022 $HCol22 $BCol22 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol22 $barAreaTopCol22 $numBarsBotCol22
$barAreaBotCol22 $numBarsIntCol22 $barAreaIntCol22 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1022 0.00592721
    section Aggregator 22 1022 T -section 1022
set HCol23 0.3561;
set BCol23 0.6161;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol23 4;           # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol23 4;           # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol23 2;           # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol23 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol23 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol23 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1023 $HCol23 $BCol23 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol23 $barAreaTopCol23 $numBarsBotCol23
$barAreaBotCol23 $numBarsIntCol23 $barAreaIntCol23 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1023 0.00592721
    section Aggregator 23 1023 T -section 1023
set HCol24 0.3561;
set BCol24 0.6161;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol24 4;           # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol24 4;           # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol24 2;           # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol24 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol24 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area

```

```

set barAreaIntCol24 0.00028500;          # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1024 $HCol24 $BCol24 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol24 $barAreaTopCol24 $numBarsBotCol24
$barAreaBotCol24 $numBarsIntCol24 $barAreaIntCol24 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1024 0.00592721
    section Aggregator 24 1024 T -section 1024
set HCol25 0.3561;
set BCol25 0.6161;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol25 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol25 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol25 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol25 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol25 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol25 0.00028500;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1025 $HCol25 $BCol25 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol25 $barAreaTopCol25 $numBarsBotCol25
$barAreaBotCol25 $numBarsIntCol25 $barAreaIntCol25 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1025 0.00592721
    section Aggregator 25 1025 T -section 1025
set HCol26 0.3561;
set BCol26 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol26 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol26 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol26 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol26 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol26 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol26 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1026 $HCol26 $BCol26 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol26 $barAreaTopCol26 $numBarsBotCol26
$barAreaBotCol26 $numBarsIntCol26 $barAreaIntCol26 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model

```

```

        uniaxialMaterial Elastic 1026 0.00135578
        section Aggregator 26 1026 T -section 1026
set HCol27 0.3561;
set BCol27 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol27 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol27 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol27 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol27 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol27 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol27 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1027 $HCol27 $BCol27 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol27 $barAreaTopCol27 $numBarsBotCol27
$barAreaBotCol27 $numBarsIntCol27 $barAreaIntCol27 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
        # assign torsional Stiffness for 3D Model
        uniaxialMaterial Elastic 1027 0.00135578
        section Aggregator 27 1027 T -section 1027
set HCol28 0.3561;
set BCol28 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol28 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol28 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol28 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol28 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol28 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol28 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1028 $HCol28 $BCol28 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol28 $barAreaTopCol28 $numBarsBotCol28
$barAreaBotCol28 $numBarsIntCol28 $barAreaIntCol28 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
        # assign torsional Stiffness for 3D Model
        uniaxialMaterial Elastic 1028 0.00135578
        section Aggregator 28 1028 T -section 1028
set HCol29 0.3561;
set BCol29 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol29 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer

```

```

set numBarsBotCol29 2;           # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol29 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol29 0.00019700; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol29 0.00019700; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol29 0.00019700; # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1029 $HCol29 $BCol29 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol29 $barAreaTopCol29 $numBarsBotCol29
$barAreaBotCol29 $numBarsIntCol29 $barAreaIntCol29 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1029 0.00135578
    section Aggregator 29 1029 T -section 1029
set HCol30 0.3561;
set BCol30 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol30 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol30 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol30 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol30 0.00019700; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol30 0.00019700; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol30 0.00019700; # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1030 $HCol30 $BCol30 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol30 $barAreaTopCol30 $numBarsBotCol30
$barAreaBotCol30 $numBarsIntCol30 $barAreaIntCol30 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1030 0.00135578
    section Aggregator 30 1030 T -section 1030
set HCol31 0.3561;
set BCol31 0.6161;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol31 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol31 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol31 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol31 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol31 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol31 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area

```

rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and a confined core.

```
BuildRCrectSection 1031 $HCol31 $BCol31 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol31 $barAreaTopCol31 $numBarsBotCol31
$barAreaBotCol31 $numBarsIntCol31 $barAreaIntCol31 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
```

```
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1031 0.00592721
    section Aggregator 31 1031 T -section 1031
```

```
set HCol32 0.3561;
```

```
set BCol32 0.6161;
```

```
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
```

```
set numBarsTopCol32 4;           # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
```

```
set numBarsBotCol32 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
```

```
set numBarsIntCol32 2;         # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
```

```
set barAreaTopCol32 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
```

```
set barAreaBotCol32 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
```

```
set barAreaIntCol32 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
```

rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and a confined core.

```
BuildRCrectSection 1032 $HCol32 $BCol32 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol32 $barAreaTopCol32 $numBarsBotCol32
$barAreaBotCol32 $numBarsIntCol32 $barAreaIntCol32 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
```

```
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1032 0.00592721
    section Aggregator 32 1032 T -section 1032
```

```
set HCol33 0.3561;
```

```
set BCol33 0.6161;
```

```
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
```

```
set numBarsTopCol33 4;         # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
```

```
set numBarsBotCol33 4;         # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
```

```
set numBarsIntCol33 2;         # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
```

```
set barAreaTopCol33 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
```

```
set barAreaBotCol33 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
```

```
set barAreaIntCol33 0.00028500; # longitudinal-reinforcement bar area
```

rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and a confined core.

```
BuildRCrectSection 1033 $HCol33 $BCol33 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol33 $barAreaTopCol33 $numBarsBotCol33
$barAreaBotCol33 $numBarsIntCol33 $barAreaIntCol33 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
```

```
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1033 0.00592721
```



```

    section Aggregator 33 1033 T -section 1033
set HCol34 0.3561;
set BCol34 0.6161;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol34 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol34 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol34 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol34 0.00028500;    # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol34 0.00028500;    # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol34 0.00028500;    # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1034 $HCol34 $BCol34 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol34 $barAreaTopCol34 $numBarsBotCol34
$barAreaBotCol34 $numBarsIntCol34 $barAreaIntCol34 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1034 0.00592721
    section Aggregator 34 1034 T -section 1034
set HCol35 0.3561;
set BCol35 0.6161;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol35 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol35 4;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol35 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol35 0.00028500;    # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol35 0.00028500;    # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol35 0.00028500;    # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1035 $HCol35 $BCol35 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol35 $barAreaTopCol35 $numBarsBotCol35
$barAreaBotCol35 $numBarsIntCol35 $barAreaIntCol35 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1035 0.00592721
    section Aggregator 35 1035 T -section 1035
set HCol36 0.3561;
set BCol36 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol36 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol36 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer

```

```

set numBarsIntCol36 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol36 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol36 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol36 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1036 $HCol36 $BCol36 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol36 $barAreaTopCol36 $numBarsBotCol36
$barAreaBotCol36 $numBarsIntCol36 $barAreaIntCol36 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1036 0.00135578
    section Aggregator 36 1036 T -section 1036
set HCol37 0.3561;
set BCol37 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol37 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol37 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol37 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol37 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol37 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol37 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1037 $HCol37 $BCol37 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol37 $barAreaTopCol37 $numBarsBotCol37
$barAreaBotCol37 $numBarsIntCol37 $barAreaIntCol37 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1037 0.00135578
    section Aggregator 37 1037 T -section 1037
set HCol38 0.3561;
set BCol38 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol38 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol38 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol38 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol38 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol38 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol38 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.

```

```

BuildRCrectSection 1038 $HCol38 $BCol38 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol38 $barAreaTopCol38 $numBarsBotCol38
$barAreaBotCol38 $numBarsIntCol38 $barAreaIntCol38 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1038 0.00135578
    section Aggregator 38 1038 T -section 1038
set HCol39 0.3561;
set BCol39 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol39 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol39 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol39 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol39 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol39 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol39 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1039 $HCol39 $BCol39 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol39 $barAreaTopCol39 $numBarsBotCol39
$barAreaBotCol39 $numBarsIntCol39 $barAreaIntCol39 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1039 0.00135578
    section Aggregator 39 1039 T -section 1039
set HCol40 0.3561;
set BCol40 0.2800;
set cover 0.05;# rectangular-RC-Column cover
set numBarsTopCol40 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on top
layer
set numBarsBotCol40 2;          # number of longitudinal-reinforcement bars on
bottom layer
set numBarsIntCol40 2;          # TOTAL number of reinforcing bars on the
intermediate layers
set barAreaTopCol40 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaBotCol40 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
set barAreaIntCol40 0.00019700;      # longitudinal-reinforcement bar area
# rectangular section with one layer of steel evenly distributed around the perimeter and
a confined core.
BuildRCrectSection 1040 $HCol40 $BCol40 $cover $cover $IDconcCore
$IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol40 $barAreaTopCol40 $numBarsBotCol40
$barAreaBotCol40 $numBarsIntCol40 $barAreaIntCol40 $nfCoreY $nfCoreZ
$nfCoverY $nfCoverZ
    # assign torsional Stiffness for 3D Model
    uniaxialMaterial Elastic 1040 0.00135578
    section Aggregator 40 1040 T -section 1040

```



ARCHIVO – MODELO DE PLACAS

WALL X SECTION properties

set AtrussX 0.00037800;

set TtransX 0.00035500;

set TlongX 0.00025909;

set TtranscabX 0.00071000;

set cabX 0.24000000;

set bodX 0.68750000;

WALL Y SECTION properties

set AtrussY 0.00037800;

set TtransY 0.00035500;

set TlongY 0.00026899;

set TtranscabY 0.00071000;

set cabY 0.23000000;

set bodY 0.66220000;



ARCHIVO – MODELO DE FIBRAS DEL PEER

```
proc BuildRCrectSection {id HSec BSec coverH coverB coreID coverID steelID
numBarsTop barAreaTop numBarsBot barAreaBot numBarsIntTot barAreaInt nfCoreY
nfCoreZ nfCoverY nfCoverZ} {
```

```
#####
```

```
# BuildRCrectSection $id $HSec $BSec $coverH $coverB $coreID $coverID
$steelID $numBarsTop $barAreaTop $numBarsBot $barAreaBot $numBarsIntTot
$barAreaInt $nfCoreY $nfCoreZ $nfCoverY $nfCoverZ
```

```
#####
```

```
# Build fiber rectangular RC section, 1 steel layer top, 1 bot, 1 skin, confined
core
```

```
# Define a procedure which generates a rectangular reinforced concrete section
# with one layer of steel at the top & bottom, skin reinforcement and a
# confined core.
```

```
# by: Silvia Mazzoni, 2006
```

```
# adapted from Michael H. Scott, 2003
```

```
#
```

```
# Formal arguments
```

```
# id - tag for the section that is generated by this procedure
```

```
# HSec - depth of section, along local-y axis
```

```
# BSec - width of section, along local-z axis
```

```
# cH - distance from section boundary to neutral axis of reinforcement
```

```
# cB - distance from section boundary to side of reinforcement
```

```
# coreID - material tag for the core patch
```

```
# coverID - material tag for the cover patches
```

```
# steelID - material tag for the reinforcing steel
```

```
# numBarsTop - number of reinforcing bars in the top layer
```

```
# numBarsBot - number of reinforcing bars in the bottom layer
```

```
# numBarsIntTot - TOTAL number of reinforcing bars on the intermediate
layers, symmetric about z axis and 2 bars per layer-- needs to be an even integer
```

```
# barAreaTop - cross-sectional area of each reinforcing bar in top layer
```

```
# barAreaBot - cross-sectional area of each reinforcing bar in bottom layer
```

```
# barAreaInt - cross-sectional area of each reinforcing bar in intermediate layer
```

```
# nfCoreY - number of fibers in the core patch in the y direction
```

```
# nfCoreZ - number of fibers in the core patch in the z direction
```

```
# nfCoverY - number of fibers in the cover patches with long sides in the y
direction
```

```
# nfCoverZ - number of fibers in the cover patches with long sides in the z
direction
```

```
#
```

```
# y
```

```
# ^
```

```
# |
```

```
#
```

```
# ----- -- --
# | o o o | | -- coverH
```

```
# |
```

```
# |
```

```
# | o o | | HSec
```

```
# z <--- | + |
```

```
# | o o | |
```

```

#      |           | |
#      | o o o o o | | -- coverH
#      ----- -- --
#      |-----Bsec-----|
#      |---| coverB |---|
#
#          y
#          ^
#          |
#      -----
#      |\   cover   /|
#      | \-----Top-----/ |
#      |c|           |c|
#      |o|           |o|
# z <----|v|   core   |v| HSec
#      |e|           |e|
#      |r|           |r|
#      | /-----Bot-----\ |
#      | /   cover   \|
#      -----
#          Bsec
#
# Notes
# The core concrete ends at the NA of the reinforcement
# The center of the section is at (0,0) in the local axis system
#
set coverY [expr $HSec/2.0];      # The distance from the section z-axis to the
edge of the cover concrete -- outer edge of cover concrete
set coverZ [expr $BSec/2.0];      # The distance from the section y-axis to
the edge of the cover concrete -- outer edge of cover concrete
set coreY [expr $coverY-$coverH];  # The distance from the section z-
axis to the edge of the core concrete -- edge of the core concrete/inner edge of cover
concrete
set coreZ [expr $coverZ-$coverB];  # The distance from the section y-
axis to the edge of the core concrete -- edge of the core concrete/inner edge of cover
concrete
set numBarsInt [expr $numBarsIntTot/2]; # number of intermediate bars per
side

# Define the fiber section
section fiberSec $id {
  # Define the core patch
  patch quadr $coreID $nfCoreZ $nfCoreY -$coreY $coreZ -$coreY -
$coreZ $coreY -$coreZ $coreY $coreZ

  # Define the four cover patches
  patch quadr $coverID 2 $nfCoverY -$coverY $coverZ -$coreY $coreZ
$coreY $coreZ $coverY $coverZ

```

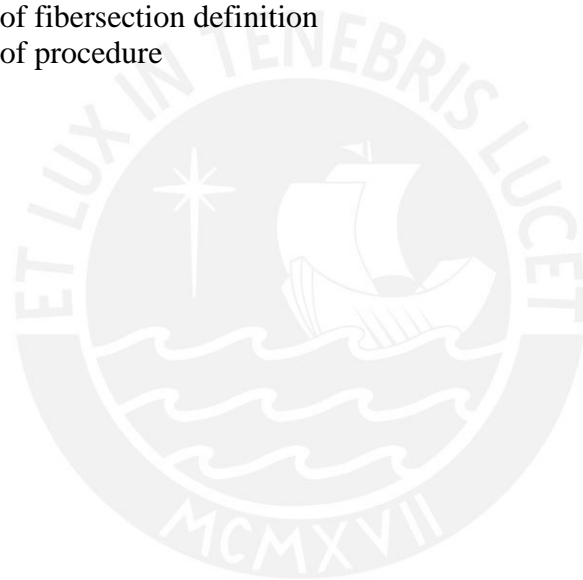
```

        patch quadr $coverID 2 $nfCoverY -$scoreY -$scoreZ -$coverY -$coverZ
$coverY -$coverZ $scoreY -$scoreZ
        patch quadr $coverID $nfCoverZ 2 -$coverY $coverZ -$coverY -
$coverZ -$scoreY -$scoreZ -$scoreY $scoreZ
        patch quadr $coverID $nfCoverZ 2 $scoreY $scoreZ $scoreY -$scoreZ
$coverY -$coverZ $coverY $coverZ

        # define reinforcing layers
        layer straight $steelID $numBarsInt $barAreaInt -$scoreY $scoreZ $scoreY
$scoreZ;      # intermediate skin reinf. +z
        layer straight $steelID $numBarsInt $barAreaInt -$scoreY -$scoreZ
$scoreY -$scoreZ;      # intermediate skin reinf. -z
        layer straight $steelID $numBarsTop $barAreaTop $scoreY $scoreZ
$scoreY -$scoreZ;      # top layer reinforcement
        layer straight $steelID $numBarsBot $barAreaBot -$scoreY $scoreZ -
$scoreY -$scoreZ;      # bottom layer reinforcement

    };      # end of fibersection definition
};      # end of procedure

```



ANEXO C: SCRIPTS EN MATLAB

ARCHIVO – NEWTON RAPHSON MODIFICADO

```
function [A0,F1]=NewtonRaphson2 (p0,q0,r0,s0,t0)

%parámetros objetivo:
p0=.75;
q0=.05;
r0=-.5;
s0=1;
t0=.5;

%parámetros iniciales
[a,b,c,d,e,f,g,h,long1]=nearvalue (p0,q0,r0,s0,t0);

long3=5.1;
D1=10.01;
D2=10.01;
E1=10.02;
E2=10.02;

A1=[a b c d f g h long1 long3 D1 D2 E1 E2]';
%A1=[a b c ent e]';
A0=[0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]';
p=0;
q=0;
r=0;
s=0;
t=0;
tt=1;

while ((p-p0)^2*20+(q-q0)^2*20+(r-r0)^2*10+(s-s0)^2+(t-
t0)^2*0.5)>0.005;

    if A1(7,1)>3.75;
        L3=h/25;
    else
        L3=.15;
    end

    for i=10:11
        if A1(i,1)<5.00;
            A1(i,1)=5.00;
        else
            end
        end
    end
```

```

for i=3:6
if A1(i,1)<0.25;
    A1(i,1)=0.25;
else
end
end

if all(A1(8,1)>A1(10,1)/2 & A1(2,1)>(A1(10,1)-A1(8,1))*2-0.2);
    A1(2,1)=(A1(10,1)-A1(8,1))*2-0.2;
else
end

    if all(A1(8,1)<A1(10,1)/2 & A1(2,1)>A1(8,1)*2-0.2);
        A1(2,1)=A1(8,1)*2-0.2;
    else
    end

if all(A1(9,1)>A1(11,1)/2 & A1(1,1)>(A1(11,1)-A1(9,1))*2-0.2);
    A1(1,1)=(A1(11,1)-A1(9,1))*2-0.2;
else
end

    if all(A1(9,1)<A1(11,1)/2 && A1(1,1)>A1(9,1)*2-0.2);
        A1(1,1)=A1(9,1)*2-0.2;
    else
    end

for i=3:6
if A1(i,1)>0.80;
    A1(i,1)=0.80;
else
end
end

if A1(7,1)<1.50;
    A1(7,1)=1.50;
else
end

for i=8:8
if A1(i,1)<A1(11,1)*0.4;
    A1(i,1)=A1(11,1)*0.4;
else
end
end

for i=9:9
if A1(i,1)<A1(10,1)*0.4;

```

```

        A1(i,1)=A1(10,1)*0.4;
    else
    end
end

for i=8:9
if A1(i,1)>9.00;
    A1(i,1)=9.00;
else
end
end

    for i=1:2
if A1(i,1)<1;
    A1(i,1)=1;
else
end
end
#####
    if A1(10,1)<A1(8,1)+A1(2,1)/2;
    A1(10,1)=A1(8,1)+A1(2,1)/2;
else
end

        if A1(11,1)<A1(9,1)+A1(1,1)/2;
    A1(11,1)=A1(9,1)+A1(1,1)/2;
else
end
#####

    if A1(12,1)<A1(10,1);
    A1(12,1)=A1(10,1);
else
end

        if A1(13,1)<A1(11,1);
    A1(13,1)=A1(11,1);
else
end

    for i=10:13
if A1(i,1)>15;
    A1(i,1)=15;
else
end
end

        for i=8:8
if A1(i,1)<A1(11,1)*0.4;
    A1(i,1)=A1(11,1)*0.4;
else
end
end

for i=9:9

```

```

if A1(i,1)<A1(10,1)*0.4;
    A1(i,1)=A1(10,1)*0.4;
else
end
end

        for i=10:10
if A1(i,1)<A1(12,1)*0.8;
    A1(i,1)=A1(12,1)*0.8;
else
end
end

for i=11:11
if A1(i,1)<A1(13,1)*0.8;
    A1(i,1)=A1(13,1)*0.8;
else
end
end

temp1=zeros(13,1);
%temp1=A0;

A0=A1

% inicio de iteracion

[Result]=ParametriK4(A0(1,1),A0(2,1),L3,A0(3,1),A0(4,1),e,A0(5,1),A0(6
,1),0.17,A0(7,1),A0(8,1),A0(9,1),A0(10,1),A0(11,1),A0(12,1),A0(13,1));
%[Result]=ParametriK3(L1 , L2 ,L3 ,CX ,CY ,CZ ,CX2 ,CY2
,h,ent,long1)

p=Result(10)
q=Result(13)
r=Result(14)
s=Result(15)
t=Result(16)

F1=[p q r s t];
F0=[p-p0 q-q0 r-r0 s-s0 t-t0]';

NoN=0;
list=zeros(13,1);
j=1;
for i=1:13

    if A0(i)==temp1(i);
        else
            NoN=NoN+1;
            list(j)=i;
            j=j+1;
        end
    end
end

delta1=zeros(13,13);
delta2=zeros(13,13);

```

```

for i=1:NoN;
delta1(i,list(i))=A0(list(i),1)*0.05;
delta2(i,list(i))=A0(list(i),1)*-0.05;
end

D=zeros(5,NoN);

for i=1:NoN

[Result1]=ParametriK4(A0(1,1)+delta1(i,1),A0(2,1)+delta1(i,2),L3,A0(3,1)+delta1(i,3),A0(4,1)+delta1(i,4),e,A0(5,1)+delta1(i,5),A0(6,1)+delta1(i,6),0.17,A0(7,1)+delta1(i,7),A0(8,1)+delta1(i,8),A0(9,1)+delta1(i,9),A0(10,1)+delta1(i,10),A0(11,1)+delta1(i,11),A0(12,1)+delta1(i,12),A0(13,1)+delta1(i,13));
[Result2]=ParametriK4(A0(1,1)+delta2(i,1),A0(2,1)+delta2(i,2),L3,A0(3,1)+delta1(i,3),A0(4,1)+delta2(i,4),e,A0(5,1)+delta2(i,5),A0(6,1)+delta2(i,6),0.17,A0(7,1)+delta2(i,7),A0(8,1)+delta2(i,8),A0(9,1)+delta2(i,9),A0(10,1)+delta2(i,10),A0(11,1)+delta2(i,11),A0(12,1)+delta2(i,12),A0(13,1)+delta2(i,13));

D(1,i)=(Result1(10)-Result2(10))/(0.1*A0(i));
D(2,i)=(Result1(13)-Result2(13))/(0.1*A0(i));
D(3,i)=(Result1(14)-Result2(14))/(0.1*A0(i));
D(4,i)=(Result1(15)-Result2(15))/(0.1*A0(i));
D(5,i)=(Result1(16)-Result2(16))/(0.1*A0(i));

end

D;
D2=D'*(D*D')^-1;
F1;

temp2=zeros(NoN,1);
for i=1:NoN
temp2(i)=A0(list(i));
end

temp3=temp2-D2*F0;

temp4=A0;
for i=1:NoN;
temp4(list(i))=temp3(i);
end
A1=temp4;

%A1=A0-D2*F0

```

```
tt=tt+1;

%if tt>10;
%p=p0;
%q=q0;
%r=abs(r0);
%s=s0;
%t=t0;
%else
%end

end

%A1
%A0

[y,Fs,NBITS]=wavread('fool.wav');
sound(y,Fs,NBITS);

end
```



ARCHIVO – DISEÑO DE EDIFICIOS

```
function
[maxace,valueX,valueY,valueD]=design(L1,L2,L3,CX,CY,CZ,CX2,CY2,h,ent,lon
g1,long3,D1,D2,E1,E2,number)
%[maxace,valueX,valueY]=
%UNTITLED Summary of this function goes here
% Detailed explanation goes here
L1=2.0382;
L2=1.8937;
L3=0.15;
CX=0.25;
CY=0.25;
CZ=0.60;
CX2=0.6024;
CY2=0.2696;
h=0.17;
ent=2.7867;
long1=6.042;
long3=5.2433;
D1=10.019;
D2=9.9251;
E1=10.0719;
E2=10.0532;
number=1
% las columnas deben ser a partir de 0.35m para pasar derivas

L1=1.7844;
L2=1.855;
L3=0.15;
CX=0.3561;
CY=0.28;
CZ=0.60;
CX2=0.5435;
CY2=0.6161;
h=0.17;
ent=2.5633;
long1=4.4665;
long3=5.502;
D1=10.0908;
D2=10.0538;
E1=10.0954;
E2=10.0538;

h=0.15;
[X,Y]=Dinamica(L1,L2,L3,CX,CY,CZ,CX2,CY2,h,ent,long1,long3,D1,D2,E1,E2
);

if long1==5;
nodos=78;
else
nodos=83;
end

nvigax=30;
nvigay=30;
ncolumna=40;
nplacas=5;
```

```

nvigasinf=20;

%=====SISMO EN X
=====
vigaxSX=zeros((nvigax*12+1)*3,15);
vigasySX=zeros((nvigay*12+1)*3,15);
columnasSY=zeros((ncolumna*12+1)*3,15);
columnasSX=zeros((ncolumna*12+1)*3,15);
vigaxSY=zeros((nvigax*12+1)*3,15);
vigasySY=zeros((nvigay*12+1)*3,15);
PlacasD=zeros((nplacas*12+1)*3,1);
PlacasSX=zeros((nplacas*12+1)*3,1);
PlacasSY=zeros((nplacas*12+1)*3,1);

for i=1:nodos;
    nodosmatriz(i,1)=i;
end

%nodosmatriz=nodosmatriz([1:42,44:48,50:54,56:60,62:148],1);

for j=1:15;

fileID = fopen('forceinput.txt','wt');
formatSpec = 'load %d %4.6f %4.6f %4.6f %4.6f %4.6f %4.6f';

for i=1:nodos;
fprintf(fileID,formatSpec,nodosmatriz(i,1),X(6*i-5,j),0,0,0,0,0);%-
1*X(6*i-4,j),-1*X(6*i-3,j),-1*X(6*i-2,j),-1*X(6*i-1,j),-1*X(6*i,j));
fprintf(fileID,' \n');
end

fclose(fileID);

!start /min cmd /c OpenSees SISMONORMA.txt
pause(0.5)

temp1=sprintf('vigax.out');
temp2=sprintf('vigasy.out');
temp3=sprintf('columnas.out');
temp4=sprintf('placas.out');
temp5=sprintf('vigasinf.out');

fileID = fopen(temp1,'r');
vigaxSX(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

fileID = fopen(temp2,'r');
vigasySX(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

fileID = fopen(temp3,'r');
columnasSX(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

```



```

fileID = fopen(temp4, 'r');
placasSX(:,j) = fscanf(fileID, '%g');
fclose(fileID);

fileID = fopen(temp5, 'r');
vigasinfSX(:,j) = fscanf(fileID, '%g');
fclose(fileID);

end

vigasxSX=vigasxSX((12*nvigax+1)*2+2:(12*nvigax+1)*3,1:15);
vigasySX=vigasySX((12*nvigay+1)*2+2:(12*nvigay+1)*3,1:15);
columnasSX=columnasSX((12*ncolumna+1)*2+2:(12*ncolumna+1)*3,1:15);
placasSX=placasSX((12*nplacas+1)*2+2:(12*nplacas+1)*3,1:15);
vigasinfSX=vigasinfSX((12*nvigasinf+1)*2+2:(12*nvigasinf+1)*3,1:15);

temp6=zeros(nvigax*12,1);
temp7=zeros(nvigay*12,1);
temp8=zeros(ncolumna*12,1);
temp9=zeros(nplacas*12,1);
temp10=zeros(nvigasinf*12,1);

for j=1:nvigax*12
for i=1:15;
temp6(j,1)=temp6(j,1)+vigasxSX(j,i)^2;
temp7(j,1)=temp7(j,1)+vigasySX(j,i)^2;
end
end

for j=1:ncolumna*12
for i=1:15;
temp8(j,1)=temp8(j,1)+columnasSX(j,i)^2;
end
end

for j=1:nplacas*12
for i=1:15;
temp9(j,1)=temp9(j,1)+placasSX(j,i)^2;
end
end

for j=1:nvigasinf*12
for i=1:15;
temp10(j,1)=temp10(j,1)+vigasinfSX(j,i)^2;
end
end

vigasxSX=diag(diag(temp6)^0.5);
vigasySX=diag(diag(temp7)^0.5);
columnasSX=diag(diag(temp8)^0.5);
placasSX=diag(diag(temp9)^0.5);
vigasinfSX=diag(diag(temp10)^0.5);

```

```

vigasxSX=reshape(vigasxSX,[12,nvigax]);
vigasxSX=vigasxSX';

vigasySX=reshape(vigasySX,[12,nvigay]);
vigasySX=vigasySX';

columnasSX=reshape(columnasSX,[12,ncolumna]);
columnasSX=columnasSX';

placasSX=reshape(placasSX,[12,nplacas]);
placasSX=placasSX';

vigasinfSX=reshape(vigasinfSX,[12,nvigasinf]);
vigasinfSX=vigasinfSX';

%=====SISMO EN Y
=====

for j=1:15;

fileID = fopen('forceinput.txt','wt');
formatSpec = 'load %d %4.6f %4.6f %4.6f %4.6f %4.6f %4.6f';

for i=1:nodos;
fprintf(fileID,formatSpec,nodosmatriz(i,1),Y(6*i-5,j),Y(6*i-4,j),Y(6*i-3,j),Y(6*i-2,j),Y(6*i-1,j),Y(6*i,j));
fprintf(fileID,' \n');
end

fclose(fileID);

!start /min cmd /c OpenSees SISMONORMA.txt
pause(0.5)

temp1=sprintf('vigasx.out');
temp2=sprintf('vigasy.out');
temp3=sprintf('columnas.out');
temp4=sprintf('placas.out');
temp5=sprintf('vigasinf.out');

fileID = fopen(temp1,'r');
%size(temp1)
vigasxSY(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

fileID = fopen(temp2,'r');
vigasySY(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

```

```

fileID = fopen(temp3, 'r');
columnasSY(:,j) = fscanf(fileID, '%g');
fclose(fileID);

fileID = fopen(temp4, 'r');
placasSY(:,j) = fscanf(fileID, '%g');
fclose(fileID);

fileID = fopen(temp5, 'r');
vigasinfsY(:,j) = fscanf(fileID, '%g');
fclose(fileID);

end

vigasxSY=vigasxSY((12*nvigax+1)*2+2:(12*nvigax+1)*3,1:15);
vigasySY=vigasySY((12*nvigay+1)*2+2:(12*nvigay+1)*3,1:15);
columnasSY=columnasSY((12*ncolumna+1)*2+2:(12*ncolumna+1)*3,1:15);
placasSY=placasSY((12*nplacas+1)*2+2:(12*nplacas+1)*3,1:15);
vigasinfsY=vigasinfsY((12*nvigasinf+1)*2+2:(12*nvigasinf+1)*3,1:15);

temp6=zeros(nvigax*12,1);
temp7=zeros(nvigay*12,1);
temp8=zeros(ncolumna*12,1);
temp9=zeros(nplacas*12,1);
temp10=zeros(nvigasinf*12,1);

for j=1:nvigax*12
for i=1:15;
temp6(j,1)=temp6(j,1)+vigasxSY(j,i)^2;
temp7(j,1)=temp7(j,1)+vigasySY(j,i)^2;
end
end

for j=1:ncolumna*12
for i=1:15;
temp8(j,1)=temp8(j,1)+columnasSY(j,i)^2;
end
end

for j=1:nplacas*12
for i=1:15;
temp9(j,1)=temp9(j,1)+placasSY(j,i)^2;
end
end

for j=1:nvigasinf*12
for i=1:15;
temp10(j,1)=temp10(j,1)+vigasinfsY(j,i)^2;
end
end

vigasxSY=diag(diag(temp6)^0.5);
vigasySY=diag(diag(temp7)^0.5);
columnasSY=diag(diag(temp8)^0.5);
placasSY=diag(diag(temp9)^0.5);

```

```

vigasinfSY=diag(diag(temp10)^0.5);

vigasxSY=reshape(vigasxSY,[12,nvigax]);
vigasxSY=vigasxSY';

vigasySY=reshape(vigasySY,[12,nvigay]);
vigasySY=vigasySY';

columnasSY=reshape(columnasSY,[12,ncolumna]);
columnasSY=columnasSY';

placasSY=reshape(placasSY,[12,nplacas]);
placasSY=placasSY';

vigasinfSY=reshape(vigasinfSY,[12,nvigasinf]);
vigasinfSY=vigasinfSY';

%=====--CARGA
MUERTA=====

!start /min cmd /c OpenSees GRAVEDAD.txt
pause(0.5)

j=1;

temp1=sprintf('vigasx.out');
temp2=sprintf('vigasy.out');
temp3=sprintf('columnas.out');
temp4=sprintf('placas.out');
temp5=sprintf('vigasinf.out');

fileID = fopen(temp1,'r');
vigasxD(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

fileID = fopen(temp2,'r');
vigasyD(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

fileID = fopen(temp3,'r');
columnasD(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

fileID = fopen(temp4,'r');
placasD(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

fileID = fopen(temp5,'r');
vigasinfD(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

vigasxD=vigasxD((12*nvigax+1)*2+2:(12*nvigax+1)*3,1);
vigasyD=vigasyD((12*nvigay+1)*2+2:(12*nvigay+1)*3,1);
columnasD=columnasD((12*ncolumna+1)*2+2:(12*ncolumna+1)*3,1);

```

```

placasD=placasD((12*nplacas+1)*2+2:(12*nplacas+1)*3,1);
vigasinfD=vigasinfD((12*nvigasinf+1)*2+2:(12*nvigasinf+1)*3,1);

```

```

i=1;

```

```

vigasxD=reshape(vigasxD,[12,nvigax]);
vigasxD=vigasxD';

```

```

vigasyD=reshape(vigasyD,[12,nvigay]);
vigasyD=vigasyD';

```

```

columnasD=reshape(columnasD,[12,ncolumna]);
columnasD=columnasD';

```

```

placasD=reshape(placasD,[12,nplacas]);
placasD=placasD';

```

```

vigasinfD=reshape(vigasinfD,[12,nvigasinf]);
vigasinfD=vigasinfD';

```

```

%=====CARGA VIVA
1=====

```

```

!start /min cmd /c OpenSees GRAVEDAD2.txt
pause(0.5)

```

```

j=1;

```

```

temp1=sprintf('vigasx.out');
temp2=sprintf('vigasy.out');
temp3=sprintf('columnas.out');
temp4=sprintf('placas.out');
temp5=sprintf('vigasinf.out');

```

```

fileID = fopen(temp1,'r');
vigasxL1(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

```

```

fileID = fopen(temp2,'r');
vigasyL1(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

```

```

fileID = fopen(temp3,'r');
columnasL1(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

```

```

fileID = fopen(temp4,'r');
placasL1(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

```

```

fileID = fopen(temp5,'r');
vigasinfL1(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

```

```

vigasxL1=vigasxL1((12*nvigax+1)*2+2:(12*nvigax+1)*3,1);
vigasyL1=vigasyL1((12*nvigay+1)*2+2:(12*nvigay+1)*3,1);
columnasL1=columnasL1((12*ncolumna+1)*2+2:(12*ncolumna+1)*3,1);
placasL1=placasL1((12*nplacas+1)*2+2:(12*nplacas+1)*3,1);
vigasinfl1=vigasinfl1((12*nvigasinfl+1)*2+2:(12*nvigasinfl+1)*3,1);

```

```

vigasxL1=reshape(vigasxL1,[12,nvigax]);
vigasxL1=vigasxL1';

```

```

vigasyL1=reshape(vigasyL1,[12,nvigay]);
vigasyL1=vigasyL1';

```

```

columnasL1=reshape(columnasL1,[12,ncolumna]);
columnasL1=columnasL1';

```

```

placasL1=reshape(placasL1,[12,nplacas]);
placasL1=placasL1';

```

```

vigasinfl1=reshape(vigasinfl1,[12,nvigasinfl]);
vigasinfl1=vigasinfl1';

```

```

%=====CARGA VIVA
2=====

```

```

%placasL2=zeros(
!start /min cmd /c OpenSees GRAVEDAD3.txt
pause(0.5)

```

```

j=1;

```

```

temp1=sprintf('vigasx.out');
temp2=sprintf('vigasy.out');
temp3=sprintf('columnas.out');
temp4=sprintf('placas.out');
temp5=sprintf('vigasinfl.out');

```

```

fileID = fopen(temp1,'r');
vigasxL2(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

```

```

fileID = fopen(temp2,'r');
vigasyL2(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

```

```

fileID = fopen(temp3,'r');
columnasL2(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

```

```

fileID = fopen(temp4,'r');
%size(temp4)

```

```

placasL2(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

fileID = fopen(temp5,'r');
vigasinfl2(:,j) = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

vigasxL2=vigasxL2((12*nvigax+1)*2+2:(12*nvigax+1)*3,1);
vigasyL2=vigasyL2((12*nvigay+1)*2+2:(12*nvigay+1)*3,1);
columnasL2=columnasL2((12*ncolumna+1)*2+2:(12*ncolumna+1)*3,1);
placasL2=placasL2((12*nplacas+1)*2+2:(12*nplacas+1)*3,1);
vigasinfl2=vigasinfl2((12*nvigasinfl+1)*2+2:(12*nvigasinfl+1)*3,1);

vigasxL2=reshape(vigasxL2,[12,nvigax]);
vigasxL2=vigasxL2';

vigasyL2=reshape(vigasyL2,[12,nvigay]);
vigasyL2=vigasyL2';

columnasL2=reshape(columnasL2,[12,ncolumna]);
columnasL2=columnasL2';

placasL2=reshape(placasL2,[12,nplacas]);
placasL2=placasL2';

vigasinfl2=reshape(vigasinfl2,[12,nvigasinfl]);
vigasinfl2=vigasinfl2';

%=====COMBINACIONES DE
CARGA=====

%1.4D+1.7L
COMB11=1.4*vigasxD+1.7*vigasxL1;
COMB12=1.4*vigasyD+1.7*vigasyL1;
COMB13=1.4*columnasD+1.7*columnasL1;
COMB14=1.4*placasD+1.7*placasL1;
COMB15=1.4*vigasinfD+1.7*vigasinfL1;

COMB16=1.4*vigasxD+1.7*vigasxL2;
COMB17=1.4*vigasyD+1.7*vigasyL2;
COMB18=1.4*columnasD+1.7*columnasL2;
COMB19=1.4*placasD+1.7*placasL2;
COMB1A=1.4*vigasinfD+1.7*vigasinfL2;

%1.25 (D+L) +SX

COMB21=1.25*vigasxD+1.25*vigasxL1+vigasxSX;
COMB22=1.25*vigasyD+1.25*vigasyL1+vigasySX;
COMB23=1.25*columnasD+1.25*columnasL1+columnasSX;
COMB24=1.25*placasD+1.25*placasL1+placasSX;
COMB25=1.25*vigasinfD+1.25*vigasinfL1+vigasinfSX;

COMB26=1.25*vigasxD+1.25*vigasxL2+vigasxSX;

```

COMB27=1.25*vigasyD+1.25*vigasyL2+vigasySX;
COMB28=1.25*columnasD+1.25*columnasL2+columnasSX;
COMB29=1.25*placasD+1.25*placasL2+placasSX;
COMB2A=1.25*vigasinfD+1.25*vigasinfL2+vigasinfSX;

%1.25 (D+L) -SX

COMB31=1.25*vigasxD+1.25*vigasxL1-vigasxSX;
COMB32=1.25*vigasyD+1.25*vigasyL1-vigasySX;
COMB33=1.25*columnasD+1.25*columnasL1-columnasSX;
COMB34=1.25*placasD+1.25*placasL1-placasSX;
COMB35=1.25*vigasinfD+1.25*vigasinfL1-vigasinfSX;

COMB36=1.25*vigasxD+1.25*vigasxL2-vigasxSX;
COMB37=1.25*vigasyD+1.25*vigasyL2-vigasySX;
COMB38=1.25*columnasD+1.25*columnasL2-columnasSX;
COMB39=1.25*placasD+1.25*placasL2-placasSX;
COMB3A=1.25*vigasinfD+1.25*vigasinfL2-vigasinfSX;

%1.25 (D+L) +SY

COMB41=1.25*vigasxD+1.25*vigasxL1+vigasxSY;
COMB42=1.25*vigasyD+1.25*vigasyL1+vigasySY;
COMB43=1.25*columnasD+1.25*columnasL1+columnasSY;
COMB44=1.25*placasD+1.25*placasL1+placasSY;
COMB45=1.25*vigasinfD+1.25*vigasinfL1+vigasinfSY;

COMB46=1.25*vigasxD+1.25*vigasxL2+vigasxSY;
COMB47=1.25*vigasyD+1.25*vigasyL2+vigasySY;
COMB48=1.25*columnasD+1.25*columnasL2+columnasSY;
COMB49=1.25*placasD+1.25*placasL2+placasSY;
COMB4A=1.25*vigasinfD+1.25*vigasinfL2+vigasinfSY;

%1.25 (D+L) -SY

COMB51=1.25*vigasxD+1.25*vigasxL1-vigasxSY;
COMB52=1.25*vigasyD+1.25*vigasyL1-vigasySY;
COMB53=1.25*columnasD+1.25*columnasL1-columnasSY;
COMB54=1.25*placasD+1.25*placasL1-placasSY;
COMB55=1.25*vigasinfD+1.25*vigasinfL1-vigasinfSY;

COMB56=1.25*vigasxD+1.25*vigasxL2-vigasxSY;
COMB57=1.25*vigasyD+1.25*vigasyL2-vigasySY;
COMB58=1.25*columnasD+1.25*columnasL2-columnasSY;
COMB59=1.25*placasD+1.25*placasL2-placasSY;
COMB5A=1.25*vigasinfD+1.25*vigasinfL2-vigasinfSY;

%0.9D+SX

COMB61=0.9*vigasxD+vigasxSX;
COMB62=0.9*vigasyD+vigasySX;
COMB63=0.9*columnasD+columnasSX;
COMB64=0.9*placasD+placasSX;
COMB65=0.9*vigasinfD+vigasinfSX;

%0.9D-SX

COMB71=0.9*vigasxD-vigasxSX;
COMB72=0.9*vigasyD-vigasySX;


```

COMB73=0.9*columnasD-columnasSX;
COMB74=0.9*placasD-placasSX;
COMB75=0.9*vigasinfD-vigasinfSX;

```

```
%0.9D+SY
```

```

COMB81=0.9*vigasxD+vigasxSY;
COMB82=0.9*vigasyD+vigasySY;
COMB83=0.9*columnasD+columnasSY;
COMB84=0.9*placasD+placasSY;
COMB85=0.9*vigasinfD+vigasinfSY;

```

```
%0.9D-SY
```

```

COMB91=0.9*vigasxD-vigasxSY;
COMB92=0.9*vigasyD-vigasySY;
COMB93=0.9*columnasD-columnasSY;
COMB94=0.9*placasD-placasSY;
COMB95=0.9*vigasinfD-vigasinfSY;

```

```
%maximos y minimos
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%error en el numero de datos, faltan
```

```

for j=1:nvigax
for i=1:12;

```

```

COMBMAX1(j,i)=max([COMB11(j,i),COMB16(j,i),COMB21(j,i),COMB26(j,i),COM
B31(j,i),COMB36(j,i),COMB41(j,i),COMB46(j,i),COMB51(j,i),COMB56(j,i),C
OMB61(j,i),COMB71(j,i),COMB81(j,i),COMB91(j,i)]);

```

```

COMBMAX2(j,i)=max([COMB12(j,i),COMB17(j,i),COMB22(j,i),COMB27(j,i),COM
B32(j,i),COMB37(j,i),COMB42(j,i),COMB47(j,i),COMB52(j,i),COMB57(j,i),C
OMB62(j,i),COMB72(j,i),COMB82(j,i),COMB92(j,i)]);

```

```

end
end

```

```

for j=1:ncolumna
for i=1:12;

```

```

COMBMAX3(j,i)=max([COMB13(j,i),COMB18(j,i),COMB23(j,i),COMB28(j,i),COM
B33(j,i),COMB38(j,i),COMB43(j,i),COMB48(j,i),COMB53(j,i),COMB58(j,i),C
OMB63(j,i),COMB73(j,i),COMB83(j,i),COMB93(j,i)]);

```

```

end
end

```

```

for j=1:nplacas
for i=1:12;

```

```

COMBMAX4(j,i)=max([COMB14(j,i),COMB19(j,i),COMB24(j,i),COMB29(j,i),COM
B34(j,i),COMB39(j,i),COMB44(j,i),COMB49(j,i),COMB54(j,i),COMB59(j,i),C
OMB64(j,i),COMB74(j,i),COMB84(j,i),COMB94(j,i)]);

```

```

end
end

```

```

for j=1:nvigasinf

```

```

for i=1:12;

COMBMAX5(j,i)=max([COMB15(j,i),COMB1A(j,i),COMB25(j,i),COMB2A(j,i),COM
B35(j,i),COMB3A(j,i),COMB45(j,i),COMB4A(j,i),COMB55(j,i),COMB5A(j,i),C
OMB65(j,i),COMB75(j,i),COMB85(j,i),COMB95(j,i)]);
end
end

```

```

for j=1:nvigax
for i=1:12;

COMBMIN1(j,i)=min([COMB11(j,i),COMB16(j,i),COMB21(j,i),COMB26(j,i),COM
B31(j,i),COMB36(j,i),COMB41(j,i),COMB46(j,i),COMB51(j,i),COMB56(j,i),C
OMB61(j,i),COMB71(j,i),COMB81(j,i),COMB91(j,i)]);

COMBMIN2(j,i)=min([COMB12(j,i),COMB17(j,i),COMB22(j,i),COMB27(j,i),COM
B32(j,i),COMB37(j,i),COMB42(j,i),COMB47(j,i),COMB52(j,i),COMB57(j,i),C
OMB62(j,i),COMB72(j,i),COMB82(j,i),COMB92(j,i)]);
end
end

```

```

for j=1:ncolumna
for i=1:12;

COMBMIN3(j,i)=min([COMB13(j,i),COMB18(j,i),COMB23(j,i),COMB28(j,i),COM
B33(j,i),COMB38(j,i),COMB43(j,i),COMB48(j,i),COMB53(j,i),COMB58(j,i),C
OMB63(j,i),COMB73(j,i),COMB83(j,i),COMB93(j,i)]);
end
end

```

```

for j=1:nplacas
for i=1:12;

COMBMIN4(j,i)=min([COMB14(j,i),COMB19(j,i),COMB24(j,i),COMB29(j,i),COM
B34(j,i),COMB39(j,i),COMB44(j,i),COMB49(j,i),COMB54(j,i),COMB59(j,i),C
OMB64(j,i),COMB74(j,i),COMB84(j,i),COMB94(j,i)]);
end
end

```

```

for j=1:nvigasinf
for i=1:12;

COMBMIN5(j,i)=min([COMB15(j,i),COMB1A(j,i),COMB25(j,i),COMB2A(j,i),COM
B35(j,i),COMB3A(j,i),COMB45(j,i),COMB4A(j,i),COMB55(j,i),COMB5A(j,i),C
OMB65(j,i),COMB75(j,i),COMB85(j,i),COMB95(j,i)]);
end
end

```

```

%=====DISEÑO DE COLUMNAS=====

```

```

for j=1:ncolumna

```

```

for i=1:12;
    COMBCOL(j,i)=max([COMBMAX3(j,i),abs(COMBMIN3(j,i))]);
end
end

for j=1:ncolumna
    DISCOL(j,1)=max([COMBMAX3(j,1),abs(COMBMIN3(j,7))]);
    DISCOL(j,2)=max([COMBMAX3(j,5),abs(COMBMIN3(j,11))]);
    DISCOL(j,3)=max([COMBMAX3(j,6),abs(COMBMIN3(j,12))]);
end

CXC=[CX2 CX2 CX2 CX2 CX2 CX2 CX2 CX2 CX2 CX2 CX2 CX2 CX2 CX2 CX2 CX CX CX
CX CX CX CX CX CX CX CX CX CX CX CX CX CX CX CX CX CX CX CX CX CX];
CYC=[CY CY CY CY CY CY CY CY CY CY CY CY2 CY2 CY2 CY2 CY2 CY2 CY CY CY CY CY
CY2 CY2 CY2 CY2 CY2 CY CY CY CY CY CY CY2 CY2 CY2 CY2 CY2 CY2 CY CY CY CY CY];

for j=1:ncolumna

    [AsC(j,1),numBarsTopCol(j,1),numBarsBotCol(j,1),numBarsIntCol(j,1),bar
AreaTopCol(j,1),barAreaBotCol(j,1),barAreaIntCol(j,1),valueC(j,1)]=col
umndesign(CXC(j),CYC(j),DISCOL(j,1),DISCOL(j,2),DISCOL(j,3));

end

DISCOL
AsC %DISEÑO FINAL
maxace=max(AsC);
valueD=sum(valueC);

templ=sprintf('ColumnSections%1.0f.txt',number);
fileID = fopen(templ,'wt');

fprintf(fileID,'# MATERIAL parameters \n');
fprintf(fileID,'source ModeloConstitutivo.txt; \n');
fprintf(fileID,'source BuildRCrectSection.tcl; \n');

fprintf(fileID,'# FIBER SECTION properties \n');
fprintf(fileID,'# Column section geometry: \n');

fprintf(fileID,'set nfCoreY 20;      # number of fibers in the core
patch in the y direction \n');
fprintf(fileID,'set nfCoreZ 20;      # number of fibers in the core
patch in the z direction \n');
fprintf(fileID,'set nfCoverY 20;     # number of fibers in the cover
patches with long sides in the y direction \n');
fprintf(fileID,'set nfCoverZ 20;     # number of fibers in the cover
patches with long sides in the z direction \n');

for i=1:ncolumna;

fprintf(fileID,'set HCol%i %2.4f; \n',i,CXC(i));

```

```

fprintf(fileID,'set BCol%i %2.4f; \n',i,CYC(i));

fprintf(fileID,'set cover 0.05; # rectangular-RC-Column cover \n');

fprintf(fileID,'set numBarsTopCol%i %i;      # number of longitudinal-
reinforcement bars on top layer \n',i,numBarsTopCol(i));
fprintf(fileID,'set numBarsBotCol%i %i;      # number of longitudinal-
reinforcement bars on bottom layer \n',i,numBarsBotCol(i));
fprintf(fileID,'set numBarsIntCol%i %i;      # TOTAL number of
reinforcing bars on the intermediate layers \n',i,numBarsIntCol(i));

fprintf(fileID,'set barAreaTopCol%i %2.8f;    # longitudinal-
reinforcement bar area \n',i,barAreaTopCol(i)/10000);
fprintf(fileID,'set barAreaBotCol%i %2.8f;    # longitudinal-
reinforcement bar area \n',i,barAreaBotCol(i)/10000);
fprintf(fileID,'set barAreaIntCol%i %2.8f;    # longitudinal-
reinforcement bar area \n',i,barAreaIntCol(i)/10000);

fprintf(fileID,'# rectangular section with one layer of steel evenly
distributed around the perimeter and a confined core. \n');

fprintf(fileID,'BuildRCrectSection %i $HCol%i $BCol%i $cover $cover
$IDconcCore $IDconcCover $IDSteel $numBarsTopCol%i $barAreaTopCol%i
$numBarsBotCol%i $barAreaBotCol%i $numBarsIntCol%i $barAreaIntCol%i
$nfCoreY $nfCoreZ $nfCoverY $nfCoverZ \n',1000+i,i,i,i,i,i,i,i,i);

if CXC(i)>CYC(i)
    Jcol=(CXC(i))*(CYC(i))^3*(0.3333-0.21*(CYC(i))/(CXC(i))*(1-
(CYC(i))^4/12/(CXC(i))^4));
else Jcol=(CYC(i))*(CXC(i))^3*(0.3333-0.21*(CXC(i))/(CYC(i))*(1-
(CXC(i))^4/12/(CYC(i))^4));
end

fprintf(fileID,'      # assign torsional Stiffness for 3D Model \n');
fprintf(fileID,'      uniaxialMaterial Elastic %i %2.8f
\n',1000+i,Jcol);

fprintf(fileID,'      section Aggregator %i %i T -section %i
\n',i,1000+i,1000+i);

%set GammaConcrete [expr 150*$pcf];          # Reinforced-Concrete
weight density (weight per volume)
%set QdlCol [expr $GammaConcrete*$HCol*$BCol]; # self weight of
Column, weight per length

end

fclose(fileID);

```

```

%=====DISEÑO DE VIGAS=====

%eje X
CZZ=CZ;
CYY=CZ/2.4;
CXX=CZ/2.4;

for j=1:nvigax
for i=1:12;
    COMBVX(j,i)=max([COMBMAX1(j,i),abs(COMBMIN1(j,i))]);
end
end

for j=1:nvigax
    DISVX(j,1)=max([COMBMAX1(j,6),abs(COMBMIN1(j,12))]);
    DISVX(j,2)=max([COMBMAX1(j,2),abs(COMBMIN1(j,8))]);
end

MuX = max(DISVX(:,1));
VuX = max(DISVX(:,2));

AsVX=(0.85-(0.7225-(1.7*MuX*10^5)/(0.9*210*(CYY*100)*(CZZ*100-5)^2))^0.5)*210/4200*(CYY*100)*((CZZ*100)-5);

[NumX,BarX]=BeamDesign(AsVX,CYY*100);

numBarsTopBeam=NumX;
numBarsBotBeam=NumX;
numBarsIntBeam=0;
barAreaTopBeam=BarX^2*5.067/10000;
barAreaBotBeam=BarX^2*5.067/10000;
barAreaIntBeam=0;

templ=sprintf('BeamSections%1.0f.txt',number);
fileID = fopen(templ,'wt');

fprintf(fileID,'# FIBER SECTION properties \n');
fprintf(fileID,'# Beam section geometry: \n');

fprintf(fileID,'set HBeam %2.2f; \n',CZZ);
fprintf(fileID,'set BBeam %2.2f; \n',CYY);

fprintf(fileID,'set numBarsTopBeam %i;      # number of longitudinal-
reinforcement bars on top layer \n',numBarsTopBeam);
fprintf(fileID,'set numBarsBotBeam %i;      # number of longitudinal-
reinforcement bars on bottom layer \n',numBarsBotBeam);
fprintf(fileID,'set numBarsIntBeam %i;      # TOTAL number of
reinforcing bars on the intermediate layers \n',numBarsIntBeam);

fprintf(fileID,'set barAreaTopBeam %2.8f;      # longitudinal-
reinforcement bar area \n',barAreaTopBeam);

```

```

fprintf(fileID,'set barAreaBotBeam %2.8f;           # longitudinal-
reinforcement bar area \n',barAreaBotBeam);
fprintf(fileID,'set barAreaIntBeam %2.8f;          # longitudinal-
reinforcement bar area \n',barAreaIntBeam);

fprintf(fileID,'# rectangular section with one layer of steel evenly
distributed around the perimeter and a confined core. \n');

fprintf(fileID,'BuildRCrectSection 1041 $HBeam $BBeam $cover $cover
$IDconcCore $IDconcCover $IDSteel $numBarsTopBeam $barAreaTopBeam
$numBarsBotBeam $barAreaBotBeam $numBarsIntBeam $barAreaIntBeam
$nfCoreY $nfCoreZ $nfCoverY $nfCoverZ \n');

if CZZ>CYY
    JBeam=(CZZ)*(CYY)^3*(0.3333-0.21*(CYY)/(CZZ))*(1-
(CYY)^4/12/(CZZ)^4);
else JBeam=(CYY)*(CZZ)^3*(0.3333-0.21*(CZZ)/(CYY))*(1-
(CZZ)^4/12/(CYY)^4);
end

fprintf(fileID,'           # assign torsional Stiffness for 3D Model \n');
fprintf(fileID,'           uniaxialMaterial Elastic 1041 %2.8f   \n',JBeam);

fprintf(fileID,'           section Aggregator 41 1041 T -section 1041 \n');

fclose(fileID);

%eje Y

for j=1:nvigay
for i=1:12;
    COMBVY(j,i)=max([COMBMAX2(j,i),abs(COMBMIN2(j,i))]);
end
end

for j=1:nvigay
    DISVY(j,1)=max([COMBMAX2(j,6),abs(COMBMIN2(j,12))]);
    DISVY(j,2)=max([COMBMAX2(j,2),abs(COMBMIN2(j,8))]);
end

MuY = max(DISVY(:,1));
VuY = max(DISVY(:,2));

AsVY=(0.85-(0.7225-(1.7*MuY*10^5)/(0.9*210*(CXX*100)*(CZZ*100-
5)^2))^0.5)*210/4200*(CXX*100)*((CZZ*100)-5); %DISEÑO FINAL

[NumY,BarY]=BeamDesign(AsVY,CXX*100);

```

```

numBarsTopGird=NumY;
numBarsBotGird=NumY;
numBarsIntGird=0;
barAreaTopGird=BarY^2*5.067/10000;
barAreaBotGird=BarY^2*5.067/10000;
barAreaIntGird=0;

templ=sprintf('GirdSections%1.0f.txt',number);
fileID = fopen(templ,'wt');

fprintf(fileID,'# FIBER SECTION properties \n');
fprintf(fileID,'# Gird section geometry: \n');

fprintf(fileID,'set HGird %2.2f; \n',CZZ);
fprintf(fileID,'set BGird %2.2f; \n',CXX);

fprintf(fileID,'set numBarsTopGird %i;      # number of longitudinal-
reinforcement bars on top layer \n',numBarsTopGird);
fprintf(fileID,'set numBarsBotGird %i;      # number of longitudinal-
reinforcement bars on bottom layer \n',numBarsBotGird);
fprintf(fileID,'set numBarsIntGird %i;      # TOTAL number of
reinforcing bars on the intermediate layers \n',numBarsIntGird);

fprintf(fileID,'set barAreaTopGird %2.8f;    # longitudinal-
reinforcement bar area \n',barAreaTopGird);
fprintf(fileID,'set barAreaBotGird %2.8f;    # longitudinal-
reinforcement bar area \n',barAreaBotGird);
fprintf(fileID,'set barAreaIntGird %2.8f;    # longitudinal-
reinforcement bar area \n',barAreaIntGird);

fprintf(fileID,'# rectangular section with one layer of steel evenly
distributed around the perimeter and a confined core. \n');

fprintf(fileID,'BuildRCrectSection 1042 $HGird $BGird $cover $cover
$IDconcCore $IDconcCover $IDSteel $numBarsTopGird $barAreaTopGird
$numBarsBotGird $barAreaBotGird $numBarsIntGird $barAreaIntGird
$nfCoreY $nfCoreZ $nfCoverY $nfCoverZ \n');

if CZZ>CXX
    JGird=(CZZ)*(CXX)^3*(0.3333-0.21*(CXX)/(CZZ))*(1-
(CXX)^4/12/(CZZ)^4);
else JGird=(CXX)*(CZZ)^3*(0.3333-0.21*(CZZ)/(CXX))*(1-
(CZZ)^4/12/(CXX)^4);
end

fprintf(fileID,'      # assign torsional Stiffness for 3D Model \n');
fprintf(fileID,'      uniaxialMaterial Elastic 1042 %2.8f      \n',JGird);

fprintf(fileID,'      section Aggregator 42 1042 T -section 1042 \n');

```

```

fclose(fileID);

%=====DISEÑO DE PLACAS=====

PuPX=max([COMBMAX4(1,1),COMBMAX4(1,7),abs(COMBMIN4(1,1)),abs(COMBMIN4(
1,7))]);
PuPY=max([COMBMAX4(1,1),COMBMAX4(1,7),abs(COMBMIN4(1,1)),abs(COMBMIN4(
1,7))]);

MmaxPX=max([COMBMAX4(1,5),COMBMAX4(1,11),abs(COMBMIN4(1,5)),abs(COMBMI
N4(1,11))]); %momento en Y, inercia en X
MmaxPY=max([COMBMAX4(1,6),COMBMAX4(1,12),abs(COMBMIN4(1,6)),abs(COMBMI
N4(1,12))]); %momento en X, inercia en Y

VmaxPX=max([COMBMAX4(1,3),COMBMAX4(1,9),abs(COMBMIN4(1,3)),abs(COMBMIN
4(1,9))]);
VmaxPY=max([COMBMAX4(1,3),COMBMAX4(1,9),abs(COMBMIN4(1,3)),abs(COMBMIN
4(1,9))]);

[AsPX,DPX,AtrussX,TtransX,TlongX,TtranscabX,cabX,bodX,valueX]=shelldes
ign(L2,PuPX,MmaxPX,VmaxPX,L3); %DISEÑO FINAL
[AsPY,DPY,AtrussY,TtransY,TlongY,TtranscabY,cabY,bodY,valueY]=shelldes
ign(L1,PuPY,MmaxPY,VmaxPY,L3); %DISEÑO FINAL

templ=sprintf('WallSections%1.0f.txt',number);
fileID = fopen(templ,'wt');

% Placa en X
fprintf(fileID,'# WALL X SECTION properties \n');
fprintf(fileID,'set AtrussX %2.8f; \n',AtrussX/10^4);
fprintf(fileID,'set TtransX %2.8f; \n',TtransX/10^2);
fprintf(fileID,'set TlongX %2.8f; \n',TlongX/10^2);
fprintf(fileID,'set TtranscabX %2.8f; \n',TtranscabX/10^2);
fprintf(fileID,'set cabX %2.8f; \n',cabX/10^2);
fprintf(fileID,'set bodX %2.8f; \n',bodX/2/10^2);

% Placa en Y
fprintf(fileID,'# WALL Y SECTION properties \n');
fprintf(fileID,'set AtrussY %2.8f; \n',AtrussY/10^4);
fprintf(fileID,'set TtransY %2.8f; \n',TtransY/10^2);
fprintf(fileID,'set TlongY %2.8f; \n',TlongY/10^2);
fprintf(fileID,'set TtranscabY %2.8f; \n',TtranscabY/10^2);
fprintf(fileID,'set cabY %2.8f; \n',cabY/10^2);
fprintf(fileID,'set bodY %2.8f; \n',bodY/2/10^2);

fclose(fileID);

end

```


ARCHIVO – DISEÑO DE VIGAS

```
function [Num, Bar]=BeamDesign (As, CN)

phi=[3/8 1/2 5/8 3/4 1 11/8];

Asr=0;
j=1;

while Asr<As;

    i=0;
    esp=0;
    Asr=0;

    while Asr<As;

        esp=10+phi (j) *2.54*i+(i-1)*2.54;
        Asr=i*phi (j) ^2*5.067;

        i=i+1;

        if esp>CN;
            Asr=As+1;
        end

    end

    if esp>CN;
        Asr=0;
    end

    j=j+1;

end

Num=i-1;
Bar=phi (j-1);

end
```

ARCHIVO – DISEÑO DE COLUMNAS

```
function  
[Asfinal,numBarsTopCol,numBarsBotCol,numBarsIntCol,barAreaTopCol,barAr  
eaBotCol,barAreaIntCol,value]=columnndesign(CX,CY,F,My,Mx)
```

```
%CX=.4;  
%CY=.4;  
%F=200;  
%Mx=20;  
%My=20;  
CXnuc=CX-.1;  
CYnuc=CY-.1;
```

```
varX=ceil(CXnuc/.2);  
varY=ceil(CYnuc/.2);
```

```
%ubicacion de varillas en X
```

```
DX1=.05;  
if CXnuc>0.2;  
DX2=.05+CXnuc/varX;  
else  
DX2=0;  
end
```

```
if CXnuc>0.4;  
DX3=.05+CXnuc/varX*2;  
else  
DX3=0;  
end
```

```
if CXnuc>0.6;clc  
DX4=.05+CXnuc/varX*3;  
else  
DX4=0;  
end
```

```
if CXnuc>0.8;clc  
DX5=.05+CXnuc/varX*4;  
else  
DX5=0;  
end
```

```
DXn=CXnuc+.05;
```

```
%ubicacion de varillas en Y
```

```
DY1=.05;  
if CYnuc>0.2;  
DY2=.05+CYnuc/varY;  
else  
DY2=0;  
end
```



```

if CYnuc>0.4;
DY3=.05+CYnuc/varY*2;
else
DY3=0;
end

```

```

if CYnuc>0.6;
DY4=.05+CYnuc/varY*3;
else
DY4=0;
end

```

```

if CYnuc>0.8;
DY5=.05+CYnuc/varY*4;
else
DY5=0;
end

```

```
DYn=CYnuc+.05;
```

```
%cantidad de acero en cada eje
```

```

if DY2==0;
AsX1=2; AsXn=2;
else
if DY3==0;
AsX1=3; AsXn=3;
else
if DY4==0;
AsX1=4; AsXn=4;
else
if DY5==0;
AsX1=5; AsXn=5;
else
AsX1=6; AsXn=6;
end
end
end
end
end

```

```

if DX2==0;
AsY1=2; AsYn=2;
else
if DX3==0;
AsY1=3; AsYn=3;
else
if DX4==0;
AsY1=4; AsYn=4;
else
if DX5==0;
AsY1=5; AsYn=5;
else
AsY1=6; AsYn=6;
end
end
end
end
end

```

```

end
end
end

fc=210;
fy=4200;
ec=0.003;
E=2*10^6;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%COMPROBACION en X
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
C=CX*100;

tol=10000;

AsXfinal=.1;

while (abs(tol)>100);

es1=ec*(DX1*100-C)/C;
es2=ec*(DX2*100-C)/C;es2(DX2==0)=0;
es3=ec*(DX3*100-C)/C;es3(DX3==0)=0;
es4=ec*(DX4*100-C)/C;es4(DX4==0)=0;
es5=ec*(DX5*100-C)/C;es5(DX5==0)=0;
esn=ec*(DXn*100-C)/C;

fs1=es1*E; fs1(abs(fs1)>4200)=4200*sign(fs1);
fs2=es2*E; fs2(abs(fs2)>4200)=4200*sign(fs2);
fs3=es3*E; fs3(abs(fs3)>4200)=4200*sign(fs3);
fs4=es4*E; fs4(abs(fs4)>4200)=4200*sign(fs4);
fs5=es5*E; fs5(abs(fs5)>4200)=4200*sign(fs5);
fsn=esn*E; fsn(abs(fsn)>4200)=4200*sign(fsn);

tol=0.7*(AsXfinal*(AsX1*fs1+2*fs2+2*fs3+2*fs4+2*fs5+AsXn*fsn)-
0.85*fc*(CY*100)*0.85*C)+F*1000;

C=C-.05;
AsXfinal;

if C<0.05;
    AsXfinal=AsXfinal+0.05;
    C=CX*100;
else
end

if
AsXfinal>0.06*CX*CY*100*100/(AsX1+AsXn+2*sign(DX2)+2*sign(DX3)+2*sign(
DX4)+2*sign(DX5));
    tol=0;
end

```

```

end

% acero minimo de la norma 1%
if
AsXfinal<0.01*CX*CY*100*100/(AsX1+AsXn+2*sign(DX2)+2*sign(DX3)+2*sign(
DX4)+2*sign(DX5));

AsXfinal=0.01*CX*CY*100*100/(AsX1+AsXn+2*sign(DX2)+2*sign(DX3)+2*sign(
DX4)+2*sign(DX5));
end

% colocando acero real
if AsXfinal<1.97;
    AsXfinal=1.97;
else
    if AsXfinal<2.85;
        AsXfinal=2.85;
    else
        if AsXfinal<5.067;
            AsXfinal=5.067;
        else
            end
        end
    end
end

tol2=-1;

while tol2<0;

    C=CX*100;
    tol=1000000;

    while (abs(tol)>100);

        es1=ec*(DX1*100-C)/C;
        es2=ec*(DX2*100-C)/C;es2(DX2==0)=0;
        es3=ec*(DX3*100-C)/C;es3(DX3==0)=0;
        es4=ec*(DX4*100-C)/C;es4(DX4==0)=0;
        es5=ec*(DX5*100-C)/C;es5(DX5==0)=0;
        esn=ec*(DXn*100-C)/C;

        fs1=es1*E; fs1(abs(fs1)>4200)=4200*sign(fs1);
        fs2=es2*E; fs2(abs(fs2)>4200)=4200*sign(fs2);
        fs3=es3*E; fs3(abs(fs3)>4200)=4200*sign(fs3);
        fs4=es4*E; fs4(abs(fs4)>4200)=4200*sign(fs4);
        fs5=es5*E; fs5(abs(fs5)>4200)=4200*sign(fs5);
        fsn=esn*E; fsn(abs(fsn)>4200)=4200*sign(fsn);

        C=C-.01;

```



```

tol=0.7*(AsXfinal*(AsX1*fs1+2*fs2+2*fs3+2*fs4+2*fs5+AsXn*fsn)-
0.85*fc*(CY*100)*0.85*C)+F*1000;

end

a=C*0.85;

%C
%CONCRETO=((CX*100/2-a/2)*0.85*fc*(CY*100)*a)/100/1000
%ACERO=((DX1-CX/2)*100*AsX1*fs1+(DX2-CX/2)*100*2*fs2+(DX3-
CX/2)*100*2*fs3+(DX4-CX/2)*100*2*fs4+(DXn-
CX/2)*100*AsXn*fsn)*AsXfinal)/1000/100

if F>0.1*fc*CX*CY*10;
    phi=0.7;
else
    if F<=0;
        phi=0.9;
    else
        phi=0.7+0.2/(-0.1*fc*CX*CY*10)*(F-0.1*fc*CX*CY*10);
    end
end

tol2=phi*((CX*100/2-a/2)*0.85*fc*(CY*100)*a+(DX1-
CX/2)*100*AsX1*fs1+(DX2-CX/2)*100*2*fs2+(DX3-CX/2)*100*2*fs3+(DX4-
CX/2)*100*2*fs4+(DX5-CX/2)*100*2*fs5+(DXn-
CX/2)*100*AsXn*fsn)*AsXfinal)/1000/100-Mx;

AsXfinal=AsXfinal+0.05;

if
AsXfinal>0.06*CX*CY*100*100/(AsX1+AsXn+2*sign(DX2)+2*sign(DX3)+2*sign(
DX4)+2*sign(DX5));
    tol2=0;
end

end

AsXfinal=AsXfinal-0.05;

% colocando acero real (otra vez)

if AsXfinal<1.98;
    AsXfinal=1.97;
else
    if AsXfinal<2.86;
        AsXfinal=2.85;
    else
        if AsXfinal<5.068;
            AsXfinal=5.067;
        else
            end
        end
    end
end
end

```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%COMPROBACION en Y
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```
C=C*Y*100;
```

```
tol=10000;
```

```
AsYfinal=.1;
```

```
while (abs(tol)>100);
```

```

es1=ec*(DY1*100-C)/C;
es2=ec*(DY2*100-C)/C;es2(DY2==0)=0;
es3=ec*(DY3*100-C)/C;es3(DY3==0)=0;
es4=ec*(DY4*100-C)/C;es4(DY4==0)=0;
es5=ec*(DY5*100-C)/C;es5(DY5==0)=0;
esn=ec*(DYn*100-C)/C;

```

```

fs1=es1*E; fs1(abs(fs1)>4200)=4200*sign(fs1);
fs2=es2*E; fs2(abs(fs2)>4200)=4200*sign(fs2);
fs3=es3*E; fs3(abs(fs3)>4200)=4200*sign(fs3);
fs4=es4*E; fs4(abs(fs4)>4200)=4200*sign(fs4);
fs5=es5*E; fs5(abs(fs5)>4200)=4200*sign(fs5);
fsn=esn*E; fsn(abs(fsn)>4200)=4200*sign(fsn);

```

```

tol=0.7*(AsYfinal*(AsY1*fs1+2*fs2+2*fs3+2*fs4+2*fs5+AsYn*fsn) -
0.85*fc*(CX*100)*0.85*C)+F*10000;

```

```

C=C-.05;
AsYfinal;

```

```

if C<0.05;
    AsYfinal=AsYfinal+0.05;
    C=C*Y*100;
else
end

```

```

if
AsYfinal>0.06*C*Y*100*100/(AsY1+AsYn+2*sign(DY2)+2*sign(DY3)+2*sign(
DY4)+2*sign(DY5));
    tol=0;
end

```

```
end
```

```
% acero minimo de la norma 1%
```

```

if
AsXfinal<0.01*CX*CY*100*100/(AsY1+AsYn+2*sign(DY2)+2*sign(DY3)+2*sign(
DY4));

AsXfinal=0.01*CX*CY*100*100/(AsY1+AsYn+2*sign(DY2)+2*sign(DY3)+2*sign(
DY4));
end

% colocando acero real
if AsYfinal<1.97;
    AsYfinal=1.97;
else
    if AsYfinal<2.85;
        AsYfinal=2.85;
    else
        if AsYfinal<5.067;
            AsYfinal=5.067;
        else
            end
        end
    end
end

tol2=-1;

while tol2<0;

    C=CY*100;
    tol=1000000;

    while (abs(tol)>100);

        es1=ec*(DY1*100-C)/C;
        es2=ec*(DY2*100-C)/C; es2(DY2==0)=0;
        es3=ec*(DY3*100-C)/C; es3(DY3==0)=0;
        es4=ec*(DY4*100-C)/C; es4(DY4==0)=0;
        es5=ec*(DY5*100-C)/C; es5(DY5==0)=0;
        esn=ec*(DYn*100-C)/C;

        fs1=es1*E; fs1(abs(fs1)>4200)=4200*sign(fs1);
        fs2=es2*E; fs2(abs(fs2)>4200)=4200*sign(fs2);
        fs3=es3*E; fs3(abs(fs3)>4200)=4200*sign(fs3);
        fs4=es4*E; fs4(abs(fs4)>4200)=4200*sign(fs4);
        fs5=es5*E; fs5(abs(fs5)>4200)=4200*sign(fs5);
        fsn=esn*E; fsn(abs(fsn)>4200)=4200*sign(fsn);

        C=C-.01;

        tol=0.7*(AsYfinal*(AsY1*fs1+2*fs2+2*fs3+2*fs4+2*fs5+AsYn*fsn)-
        0.85*fc*(CX*100)*0.85*C)+F*1000;
    end
end

```




```

end

a=C*0.85;

%C
%CONCRETO=((CX*100/2-a/2)*0.85*fc*(CY*100)*a)/100/1000
%ACERO=((DX1-CX/2)*100*AsX1*fs1+(DX2-CX/2)*100*2*fs2+(DX3-
CX/2)*100*2*fs3+(DX4-CX/2)*100*2*fs4+(DXn-
CX/2)*100*AsXn*fsn)*AsXfinal)/1000/100

if F>0.1*fc*CX*CY*10;
    phi=0.7;
else
    if F<=0;
        phi=0.9;
    else
        phi=0.7+0.2/(-0.1*fc*CX*CY*10)*(F-0.1*fc*CX*CY*10);
    end
end

tol2=phi*((CY*100/2-a/2)*0.85*fc*(CX*100)*a+(DY1-
CY/2)*100*AsY1*fs1+(DY2-CY/2)*100*2*fs2+(DY3-CY/2)*100*2*fs3+(DY4-
CY/2)*100*2*fs4+(DY5-CY/2)*100*2*fs5+(DYn-
CY/2)*100*AsYn*fsn)*AsYfinal)/1000/100-My;

AsYfinal=AsYfinal+0.05;

if
AsYfinal>0.06*CX*CY*100*100/(AsY1+AsYn+2*sign(DY2)+2*sign(DY3)+2*sign(
DY4)+2*sign(DY5));
    tol2=0;
end

end

AsYfinal=AsYfinal-0.05;

% colocando acero real (otra vez)

if AsYfinal<1.98;
    AsYfinal=1.97;
else
    if AsYfinal<2.86;
        AsYfinal=2.85;
    else
        if AsYfinal<5.068;
            AsYfinal=5.067;
        else
            end
        end
    end
end

if AsXfinal>=AsYfinal;
    Asfinal=AsXfinal;

```

```

else Asfinal=AsYfinal;
end

numBarsTopCol=AsX1;
numBarsBotCol=AsXn;
numBarsIntCol=2*sign(DX2)+2*sign(DX3)+2*sign(DX4)+2*sign(DX5);

barAreaTopCol=Asfinal;
barAreaBotCol=Asfinal;
barAreaIntCol=Asfinal;

if
F<(0.85*CXnuc*100*CYnuc*100*fc+Asfinal*fy*(numBarsTopCol+numBarsBotCol
+numBarsIntCol))*0.8*0.7/1000;
value=0;
else
disp('No cubre disposicion de la norma')
value=1;
end

end

```

ARCHIVO – DISEÑO DE PLACAS

```

function
[As,D,Atruss,Ttrans,Tlong,Ttranscab,cab,bod,value]=shelldesign(L,F,M,V
,L3)

%L=1.2;
%F=200;
%M=30;
%V=30;

L=L*100;
L3=L3*100;
cabeza=L*3/16;
nucleo=cabeza-6;
varnucleo=ceil(nucleo/20)+1;
espa=ceil(nucleo/(varnucleo-1));
cabeza2=espa*(varnucleo-1)+13;
queda=L-cabeza2*2;
varalma=floor(queda/20)+1;
distcara=7+(queda-20*(varalma-1))/2;

%ubicacion de varillas en X
D(1,1)=3; D(19,1)=L-3;
D(2,1)=3+espa; D(18,1)=L-D(2,1);
if varnucleo>2;
D(3,1)=3+espa*2;
D(17,1)=L-D(3,1);
else
D(3,1)=0; D(17,1)=0;
end

```

```

if varnucleo>3;
D(4,1)=3+espa*3;
D(16,1)=L-D(4,1);
else
    D(4,1)=0; D(16,1)=0;
end
D(5,1)=cabeza2-7+distcara;
D(15,1)=L-D(5,1);
D(6,1)=D(5,1)+20;
D(14,1)=L-D(6,1);
if varalma>4;
D(7,1)=D(6,1)+20;
else
    D(7,1)=0;
end
if varalma>5;
D(13,1)=L-D(7,1);
else
    D(13,1)=0;
end
if varalma>6;
D(8,1)=D(7,1)+20;
else
    D(8,1)=0;
end
if varalma>7;
D(12,1)=L-D(8,1);
else
    D(12,1)=0;
end
if varalma>8;
D(9,1)=D(8,1)+20;
else
    D(9,1)=0;
end
if varalma>9;
D(11,1)=L-D(9,1);
else
    D(11,1)=0;
end
if varalma>10;
D(10,1)=D(9,1)+20;
else
    D(10,1)=0;
end

As=ones(19,1)*1.425;

As(1,1)=1*sign(D(1,1));
As(2,1)=1*sign(D(2,1));
As(3,1)=1*sign(D(3,1));
As(4,1)=1*sign(D(4,1));
As(16,1)=1*sign(D(16,1));
As(17,1)=1*sign(D(17,1));
As(18,1)=1*sign(D(18,1));
As(19,1)=1*sign(D(19,1));

fc=210;
fy=4200;
ec=0.003;
E=2*10^6;

```



```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%COMPROBACION en X
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

```
C=L;
```

```
tol=10000;
```

```
Asfinal=.1;
```

```
while (abs(tol)>1000);
```

```
es1=ec*(D(1,1)-C)/C;es1(D(1,1)==0)=0;  
es2=ec*(D(2,1)-C)/C;es2(D(2,1)==0)=0;  
es3=ec*(D(3,1)-C)/C;es3(D(3,1)==0)=0;  
es4=ec*(D(4,1)-C)/C;es4(D(4,1)==0)=0;  
es5=ec*(D(5,1)-C)/C;es5(D(5,1)==0)=0;  
es6=ec*(D(6,1)-C)/C;es6(D(6,1)==0)=0;  
es7=ec*(D(7,1)-C)/C;es7(D(7,1)==0)=0;  
es8=ec*(D(8,1)-C)/C;es8(D(8,1)==0)=0;  
es9=ec*(D(9,1)-C)/C;es9(D(9,1)==0)=0;  
es10=ec*(D(10,1)-C)/C;es10(D(10,1)==0)=0;  
es11=ec*(D(11,1)-C)/C;es11(D(11,1)==0)=0;  
es12=ec*(D(12,1)-C)/C;es12(D(12,1)==0)=0;  
es13=ec*(D(13,1)-C)/C;es13(D(13,1)==0)=0;  
es14=ec*(D(14,1)-C)/C;es14(D(14,1)==0)=0;  
es15=ec*(D(15,1)-C)/C;es15(D(15,1)==0)=0;  
es16=ec*(D(16,1)-C)/C;es16(D(16,1)==0)=0;  
es17=ec*(D(17,1)-C)/C;es17(D(17,1)==0)=0;  
es18=ec*(D(18,1)-C)/C;es18(D(18,1)==0)=0;  
es19=ec*(D(19,1)-C)/C;es19(D(19,1)==0)=0;
```

```
fs1=es1*E; fs1(abs(fs1)>4200)=4200*sign(fs1);  
fs2=es2*E; fs2(abs(fs2)>4200)=4200*sign(fs2);  
fs3=es3*E; fs3(abs(fs3)>4200)=4200*sign(fs3);  
fs4=es4*E; fs4(abs(fs4)>4200)=4200*sign(fs4);  
fs5=es5*E; fs5(abs(fs5)>4200)=4200*sign(fs5);  
fs6=es6*E; fs6(abs(fs6)>4200)=4200*sign(fs6);  
fs7=es7*E; fs7(abs(fs7)>4200)=4200*sign(fs7);  
fs8=es8*E; fs8(abs(fs8)>4200)=4200*sign(fs8);  
fs9=es9*E; fs9(abs(fs9)>4200)=4200*sign(fs9);  
fs10=es10*E; fs10(abs(fs10)>4200)=4200*sign(fs10);  
fs11=es11*E; fs11(abs(fs11)>4200)=4200*sign(fs11);  
fs12=es12*E; fs12(abs(fs12)>4200)=4200*sign(fs12);  
fs13=es13*E; fs13(abs(fs13)>4200)=4200*sign(fs13);  
fs14=es14*E; fs14(abs(fs14)>4200)=4200*sign(fs14);  
fs15=es15*E; fs15(abs(fs15)>4200)=4200*sign(fs15);  
fs16=es16*E; fs16(abs(fs16)>4200)=4200*sign(fs16);  
fs17=es17*E; fs17(abs(fs17)>4200)=4200*sign(fs17);  
fs18=es18*E; fs18(abs(fs18)>4200)=4200*sign(fs18);  
fs19=es19*E; fs19(abs(fs19)>4200)=4200*sign(fs19);
```

```
Asalmafs=As(5)*fs5+As(6)*fs6+As(7)*fs7+As(8)*fs8+As(9)*fs9+As(10)*fs10  
+As(11)*fs11+As(12)*fs12+As(13)*fs13+As(14)*fs14+As(15)*fs15;
```

```

tol=0.7*(2*Asfinal*(As(1)*fs1+As(2)*fs2+As(3)*fs3+As(4)*fs4+As(16)*fs1
6+As(17)*fs17+As(18)*fs18+As(19)*fs19)+Asalmaf-
0.85*fc*L3*0.85*C)+F*1000;

C=C-.01;
Asfinal;

if C<0.05;
    Asfinal=Asfinal+0.05;
    C=L/2;
else
end

if Asfinal>5.067;
    tol=0;

end

end

% acero minimo de la norma 1%
%if
Asfinal<0.01*CX*CY*100*100/(AsX1+AsXn+2*sign(DX2)+2*sign(DX3)+2*sign(D
X4));
%
Asfinal=0.01*CX*CY*100*100/(AsX1+AsXn+2*sign(DX2)+2*sign(DX3)+2*sign(D
X4));
%end

% colocando acero real

if Asfinal<0.71;
    Asfinal=0.71;
else
if Asfinal<1.26;
    Asfinal=1.26;
else
if Asfinal<1.97;
    Asfinal=1.97;
else
    if Asfinal<2.85;
        Asfinal=2.85;
    else
        if Asfinal<5.067;
            Asfinal=5.067;
        else
        end
    end
end
end

end

end
end

```

```

tol2=-1;

while tol2<0;

    C=L;
    tol=1000000;

while (abs(tol)>1000);

es1=ec*(D(1,1)-C)/C;es1(D(1,1)==0)=0;
es2=ec*(D(2,1)-C)/C;es2(D(2,1)==0)=0;
es3=ec*(D(3,1)-C)/C;es3(D(3,1)==0)=0;
es4=ec*(D(4,1)-C)/C;es4(D(4,1)==0)=0;
es5=ec*(D(5,1)-C)/C;es5(D(5,1)==0)=0;
es6=ec*(D(6,1)-C)/C;es6(D(6,1)==0)=0;
es7=ec*(D(7,1)-C)/C;es7(D(7,1)==0)=0;
es8=ec*(D(8,1)-C)/C;es8(D(8,1)==0)=0;
es9=ec*(D(9,1)-C)/C;es9(D(9,1)==0)=0;
es10=ec*(D(10,1)-C)/C;es10(D(10,1)==0)=0;
es11=ec*(D(11,1)-C)/C;es11(D(11,1)==0)=0;
es12=ec*(D(12,1)-C)/C;es12(D(12,1)==0)=0;
es13=ec*(D(13,1)-C)/C;es13(D(13,1)==0)=0;
es14=ec*(D(14,1)-C)/C;es14(D(14,1)==0)=0;
es15=ec*(D(15,1)-C)/C;es15(D(15,1)==0)=0;
es16=ec*(D(16,1)-C)/C;es16(D(16,1)==0)=0;
es17=ec*(D(17,1)-C)/C;es17(D(17,1)==0)=0;
es18=ec*(D(18,1)-C)/C;es18(D(18,1)==0)=0;
es19=ec*(D(19,1)-C)/C;es19(D(19,1)==0)=0;

fs1=es1*E; fs1(abs(fs1)>4200)=4200*sign(fs1);
fs2=es2*E; fs2(abs(fs2)>4200)=4200*sign(fs2);
fs3=es3*E; fs3(abs(fs3)>4200)=4200*sign(fs3);
fs4=es4*E; fs4(abs(fs4)>4200)=4200*sign(fs4);
fs5=es5*E; fs5(abs(fs5)>4200)=4200*sign(fs5);
fs6=es6*E; fs6(abs(fs6)>4200)=4200*sign(fs6);
fs7=es7*E; fs7(abs(fs7)>4200)=4200*sign(fs7);
fs8=es8*E; fs8(abs(fs8)>4200)=4200*sign(fs8);
fs9=es9*E; fs9(abs(fs9)>4200)=4200*sign(fs9);
fs10=es10*E; fs10(abs(fs10)>4200)=4200*sign(fs10);
fs11=es11*E; fs11(abs(fs11)>4200)=4200*sign(fs11);
fs12=es12*E; fs12(abs(fs12)>4200)=4200*sign(fs12);
fs13=es13*E; fs13(abs(fs13)>4200)=4200*sign(fs13);
fs14=es14*E; fs14(abs(fs14)>4200)=4200*sign(fs14);
fs15=es15*E; fs15(abs(fs15)>4200)=4200*sign(fs15);
fs16=es16*E; fs16(abs(fs16)>4200)=4200*sign(fs16);
fs17=es17*E; fs17(abs(fs17)>4200)=4200*sign(fs17);
fs18=es18*E; fs18(abs(fs18)>4200)=4200*sign(fs18);
fs19=es19*E; fs19(abs(fs19)>4200)=4200*sign(fs19);

Asalmafs=As(5)*fs5+As(6)*fs6+As(7)*fs7+As(8)*fs8+As(9)*fs9+As(10)*fs10
+As(11)*fs11+As(12)*fs12+As(13)*fs13+As(14)*fs14+As(15)*fs15;
tol=0.7*(2*Asfinal*(As(1)*fs1+As(2)*fs2+As(3)*fs3+As(4)*fs4+As(16)*fs16
+As(17)*fs17+As(18)*fs18+As(19)*fs19)+Asalmafs-
0.85*fc*L3*0.85*C)+F*1000;

C=C-.01;

```

```

end

a=C*0.85;

if F>0.1*fc*15*L/1000;
    phi=0.7;
else
    if F<=0;
        phi=0.9;
    else
        phi=0.7+0.2/(-0.1*fc*15*L/1000)*(F-0.1*fc*15*L/1000);
    end
end

MAsalmafs=As(5)*fs5*(D(5)-L/2)+As(6)*fs6*(D(6)-L/2)+As(7)*fs7*(D(7)-
L/2)+As(8)*fs8*(D(8)-L/2)+As(9)*fs9*(D(9)-L/2)+As(10)*fs10*(D(10)-
L/2)+As(11)*fs11*(D(11)-L/2)+As(12)*fs12*(D(12)-
L/2)+As(13)*fs13*(D(13)-L/2)+As(14)*fs14*(D(14)-
L/2)+As(15)*fs15*(D(15)-L/2);

tol2=phi*((L/2-a/2)*0.85*fc*L3*a+(2*Asfinal*(As(1)*fs1*(D(1)-
L/2)+As(2)*fs2*(D(2)-L/2)+As(3)*fs3*(D(3)-L/2)+As(4)*fs4*(D(4)-
L/2)+As(16)*fs16*(D(16)-L/2)+As(17)*fs17*(D(17)-
L/2)+As(18)*fs18*(D(18)-L/2)+As(19)*fs19*(D(19)-
L/2)))*Asfinal*2+MAsalmafs)/1000/100-M;

Asfinal=Asfinal+0.05;

end

% colocando acero real (otra vez)

if Asfinal<0.72;
    Asfinal=0.71;
else
    if Asfinal<1.27;
        Asfinal=1.26;
    else
        if Asfinal<1.98;
            Asfinal=1.97;
        else
            if Asfinal<2.86;
                Asfinal=2.85;
            else
                if Asfinal<5.068;
                    Asfinal=5.067;
                else
                    end
                end
            end
        end
    end
end
end
end

As(1,1)=1*sign(D(1,1))*Asfinal*2;
As(2,1)=1*sign(D(2,1))*Asfinal*2;

```

```

As(3,1)=1*sign(D(3,1))*Asfinal*2;
As(4,1)=1*sign(D(4,1))*Asfinal*2;
As(16,1)=1*sign(D(16,1))*Asfinal*2;
As(17,1)=1*sign(D(17,1))*Asfinal*2;
As(18,1)=1*sign(D(18,1))*Asfinal*2;
As(19,1)=1*sign(D(19,1))*Asfinal*2;

if V>0.83*(fc)^0.5*L*L3/1000
    disp('No cubre la demanda de corte. Aumentar la longitud')
    value=1;
else
    value=0;
end

Acabeza=As(1,1)*sign(D(1,1))+As(2,1)*sign(D(2,1))+As(3,1)*sign(D(3,1))
+As(4,1)*sign(D(4,1));
Atruss=Acabeza/2;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%espesor de layer transversal

%fierro de 3/8 cada 20cm

Ttrans=0.71/20; %en centimetros
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%espesor de layer longitudinal

P=D([2,4],1);
Q=max(P);
cab=Q+6;
bod=L-2*cab;

Tlong=0;
for i=5:15;
    Tlong=Tlong+As(i,1)*sign(D(i,1));
end
Tlong=Tlong/bod/2;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%espesor de layer transversal en la cabeza

%fierro de 3/8 cada 15cm

Ttranscab=0.71/10; %en centimetros

end

```


ARCHIVO – TRATAMIENTO DE DATA

```
function Resultados

fileID = fopen('datos3.txt','r');
P = fscanf(fileID,'%f',inf);
fclose(fileID);
P=reshape(P,[16,27]); %antes 27

%Model=[4 5 6 13 14 15 22 23 24 31 32 33 40 41 42 49 50
51 58 59 60 67 68 69 76 77 78];
%Model=[85 86 87 94 95 96 103 104 105 112 113 114 121 122 123 130 131
132 139 140 141 148 149 150 157 158 159];
Model=[166 167 168 175 176 177 184 185 186 193 194 195 202 203 204
211 212 213 220 221 222 229 230 231 238 239 240];

%Model=[85 86 87 94 95 96 103 104 105 112 113 114 121 122 123 130 131
132 139 140 141 148 149 150 157 158 159;
% 166 167 168 175 176 177 184 185 186 193 194 195 202 203 204
211 212 213 220 221 222 229 230 231 238 239 240];

%recorder Node -file $Dfile -time -node 50 51 52 53 54 56 57 58 59
60 62 63 64 65 66 68 69 70 71 72 74 75 76 77 78 -dof 1 2 6 disp
%recorder Node -file $Rfile -time -node 1 7 13 19 25 31 37 43 /49
55 61 67 73 202 204 302 304/ -dof 1 2 3 4 5 6 reaction

d=[50 51 52 53 54 56 57 58 59 60 62 63 64 65 66 68 69 70 71 72 74 75
76 77 78];
r=[1 7 13 19 25 31 37 43 49 55 61 67 73 202 204 302 304];

%posx=[]
%posy=[]

sizedisp=76; %106 antes 5*5*3+1
sizereac=103;%103 17*6+1

colo=1;

for Nmodel=1:27; %2 14 26

t=0;
for Nangle=1:16;
for Nrecord=1:11;

%RECORD FOR
% for n=1:11 %n° record
% for o=1:16%16 %angulo
```

```

formatSpec = sprintf('BLOQUE3/NLTHAdisplmnt%1.0f-%1.0f-
%1.0f.out',Model(Nmodel),Nrecord,Nangle);

fileID = fopen(formatSpec,'r');
D = fscanf(fileID,'%f',inf);
fclose(fileID);
[temp1,temp2]=size(D);
D=reshape(D,[sizedisp,temp1/sizedisp]);

formatSpec = sprintf('BLOQUE3/NLTHAreaction%1.0f-%1.0f-
%1.0f.out',Model(Nmodel),Nrecord,Nangle);

fileID = fopen(formatSpec,'r');
R = fscanf(fileID,'%f',inf);
fclose(fileID);
[temp3,temp4]=size(R);
R=reshape(R,[sizereac,temp3/sizereac]);

formatSpec = sprintf('Models/WallSections%1.0f.txt',Model(Nmodel));

fileID = fopen(formatSpec,'r');
wall = fscanf(fileID,'%s',inf);
fclose(fileID);
[temp5,temp6]=size(wall);

cabX=str2num(wall(1,[117:126]));
bodX=str2num(wall(1,[135:144]));
cabY=str2num(wall(1,[262:271]));
bodY=str2num(wall(1,[280:289]));

%           1           7           13           19           25           31
37  43      49           55           61           67           302
73
304
coorX=[P(Nmodel,10) P(Nmodel,10) 0 P(Nmodel,8) P(Nmodel,10)
P(Nmodel,8) 0 0 P(Nmodel,8) P(Nmodel,8) P(Nmodel,8) (P(Nmodel,8)-
P(Nmodel,2)/2) (P(Nmodel,8)+P(Nmodel,2)/2) P(Nmodel,8) P(Nmodel,8)
(P(Nmodel,8)-P(Nmodel,2)/2+cabX) (P(Nmodel,8)-
P(Nmodel,2)/2+cabX+2*bodX) ]';

%           1           7           13           19           25 31
37           43      49           55           61
67           73           202           304
204           302           304
coorY=[P(Nmodel,11) P(Nmodel,9) P(Nmodel,9) P(Nmodel,11) 0 0
P(Nmodel,11) 0 P(Nmodel,9) (P(Nmodel,9)+P(Nmodel,1)/2) (P(Nmodel,9)-
P(Nmodel,1)/2) P(Nmodel,9) P(Nmodel,9) (P(Nmodel,9)+P(Nmodel,1)/2-
cabY) (P(Nmodel,9)+P(Nmodel,1)/2-cabY-2*bodY) P(Nmodel,9)
P(Nmodel,9) ]';

coorX=coorX-ones(17,1)*P(Nmodel,10)/2;
coorY=coorY-ones(17,1)*P(Nmodel,11)/2;

D2=zeros(temp1/sizedisp,sizedisp);

for j=0:4;

```

```

D2(:, 2+j*15)=D(:, 2+j*15)/P(Nmodel, 7);
D2(:, 3+j*15)=D(:, 3+j*15)/P(Nmodel, 7);
D2(:, 4+j*15)=D(:, 4+j*15)/P(Nmodel, 7);

for k=0:3
D2(:, 5+k*3+j*15)=(D(:, 5+k*3+j*15)-D(:, 2+k*3+j*15))/P(Nmodel, 7);
D2(:, 6+k*3+j*15)=(D(:, 6+k*3+j*15)-D(:, 3+k*3+j*15))/P(Nmodel, 7);
D2(:, 7+k*3+j*15)=(D(:, 7+k*3+j*15)-D(:, 4+k*3+j*15))/P(Nmodel, 7);
end

end

clearvars R1 R2 R3 R4 R5 R6;

for i=1:(sizereac-1)/6;

    %fuerzas
    R1(:, i)=R(:, (i-1)*6+2);
    R2(:, i)=R(:, (i-1)*6+3);
    R3(:, i)=R(:, (i-1)*6+4);
    %momentos locales
    R4(:, i)=R(:, (i-1)*6+5);
    R5(:, i)=R(:, (i-1)*6+6);
    R6(:, i)=R(:, (i-1)*6+7);

end

D2=max(abs(D2));
D=max(abs(D));

%%%momento en x (4)%%%
Mx=R3*coorY;
%%%momento en y (5)%%%
My=R3*coorX;
%%%momento en z (6)%%%
Mz=R2*coorX+R1*coorY;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

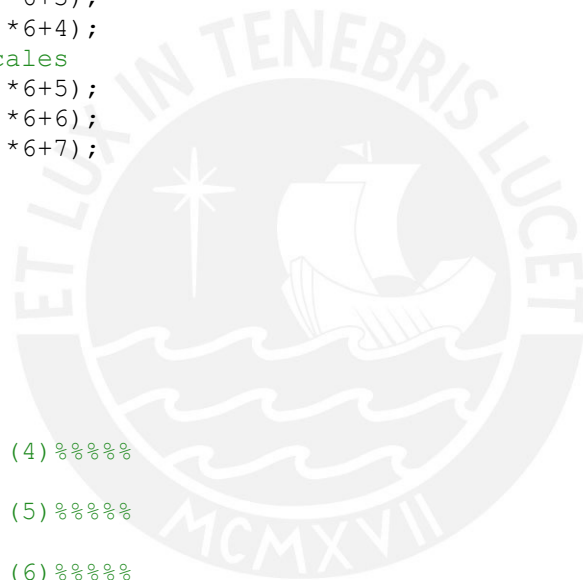
R1=max(abs(sum(R1')'));
R2=max(abs(sum(R2')'));
R3=max(abs(sum(R3')'));
R4=max(abs(sum(R4')'+Mx)); %momento volcante en X
R5=max(abs(sum(R5')'-My)); %momento volcante en Y
R6=max(abs(sum(R6')'+Mz)); %momento torsional en Z

for i=1:15

Disp(i, Nangle, Nrecord)=(D(2+i-1)+D(17+i-1)+D(32+i-1)+D(47+i-1)+D(62+i-1))/5;
Drif(i, Nangle, Nrecord)=(D2(2+i-1)+D2(17+i-1)+D2(32+i-1)+D2(47+i-1)+D2(62+i-1))/5;

end

```



```

Reac(1,Nangle,Nrecord)=R1;
Reac(2,Nangle,Nrecord)=R2;
Reac(3,Nangle,Nrecord)=R3;
Reac(4,Nangle,Nrecord)=R4;
Reac(5,Nangle,Nrecord)=R5;
Reac(6,Nangle,Nrecord)=R6;

```

```
t=t+1;
```

```
end
```

```
end
```

```

Dispp=zeros(15,16);
Driff=zeros(15,16);
React=zeros(6,16);
STDdispp=zeros(15,16);
STDdriff=zeros(15,16);
STDreact=zeros(6,16);

```

```

for i=1:11
Dispp=Dispp+Disp(:, :, i);
Driff=Driff+Drif(:, :, i);
React=React+Reac(:, :, i);
end

```

```

for j=1:16
for i=1:15
STDdispp(i,j)=std(Disp(i,j,:));
STDdriff(i,j)=std(Drif(i,j,:));
end

```

```

for k=1:6
STDreact(k,j)=std(Reac(k,j,:));
end

```

```
end
```

```

Dispp=Dispp/11;
Driff=Driff/11;
React=React/11;

```

```

formatSpec = strcat('Dispp',num2str(Model(Nmodel)),'.out');
dlmwrite(formatSpec,Dispp,'delimiter',' ','newline','pc')

```

```
formatSpec = strcat('Driff',num2str(Model(Nmodel)),'.out');
```

```

dlmwrite(formatSpec,Driff,'delimiter',' ','newline','pc')

formatSpec = strcat('React',num2str(Model(Nmodel)),'.out');
dlmwrite(formatSpec,React,'delimiter',' ','newline','pc')

formatSpec = strcat('STDdispp',num2str(Model(Nmodel)),'.out');
dlmwrite(formatSpec,STDdispp,'delimiter',' ','newline','pc')

formatSpec = strcat('STDdriff',num2str(Model(Nmodel)),'.out');
dlmwrite(formatSpec,STDdriff,'delimiter',' ','newline','pc')

formatSpec = strcat('STDreact',num2str(Model(Nmodel)),'.out');
dlmwrite(formatSpec,STDreact,'delimiter',' ','newline','pc')

```

Nmodel

```

%for i=1:16
%Dispp(16,i)=(Dispp(13,i)^2+Dispp(14,i)^2)^0.5;
%end

```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%parte de
dibujo%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```

%row=16;
%Dispp(row,:)=Dispp(row,:)/Dispp(row,1);

```

```

%theta=0:pi/8:15*pi/8;
%theta=0:pi/8:16*pi/8;
%for i=1:16
% X(i)=Dispp(row,i)*cos(theta(i));
% Y(i)=Dispp(row,i)*sin(theta(i));
% X2(i)=Dispp(row,1)*cos(theta(i));
% Y2(i)=Dispp(row,1)*sin(theta(i));
%end
%X(17)=X(1);
%Y(17)=Y(1);
%X2(17)=X2(1);
%Y2(17)=Y2(1);

```

```

%Radius=Dispp(row,:);
%Radius(17)=Radius(1);

```

```

%color=['r' 'b' 'g'];

```

```

%polar(theta,Radius,color(colo))
%hold on
%polar(theta,Radius,'--g')
%hold on
%plot(X,Y,color((Nmodel-2)/12+1),X2,Y2,'g')
%hold on
%colo=colo+1;

```


ARCHIVO – TRATAMIENTO DE DATA 2

```
function NonLinearAnalysis

fileID = fopen('datos.txt','r');
P = fscanf(fileID,'%f',inf);
fclose(fileID);
P=reshape(P,[16,27])';

tempreg=[22 15 23 20 20 20 21 30 25 20 20];
%Model=[4 5 6 13 14 15 22 23 24 31 32 33 40 41 42 49 50
51 58 59 60 67 68 69 76 77 78];
%Model=[85 86 87 94 95 96 103 104 105 112 113 114 121 122 123 130 131
132 139 140 141 148 149 150 157 158 159];
Model=[166 167 168 175 176 177 184 185 186 193 194 195 202 203 204
211 212 213 220 221 222 229 230 231 238 239 240];

t=4093; %1921
for i=t:4752;%4752

Nmodel=ceil(i/16/11);
temp1=round(((i/16/11)-floor(i/16/11))*16*11);
Nrecord=ceil(temp1/16);
Nangle=round(((temp1/16)-floor(temp1/16))*16);

if temp1==0
    Nangle=0;
    Nrecord=11;
else
end

if Nangle==0;
    Nangle=16;
else
end

%RECORD FOR
% for n=1:11 %n° record
% for o=1:16%16 %angulo

fileID = fopen('NLTHAinput.txt','w');
formatSpec = 'set L1 %4.6f;\n';
fprintf(fileID,formatSpec,P(Nmodel,1));
formatSpec = '\n set L2 %4.6f;\n';
fprintf(fileID,formatSpec,P(Nmodel,2));
formatSpec = '\n set L3 %4.6f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,P(Nmodel,14));
formatSpec = '\n set CX %4.6f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,P(Nmodel,3));
formatSpec = '\n set CY %4.6f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,P(Nmodel,4));
formatSpec = '\n set CZ 0.60;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec);
formatSpec = '\n set CX2 %4.6f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,P(Nmodel,5));
formatSpec = '\n set CY2 %4.6f;\n ';
```

```

fprintf(fileID, formatSpec, P(Nmodel, 6));
formatSpec = '\n set h 0.17;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec);
formatSpec = '\n set ent %4.6f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, P(Nmodel, 7));
formatSpec = '\n set long1 %4.6f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, P(Nmodel, 8));
formatSpec = '\n set long3 %4.6f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, P(Nmodel, 9));
formatSpec = '\n set D1 %4.6f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, P(Nmodel, 10));
formatSpec = '\n set D2 %4.6f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, P(Nmodel, 11));
formatSpec = '\n set E1 %4.6f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, P(Nmodel, 12));
formatSpec = '\n set E2 %4.6f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, P(Nmodel, 13));
formatSpec = '\n set omegauno %4.6f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, 2*pi/P(Nmodel, 15));
formatSpec = '\n set omegatres %4.6f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, 2*pi/P(Nmodel, 16));
formatSpec = '\n set tempreg %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, tempreg(Nrecord));

formatSpec = '\n set Dfile NLTHAdisplmnt%1.0f-%1.0f-%1.0f.out;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, Model(Nmodel), Nrecord, Nangle);
formatSpec = '\n set Rfile NLTHAreaction%1.0f-%1.0f-%1.0f.out;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, Model(Nmodel), Nrecord, Nangle);
formatSpec = '\n set Cfile NLTHAcolmdisp%1.0f-%1.0f-%1.0f.out;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, Model(Nmodel), Nrecord, Nangle);

formatSpec = '\n set SGird Models/GirdSections%1.0f.txt;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, Model(Nmodel));
formatSpec = '\n set SColumn Models/ColumnSections%1.0f.txt;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, Model(Nmodel));
formatSpec = '\n set SWall Models/WallSections%1.0f.txt;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, Model(Nmodel));
formatSpec = '\n set SBeam Models/BeamSections%1.0f.txt;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, Model(Nmodel));

fclose(fileID);

fileID = fopen('GMfiles/recordinput.txt', 'w');
formatSpec = 'set iGMfile "RegistroX%1.0f-%1.0f RegistroY%1.0f-%1.0f";\n';
fprintf(fileID, formatSpec, Nrecord, Nangle, Nrecord, Nangle);
fclose(fileID);

%%%%%%Ejecucion de Opensees%%%%%%%%
!start /min cmd /c OpenSees NLMODELforc4.txt

pause (35)

[status, result] = system('tasklist /FI "imagename eq opensees.exe" /fo
table /nh');
[file, column]=size(result);

```



```
while column>464; %464 - 7 ANALISIS / 386 - 6 ANALISIS / 309 - 5
ANALISIS

    pause(5)
    [status,result] = system('tasklist /FI "imagename eq opensees.exe"
/fo table /nh');
    [file,column]=size(result);

%         end
%         end

% t=t+1;

end

i

end
```



ARCHIVO – CALCULO DE PARAMETROS

```
function
[Result]=ParametriK4 (L1, L2, L3, CX, CY, CZ, CX2, CY2, h, ent, long1, long3, D1, D2
, E1, E2)

%set L1 3; # Longitud de placa paralela al eje Y
%set L2 3; # Longitud de placa paralela al eje X
%set L3 0.2; # Ancho de placa
%set CX 0.25; # ancho de columna paralelo al eje X
%set CY 0.4; # ancho de columna paralelo al eje Y
%set CZ 0.5; # peralte de las vigas
%set CZ 0.2; # peralte de losa

h=0.17;

rgyr=((E1^2+E2^2)/12)^0.5;

A=[L1; L2; L3; CX; CY; CZ; CX2; CY2; h; ent; long1; long3; D1; D2; E1; E2];

fileID = fopen('input.txt','w');
formatSpec = 'set L1 %4.2f;\n';
fprintf(fileID, formatSpec, A(1));
formatSpec = '\n set L2 %4.2f;\n';
fprintf(fileID, formatSpec, A(2));
formatSpec = '\n set L3 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, A(3));
formatSpec = '\n set CX %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, A(4));
formatSpec = '\n set CY %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, A(5));
formatSpec = '\n set CZ %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, A(6));
formatSpec = '\n set CX2 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, A(7));
formatSpec = '\n set CY2 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, A(8));
formatSpec = '\n set h %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, A(9));
formatSpec = '\n set ent %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, A(10));
formatSpec = '\n set long1 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, A(11));
formatSpec = '\n set long3 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, A(12));
formatSpec = '\n set D1 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, A(13));
formatSpec = '\n set D2 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, A(14));
formatSpec = '\n set E1 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, A(15));
formatSpec = '\n set E2 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID, formatSpec, A(16));
fclose(fileID);

%%%%%Ejecucion de Opensees%%%%%%%%
!start /min cmd /c OpenSees MODELO2red.txt
```

```

pause(0.6)

if long1==D1/2&&long3==D2/2;
nodos=78*6;
else
nodos=83*6;
end
%A=zeros(nodos+1,15);
%%%%Leyendo resultados%%%%%%%%

%for i=1:15;
%temp=sprintf('Eigenvalue_Node_EigenVectors_EigenVec_%1.0f.out',i);
%fileID = fopen(temp,'r');
%A(:,i) = fscanf(fileID,'%g');
%fclose(fileID);
%end

%V=A((2:end),(1:end));
%B=A([2:3,7:9,13:15,19:21,25:27,31],(1:end));

fileID = fopen('Eigenvalue_Node_EigenVectors_EigenVal.out','r');
T = fscanf(fileID,'%f',inf);
fclose(fileID);

%fileID = fopen('matriz1.out','r');
%K = fscanf(fileID,'%f',inf);
%fclose(fileID);

%[data2,temp]=size(K);
%data=data2^0.5;

%K=reshape(K,[data,data]);
%K=K(1:nodos,1:nodos);

%fileID = fopen('matriz2.out','r');
%MK = fscanf(fileID,'%f',inf);
%fclose(fileID);

%MK=reshape(MK,[data,data]);
%MK=MK(1:nodos,1:nodos);

%M=(MK-K)/4;
%M=M/10000;

%UX=zeros(nodos,1);
%UY=zeros(nodos,1);
%X=zeros(nodos,1);
%Y=zeros(nodos,1);
%for i=1:nodos;
%   if (i+5)/6-floor((i+5)/6)==0;
%       UX(i,1)=1;
%   else
%       end
%   if (i+4)/6-floor((i+4)/6)==0;
%       UY(i,1)=1;
%   else

```

```

%      end
%
%      Y(i,1)=N(ceil((i)/6),2);
%      X(i,1)=N(ceil((i)/6),1);

%end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%centros de rigidez%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% theta=zeros(nodos,1);
% I=zeros(nodos,1);

%excentr;
% XR=X-5; %-xcentr;%;
% YR=Y-5;%-ycentr;%;

% for i=1:nodos;
% theta(i,1)=angle(YR(i,1)*1i+XR(i,1));
% end
% theta=theta-1;
% for i=1:nodos;
%     if (i+5)/6-floor((i+5)/6)==0;
% I(i,1)=(YR(i,1)^2+XR(i,1)^2)^0.5*cos(theta(i,1))-XR(i,1);
%     else
%         if (i+4)/6-floor((i+4)/6)==0;
% I(i,1)=(YR(i,1)^2+XR(i,1)^2)^0.5*sin(theta(i,1))-YR(i,1);
%         end
%     end
% end

% XX=sum(sum(M))/3;

% for i=1:15;
%     V(:,i)=V(:,i)/norm(V(:,i));
% end

% for i=1:15;
%
Bx(i,1)=((transpose(V(:,i))*M*UX)^2)/(transpose(V(:,i))*M*V(:,i)*XX);
%
By(i,1)=((transpose(V(:,i))*M*UY)^2)/(transpose(V(:,i))*M*V(:,i)*XX);
%
Bz(i,1)=((transpose(V(:,i))*M*I)^2)/(transpose(V(:,i))*M*V(:,i)*XX);
% end

% fz=sum(Bz);
% Bz=Bz/sum(Bz);

% Bx;
% By;
% Bz;
% XX;

```

```

% N=15;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% analisis modal espectral %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% ZUCS %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Tp=0.4;
%C=zeros (N,1);
%S=1;
%U=1;
%R=7;
%Z=0.45;
%Tl=2.5;

%for i=1:N;

%   if T(i,1)<0.2*Tp;
%       C(i,i)=1+7.5*T(i,1)/Tp;
%   else
%       if T(i,1)<Tp;
%           C(i,i)=2.5;
%       else
%           if T(i,1)<Tl;
%               C(i,i)=2.5*Tp/T(i,1);
%           else
%               C(i,i)=2.5*Tp*Tl/T(i,1)^2;
%           end
%       end
%   end
% end

%end

%ZUCS=Z*U*C*S*9.81/R;
%T;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% factor de Participación Modal %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%FPMX=zeros (N,1);
%FPMY=zeros (N,1);
%FPMZ=zeros (N,1);
%for j=1:N;%columna
%   tempor=zeros (1,N);

%   for i=1:nodos;%fila
%       tempor (1,i)=V(i,N+1-j);

```

```

% end

% FPMX(N+1-j,1)=(tempor*M*UX)/((tempor*M)*transpose(tempor));
% FPMY(N+1-j,1)=(tempor*M*UY)/((tempor*M)*transpose(tempor));
% FPMZ(N+1-j,1)=(tempor*M*I)/((tempor*M)*transpose(tempor));
%end

%FPMZ=FPMZ/(fz)^0.5;

%FPMX
%FPMY
%FPMZ

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%Desplazamiento%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%tempor2x=(ZUCS*FPMX.*T).*T/(4*pi^2);
%tempor2y=(ZUCS*FPMY.*T).*T/(4*pi^2);
%tempor2z=(ZUCS*FPMZ.*T).*T/(4*pi^2);

%tempor3x=zeros(N,N);
%tempor3y=zeros(N,N);
%tempor3z=zeros(N,N);
%for j=1:nodos;
%   for i=1:N;
%tempor3x(i,j)=tempor2x(i,1);
%tempor3y(i,j)=tempor2y(i,1);
%tempor3z(i,j)=tempor2z(i,1);
%   end
%end

%DESPX=V.*transpose(tempor3x);
%DESPY=V.*transpose(tempor3y);
%DESPZ=V.*transpose(tempor3z);

%DESP2X=zeros(nodos,1);
%DESP2Y=zeros(nodos,1);
%DESP2Z=zeros(564,1);
%for i=1:nodos;
%   for j=1:N;
%       DESP2X(i,1)=DESP2X(i,1)+DESPX(i,j)^2;
%       DESP2Y(i,1)=DESP2Y(i,1)+DESPY(i,j)^2;
%       %DESP2Z(i,1)=DESP2Z(i,1)+DESPZ(i,j)^2;
%   end
%end
%DESP2X=diag(diag(DESP2X)^0.5);
%DESP2Y=diag(diag(DESP2Y)^0.5);
%DESP2Z=diag(diag(DESP2Z)^0.5);%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%RPTA

%DESP2X
%DESP2Y
%DESP2Z

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%Fuerzas Inerciales%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%FUERIX=M*V.*(ZUCS*FPMX) '

%tempor4x=ZUCS*FPMX;
%tempor4y=ZUCS*FPMY;

```

```

%tempor4z=(ZUCS*FPMZ)*M*I;
%tempor5x=zeros(N,N);
%tempor5y=zeros(N,N);
%tempor5z=zeros(N,N);

% for i=1:nodos;
%tempor5x(i,:)=tempor4x';
%tempor5y(i,:)=tempor4y';
%tempor5z(i,j)=tempor4z(i,1);
% end

%FUERIX=(M*V).*(tempor5x);
%FUERIY=(M*V).*(tempor5y);

%FUERI2X=zeros(nodos,1);
%FUERI2Y=zeros(nodos,1);
%for i=1:nodos;
% for j=1:N;
%     FUERI2X(i,1)=FUERI2X(i,1)+FUERIX(i,j)^2;
%     FUERI2Y(i,1)=FUERI2Y(i,1)+FUERIY(i,j)^2;
% end
%end
%FUERI2X=diag(diag(FUERI2X)^0.5);
%FUERI2Y=diag(diag(FUERI2Y)^0.5);

%FUERI2Y;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Load=1*diag(ones(3,1));
k=1;

if long1==D1/2&&long3==D2/2;
Nodes=[50 51 52 53 54];
else
Nodes=[79 80 81 82 83];
end

A=[L1; L2; L3; CX; CY; CZ; CX2; CY2; h; ent; long1;long3;D1;D2;E1;E2];

for j=1:5
    for i=1:3

fileID = fopen(['input' num2str((j-1)*3+i) '.txt'],'w');

formatSpec = 'set L1 %4.2f;\n';
fprintf(fileID,formatSpec,A(1));
formatSpec = '\n set L2 %4.2f;\n';
fprintf(fileID,formatSpec,A(2));
formatSpec = '\n set L3 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,A(3));
formatSpec = '\n set CX %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,A(4));
formatSpec = '\n set CY %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,A(5));
formatSpec = '\n set CZ %4.2f;\n ';

```

```

fprintf(fileID,formatSpec,A(6));
formatSpec = '\n set CX2 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,A(7));
formatSpec = '\n set CY2 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,A(8));
formatSpec = '\n set h %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,A(9));
formatSpec = '\n set ent %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,A(10));
formatSpec = '\n set long1 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,A(11));
formatSpec = '\n set long3 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,A(12));
formatSpec = '\n set D1 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,A(13));
formatSpec = '\n set D2 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,A(14));
formatSpec = '\n set E1 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,A(15));
formatSpec = '\n set E2 %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,A(16));
formatSpec = '\n set storey %1.0f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,Nodes(j));
formatSpec = '\n set loadx %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,Load(i,1));
formatSpec = '\n set loady %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,Load(i,2));
formatSpec = '\n set loadz %4.2f;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,Load(i,3));
formatSpec = '\n set file Exc%1.0f.out;\n ';
fprintf(fileID,formatSpec,((j-1)*3+i));
fclose(fileID);

temp=sprintf(['!start /min cmd /c OpenSees Exc' num2str((j-1)*3+i)
'.txt']);
eval(temp);
%!start /min cmd /k OpenSees Exc.txt

    end
end

pause(0.7)

for j=1:5
    for i=1:3

temp=sprintf(['Exc' num2str((j-1)*3+i) '.out']);
fileID = fopen(temp,'r');

temp2 = fscanf(fileID,'%g');
fclose(fileID);

temp2=reshape(temp2,16,2);
temp2=transpose(temp2);
F(:,k)=temp2(2:2,2:16);
k=k+1;

```



```
end
end
```

```
F;
Kt=F^-1;
```

```
Result(1,1)=L1;
Result(1,2)=L2;
Result(1,3)=CX;
Result(1,4)=CY;
Result(1,5)=CZ;
Result(1,6)=CX2;
Result(1,7)=CY2;
Result(1,8)=ent;
Result(1,9)=long1;
Result(1,10)=T(1,1);
Result(1,11)=T(2,1);
Result(1,12)=T(3,1);
%Result(1,8)=Bx(1,1);
%Result(1,9)=Bx(2,1);
%Result(1,10)=Bx(3,1);
%Result(1,11)=By(1,1);
%Result(1,12)=By(2,1);
%Result(1,13)=By(3,1);
%Result(1,14)=Bz(1,1);
%Result(1,15)=Bz(2,1);
%Result(1,16)=Bz(3,1);
```

```
Ordr=[1 4 7 10 13 2 5 8 11 14 3 6 9 12 15];
temp1=zeros(15,15);
temp2=zeros(15,15);
```

```
for i=1:15;
```

```
temp1(:,i)=Kt(:,Ordr(i));
```

```
end
```

```
for i=1:15;
```

```
temp2(i,:)=temp1(Ordr(i),:);
```

```
end
```

```
Kt=temp2;
```

```
Kx=Kt(1:5,1:5);
Ky=Kt(6:10,6:10);
Ku=Kt(11:15,1:5); %matrix x - z
Kw=Kt(11:15,6:10); %matrix y - z
Kz=Kt(11:15,11:15);
```

```

%excentricidad en X
Kxz=zeros(10,10);
Kxz(1:5,1:5)=Kx;
Kxz(6:10,1:5)=Ku;
Kxz(1:5,6:10)=Ku';
Kxz(6:10,6:10)=Kz;
Koy=zeros(5,10);
Koy(1:5,6:10)=Kw;

%condensacion

Ky2=Ky^-1;
Kxcon=Kxz-Koy'*Ky2*Koy;

%excentricidad en Y
Kyz=zeros(10,10);
Kyz(1:5,1:5)=Ky;
Kyz(6:10,1:5)=Kw;
Kyz(1:5,6:10)=Kw';
Kyz(6:10,6:10)=Kz;
Kox=zeros(5,10);
Kox(1:5,6:10)=Ku;

%condensacion

Kx2=Kx^-1;
Kycon=Kyz-Kox'*Kx2*Kox;

%desplazamiento aleatorio
Ntotal=10000;
RanDesp1=zeros(10,Ntotal);
RanDesp2=rand(5,Ntotal)*2000-1000;

RanDesp1(1:5,1:Ntotal)=RanDesp2;

Fxresp=Kxcon*RanDesp1;
Fyresp=Kycon*RanDesp1;

Fxresp2=Fxresp(1:5,1:Ntotal);
Fyresp2=Fyresp(1:5,1:Ntotal);

%inicializacion
    piso1excX=zeros(1,Ntotal);
    piso2excX=zeros(1,Ntotal);
    piso3excX=zeros(1,Ntotal);
    piso4excX=zeros(1,Ntotal);
    piso5excX=zeros(1,Ntotal);

    piso1excY=zeros(1,Ntotal);
    piso2excY=zeros(1,Ntotal);
    piso3excY=zeros(1,Ntotal);
    piso4excY=zeros(1,Ntotal);
    piso5excY=zeros(1,Ntotal);

%asignacion

```

```

for i=1:Ntotal
    piso1excX(1,i)=Fyresp(6,i)/Fyresp(1,i);
    piso2excX(1,i)=Fyresp(7,i)/Fyresp(2,i);
    piso3excX(1,i)=Fyresp(8,i)/Fyresp(3,i);
    piso4excX(1,i)=Fyresp(9,i)/Fyresp(4,i);
    piso5excX(1,i)=Fyresp(10,i)/Fyresp(5,i);

    piso1excY(1,i)=Fxresp(6,i)/Fxresp(1,i);
    piso2excY(1,i)=Fxresp(7,i)/Fxresp(2,i);
    piso3excY(1,i)=Fxresp(8,i)/Fxresp(3,i);
    piso4excY(1,i)=Fxresp(9,i)/Fxresp(4,i);
    piso5excY(1,i)=Fxresp(10,i)/Fxresp(5,i);

end

Ancla=zeros(1001,22);

for i=1:2000;

Ancla(i,1)=i/100-0.01-10;
Ancla(i,2)=Ancla(i,1)+0.01;

for j=1:Ntotal;

    %exX

    if Ancla(i,1)<piso1excX(1,j) &&Ancla(i,2)>piso1excX(1,j)
        Ancla(i,3)=Ancla(i,3)+1;
    else
    end

        if Ancla(i,1)<piso2excX(1,j) &&Ancla(i,2)>piso2excX(1,j)
            Ancla(i,4)=Ancla(i,4)+1;
        else
        end

            if Ancla(i,1)<piso3excX(1,j) &&Ancla(i,2)>piso3excX(1,j)
                Ancla(i,5)=Ancla(i,5)+1;
            else
            end

                if Ancla(i,1)<piso4excX(1,j) &&Ancla(i,2)>piso4excX(1,j)
                    Ancla(i,6)=Ancla(i,6)+1;
                else
                end

                    if Ancla(i,1)<piso5excX(1,j) &&Ancla(i,2)>piso5excX(1,j)
                        Ancla(i,7)=Ancla(i,7)+1;
                    else
                    end

                %exY

    if Ancla(i,1)<piso1excY(1,j) &&Ancla(i,2)>piso1excY(1,j)
        Ancla(i,8)=Ancla(i,8)+1;
    else

```

```

end

    if Ancla(i,1)< piso2excY(1,j) && Ancla(i,2)>piso2excY(1,j)
        Ancla(i,9)=Ancla(i,9)+1;
    else
        end

        if Ancla(i,1)<piso3excY(1,j) && Ancla(i,2)>piso3excY(1,j)
            Ancla(i,10)=Ancla(i,10)+1;
        else
            end

            if Ancla(i,1)<piso4excY(1,j) && Ancla(i,2)>piso4excY(1,j)
                Ancla(i,11)=Ancla(i,11)+1;
            else
                end

                if Ancla(i,1)<piso5excY(1,j) && Ancla(i,2)>piso5excY(1,j)
                    Ancla(i,12)=Ancla(i,12)+1;
                else
                    end

end

end

ExcX=zeros(1,5);
ExcY=zeros(1,5);

for i=1:2000;
%exX
Ancla(i,13)=Ancla(i,3)*(Ancla(i,2)+Ancla(i,1))/2;
Ancla(i,14)=Ancla(i,4)*(Ancla(i,2)+Ancla(i,1))/2;
Ancla(i,15)=Ancla(i,5)*(Ancla(i,2)+Ancla(i,1))/2;
Ancla(i,16)=Ancla(i,6)*(Ancla(i,2)+Ancla(i,1))/2;
Ancla(i,17)=Ancla(i,7)*(Ancla(i,2)+Ancla(i,1))/2;
%exY
Ancla(i,18)=Ancla(i,8)*(Ancla(i,2)+Ancla(i,1))/2;
Ancla(i,19)=Ancla(i,9)*(Ancla(i,2)+Ancla(i,1))/2;
Ancla(i,20)=Ancla(i,10)*(Ancla(i,2)+Ancla(i,1))/2;
Ancla(i,21)=Ancla(i,11)*(Ancla(i,2)+Ancla(i,1))/2;
Ancla(i,22)=Ancla(i,12)*(Ancla(i,2)+Ancla(i,1))/2;
end

%exX
for i=1:5
ExcX(1,i)=sum(Ancla(:,12+i))/sum(Ancla(:,2+i));
ExcY(1,i)=sum(Ancla(:,17+i))/sum(Ancla(:,7+i));
end

ExcXprom=sum(ExcX)/5;
ExcYprom=sum(ExcY)/5;

Result(13)=ExcXprom/rgyr;
Result(14)=ExcYprom/rgyr;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```

%desplazamiento aleatorio
Ntotal=10000;
RanDesp1=zeros(10,Ntotal);

RanDesp1(1,:)=rand(1,Ntotal)*1000;
for i=2:5
RanDesp1(i,:)=RanDesp1(i-1,:)+rand(1,Ntotal)*1000;
end

Fxresp=Kxcon*RanDesp1;
Fyresp=Kycon*RanDesp1;

Fxresp2=Fxresp(1:5,1:Ntotal);
Fyresp2=Fyresp(1:5,1:Ntotal);

Fxresp3=sum(Fxresp2); %
Fyresp3=sum(Fyresp2);

KxKy=zeros(1,Ntotal);

for i=1:Ntotal;
KxKy(i)=Fyresp3(i)/Fxresp3(i);
end

MaxKxKy=10;
MinKxKy=0;

%ancho de clase
Ancla2=zeros(1000,4);
for i=1:1000
Ancla2(i,1)=MinKxKy+(MaxKxKy-MinKxKy)/1000*(i-1);
Ancla2(i,2)=MinKxKy+(MaxKxKy-MinKxKy)/1000*(i);
end

for i=1:1000
for j=1:Ntotal;
if Ancla2(i,1)<KxKy(1,j)&&Ancla2(i,2)>=KxKy(1,j)
Ancla2(i,3)=Ancla2(i,3)+1;
else
end
end
Ancla2(i,4)=Ancla2(i,3)*(Ancla2(i,2)+Ancla2(i,1))/2;
end

temp2=sum(Ancla2);
KxtoKy=temp2(1,4)/temp2(1,3);

Result(15)=KxtoKy;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%desplazamiento aleatorio
Ntotal=10000;
RanDesp1=zeros(10,Ntotal);
RanDesp2=zeros(10,Ntotal);

```

```

RanDesp1(1,:)=rand(1,Ntotal)*1000;
for i=2:5
RanDesp1(i,:)=RanDesp1(i-1,:)+rand(1,Ntotal)*1000;
end
RanDesp2(6:10,1:Ntotal)=RanDesp1(1:5,1:Ntotal);

Fxresp1=Kxcon*RanDesp1*rgyr;
Foresp1=Kxcon*RanDesp2;

Fxresp2=Fxresp1(1:5,1:Ntotal);
Foresp2=Foresp1(6:10,1:Ntotal);

KxKo=zeros(1,Ntotal);
for i=1:Ntotal;
KxKo(i)=Foresp2(i)/Fxresp2(i)/rgyr;
end

MaxKxKo=10;
MinKxKo=0;

%ancho de clase
Ancla3=zeros(100,4);
for i=1:100
Ancla3(i,1)=MinKxKo+(MaxKxKo-MinKxKo)/100*(i-1);
Ancla3(i,2)=MinKxKo+(MaxKxKo-MinKxKo)/100*(i);
end

for i=1:100
for j=1:Ntotal;
if Ancla3(i,1)<KxKo(1,j) && Ancla3(i,2)>KxKo(1,j)
Ancla3(i,3)=Ancla3(i,3)+1;
else
end
end
Ancla3(i,4)=Ancla3(i,3)*(Ancla3(i,2)+Ancla3(i,1))/2;
end

temp2=sum(Ancla3);
KxtoKo=temp2(1,4)/temp2(1,3);

Result(16)=KxtoKo;

end

```