

**ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y REFORZAMIENTO DE UNA
ESTRUCTURA INDUSTRIAL COMBINADA EN ALTURA CON PÒRTICOS
DE CONCRETO Y ESTRUCTURA METÀLICA**

**MIGUEL ANTONIO PERALTA HERNÁNDEZ
JOSÉ LUIS RANGEL MUÑOZ**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2012

**ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y REFORZAMIENTO DE UNA
ESTRUCTURA INDUSTRIAL COMBINADA EN ALTURA CON PÒRTICOS DE
CONCRETO Y ESTRUCTURA METÀLICA**

**MIGUEL ANTONIO PERALTA HERNÁNDEZ
JOSÉ LUIS RANGEL MUÑOZ**

**Monografía para optar por el título de
Especialista en Estructuras**

**Director:
GUSTAVO CHIO CHO
Ph.D., Ing. Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2012

Principalmente a Dios, por su bondad y generosidad conmigo.

A mi esposa, Diana Carolina, por su compañía, cariño, amistad y respeto,
Y por permitir que cada día me sienta vivo.

A mis padres José Agustín y Rosalbina

A mis hermanos, y a los amigos que han creído en mí.

Miguel

Principalmente a Dios, por sus bendiciones y guía en el camino.

A mi motorcito María José mi motivo diario

A mi esposa, Mónica Paola, por su compañía, cariño, amistad y respeto,

Y por permitir en nuestro hogar desarrollo personal y profesional.

A mi maravillosa empresa Ecopetrol.

José Luis

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos:

A nuestro director de monografía ***I.C. Ph.D. Gustavo Chio Cho*** por su acertada dirección, su aporte y disposición en compartir sus conocimientos, su apoyo en todo lo que estuvo a su alcance, su calidad humana y sus valiosas orientaciones.

A todo el cuerpo de profesores de post-grado de la escuela de ingeniería civil de la UIS quienes con su buena voluntad para educar, sembraron en nosotros la importancia de construir un mejor País de Profesionales con excelente calidad humana y con motivación de continuar con el proceso de compartir conocimiento.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. MARCO TEÓRICO	22
1.1 PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS UTILIZADOS	22
1.1.1 Procedimiento estático lineal (LSP)	22
1.1.2 Procedimiento dinámico lineal (LDP)	24
1.1.3 Análisis estático no lineal (Pushover)	25
1.2 DISEÑO Y ANALISIS POR DESEMPEÑO SISMICO	26
1.2.1 Nivel de desempeño	27
1.2.2 Propuesta del documento ATC-40	27
2. MATERIALES Y ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA	33
2.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE SOBRE EL PROCESO CONSTRUCTIVO	33
2.2 EXPLORACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	33
2.3 CARACTERIZACIÓN DE UNIONES DE ACERO	56
2.4 EXPLORACIÓN DE CIMIENTOS	72
2.5 MATERIALES EMPLEADOS EN EL MODELAMIENTO ESTRUCTURAL	73
3. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA	75
3.1 MODELAMIENTO ELÁSTICO	75
3.1.1 Modelo de Análisis	75
3.1.2 Resultado análisis elástico de la estructura	87
3.1.2.1 Modos de vibración y participación de masas	87
3.1.2.2 Cortante basal	89
3.1.2.3 desplazamientos y derivas	89
3.1.2.4 Índices de sobreesfuerzo	92
3.2 MODELAMIENTO INELÁSTICO	99
3.2.1 Modelo de análisis	99
3.2.2 Resultados y chequeos	100

3.2.2.1 Resultados análisis inelástico	100
3.2.3 Resumen de la vulnerabilidad	105
4. PROPUESTA DE REHABILITACION	107
4.1 RESULTADOS OBTENIDOS DEL MODELO ELÁSTICO REHABILITADO	112
4.1.1 Verificación del cortante basal	114
4.1.2 Desplazamientos y derivas	114
4.1.3 Índices de Sobre-esfuerzo	115
4.1.3.1 Índices de sobre-esfuerzo en las columnas	115
4.2 RESULTADOS OBTENIDOS MODELO INELÁSTICO REHABILITADO	116
5. REVISIÒN DE LA ESTRUCTURA METÀLICA	123
6. CONCLUSIONES DE LA REHABILITACIÒN ESTRUCTURAL	124
7. METODOLOGIA RECOMENDADA	125
7.1 RECOMENDACIÒN Y REVISIÒN DE LA INFORMACIÒN EXISTENTE	125
7.2 ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS	126
7.3 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL	127
7.4 NORMAS APLICABLES	127
BIBLIOGRAFÍA	129
ANEXOS	131

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Combinaciones de desempeño estructural y no estructural para edificaciones	31
Tabla 2. Descripción de los testigos extraídos	37
Tabla 2. Dimensiones viga UPN 160X4280	57
Tabla 3. Dimensiones vigas UPN 160X4280 del eje A-1	59
Tabla 4. Dimensiones vigas UPN 160X4280 del eje A-2	60
Tabla 5. Dimensiones vigas UPN 160X4280 del eje A-3	60
Tabla 6. Dimensiones vigas UPN 160X4280 del eje B-1	60
Tabla 7. Dimensiones vigas UPN 160X4280 del eje B-2	61
Tabla 8. Dimensiones vigas UPN 160X4280 del eje B-3	61
Tabla 9. Espesores de soldadura y nivel de deterioro por corrosión	62
Tabla 10. Espesores de soldadura y nivel de deterioro por corrosión	66
Tabla 11. Caracterización de platinas en base nivel 2-3	67
Tabla 12. Caracterización de platinas en base nivel 3-4	67
Tabla 13. Períodos de vibración y participación de masa modelo no fisurado.	87
Tabla 14. Períodos de vibración y participación de masa modelo fisurado.	88
Tabla 15 Verificación cortante basal en el modelo	89
Tabla 16 Deriva de entrepisos para 30% sismo Y + 100% sismo X	90
Tabla 17 Deriva de entrepisos para 100% sismo Y + 30% sismo X	91
Tabla 18. Punto de comportamiento análisis Pushover sentido X	101
Tabla 19. Rótulas en el punto de comportamiento análisis Pushover sentido X	102
Tabla 20. Punto de comportamiento análisis Pushover sentido Y	103
Tabla 21 Rótulas en el punto de comportamiento análisis Pushover sentido Y	104
Tabla 22 Periodos de vibración y porcentaje de participación de masa modelo sin fisurar.	113
Tabla 23. Verificación del cortante Basal	114
Tabla 24. Deriva de entrepiso para 100% SismoX + 30% SismoY	114

Tabla 25. Deriva de entrepiso para 30% SismoX + 100% SismoY	115
Tabla 26. Punto de comportamiento análisis Pushover sentido X	118
Tabla 27. Rótulas en el punto de comportamiento análisis Pushover sentido X	119
Tabla 28. Punto de comportamiento análisis Pushover sentido Y	120
Tabla 29. Rótulas en el punto de comportamiento análisis Pushover sentido Y	120

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Curva demanda-capacidad	26
Figura 2. Niveles de desempeño	32
Figura 3. Equipo utilizado en la extracción de testigos	34
Figura 4. Taladrado para la extracción de testigo col Eje B-1	34
Figura 5. Extracción del testigo col Eje B-1	35
Figura 6. Taladrado para la extracción de testigo viga eje B 1-2	35
Figura 7. Taladrado para la extracción de testigo viga 2 eje B	36
Figura 8. Columna Eje B-2 posterior a la extracción del testigo	36
Figura 9. Núcleos extraídos	37
Figura 10. Vista al interior de la columna B-2 luego de la extracción del núcleo	38
Figura 11. Identificación de núcleos	38
Figura 12. Realización de regata horizontal	39
Figura 13. Refuerzo longitudinal encontrado en columna B-3	39
Figura 14. Identificación de diámetros y espaciamientos de refuerzo longitudinal	40
Figura 15. Refuerzo transversal de viga intermedia del eje 2	40
Figura 16. Refuerzo longitudinal de viga intermedia del eje 2	41
Figura 17. Testigos a ensayar.	42
Figura 18. Prensa con indicador digital para ensayos de compresión.	46
Figura 19. Testigo Col eje B-1 durante el ensayo a compresión	46
Figura 20. Probeta Col eje B-1 después de prueba	47
Figura 21. Resistencia ultima del testigo Col eje B-1 después del ensayo a compresión	47
Figura 22. Testigo col eje B-2 durante el ensayo a compresión	48
Figura 23. Probeta col eje B-2 después de prueba	48
Figura 24. Resistencia ultima del testigo col eje B-2 después del ensayo a compresión	49

Figura 25. Testigo col eje A-1 durante el ensayo a compresión	49
Figura 26. Probeta col eje A-1 después de prueba	50
Figura 27. Resistencia ultima del testigo col eje A-1 después del ensayo a compresión	50
Figura 28. Testigo viga eje B 2-3 durante el ensayo a compresión	51
Figura 29. Resistencia ultima del testigo viga eje B 2-3 después del ensayo a compresión	51
Figura 30. Testigo col 2nivel eje B 2 durante el ensayo a compresión	52
Figura 31. Probeta col 2nivel eje B 2 después de prueba	52
Figura 32. Resistencia ultima del testigo col 2nivel eje B 2 después del ensayo a compresión	53
Figura 33. Testigo viga eje B 1-2 durante el ensayo a compresión	53
Figura 34. Probeta viga eje B 1-2 después de prueba	54
Figura 35. Resistencia ultima del testigo viga eje B 1-2 después del ensayo a compresión	54
Figura 36. Vigas tipo UPN 160X4280 LONG del eje A-3	57
Figura 37. Viga tipo UPN 160X4280	57
Figura 38. Caracterización de elementos metálicos a través del uso de un calibrador universal	58
Figura 39. Viga UPN 160 eje A-1 costado derecho	58
Figura 40. Viga UPN 160 eje A-2 costado izquierdo	59
Figura 41. Espesor de soldadura viga del eje A-1	62
Figura 42. Espesor de soldadura viga del eje A-3	63
Figura 43. Evidencia de corrosión en viga de eje B-3	63
Figura 44. Evidencia de corrosión en viga de eje B-3	64
Figura 45. Evidencia de corrosión en viga de eje B-2	64
Figura 46. Evidencia de corrosión en viga de eje A-2	65
Figura 47. Evidencia de corrosión en viga de eje B-1	65
Figura 48. Espesor de soldadura en vigas del eje B-2	66
Figura 49. Platina en base eje B-2 nivel 2-3	67

Figura 50. Platina en base eje B-1 nivel 2-3	68
Figura 51. Platina en base eje A-1 nivel 2-3	68
Figura 52. Platina en base eje B-2 nivel 2-3	69
Figura 53. Platina en base eje B-3 nivel 3-4	69
Figura 54. Platina en base eje B-2 nivel 3-4	70
Figura 55. Platina en base eje B-1 nivel 3-4	70
Figura 56. Platina en base eje B-1 nivel 3-4	71
Figura 57. Dimensiones de zapata	72
Figura 58 Estudio de suelos en el sitio y exploración de cimentación	73
Figura 58 Esquema estructural	79
Figura 59 Espectro elástico de aceleraciones y coeficientes espectrales	80
Figura 60. Microzonificación Sísmica de la Refinería Ecopetrol Barrancabermeja	81
Figura 61. Espectro elástico de aceleraciones de diseño	85
Figura 62. Modelo tridimensional Sap 2000	86
Figura 63. Modos de vibración de la estructura	88
Figura 64. Niveles de entrepisos	90
Figura 65. Deriva de entrepisos 100% sismo X + 30% sismo Y	91
Figura 66. Deriva de entrepisos 100% sismo Y+ 30% sismo X	91
Figura 67. Índice de sobre-esfuerzo en columnas. Radio de interacción carga axial y Momentos alrededor de sus ejes	92
Figura 68. Índice de sobre-esfuerzo en vigas	93
Figura 69. Curva de capacidad Pushover sentido X (Estructura sin rehabilitar) (KN,m)	100
Figura 70. Curva de capacidad Pushover sentido Y (Estructura sin rehabilitar) (KN,m)	101
Figura 71. Punto de comportamiento análisis Pushover sentido X	102
Figura 72. Punto de comportamiento análisis Pushover sentido Y	103
Figura 73. Rótulas plásticas Push X y Push Y estructura sin rehabilitar	105
Figura 73A. Reforzamiento de columnas con platinas de acero	109

Figura 73B. Alzado reforzamiento estructura de concreto	110
Figura 73C. Encamisado de columnas estructura de concreto	111
Figura 73D. Sección transversal encamisado de columnas.	111
Figura 74. Periodos y modos de vibración	113
Figura 75. Derivas modelo rehabilitado y no rehabilitado $0.3Y+X$	114
Figura 76. Derivas modelo rehabilitado y no rehabilitado $0.3X+Y$	115
Figura 77. Índices de sobreesfuerzo en columna	116
Figura 77. Curva de capacidad Pushover sentido X (Estructura rehabilitada) (KN,m)	117
Figura 78. Curva de capacidad Pushover sentido Y (Estructura rehabilitada) (KN,m)	117
Figura 79. Curva de capacidad análisis Pushover sentido X	118
Figura 80. Curva de capacidad análisis Pushover sentido Y	119
Figura 81. Rotulas plásticas Push X y Push Y Estructura rehabilitada	121
Figura 82. Índices de sobreesfuerzo	123

RESUMEN

TÍTULO: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA Y REFORZAMIENTO DE UNA ESTRUCTURA INDUSTRIAL COMBINADA EN ALTURA CON PÓRTICOS DE CONCRETO Y ESTRUCTURA METÁLICA*

AUTORES: PERALTA HERNÁNDEZ, Miguel Antonio**
RANGEL MUÑOZ, José Luis

PALABRAS CLAVES: Vulnerabilidad de estructuras, Rehabilitación. Monografía.

DESCRIPCIÓN:

Una estructura se refuerza para impedir el colapso más no el daño, cuidar el patrimonio y salvar vidas Humanas. A partir de la norma de 1984, se ha tenido en cuenta algunos requisitos que permiten a las estructuras soportar un nivel de daño más alto sin que se presente el colapso. Estamos el día de hoy regidos por la norma NSR-10 que contempla la posibilidad de actualizar una estructura a los estándares de diseño actual.

El presente documento contiene una metodología para evaluar la vulnerabilidad sísmica de una estructura combinada en altura por pórticos de concreto en la parte inferior y continua con una estructura metálica en la parte superior. La finalidad de este documento consiste en aplicar los conceptos y metodologías aprendidas a lo largo de las clases de la especialización en estructuras que ofrece la Universidad Industrial de Santander.

El método de análisis utilizado es el recomendado por la norma sismo-resistente NSR-10, en su capítulo A10 (EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS ANTES DE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE VERSIÓN DEL REGLAMENTO) APÉNDICE A1 (RECOMENDACIONES SÍSMICAS PARA ALGUNAS ESTRUCTURAS QUE SE SALEN DEL ALCANCE DEL REGLAMENTO) APÉNDICE A-3 (PROCEDIMIENTO NO LINEAL ESTÁTICO DE PLASTIFICACIÓN PROGRESIVA "PUSH-OVER").

Cabe anotar que la forma en que se abordó este problema, no corresponde a una única solución y aunque existen nuevos materiales como también nuevas metodologías, somos conscientes que día a día la ingeniería se encuentra en un proceso actualización y tecnificación.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de ingeniería Civil, Especialización en estructuras, Director: CHIO CHO, Gustavo.

ABSTRACT

TITLE: SEISMIC VULNERABILITY STUDY AND REINFORCEMENT OF AN INDUSTRIAL STRUCTURE COMBINATED IN HEIGHT WITH CONCRETE FRAMES AND METAL STRUCTURE.*

AUTHORS:

Miguel Antonio Peralta Hernández**

José Luis Rangel Muñoz

KEY WORDS:

Vulnerability of structures, Rehabilitation. Monograph.

FRAMEWORK:

A structure is reinforced to prevent collapse but not damage, to provide care to the heritage and to save lives. From the standard 1984, some requirements have been taking into account that allow structures to endure a higher level of damage without having a collapse. We are today governed by the rule NSR-10 which provides the ability to upgrade a structure following current design standards.

This document contains a methodology for assessing seismic vulnerability of a combined structure in height by concrete frames at the bottom and continues with a metal structure on top. The purpose of this document is to apply the concepts and methodologies learned during the classes of specialization in structures offered by the Universidad Industrial de Santander.

The analytical method used is the standard recommended by the earthquake-resistant NSR-10, Chapter A10 (EVALUATION AND INTERVENTION OF BUILDINGS BUILT BEFORE THE VALIDITY OF THIS VERSION OF THE REGULATION) Appendix A1 (SEISMIC RECOMMENDATIONS FOR SOME STRUCTURES THAT ARE OUTSIDE THE SCOPE OF THE REGULATION) APPENDIX A-3 (NON LINEAR STATIC PROCEDURE OF PROGRESSIVE PLASTICIZING "PUSH-OVER").

It should be noted that the way that this problem was addressed does not correspond to a single solution, but there are new materials as well as new methodologies and we are aware that engineering is an update and modernization process every day

* Monograph

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de ingeniería Civil, Especialización en estructuras, Director: CHIO CHO, Gustavo

INTRODUCCIÓN

Las estructuras civiles mantienen cierto margen de seguridad sísmica siempre y cuando su capacidad límite exceda la demanda sísmica de los movimientos impuestos. Todas las edificaciones tienen una curva de capacidad y la evaluación analítica de la misma es motivo de desarrollo actual de técnicas de análisis estructural, que buscan conocer el comportamiento no lineal de todas las secciones de la misma estructura. Técnicas para el análisis como el PUSHOVER permiten construir curvas de este tipo para cualquier estructura, siempre y cuando se conozcan los diagramas de momento curvatura de todas las secciones que la componen.

La estructura intercambiador UNIBON en el Bloque No. 2 de la unidad de balance de UNIBON, localizada dentro de las instalaciones de la Gerencia Refinería de ECOPETROL S.A en la ciudad de Barrancabermeja, Santander, sirve de apoyo a un aerofriador que fue reemplazado por el nuevo Colled Heat Exchanger 2656A/B. La estructura de dimensiones simétricas, está conformada por 4 niveles y el sistema estructural es de pórticos y estructura metálica en la parte superior.

Se requiere realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica utilizando la microzonificación sísmica de la GRB, calculando el desempeño de todos los elementos que compone la estructura mediante el uso del método de PUSHOVER y diseñar una alternativa para encontrar un nivel de comportamiento de seguridad de la vida según el método de ATC40.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS A CUMPLIR EN LA MONOGRAFÍA

- Realizar una evaluación de daños en elementos estructurales con base en una inspección visual

- Determinar la vulnerabilidad sísmica de la estructura mediante un análisis no lineal Push-Over.
- Proponer una alternativa de reforzamiento estructural de acuerdo a la normativa existente y pertinente para este tipo de estructuras.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS UTILIZADOS

1.1.1 Procedimiento estático lineal (LSP). Cuando una estructura es analizada bajo el procedimiento estático lineal (*LSP Lineal Static Procedure*, en inglés), el diseño de fuerzas sísmicas, su distribución en la altura de la estructura, y las fuerzas interiores correspondientes y los desplazamientos del sistema son determinados usando un análisis estático considerando la estructura elástica lineal.

En el LSP, la estructura se modela con una rigidez linealmente elástica y el amortiguamiento viscoso equivalente con los valores aproximados esperados para cargas cercanas al punto de fluencia. Las fuerzas sísmicas de diseño para el LSP son representadas por fuerzas laterales estáticas cuya suma es igual al cortante basal (*seudocarga lateral*). En la metodología lineal del FEMA-273 la magnitud de la seudocarga lateral ha sido seleccionada con la intención de que cuando sea aplicada al modelo linealmente elástico de la estructura, esta resulta con amplitudes de desplazamiento que se aproximan a los máximos desplazamientos que se esperan durante el sismo de diseño. Si la estructura responde inelásticamente al sismo de diseño, como normalmente es el caso, las fuerzas internas que desarrolle la estructura a fluencia serán menores y tendrán una distribución diferente que las fuerzas internas calculadas con una base elástica.

En las metodologías lineales es común incluir tanto el amortiguamiento viscoso como el histerético mediante una disminución en la demanda sísmica. El espectro de entrada sísmica es amortiguado al valor correspondiente de amortiguamiento viscoso intrínseco que oscila entre el 3% y el 10%; de forma tal que se omite en el análisis espectral. El amortiguamiento histerético y la redundancia estructural se incluye indirectamente mediante el coeficiente de disipación de energía (R),

aceptando que al diseñar la estructura para fuerzas sísmicas inferiores sufrirá daño y de esta forma disipará la energía en exceso. Esta forma de plantear el diseño de estructuras nuevas responde a razones económicas, ya que los costos de construir estructuras que permanezcan elásticas durante el sismo de diseño son muy elevados. El criterio mínimo de diseño se basa en la protección de la vida de las personas y no en la protección de la estructura y su contenido.

Se supone que los desplazamientos sísmicos obtenidos son iguales a los desplazamientos inelásticos y que el coeficiente de disipación de energía es igual a la ductilidad a desplazamiento de la estructura.

La normativa colombiana (NSR-10) incluye el procedimiento lineal como procedimiento estándar. En esta normativa el método estático lineal se denomina *método de la fuerza horizontal equivalente*. El método se limita a estructuras regulares de menos de 20 niveles (60 metros) o estructuras irregulares que no tengan más de 6 niveles (18 metros). En general la NSR-10 clasifica las estructuras de acuerdo a su capacidad de disipación de energía, exigiendo detalles de diseño que garanticen dicha capacidad. Las fuerzas sísmicas de diseño son reducidas haciendo uso de un coeficiente de disipación de energía y con estas fuerzas reducidas se procede a realizar el diseño. La metodología utilizada para la evaluación de estructuras existentes en concepto es similar pero tiene algunas reglamentaciones adicionales (Ver A. 10, NSR-10).

Las aproximaciones tomadas para una edificación nueva no son directamente aplicables a una estructura existente, las cuales a menudo tienen una configuración estructural desfavorable, inadecuado detallamiento del refuerzo y material de calidad dudosa. Tales estructuras eventualmente pueden tener una resistencia adecuada pero no tener la capacidad dúctil requerida para garantizar una adecuada capacidad de disipación de energía. La guía FEMA-273, aplicable a estructuras existentes, presenta limitaciones importantes para la aplicación del

método lineal. Sólo se permite utilizar métodos lineales cuando la estructura responde elásticamente o con unos niveles de inelasticidad muy bajos. La aplicación del método lineal se restringe para estructuras con *relaciones demanda-capacidad (DCR, demand-capacity ratios, en inglés)* inferiores a 2.0 (se permiten DCR superiores si la estructura es regular). La relación demanda-capacidad se calcula como el cociente entre demanda sísmica elástica y la capacidad del componente. La DCR debe ser calculada sobre todos los elementos y para todas las acciones, dominando la relación más elevada. Adicionalmente, en sistemas regulares el método tiene serias limitaciones. La elección sobre cuál método lineal utilizar se realiza dependiendo de la altura (como máximo 30 metros para LSP) y de la configuración (no se permite LSP en configuraciones irregulares).

1.1.2 Procedimiento dinámico lineal (LDP). Bajo el procedimiento dinámico lineal (LDP linear Dynamicprocedure, en inglés), las fuerzas sísmicas de diseño, su distribución en la altura de la estructura, las fuerzas interiores correspondientes y los desplazamientos del sistema son determinados usando un análisis dinámico linealmente elástico.

Las bases del modelamiento y los criterios de aceptación del LDP son similares a aquellos para el LSP. La principal excepción es que los cálculos de la respuesta se llevan a cabo usando cualquier análisis espectral modal o análisis de registro en el tiempo. El análisis espectral modal se realiza usando espectros de respuesta linealmente elásticos los cuales no son modificados para tener en cuenta una respuesta no lineal prematura, es decir sólo se considera el amortiguamiento histerético. Como con el LSP, se espera que el LDP produzca desplazamientos que son aproximadamente correctos, pero producirá fuerzas interiores de distribución diferentes que excedan a aquellas que se obtendrían en una estructura fluyendo. Esta distribución de fuerzas no es necesariamente incorrecta, es una de las soluciones al problema.

Los desplazamientos calculados se deben comparar directamente con los valores permisibles. Las fuerzas interiores calculadas excederán generalmente a aquéllas que la estructura puede sostener debido a una anticipada respuesta inelástica de componentes y elementos. Es decir, si se tiene en cuenta el amortiguamiento histerético de la estructura o trabajo inelástico, las fuerzas que se presentan en los componentes serán inferiores a las obtenidas con el LDP.

El método LDP puede ser ejecutado usando dos métodos de análisis, a saber: el método del espectro de respuesta y el método del análisis de registro en el tiempo, en nuestro caso se aplica el primero de éstos.

El método del espectro de respuesta usa los picos de las respuestas modales calculadas de un análisis dinámico de un modelo matemático. Sólo los modos que contribuyen significativamente a la respuesta necesitan ser considerados. Las respuestas modales se combinan usando métodos racionales para estimar la cantidad de respuesta total de la estructura.

1.1.3 Análisis estático no lineal (Pushover). El foco central del procedimiento de análisis no lineal simplificado es el desarrollo de la curva de capacidad o curva “pushover”. Esta curva representa el desplazamiento lateral como función de la fuerza aplicada a la estructura. Este procedimiento utiliza análisis elásticos secuenciales, superpuestos para aproximar el diagrama de fuerza de desplazamiento.

El modelo matemático de la estructura se modifica para contar con los elementos y componentes que llegan a la plastificación y reducen su resistencia. Proceso que continuará hasta que la estructura se vuelva inestable o hasta que un límite determinado es alcanzado. Gracias a la tecnología actual, los modelos computacionales pueden ser desarrollados y modelar el comportamiento no lineal creando esta curva.

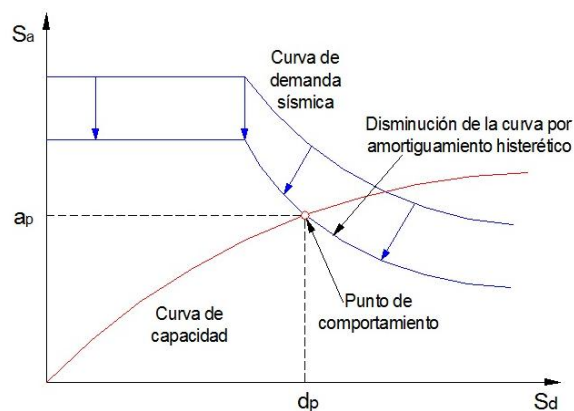
La curva de capacidad es generalmente construida para representar el primer modo de respuesta de la estructura basado en la suposición de que el periodo fundamental es el que predomina y generalmente válido en estructuras con periodos fundamentales alrededor del segundo. Es el analista quien debe considerar el efecto de los otros modos.

Existen diversos métodos de análisis estático no lineal para evaluar las estructuras existentes del presente estudio de investigación; que evalúan la capacidad de edificación con la demanda del sismo; y la demanda, como ya se ha mencionado, es la representación del movimiento del suelo debido al sismo.

Superponiendo el espectro de capacidad y el espectro de demanda sísmica se halla un punto conocido como punto de desempeño; en el cual se representa la respuesta estructural correspondiente al modo fundamental de vibración en términos de pseudo-aceleración y pseudo-desplazamiento asociado al máximo desplazamiento.

1.2 DISEÑO Y ANALISIS POR DESEMPEÑO SISMICO

Figura 1. Curva demanda-capacidad



El diseño basado en desempeño sísmico consiste en la correcta selección de esquemas para el cálculo y dimensionamiento, la selección de estrategias apropiadas para la construcción y funcionalidad del edificio basándose en un nivel determinado de respuesta que se quiera para elementos estructurales como no estructurales. Todas estas consideraciones son únicas en cada proyecto y dependen en gran parte de los costos. La definición de comportamiento esperado para una estructura durante movimientos sísmicos de diferentes intensidades debe ser establecida en una manera cualitativa para una primera fase conceptual, fase sobre la cual el desempeño sísmico de las estructuras se establece sobre tres conceptos fundamentales: Nivel de desempeño, nivel de amenaza y el desempeño esperado para la edificación.

1.2.1 Nivel de desempeño. Un nivel de desempeño describe una condición de estado límite la cual se considera satisfactoria para una estructura dada una acción sísmica; la seguridad de los ocupantes y la posterior funcionalidad de la estructura después de esta.

1.2.2 Propuesta del documento ATC-40. En el ATC-40, se consigna separadamente el nivel de desempeño para la estructura. El nivel de desempeño de la estructura es la combinación de los niveles de desempeño estructural y no estructural y son designados por nombre y letra. Los niveles de desempeño como Ocupación Inmediata (IO), Seguridad de la Vida (LS) y Estabilidad Estructural son estados discretos de daño que pueden ser usados directamente en la evolución y poder definir un criterio técnico. Otras designaciones de desempeño como control de daño, Seguridad Limitada y No Considerado son importantes rangos intermedios que esquematizan y dan referencia directa a la variedad de los niveles de desempeño de una estructura. Estas descripciones de daño aceptables son similares a las usadas en FEMA 273; y similares en concepto; mas no en terminología a las descritas por el comité VISION 2000 1. A continuación se

presentan los diferentes niveles tanto estructurales como No estructurales. (SP-n) significa “Structural Performance” y (NP-n) significa “Nonstructural Performance”.

- **Niveles Estructurales (SP-n):**

- **Ocupación Inmediata (SP-1):** El estado de daño después del sismo en el cual un daño muy limitado ha ocurrido, y el sistema de resistencia lateral y vertical de fuerzas del edificio permanece sin alteraciones. Las pérdidas de vida debidas a una falla estructural son insignificantes y el edificio es seguro para un ilimitado ingreso y egreso de los ocupantes.

- **Control de daño (SP-2):** También llamado Daño limitado, no se especifica cómo un nivel y varía entre los niveles de Ocupación Inmediata y seguridad de la Vida. Ejemplos de control de daño incluyen la protección de edificios arquitectónicamente importantes e históricos. El desempeño esperado de la mayoría de los nuevos edificios para un evento del 10% de probabilidad de ocurrencia en 50 años probablemente estarán en este rango. La vida de los ocupantes no esta en peligro aunque es posible que sean afectados.

- **Seguridad de la Vida (SP-3):** El estado de daño post-sismo en el cual algún daño significativo en la estructura ha ocurrido, pero el margen contra el colapso parcial permanece. La mayoría de los componentes estructurales no se han dislocado y caído y el riesgo de amenaza de lesiones a la vida por parte de un daño estructural es muy bajo. Pueden necesitarse reparaciones estructurales para la reocupación de la estructura. Este nivel de desempeño asocia costos elevados a las reparaciones estructurales.

- **Seguridad Limitada (SP-4):** Es un rango de estado de daño post-sismo que está entre la Seguridad de la vida y la Estabilidad Estructural. Tiene un elevado peligro para los ocupantes.

- **Estabilidad Estructural (SP-5):** Este nivel es el límite de daño estructural después del sismo en el cual el sistema estructural está en el borde de experimentar un colapso parcial o total. Un daño substancial en la estructura ha ocurrido; potencialmente incluyendo una significativa degradación de la rigidez y resistencia lateral de las fuerzas. Sin embargo todos los componentes significantes del sistema de resistencia para cargas gravitacionales continua funcionando. La estabilidad global del edificio aun se mantiene; pero existe un riesgo significativo de lesiones debido a elementos que han fallado. Posibles replicas pueden llevar la estructura al colapso. Para la readecuación y reocupación del edificio se deben hacer reparaciones significativas.

- **No Considerado (SP-6):** No es un nivel; pero provee un rango para situaciones donde la evaluación sísmica de elementos no estructurales o rehabilitación tiene lugar.

- **Niveles para elementos no estructurales (NP-n).** Describen los posibles estados de daño de los componentes no estructurales. Para tal fin, se definen cuatro estados de daño: Operacional, Ocupación Inmediata, Seguridad de la Vida y Riesgo Reducido.

- **Operacional (NP-A):** Después del sismo los sistemas, componentes y elementos no estructurales permanecen sin daño y funcionando. Todos los equipos y maquinarias deben permanecer operativos; aunque algunos servicios externos no estén del todo disponibles.

- **Ocupación Inmediata (NP-B):** El estado de daño no estructural en el cual los sistemas, componentes y demás elementos permanecen en su sitio, con pequeñas interrupciones que no comprometen o limitan su funcionamiento. Se mantiene un estado de seguridad para los ocupantes.

- **Seguridad de la Vida (NP-C):** Contempla considerable daño en sistemas, componentes y elementos no estructurales, pero sin colapso o interrupción de los mismos y un riesgo bajo que atente seriamente contra los ocupantes de la estructura. Si en esta existen componentes peligrosos, no debe haber daños; sin embargo el equipamiento y la maquinaria pueden quedar fuera de servicio.

- **Riesgo Reducido (NP-D):** Incluye importante daño en los sistemas, componentes y elementos no estructurales, pero sin colapso de los grandes y pesados elementos que pongan en peligro a las personas. El peligro de amenaza y lesión a la vida es alto dado por los elementos no estructurales.

- **No Considerado (NP-E):** No corresponde con un nivel de desempeño de los componentes no estructurales, pero es una condición en la cual sólo se incluye una evaluación de elementos estructurales.

- **Niveles de desempeño de la estructura:** Estos describen los posibles estados de daño para la estructura. Estos niveles de desempeño se obtienen de la combinación apropiada de los niveles de desempeño estructural y no estructural. En la tabla A.1 se muestran las posibles combinaciones donde se destacan e identifican cuatro niveles de desempeño de estructuras más comúnmente referenciada que son: Operacional (1-A), Ocupación Inmediata (1-B), Seguridad de la Vida (3-C) y Estabilidad Estructural (5-E); entre otras posibles combinaciones. El término NR corresponde a niveles de desempeño No Recomendables, y que no se consideran para evaluación. Con el propósito de evaluar la estructura en estudio, se utilizará la metodología ATC-40; gracias a su adaptación con el programa SAP2000; y observar el nivel de daño estructural y no estructural. Esto conllevará a la determinación del desempeño global de la estructura en estudio de la manera más técnica posible hasta el momento.

Tabla 1. Combinaciones de desempeño estructural y no estructural para edificaciones

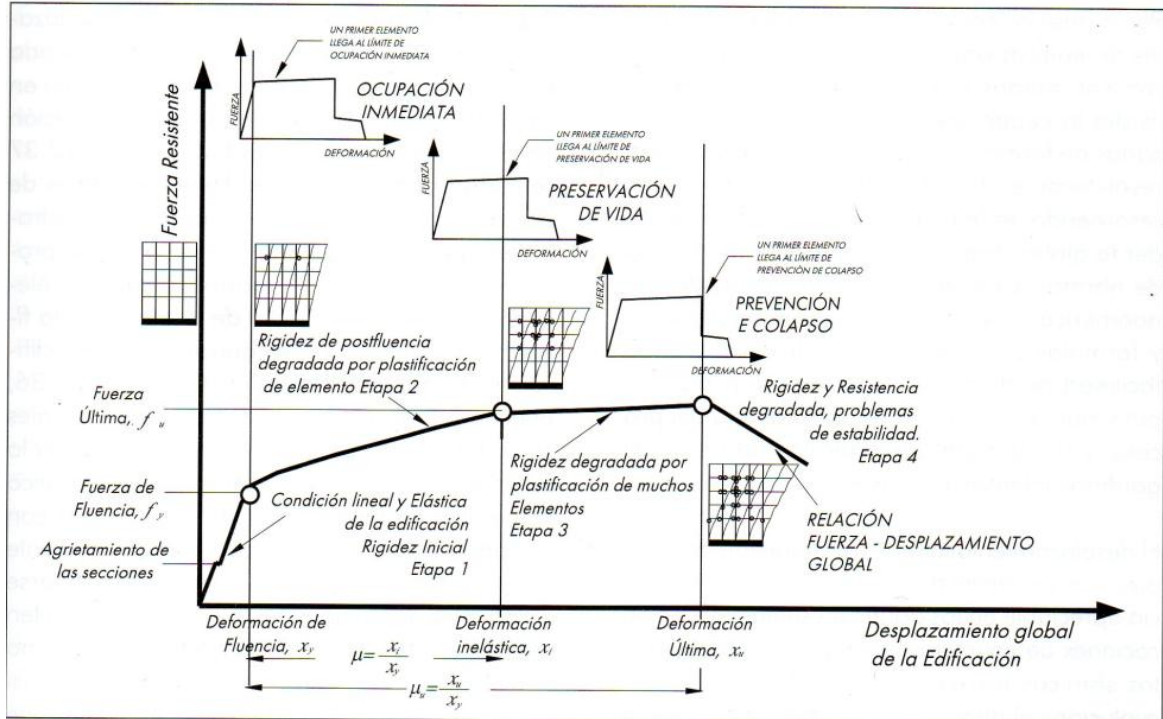
NIVELES DE DESEMPEÑO	SP-1 Ocupación Inmediata	SP-2 Daño Controlado (Rango)	SP-3 Seguridad de la vida	SP-4 Seguridad limitada (Rango)	SP-5 Estabilidad Estructural	SP-6 No Considerado
NP-A Operacional	1-A	2-A	NR	NR	NR	NR
NP-B Inmediata	1-B	2-B	3-B	NR	NR	NR
NP-C Seguridad de la vida	1-C	2-C	3-C	4-C	5-C	6-C
NP-D Riesgo reducido	NR	2-D	3-D	4-D	5-D	6-D
NP-E No Considerado	NR	NR	3-E	4-E	5-E	No Aplica

Estos niveles de desempeño se describen en la siguiente forma:

- **Operacional (1-A):** Se relaciona básicamente con la funcionalidad. Los daños en componentes estructurales son limitados. Los sistemas y los elementos no estructurales permanecen funcionando. Cualquier reparación requerida no perturba ninguna función. Se mantiene la seguridad de los ocupantes y las funciones de los servicios de la edificación.
- **Ocupación Inmediata (1-B):** Corresponde al criterio más usado para edificaciones que esencialmente deben ser ocupadas. Los espacios y sistemas de las estructura deben ser utilizables por la continuidad de sus servicios primarios. Servicios secundarios presentan interrupciones de fácil e inmediata reparación. Se mantiene la seguridad de los usuarios.

- **Seguridad de la Vida (3-C):** Corresponde a un estado de daños que presentan una baja probabilidad de atentar contra la vida. Constituye el nivel de desempeño que la edificación alcance con la aplicación en los actuales códigos de diseño sísmico. Se caracteriza por presentar daños limitados en los componentes estructurales y el eventual fallo de los no estructurales primarios.
- **Estabilidad Estructural (5-E):** Para este estado de daño prácticamente no queda reserva alguna del sistema de resistencia lateral, y de esta forma poder soportar replicas. Su sistema de capacidad de resistencia vertical se mantiene, pero el peligro de la vida de los ocupantes es muy alto. Existe un daño tal, que la revisión de los componentes estructurales no se requiere. Se exige un desalojo de la estructura. Existen otras combinaciones menores que pueden ser consultadas en el documento ATC-40.

Figura 2. Niveles de desempeño



2. MATERIALES Y ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

2.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE SOBRE EL PROCESO CONSTRUCTIVO

Existen solo planos arquitectónicos de los levantamientos actualmente realizados a la estructura. No se encontró ninguna información sobre memorias y planos estructurales de la edificación. Ecopetrol S.A., suministró los siguientes datos obtenidos de un estudio en campo realizado por la Empresa Dalmo S.A. en el año 2010.

2.2 EXPLORACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Se realizaron algunas actividades de exploración física de la estructura para definir sus características propias, dimensiones de los elementos estructurales, la naturaleza, cantidad y clase de los refuerzos, el nivel de conservación y cualquier indicio que afectara el comportamiento de la misma.

Las actividades de exploración física de la estructura consistían en la extracción de núcleos de algunos elementos y de la realización de regatas con el fin de identificar la naturaleza del refuerzo presente en los elementos estructurales.

Se realizó la extracción de seis (6) testigos de concreto. Las especificaciones del equipo utilizado son las siguientes:

Anclaje de equipo sistema corte diamantado HILTI DD-200 (110 VOL-15 AMP), refrigeración con agua potable y fijación mecánica HDI diámetro de 3/8" HILTI

Figura 3. Equipo utilizado en la extracción de testigos



Figura 4. Taladrado para la extracción de testigo col Eje B-1



Figura 5. Extracción del testigo col Eje B-1



Figura 6. Taladrado para la extracción de testigo viga eje B 1-2



Figura 7. Taladrado para la extracción de testigo viga 2 eje B



Figura 8. Columna Eje B-2 posterior a la extracción del testigo



Para la extracción de los testigos se utilizaron dos brocas, una broca diamantada de diámetro de 3"x14" y una profundidad de corte de 8" a 10" y una broca diamantada de diámetro de 2"x14" y una profundidad de corte de 8" a 10". La utilización de cada broca obedece al espaciamiento presente entre los refuerzos longitudinales encontrados en cada columna ya que el propósito era la extracción de la muestra evitando el daño al acero de refuerzo existente.

El corte del testigo se hizo más o menos con una longitud de dos veces el diámetro. Se cortó con un sistema diamantado de disco de 9" de diámetro y se llevaron posteriormente a laboratorio para ser ensayados.

En la tabla 2 se presentan las dimensiones de cada testigo.

Tabla 2. Descripción de los testigos extraídos

ELEMENTO	Ø (cm)	LONGITUD (cm)
Columna eje B1	6.8	14.0
Columna eje B2	6.7	14.6
Columna eje A1	7.0	14.5
Columna (2 nivel) eje B2	7.0	14.5
Viga eje B (1-2)	7.0	14.7
Viga 2 eje B (2-3)	7.0	14.5

Figura 9. Núcleos extraídos



Figura 10. Vista al interior de la columna B-2 luego de la extracción del núcleo



Figura 11. Identificación de núcleos



Figura 12. Realización de regata horizontal



Figura 13. Refuerzo longitudinal encontrado en columna B-3



Figura 14. Identificación de diámetros y espaciamientos de refuerzo longitudinal



Figura 15. Refuerzo transversal de viga intermedia del eje 2



Figura 16. Refuerzo longitudinal de viga intermedia del eje 2



Resumiendo de manera general, durante este proceso de exploración se observó que el refuerzo visualmente se encontraba en buen estado y que la calidad en la construcción era buena.

Para el refuerzo longitudinal en columnas encontramos que está conformado por aproximadamente 12 barras corrugadas de $3/4''$ separadas 0.14 m en promedio. Para el refuerzo transversal en columnas encontramos estribos de barras corrugadas de diámetro $3/8''$ aproximadamente, con separaciones del orden de 0.2 m. En el caso de las vigas, se encontró 5 barras corrugadas de $3/4''$ separadas cada 0.08 m de refuerzo longitudinal, y a su vez el refuerzo transversal está compuesto por barras corrugadas de $3/8''$ aproximadamente cada 0.20 m.

Luego de realizada la toma extracción de los testigos y las regatas, se procede a la realización de los ensayos a la compresión de los testigos. Este ensayo se realizó el día 30 de Noviembre de 2010 en las instalaciones de SECOIN LTDA ubicada en la calle 73 N° 31-14 barrio la floresta de la ciudad de Barrancabermeja.

Figura 17. Testigos a ensayar.



En este laboratorio, se procede al ensayo de los testigos de concreto. La maquina utilizada para los ensayos a compresión de los testigos consta de una prensa con indicador digital. Los certificados de calibración de este equipo se presentan a continuación.



PINZUAR
LTDA

LABORATORIO DE METROLOGÍA
ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Calibration certificate

Número : 0085

Number Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA:

Instrument

Rangos

Measurement range

FABRICANTE

Manufacture by

Modelo

Model

Serie

Identification number

Ubicación de la máquina

Location of the machine

Norma utilizada

Norm of used reference

Intervalo calibrado

Calibrated interval

Solicitante

Customer

Dirección

Address

Ciudad

PATRON(ES) UTILIZADO(S)

Tipo / Modelo

Type / Model

Fabricante

Manufacture by

No. serie

Identification number

Certif. de calibr.

Report of calibration

Fecha de validez

Date of validity

Incert. Med. (%)

uncertainty of measurement

Método de calibración

Method of calibration

Unidades de medida

units of measurement

FECHA DE CALIBRACIÓN

Date of calibration

FECHA DE EXPEDICIÓN

Date of issue

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS

Number of pages of this certificate and documents attached

3

FIRMAS AUTORIZADAS

Authorized Signature(s)

Fis. Andres Felipe Roa

Director Laboratorio Metrología (e).

MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

100 000 kgf

No Presenta

MATRIX

SK243601

Laboratorio SECOIN LTDA., Planta La Argelia Obra 364

NTC - ISO 7500 - 1 (2007 - 07 - 25)

Escala (s)

100 000 kgf

De ... a

20% - 100%

SECOIN LTDA.

Calle 73 No. 31 - 14

Barrancabermeja - Santander

Celda de Carga / No Presenta

No Presenta

17 409

SIC 19707

2012 - 06 - 14

± 0,076

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades (SI)

2010 - 07 - 06

2010 - 07 - 12

Celda de Carga / YLR - 3F

No Presenta

2009.11 159

SIC 19685

2012 - 06 - 07

± 0,096

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente excepto cuando se haya obtenido, previamente, permiso por escrito del laboratorio que lo emite.

This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate must not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.

Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made.

El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o la información contenida en este certificado.

The issuing laboratory assumes no responsibility for any ensuing damages due to the misuse of the calibrated instruments and/or the information of this certificate.

CALLE 18 Nº 103 B- 72 Telefax: 545 49 57 / 415 70 20 / 418 0984 / 413 03 83 Bogotá D.C. - COLOMBIA
www.pinzuar.net Email: labmetrologia@pinzuar.net - ventas@pinzuar.net



PINZUAR
LTDA

LABORATORIO DE METROLOGÍA
ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO



ACREDITADO
Res. No. 12215 de la
Superintendencia de
Industria y Comercio
del 26 de Febrero de 2010

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 0085

Pág. 2 de 3

Método de calibración: **FUERZA INDICADA CONSTANTE**

Tipo de instrumento: Prensa con Indicación Digital

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA: 100 000 kgf Resolución: 10 kgf Dirección de la carga: Compresión
100 000 kgf 10 kgf Factor de conversión: 1,0 kgf/kgf

Indicación de la máquina (F _i)		Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	kgf	1(Asc)	2(Asc)	2(Desc)	3(Asc)	4(Asc)
		kgf	kgf	kgf	kgf	kgf
20	20 000	19 908,8	19 939,2	No aplica	19 898,7	No aplica
30	30 000	30 006,1	30 056,7	No aplica	30 117,5	No aplica
40	40 000	40 072,4	40 011,7	No aplica	40 183,8	No aplica
50	50 000	49 866,4	49 927,2	No aplica	49 988,0	No aplica
60	60 000	59 926,4	59 855,5	No aplica	60 108,8	No aplica
70	70 000	69 970,5	70 071,9	No aplica	70 183,4	No aplica
80	80 000	79 980,0	79 929,3	No aplica	80 182,9	No aplica
90	90 000	90 007,2	90 179,8	No aplica	90 342,3	No aplica
100	100 000	100 094	100 227	No aplica	100 470	No aplica
Indicación después de carga:		0	0	No aplica	0	No aplica

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA: 100 000 kgf Incertidumbre de los patrones: $\pm 0,038\%$ y $\pm 0,048\%$

Indicación de la máquina (F _i)		Cálculo de errores relativos				Resolución	Incertidumbre relativa
%	kgf	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios		
		q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)	U (%) k = 2
20	20 000	0,42	0,20	No aplica	No aplica	0,050	0,15
30	30 000	-0,20	0,37	No aplica	No aplica	0,033	0,23
40	40 000	-0,22	0,43	No aplica	No aplica	0,025	0,27
50	50 000	0,15	0,24	No aplica	No aplica	0,020	0,17
60	60 000	0,06	0,42	No aplica	No aplica	0,017	0,27
70	70 000	-0,11	0,30	No aplica	No aplica	0,014	0,20
80	80 000	-0,04	0,32	No aplica	No aplica	0,013	0,22
90	90 000	-0,20	0,37	No aplica	No aplica	0,011	0,24
100	100 000	-0,26	0,38	No aplica	No aplica	0,010	0,24
Error de cero fe (%)		0,0	0,0	No aplica	0,0	No aplica	Err máx.(0) = 0

Nombre del Técnico: Brayan Martínez



PINZUAR
LTDA

LABORATORIO DE METROLOGÍA
ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO



ACREDITADO
Res. No. 12215 de la
Superintendencia de
Industria y Comercio
del 26 de Febrero de 2010

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 0085

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA 100 000 kgf

Error de exactitud 0,42 %

Error de repetibilidad 0,43 %

Error de Reversibilidad No aplica

Error de cero 0,00 %

Error por accesorios No aplica

Resolución 0,05 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica colombiana NTC - ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 100 000 kgf Compresión

CLASE 0,5 Desde el 20 %

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición esta dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración.

Calculada con una factor de cobertura $k = 2$

Temperatura de prueba °C

Temp. Inicial

28,2 °C

Temp. Final

27,9 °C

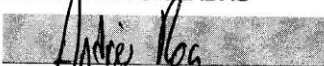
TRAZABILIDAD

El Laboratorio de Metrología de Pinzuar Ltda. asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la División de Metrología de la Superintendencia de Industria y Comercio. (DM-SIC)

OBSERVACIONES.

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen funcionamiento
2. Los informes de calibración sin las firmas no tienen validez.
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7500-1)
5. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No 0085

FIRMAS AUTORIZADAS



Fis. Andres Felipe Roa

Director Laboratorio Metrología (e).

CALLE 18 N° 103 B- 72

Telefax: 545 49 57 / 415 70 20 / 418 0984 / 413 03 83

Bogotá D.C. - COLOMBIA

www.pinzuar.net

Email: labmetrologia@pinzuar.net - ventas@pinzuar.net

Figura 18. Prensa con indicador digital para ensayos de compresión.



Estos ensayos de resistencia a la compresión de muestras de concreto siguen la normatividad ICONTEC 550 – 673. Los resultados obtenidos mediante este ensayo se presentan a continuación.

Figura 19. Testigo Col eje B-1 durante el ensayo a compresión



Figura 20. Probeta Col eje B-1 después de prueba



Figura 21. Resistencia ultima del testigo Col eje B-1 después del ensayo a compresión



Figura 22. Testigo col eje B-2 durante el ensayo a compresión



Figura 23. Probeta col eje B-2 después de prueba



Figura 24. Resistencia ultima del testigo col eje B-2 después del ensayo a compresión



Figura 25. Testigo col eje A-1 durante el ensayo a compresión



Figura 26. Probeta col eje A-1 después de prueba



Figura 27. Resistencia ultima del testigo col eje A-1 después del ensayo a compresión



Figura 28. Testigo viga eje B 2-3 durante el ensayo a compresión



Figura 29. Resistencia ultima del testigo viga eje B 2-3 después del ensayo a compresión



Figura 30. Testigo col 2nivel eje B 2 durante el ensayo a compresión



Figura 31. Probeta col 2nivel eje B 2 después de prueba



Figura 32. Resistencia ultima del testigo col 2nivel eje B 2 después del ensayo a compresión



Figura 33. Testigo viga eje B 1-2 durante el ensayo a compresión



Figura 34. Probeta viga eje B 1-2 después de prueba



Figura 35. Resistencia ultima del testigo viga eje B 1-2 después del ensayo a compresión



Al calcular la varianza proveniente del conjunto de resultados se puede decir que

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

la varianza es igual a 396452.56

y a su vez la desviación estándar

$$s = \sqrt{s^2}$$

da un resultado de 629.645

En conclusión, si suponemos que los resultados que arroja el ensayo de resistencia a la compresión de muestras de concreto poseen una distribución casi normal con una media de 2428.83 Psi y un desviación de 629.645 Psi se puede afirmar que en el caso de tomar una muestra aleatoria dentro de los elementos estructurales de concreto de la estructura, la probabilidad de que esta probeta arrojase un valor de resistencia ultima en el intervalo (1799.18 Psi, 3058.48 Psi) es del 68%, y a su vez la probabilidad de que esta probeta arrojase un valor de resistencia ultima en el intervalo (1169.54 Psi, 3688.13 Psi) es de un 95%.

2.3 CARACTERIZACIÓN DE UNIONES DE ACERO

Dentro del estudio se llevo a cabo la inspección de las uniones de acero de la estructura, la cual se realizó identificando las dimensiones actuales de los elementos, el nivel de deterioro debido a la corrosión y los espesores de soldadura de las uniones.

La información obtenida de esta inspección se presenta a continuación.

Figura 36. Vigas tipo UPN 160X4280 LONG del eje A-3

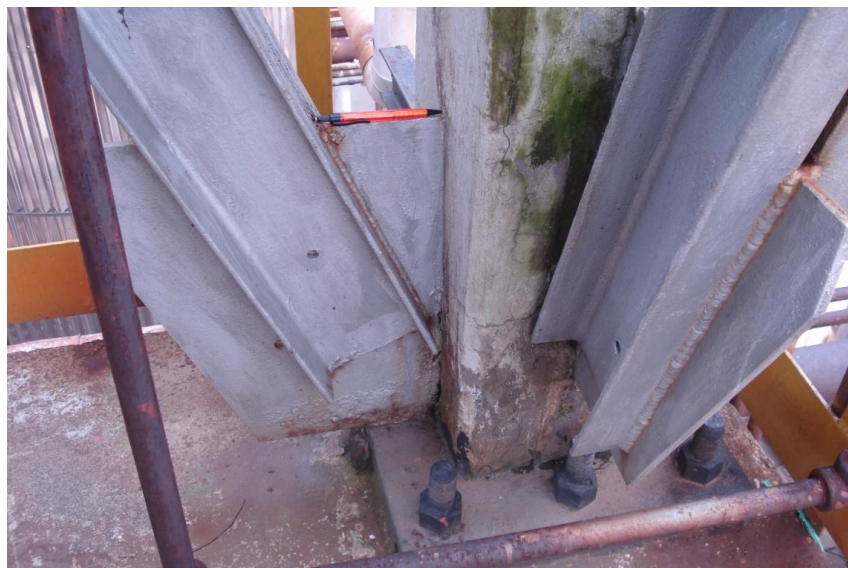


Figura 37. Viga tipo UPN 160X4280

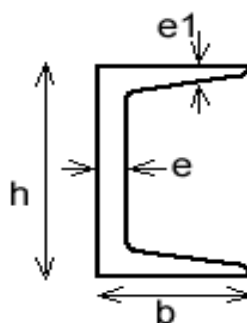


Tabla 2. Dimensiones viga UPN 160X4280

h	16
e	0.75
e1	1.05
b	6.5

Figura 38. Caracterización de elementos metálicos a través del uso de un calibrador universal



Figura 39. Viga UPN 160 eje A-1 costado derecho



Figura 40. Viga UPN 160 eje A-2 costado izquierdo



Tabla 3. Dimensiones vigas UPN 160X4280 del eje A-1

EJE A1			
IZQUIERDA		DERECHA	
e	1	e	1
	0.82		0.9
e1	1.01	e1	1.1
	1		1.29
	1.11		1.1
	1.075		1
b	6.5	b	6.7
	6.61		6.6

Tabla 4. Dimensiones vigas UPN 160X4280 del eje A-2

EJE A2			
IZQUIERDA		DERECHA	
e	0.85	e	1.01
	0.74		0.9
e1	1.09	e1	1.02
	1		1.02
	1.09		1.05
	1.08		1
b	6.6	b	6.58
	6.56		6.61

Tabla 5. Dimensiones vigas UPN 160X4280 del eje A-3

EJE A3			
IZQUIERDA		DERECHA	
e	0.71	e	1
	0.78		0.9
e1	1.01	e1	1
	1.1		1.02
	1.08		1.04
	1.09		1.02
b	6.51	b	6.5
	6.58		6.6

Tabla 6. Dimensiones vigas UPN 160X4280 del eje B-1

EJE B1			
IZQUIERDA		DERECHA	
e	0.74	e	0.85
	0.81		0.78
e1	1.05	e1	1.05
	0.98		1.14
	1.1		1.04
	1.12		1.01
b	6.54	b	6.58
	6.55		6.56

Tabla 7. Dimensiones vigas UPN 160X4280 del eje B-2

EJE B2			
IZQUIERDA		DERECHA	
e	0.79	e	0.8
	0.82		0.8
e1	1.1	e1	0.98
	1		0.99
	1		1
	0.98		1
b	6.45	b	6.5
	6.62		6.52

Tabla 8. Dimensiones vigas UPN 160X4280 del eje B-3

EJE B3			
IZQUIERDA		DERECHA	
e	0.92	e	1
	0.8		0.9
e1	1.01	e1	1.02
	1.02		0.9
	1		0.97
	1.02		1.01
b	6.52	b	6.6
	6.5		6.51

Con relación a los espesores de soldadura de las uniones y el estado de deterioro actual de las vigas debido a la corrosión, se logró recolectar la siguiente información.

Tabla 9. Espesores de soldadura y nivel de deterioro por corrosión

	NIVEL 2-3			
	IZQUIERDO		DERECHO	
	tw (mm)	Corrosion	tw (mm)	Corrosion
A-1	8.3	M	10.0	M
A-2	9.2	M	8.0	M
A-3	9.0	M	9.0	M
B-1	9.7	M	7.3	M
B-2	8.5	M	6.8	M
B-3	8.3	M	8.0	M

Corrosión: Alto (A), Medio (M), Bajo (B).

Figura 41. Espesor de soldadura viga del eje A-1



Figura 42. Espesor de soldadura viga del eje A-3

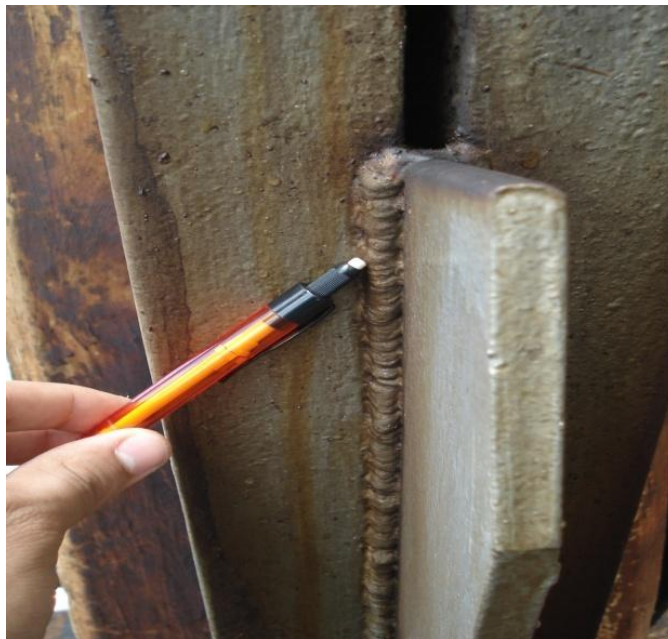


Figura 43. Evidencia de corrosión en viga de eje B-3



Figura 44. Evidencia de corrosión en viga de eje B-3



Figura 45. Evidencia de corrosión en viga de eje B-2



Figura 46. Evidencia de corrosión en viga de eje A-2



Figura 47. Evidencia de corrosión en viga de eje B-1



Los siguientes son los datos obtenidos en el nivel superior (3-4).

Tabla 10. Espesores de soldadura y nivel de deterioro por corrosión

	NIVEL 3-4			
	IZQUIERDO		DERECHO	
	tw (mm)	Corrosion	tw (mm)	Corrosion
A-1	6.5	M	8.5	M
B-1	8.0	M	8.2	M
B-2	7.0	M	7.0	M
B-3	8.0	M	6.7	M

Corrosión: Alto (A), Medio (M), Bajo (B).

Figura 48. Espesor de soldadura en vigas del eje B-2



Dentro de la caracterización de los elementos metálicos, también se tuvo en cuenta las platinas en base en el nivel 2-3 y en el nivel 3-4.

Tabla 11. Caracterización de platinas en base nivel 2-3

	PLATINAS EN BASE			
	NIVEL 2-3			
	# PERNOS	h PERNO (cm)	ESPESOR (cm)	DIMENSION (cm)
A-1	6.00	10.00	3.65	50X50
A-2	6.00	10.00	3.35	50X50
A-3	6.00	10.00	3.60	50X50
B-1	6.00	10.00	3.54	50X50
B-2	6.00	9.80	3.55	50X50
B-3	6.00	10.00	3.67	50X50

Tabla 12. Caracterización de platinas en base nivel 3-4

	PLATINAS EN BASE		
	NIVEL 3-4		
	# PERNOS	ESPESOR (cm)	DIMENSION (cm)
A-1	4.00	3.65	30X30
B-1	4.00	4.00	30X30
B-2	4.00	3.55	30X30
B-3	4.00	5.40	30X30

Figura 49. Platina en base eje B-2 nivel 2-3

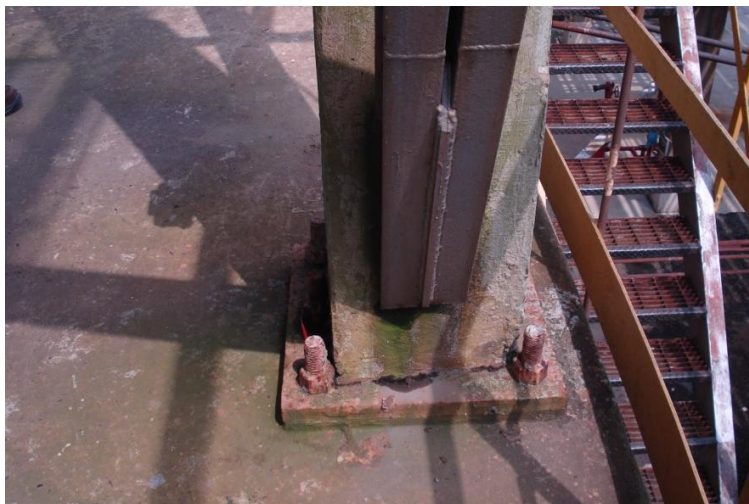


Figura 50. Platina en base eje B-1 nivel 2-3



Figura 51. Platina en base eje A-1 nivel 2-3



Figura 52. Platina en base eje B-2 nivel 2-3



Figura 53. Platina en base eje B-3 nivel 3-4



Figura 54. Platina en base eje B-2 nivel 3-4



Figura 55. Platina en base eje B-1 nivel 3-4



Figura 56. Platina en base eje B-1 nivel 3-4



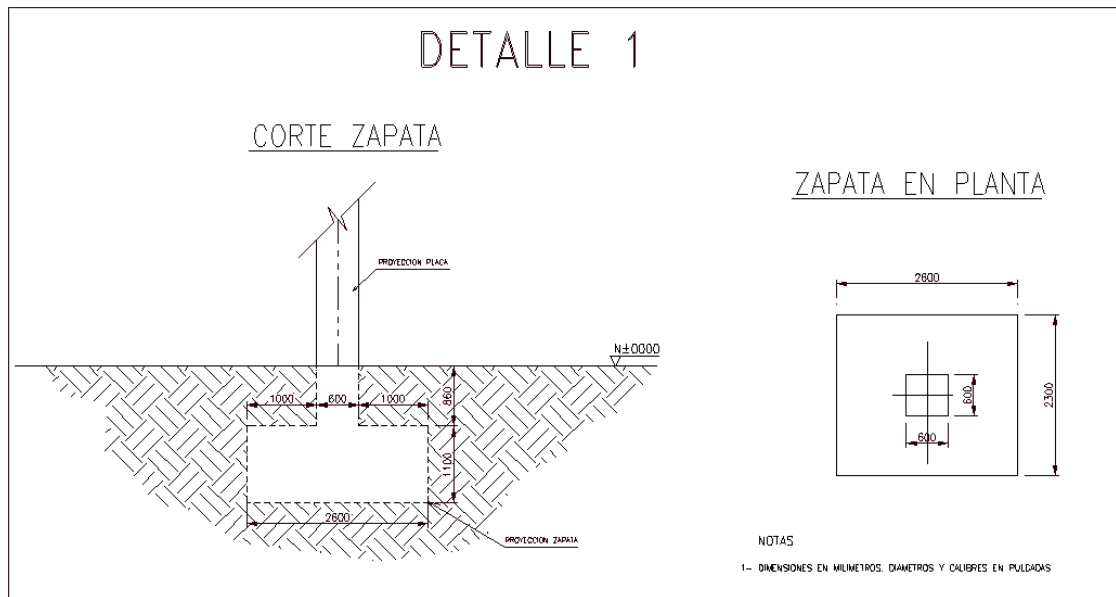
De la fase de caracterización de uniones de acero, posterior al análisis de la información recolectada se puede afirmar que las dimensiones de los elementos de acero son coherentes con las dimensiones de las vigas tipo identificadas en el plano GRB-209006-2199-IB-CV-PL-003 R 0. No se encontró ningún elemento que presentara cambios en sus dimensiones por deterioro de su sección transversal debida a la corrosión.

De igual manera la corrosión percibida en los elementos de acero de la estructura fue identificada con un nivel de afectación medio, pero que en si no representa un factor de gran relevancia para el optimo desempeño de la estructura. De igual manera se sugiere que sea llevado a cabo el mantenimiento de dichos elementos, con el fin de evitar el avance de la corrosión y el deterioro que esta le pueda generar a los elementos.

2.4 EXPLORACIÓN DE CIMIENTOS

Dentro de la identificación de las condiciones actuales de la estructura se realizó la exploración del cimiento ubicado en el eje B-1, donde se pudo identificar una zapata que presentaba las siguientes dimensiones:

Figura 57. Dimensiones de zapata



Zapata eje B-1, céntrica de 2.6 m X 2.3 m con una longitud de desplante de 1.96 m y un espesor 1.1 m.

Figura 58 Estudio de suelos en el sitio y exploración de cimentación



2.5 MATERIALES EMPLEADOS EN EL MODELAMIENTO ESTRUCTURAL

Concreto $f'_c=17$ MPa

$E_c=16.08$ GPa

Acero de refuerzo $f_y=420$ MPa corrugado. Se encuentra en buen estado.

El factor de importancia para la estructura es definido por ECOPETROL como $I=1.25$

La presencia de algunas fisuras en la estructura requiere que se realice el análisis con secciones fisuradas. Ver C.10.10.4.1. NSR-10

Momento de inercia en columnas $I=0.7I_g$

Momentos de inercia en vigas $I=0.35I_g$

Para el análisis inicial elástico se procede a utilizar un coeficiente de disipación de energía $R=3.0$, sin embargo mediante el método del desempeño se puede

relacionar el nivel de ductilidad con la capacidad de disipación de energía. La estructura presenta irregularidad por los cambios de rigidez en altura y la distribución de masa.

NSR-10 A.10.2.2 ESTADO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Calidad del diseño y la construcción de la estructura original: la tecnología de la época fue muy bien aprovechada, se observan elementos estructurales bien definidos por la forma de la formaleta y el acabado de presentación de la estructura. Según las exploraciones, la estructura cuenta con buenos recubrimientos del acero de refuerzo lo que garantiza la durabilidad de la estructura. Calificación es buena

Estado de la estructura: la estructura no evidencia asentamientos o fallas por sobre-resistencia. Se observaron algunas fisuras superficiales en las caras de las vigas centrales a nivel de placa. En general la estructura se califica como buena. Sin embargo, todos los análisis se realizarán asumiendo que las secciones de los elementos se han fisurado.

3. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

Para evaluar la capacidad de respuesta de la estructura a los movimientos del terreno y utilizando como base la información disponible sobre las características mecánicas de la estructura y sus propiedades, se implementó un modelo de análisis espacial, con tres grados de libertad dinámicos por planta, en la versión No Lineal del programa SAP2000. Dos tipos de análisis se desarrollaron. El análisis elástico lineal y el análisis no lineal.

3.1 MODELAMIENTO ELÁSTICO

Este análisis tiene por objeto, estimar teóricamente las propiedades dinámicas de la estructura, con particular énfasis en la frecuencia propia de vibración y las formas modales de vibración. Permite verificar la relación capacidad demanda de los diferentes elementos estructurales, como base para la calificación de la vulnerabilidad sísmica.

Para definir los elementos, se utilizaron elementos unidimensionales frame, representativos de las columnas y vigas que conforman la estructura. La incorporación del entrepiso como elemento no estructural, se hace a través de un modelo en el cual no aporta resistencia sísmica y se utiliza para transmitir las cargas presentes.

3.1.1 Modelo de Análisis. Con el fin de valorar el nivel de esfuerzos internos y los desplazamientos sísmicos de la estructura se elabora un modelo lineal tridimensional. Este modelo se hace para tener un acercamiento ideal de la estructura y detectar sitios vulnerables.

El modelo ha sido construido teniendo en cuenta la ubicación real de las masas en la estructura y su magnitud. Los pesos de los materiales se han tomado según los valores recomendados en la norma NSR- 10 en su título B de cargas.

Carga Muerta (D): la carga muerta corresponde al peso propio de la estructura, y al peso de todos los materiales permanentemente fijos a esta o soportados por la misma.

Se considera como cargas muertas adicionales al peso propio de la estructura de concreto y acero, aquellos equipos y mecanismos agarrados a la misma.

El peso de los equipos sobre la estructura es suministrado mediante el siguiente listado:

Carga por fluidos (F): Cargas debidas a fluidos de los cuales se conoce el peso específico, su presión y su máxima variación en altura.

Carga en prueba hidrostática (ET): Es el peso del agua necesaria para llevar a cabo la prueba hidráulica de vasijas, equipos o tubería. Dentro del procedimiento de cálculo, para esta carga se aplicarán los factores de mayoración de la carga muerta (D).



24040 BUSIO (BG) - VALLE EUROPA, 25 - ITALY

JOB: 7340

PACKING LIST OLM- 001
Packing List

DATA: 31/08/2010
Date:

SHIPPING MARKS:

ECOPETROL S.A. -
BODEGA DE PROYECTOS GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA
PURCHASE ORDER NO.565645
TO: RODRIGO ORTIZ ACOSTA
PROJECTS LIBER GRB
BARRANCABERMEJA, SANTANDER
COLOMBIA, SOUTH AMERICA

TIPO E DESTINAZIONE Plant Reference			NUMERO D'ORDINE Purchase Order			TOTALE COLLI Total PKGS.			COLOMBIA, SOUTH AMERICA WEIGHT: KG ESTIMATED VOLUME: ... x ... x ... CM			
BARRANCABERMEJA			565643 (2009) & 565645 (2010)			6						
N° COLLO	TIPO IMBALLO	DIMENSIONI IN CMS Dimensions in cm			VOLUME in MC.	PESO IN KGS Unitary mass in kgs		MATERIALI / Material				Simbolo Stocc.
N° of PKGS.	Kind of Package	LUNGH. Length	LARGH. Width	ALTEZZ. Height	Volume	LORDO Gross	NETTO Net	ITEM	Q.	DESCRIZIONE / Description		Storage Symbol
1	SKID	1254	299	150	56,24	14040	13750	-	1	HOT SEPARATOR VAPOUR CONDENSER ITEM E-2656A COMPLETE WITH LOUVER		
2	SKID	1254	299	150	56,24	14040	13750	-	1	HOT SEPARATOR VAPOUR CONDENSER ITEM E-2656B COMPLETE WITH LOUVER		
3	CASE	240	180	104	4,49	880	500	-	12	BLADES FOR 24L FOR FAN TYPE 4267-06-24L/25MT		
									2	HUBS 25M		
									2	DISCS SDM615/140		
									2	POSITIONERS LP25M1/6Z		
									2	DISTANCE RING H.140		
										FOR FAN TYPE 4267-06-24L/25MT		
									1	PNEUMATIC ACTUATOR SC DN 100		
									1	COMPLETE PIN - DWG.7340-01-DCH-03 POS.25-26-27-28-40		
									2	FLAT BAR (IN 2 PCS EACH) - DWG.7340-01-DCH-03 POS.17		
									1	COMPLETE ACTUATOR SUPPORT PLATE DWG.7340-01-DCH-03 POS.34-35-37-39		
										<u>SPARE PARTS FOR PNEUMATIC ACTUATOR:</u>		
									1	GASKET KIT FOR SERVOMOTOR SC DN 100		
									1	REDUCTION FILTER DN 1/4" NPT		
									1	REDUCTION FILTER MANOMETER D 50		
									1	MANOMETER DN 40		
										<u>SPARE PARTS FOR CONDENSERS:</u>		
									59	HEX.HEAD PLUG D.1.7/8" L= 20 MM		

Sheet 1 of 4



24040 BUSIO (BG) - VALLE EUROPA, 25 - ITALY

JOB: 7340

PACKING LIST OLM- 001
Packing List

DATA: 31/08/2010
Date:

SHIPPING MARKS:

ECOPETROL S.A. -
BODEGA DE PROYECTOS GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA
PURCHASE ORDER NO.565645
TO: RODRIGO ORTIZ ACOSTA
PROJECTS LIBER GRB
BARRANCABERMEJA, SANTANDER
COLOMBIA, SOUTH AMERICA

TIPO E DESTINAZIONE Plant Reference				NUMERO D'ORDINE Purchase Order			TOTALE COLLI Total PKGS.		WEIGHT: KG ESTIMATED VOLUME: ... x ... x ... CM		
BARRANCABERMEJA				565643 (2009) & 565645 (2010)			6				
N° COLLO N° of PKGS.	TIPO IMBALLO Kind of Package	DIMENSIONI IN CMS Dimensions in CM			VOLUME in MC. Volume	PESO IN KGS Unitary mass in kgs		MATERIALI / Material			Simbolo Stocc. Storage Symbol
		LUNGH. Length	LARGH. Width	ALTEZZ. Height		LORDO Gross	NETTO Net	ITEM	Q.	DESCRIZIONE / Description	
4	CASE	130	100	110	1,43	630	520	-	59	MAT. SB 564 UNS N08825 DW G. 7340-01-DWB-01 POS.15 PLUG. D.40 L=20 MM	
									118	MAT. SB 564 UNS N08825 DW G. 7340-01-DWB-01 POS.32 PLUG GASKET D.40/32 THK.4 MM MAT. S.W. STYLE "BS RR" IN ALLOY 600 GRAPH. FILLER DW G. 7340-01-DWB-01 POS.14	
									2	STUDBOLT D.7/8" L=127 MM + 2 NUTS MAT. SA 193 B8M / SA 194 GR.8M DW G. 7340-01-DWB-01 POS.37-38	
									4	STUDBOLT D.3/4" L=114 MM + 2 NUTS MAT. SA 193 B8M / SA 194 GR.8M DW G. 7340-01-DWB-01 POS.12-13	
									8	OVAL GASKET RJ R16 MAT. SB 564 UNS N08825 DW G. 7340-01-DWB-01 POS.39	
									16	OVAL GASKET RJ R14 MAT. SB 564 UNS N08825 DW G. 7340-01-DWB-01 POS.11	
									2	AMARILLO GEAR RIGHT ANGLE FAN DRIVE MODEL 135 RATIO 7:1 TRANSMITTED POWER 65 HP AT 1750 RPM	
									2	NON REVERSE SYSTEM AS AN OPTION FOR FAN DRIVE MODEL 135	
									2	OIL LEVEL AS AN OPTION FOR FAN DRIVE MODEL 135	

Sheet 2 of 4



PACKING LIST OLM- 001
Packing List

DATA: 31/08/2010
Date:

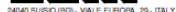
SHIPPING MARKS:

ECOPETROL S.A. -
BODEGA DE PROYECTOS GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA
PURCHASE ORDER NO.565645
TO: RODRIGO ORTIZ ACOSTA
PROJECTS LIBER GRB
BARRANCABERMEJA, SANTANDER
COLOMBIA. SOUTH AMERICA

- WEIGHT: KG
ESTIMATED VOLUME: ... x ... x ... CM

TIPO E DESTINAZIONE Plant Reference		NUMERO D'ORDINE Purchase Order			TOTALE COLLI Total PKGS.		BARRANCABERMEJA, SANT'ANDER COLUMBIA, SOUTH AMERICA								
BARRANCABERMEJA		565643 (2009) & 565645 (2010)			6		WEIGHT:.....KG ESTIMATED VOLUME: ... x ... x ... CM								
N° COLLO N° of PKGS.	TIPO IMBALLO Kind of Package	DIMENSIONI IN CMS Dimensions in cm			VOLUME in MC. Volume	PESO IN KGS Unitary mass in kgs		MATERIALI / Material					Simbolo Stocc. Simbol		
		LUNGH. Length	LARGH. Width	ALTEZZ. Height		LORDO Gross	NETTO Net	ITEM	Q.	DESCRIZIONE / Description					
5	CASE	130	90	72	0,84	750	650	-	2	SPARE PARTS:					
									2	REF. +600 P/N LM814810/49 VERT UPPER BEARING					
									2	REF. +601 P/N HT715311/45 VERT LOWER BEARING					
									2	REF. +602 P/N JM205110/49 HORIZ OUTER BEARING					
									2	REF. +603 P/N HH814510/47 HORIZ INNER BEARING					
6	CRATE	585	200	180	21,06	4350	4450	-	2	ELECTRIC MOTORS BALDOR-RELIANCE 40 HP 460/60/30 RPM 1800 - NOMINAL POWER 40 HP (30 KW)					
									2	VIBRATION SWITCH "METRIX" MOD. 5550-421-111					
									2	COUPLING GTR/6-D GR 5					
									SPARE PARTS FOR ELECTRIC MOTORS:						
									2	416821-3FM BEARING, ODE					
6	CRATE	585	200	180	21,06	4350	4450	-	4	FAN RING	7340-01-DCL-01	S15			
									4	FAN RING	7340-01-DCL-01	S16			
									4	SIDE PLENUM	7340-01-DCL-02	S1			
									4	SIDE PLENUM	7340-01-DCL-02	S2			
									4	SIDE PLENUM	7340-01-DCL-02	S3			
									4	SIDE PLENUM	7340-01-DCL-02	S4			
									4	BUTT STRAP	7340-01-DCL-02	S5			
									4	BUTT STRAP	7340-01-DCL-02	S6			
									4	BUTT STRAP	7340-01-DCL-02	S7			
									4	BUTT STRAP	7340-01-DCL-02	S8			
									16	BUTT STRAP	7340-01-DCL-02	S9			
									8	STIFFENING	7340-01-DCL-02	S10			

Sheet 3 of 4



PACKING LIST OLM- 001
Packing List

DATA: 31/08/2010
Date:

SHIPPING MARKS:

ECOPETROL S.A. -
BODEGA DE PROYECTOS GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA
PURCHASE ORDER NO.565645
TO: RODRIGO ORTIZ ACOSTA
PROJECTS LIBER GRB
BARRANCABERMEJA, SANTANDER
COLOMBIA, SOUTH AMERICA

WEIGHT:..... KG
ESTIMATED VOLUME: ... x ... x ... CM

TIPO E DESTINAZIONE Plant Reference		NUMERO D'ORDINE Purchase Order			TOTALE COLTI Total PKGS.		BARRANCABERMEJA, SAN ANDER COLOMBIA, SOUTH AMERICA					
BARRANCABERMEJA		565643 (2009) & 565645 (2010)			6		WEIGHT: KG ESTIMATED VOLUME: ... x ... x ... CM					
N° COLLO N° of PKGS.	TIPO IMBALLO Kind of Package	DIMENSIONI IN CMS Dimensions in cm LUNGH. LARGH. ALTEZZ. Length Width Height			VOLUME in MC. Volume	PESO IN KGS Unitary mass in kgs LORDO NETTO Gross Net		MATERIALI / Material DESCRIPTION / Description		Simbolo Stocc. Storage Symbol		
								ITEM	Q.			
									8	STIFFENING	7340-01-DCL-02	S11
									8	STIFFENING	7340-01-DCL-02	S12
									8	STIFFENING	7340-01-DCL-02	S13
									2	TRANSVERSE	7340-01-DCM-01	6
									8	FAN GUARD	7340-01-DCM-01	7
									4	FAN GUARD	7340-01-DCM-01	8
									4	FAN GUARD	7340-01-DCM-01	9
									4	INSPECTION DOOR	7340-01-DCM-01	10
									4	FAN GUARD	7340-01-DCM-01	11
									4	AIR SEAL	7340-01-DCF-02	50
									BOLTS FOR STRUCTURAL STEEL			
									625	SCREW M12x35 CL. 8.8 ISO 4017		
									44	SCREW M16x40 CL. 8.8 ISO 4017		
									625	NUT M12 CL. 8.8 ISO 4032		
									44	NUT M16 CL. 8.8 ISO 4032		
									1250	PLAIN WASHER M12 CL. 8.8 ISO 7414		
									88	PLAIN WASHER M16 CL. 8.8 ISO 7414		
									28	PLAIN WASHER M16 CL. 8.8 UNI 6593		

IL FORNITORE ATTESTA LA VERIDICITA' ED ESATTEZZA DEI DATI RIPORTATI SUL PRESENTE PACKING LIST.
The supplier confirms that what he has written on Packing List is true and correct.

TOTALE:	140,31	34690	33620
Total:			

NOTA
Reclami per eventuali materiali mancanti devono essere notificati alla Olmi entro e non oltre un mese dal ricevimento dei materiali in cantiere. Oltre questa data i reclami non verranno più accettati.

NOTE
Claims for possible shortages shall have to be notified by fax to Olmi within and not later one month from materials receipt at site. Beyond this date claims will be no longer accepted.

Storage symbol:
a: outdoors
b: outdoors beneath shelter
c: indoors
d: indoors, heated area
e: indoors, air condit'd area

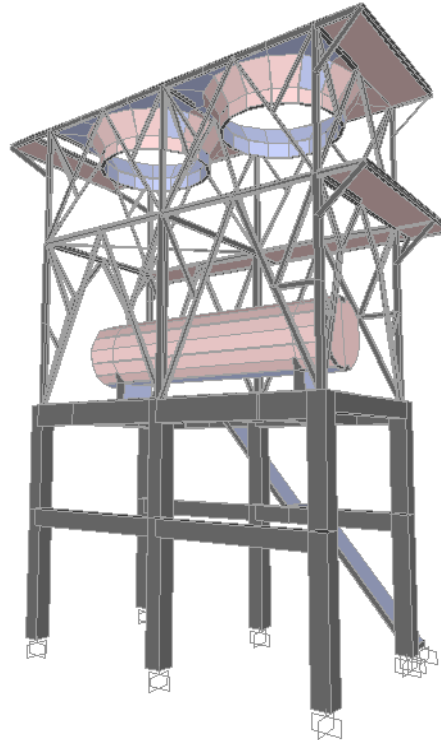
TIMBRO E FIRMA
stamp and signature



Sheet 4 of 4

El peso de DRUM 2655 (tomado del GRB 209006-IV-CB –MC-001) se estima en 70 toneladas. Para efectos de cálculo se estimara el peso en 100 toneladas.

Figura 58 Esquema estructural



Carga Viva (L): la carga viva sobre placa maciza se estima en 500 kg/m² para área de mantenimiento y operación. Se estima una carga de 250 kg/m² para las zonas de acceso o pasarelas y 500 kg/m² para las escaleras.

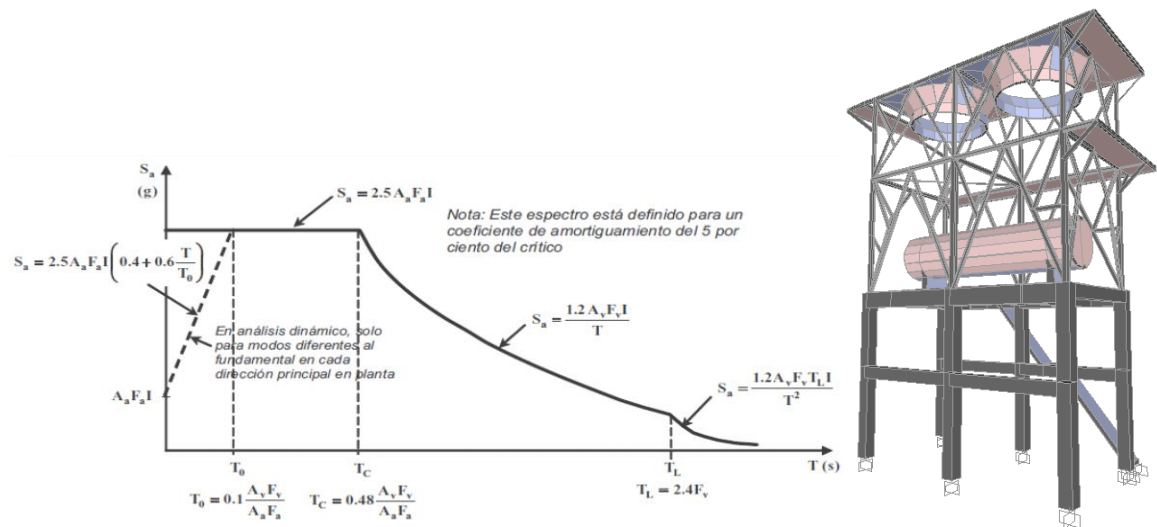
Carga de viento (W): el análisis de viento se realizará siguiendo los parámetros del capítulo B.6 del reglamento Colombiano NSR-10.

- Velocidad del viento: $V=100$ Km/h (específico del sitio)
- Factor de Importancia: $I=1.00$ (B.6.5.5)
- Categoría de Rugosidad del terreno: Terreno C (numeral B.6.5.6.2)
- Categoría de exposición: Exposición C (numeral B.6.5.6.3)

Carga de sismo (E): para establecer es estado de la estructura se define el posible escenario correspondiente al sismo de diseño. La NSR-10, describe la construcción del espectro elástico de aceleraciones de diseño, representado en fracción de la aceleración de la gravedad. La construcción del espectro se realizará tomando el mapa de Microzonificación sísmica de la Refinería Ecopetrol.

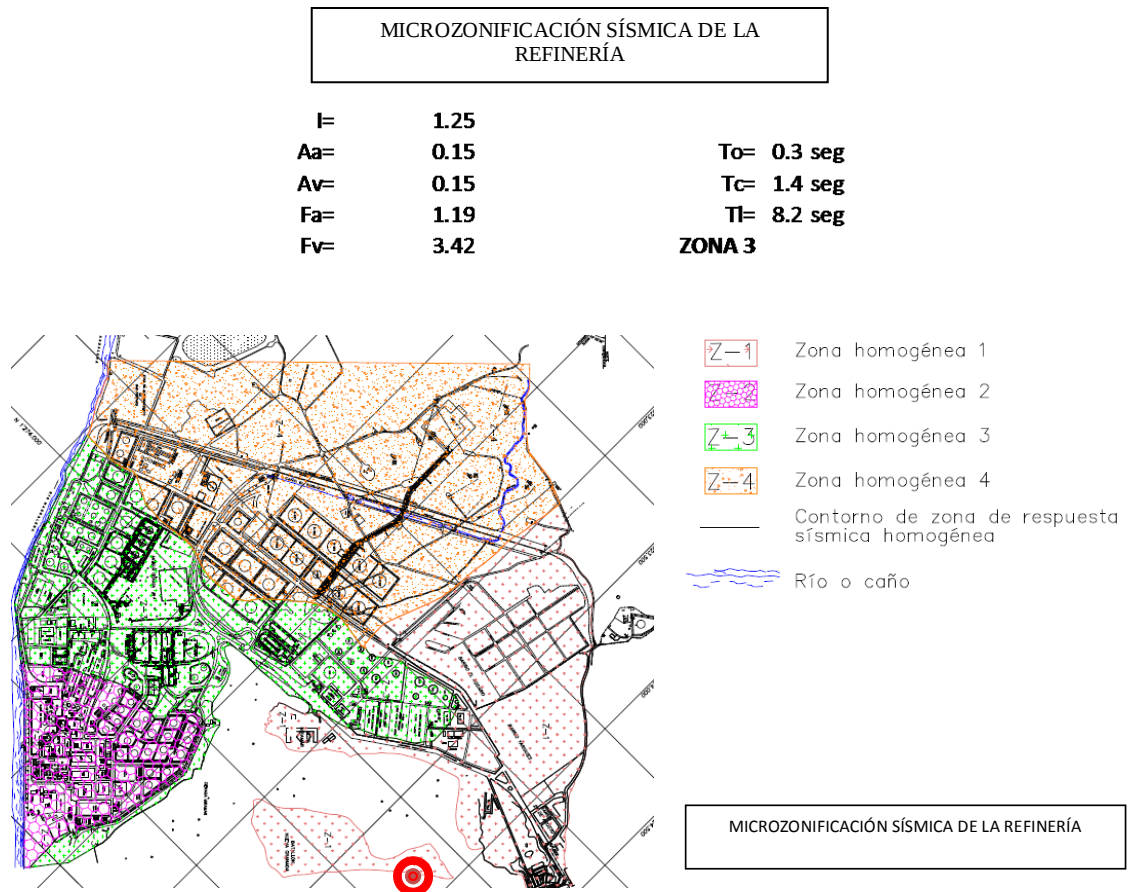
A.2.6.1 -Espectro de aceleraciones (NSR-10)- La forma del espectro elástico de aceleraciones, S_a expresada como fracción de la gravedad, para un coeficiente de cinco por ciento (5%) del amortiguamiento crítico, que se debe utilizar en el diseño, se da en la figura A.2.6-1 y se define por medio de la ecuación A.2.6-1, con las limitaciones dadas en A.2.6.1.1 a A.2.6.1.3.

Figura 59 Espectro elástico de aceleraciones y coeficientes espectrales

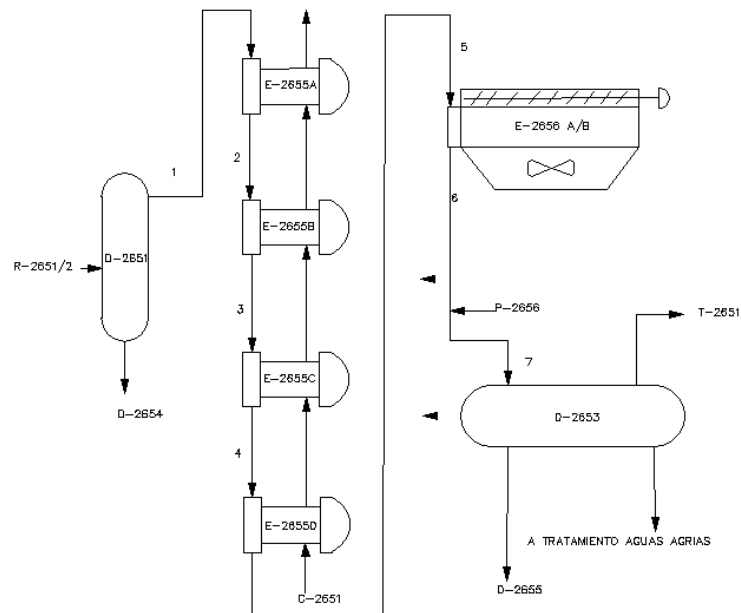


COEFICIENTES ESPECTRALES										
ZONA	Tr [años]	$a_{m \text{ axr}}$	$a_{m \text{ axs}}$	$S_a \text{ max [g]}$	F_a	F_v	$T_o \text{ [seg]}$	$T_e \text{ [seg]}$	$\pi \text{ [seg]}$	α
Zona 1 – Terciario F. Mesa	475	0,14	0,21	0,50	1,48	1,40	0,10	0,50	1,52	1,40
	1000	0,18	0,26	0,65	1,44	1,37	0,10	0,50	1,58	1,40
Zona 2 – Terrazas altas	475	0,14	0,20	0,60	1,78	1,68	0,10	0,50	1,80	1,40
	1000	0,18	0,26	0,75	1,67	1,47	0,10	0,50	1,61	1,50
Zona 3 – Terrazas bajas	475	0,14	0,18	0,40	1,19	3,42	0,15	1,10	2,97	1,50
	1000	0,18	0,20	0,50	1,11	3,20	0,15	1,10	3,22	1,50
Zona 4 – Terrazas posteriores	475	0,14	0,17	0,40	1,19	3,42	0,10	1,10	3,09	1,50
	1000	0,18	0,20	0,45	1,00	2,88	0,10	1,10	3,00	1,50

Figura 60. Microzonificación Sísmica de la Refinería Ecopetrol Barrancabermeja



Carga de Equipo en Operación (EO): La carga de operación de los equipos corresponde al peso de líquidos y sólidos que se encuentran usualmente dentro de los equipos y la tubería durante la operación, también incluye el equipo, plataformas escaleras etc. Es la condición normal de operación de los equipos y a la cual se hayan sometidas las estructural y fundaciones. Esta carga incluye el peso de los materiales almacenados permanente mente sobre las estructuras. Para efectos de cálculo en este tipo de carga se consideran los factores de mayoración que se aplican a la carga muerta (D).



Efecto dinámico de los ventiladores sobre la estructura. Sobre la estructura se ubican dos ventiladores para enfriar producto. Cada ventilador tiene un peso aproximado de 13750 kg y el rotor del mismo gira a una velocidad de 1800 r.p.m. Para efectos de cálculo, se ha estimado una excentricidad en peso de 0.70 KN a un radio de 0.03 metros. Normalmente, los ventiladores están calibrados y presentan excentricidades menores a la estimada en este cálculo.

Analizando el desplazamiento total de los ventiladores y sus derivadas:

$$u_t = u + u' = u + e \cdot \text{sen}(\Omega t)$$

$$\dot{u}_t = \dot{u} + e \cdot \Omega \cdot \text{sen}(\Omega t)$$

$$\ddot{u}_t = \ddot{u} - e \cdot \Omega^2 \cdot \text{sen}(\Omega t)$$

Análisis de fuerzas

$$F_i = (m - m') \cdot \ddot{u} + m'(\ddot{u} - e \cdot \Omega^2 \cdot \sin(\Omega t))$$

$$F_i = m \cdot \ddot{u} - m' \cdot \ddot{u} + m' \cdot \ddot{u} - m' \cdot e \cdot \Omega^2 \cdot \sin(\Omega t)$$

$$F_i = m \cdot \ddot{u} - m' \cdot e \cdot \Omega^2 \cdot \sin(\Omega t)$$

$$F_d = c \cdot \dot{u}$$

$$F_s = k \cdot u$$

Realizando equilibrio dinámico:

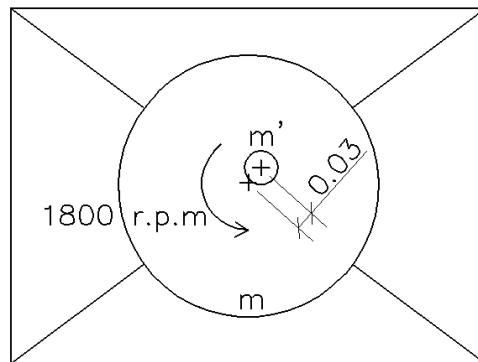
$$F_i + F_d + F_s = 0$$

$$m \cdot \ddot{u} + c \cdot \dot{u} + ku = m' \cdot e \cdot \Omega^2 \cdot \sin(\Omega t)$$

$$m \cdot \ddot{u} + c \cdot \dot{u} + ku = P_0 \cdot \sin(\Omega t)$$

$$P_0 = m' \cdot e \cdot \Omega^2$$

VENTILADOR EN PLANTA



EXCENTRICIDAD $e=0.03$

$m=13750$

$m'=70 \text{ kg}$

$$m' = \frac{0.70 \text{ KN}}{10 \text{ m/s}} = 70 \text{ kg}$$

$$e = 0.03 \text{ m}$$

$$\Omega = \frac{1800 \text{ r.p.m.}}{60} \cdot 2\pi = 188.5 \text{ rad / seg}$$

$$P_0 = \frac{70 \cdot 0.03 \cdot 188.5^2}{1000} = 74.60 \text{ KN}$$

La tubería lleva una presión aproximada de 1600 psi (11.2 MPa) (según PACKING LIST OLM JOB 7340). El diámetro máximo de conducción encontrado es de 6" y respectivamente los diámetros siguientes son 5" y 4".

La fuerza horizontal generada en los codos en la dirección del flujo.

DIAMETRO (mm)	AREA (mm ²)	PRESIÓN Mpa	FUERZA KN
152.4	18242	11.2	40.9
127	12668	11.2	28.4
101.6	8107	11.2	18.2
76.2	4560	11.2	10.2
50.8	2027	11.2	4.5

Las cargas se aplican de manera puntual en la dirección de conducción de la tubería. Los valores estimados son representativos y corresponden a un orden de magnitud.

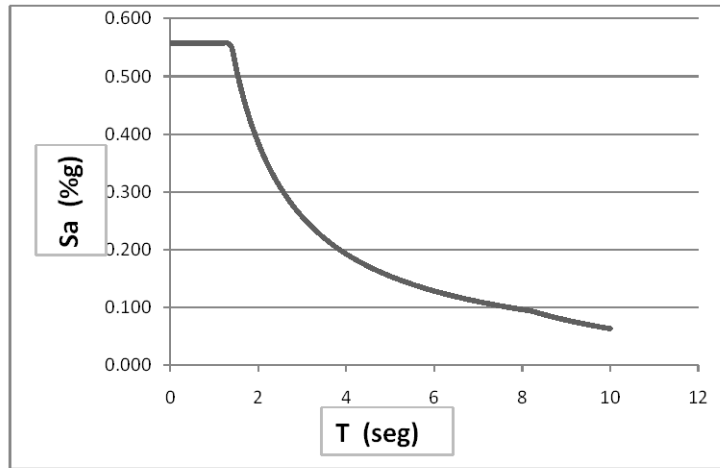
Carga de Mantenimiento (ML). A la carga de mantenimiento se le aplicaran los factores de mayoración de carga viva (LL). Las combinaciones de carga en las cuales se incluyen las cargas de Mantenimiento, se consideran con el equipo vacío, sin tomar en cuenta la carga de sismo.

Equipo de Montaje (EE). La carga del equipo de montaje es el peso del equipo vacío y/o la tubería (incluyendo el peso de los internos si son montados en fábrica). Para efectos de cálculo esta carga debe ser considerada como carga muerta.

En listado PACKING LIST OLM JOB 7340 se encuentra la descripción de cada uno de los componentes que se apoyan en la estructura (ver página 59).

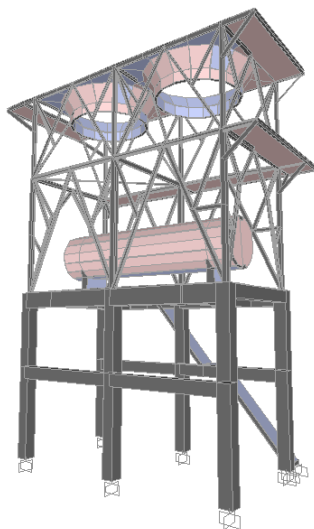
Figura 61. Espectro elástico de aceleraciones de diseño

T (seg.)	Sa (%g)
0	0.558
0.1	0.558
0.2	0.558
0.3	0.558
0.4	0.558
0.5	0.558
0.6	0.558
0.7	0.558
0.8	0.558
0.9	0.558
1	0.558
1.1	0.558
1.2	0.558
1.3	0.558
1.4	0.550
1.5	0.513
1.6	0.481
1.7	0.453
1.8	0.428
1.9	0.405
2	0.385
2.1	0.366
2.2	0.350
2.3	0.335
2.4	0.321
2.5	0.308
2.6	0.296
2.7	0.285
2.8	0.275
2.9	0.265
3	0.257
3.1	0.248
3.2	0.240
3.3	0.233
3.4	0.226
3.5	0.220
3.6	0.214
3.7	0.208
3.8	0.203
3.9	0.197
4	0.192
4.1	0.188
4.2	0.183
4.3	0.179
4.4	0.175
4.5	0.171
4.6	0.167
4.7	0.164
4.8	0.160
4.9	0.157
5	0.154



Representación del modelo de análisis. Conceptualmente se trata de una estructura irregular, de comportamiento tipificable, cuyo modelo ha sido implementado como un ensamblaje tridimensional de elementos unidimensionales frame y bidimensionales shell.

Figura 62. Modelo tridimensional Sap 2000



Combinaciones de carga empleadas:

MONTAJE

$$1.4D+1.4F$$

$$1.4D+1.4F+1.4EE$$

$$1.2D+1.2F+1.0L+0.5Lr$$

$$1.2D+1.2EE+1.6Lr+0.8W$$

$$1.2D+1.2EE+1.0L +0.5Lr+1.6W$$

$$0.9D+0.9EE+1.6W$$

MANTENIMIENTO

$$1.2D+0.9EE+1.6ML$$

$$0.9D+0.9EE+1.6ML$$

OPERACIÓN

$$1.4D+1.4EO+1.4F$$

$$1.2D+1.2EO+1.2F+1.6L+0.5Lr$$

$1.2D+1.2EO+1.0L+1.6Lr$
 $1.2D+1.2EO+1.0L+1.6Lr+0.8W$
 $1.2D+1.2EO+1.0L+0.5Lr+1.6W$
 $1.2D+1.2EO+1.0L+0.5Lr+1.0Ex+0.3Ey$
 $1.2D+1.2EO+1.0L+0.5Lr+0.3Ex+1.0Ey$
 $1.2D+1.2EO+1.0L+0.5Lr+1.6W$
 $0.9D+0.9EO+1.0Ex+0.3Ey$
 $0.9D+0.9EO+0.3Ex+1.0Ey$

3.1.2 Resultado análisis elástico de la estructura. Las combinaciones que implican las cargas de operación y mantenimiento no son determinantes en la vulnerabilidad de la estructura. la estructura presenta problemas en las combinaciones que implican cargas sísmicas.

3.1.2.1 Modos de vibración y participación de masas. Los periodos y modos de vibración se obtienen a partir de un análisis modal con el método Ritz-vector. Para lograr en el análisis una participación de masa de más de 90% se utilizan 12 modos de vibración, siendo los primeros 4 los de mayor participación para el modelo.

Tabla 13. Períodos de vibración y participación de masa modelo no fisurado.

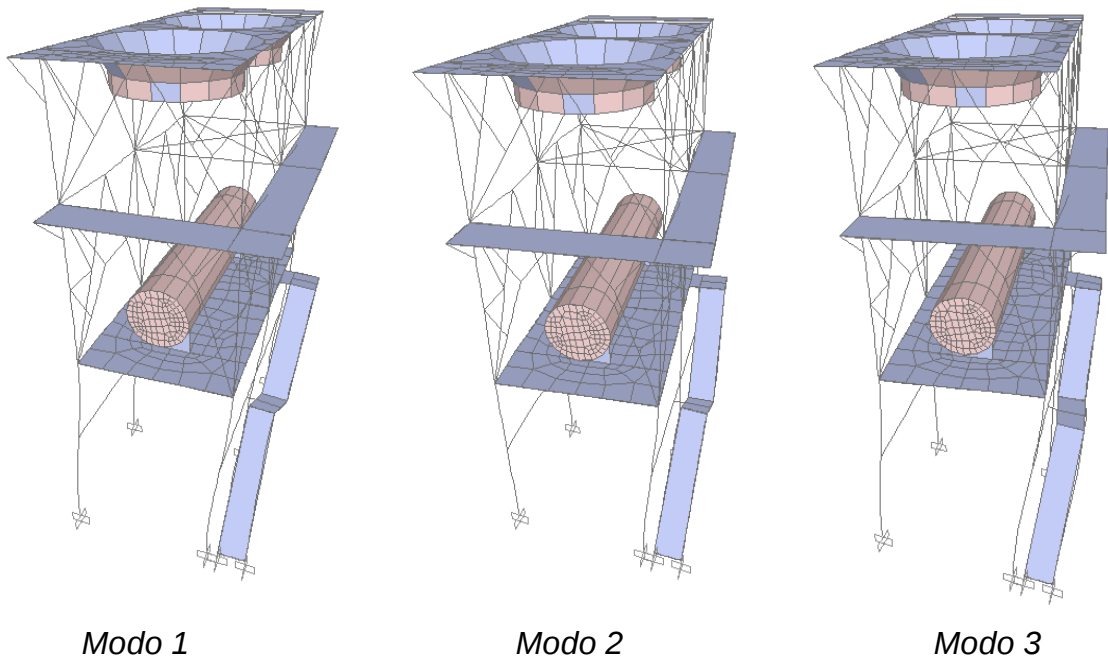
Modo	Periodo	UX	SumUX	UY	SumUY
Modo 1	0.988	0%	0%	95%	95%
Modo 2	0.675	33%	33%	0%	95%
Modo 3	0.618	63%	96%	0%	95%
Modo 4	0.479	0%	96%	0%	95%
Modo 5	0.411	0%	96%	0%	95%
Modo 6	0.406	0%	96%	0%	95%
Modo 7	0.400	0%	96%	0%	96%
Modo 8	0.280	0%	96%	0%	96%
Modo 9	0.260	0%	96%	1%	96%
Modo 10	0.238	0%	96%	0%	96%
Modo 11	0.225	0%	96%	0%	96%
Modo 12	0.224	0%	96%	0%	96%

Tabla 14. Períodos de vibración y participación de masa modelo fisurado.

	Modo	Periodo	UX	SumUX	UY	SumUY
	Modo 1	1.154932	0%	0%	95%	95%
	Modo 2	0.844924	63%	63%	0%	95%
	Modo 3	0.727091	34%	96%	0%	95%
	Modo 4	0.479477	0%	96%	0%	95%
	Modo 5	0.411345	0%	96%	0%	96%
	Modo 6	0.406094	0%	96%	0%	96%
	Modo 7	0.400648	0%	96%	0%	96%
	Modo 8	0.279585	0%	96%	0%	96%
	Modo 9	0.262571	0%	96%	0%	96%
	Modo 10	0.238483	0%	96%	0%	96%
	Modo 11	0.228523	0%	96%	0%	96%
	Modo 12	0.2238	0%	96%	0%	96%

Los datos muestran que los modos de mayor vibración fueron los modos 2 y 3 en el sentido X y el modo 1 en el sentido Y en ambos modelos, tanto con elementos fisurados como no fisurados.

Figura 63. Modos de vibración de la estructura



3.1.2.2 Cortante basal. Se calcula el cortante basal total en cada una de las direcciones principales de análisis. Para efectos comparativos se calcula el cortante actuante por el método de la fuerza horizontal equivalente con el cortante del método espectral dinámico. Para el modelo, según su irregularidad el cortante basal obtenido por el método dinámico no puede ser menor que el 90% del cortante sísmico obtenido con el método de la fuerza horizontal equivalente. (Ver A.5.4.5 NSR-10).

Verificación del modelo:

Tabla 15 Verificación cortante basal en el modelo

Método de análisis	Periodo		Cortante X	Cortante Y
	Tx	Ty		
	(seg)	(seg)	KN	KN
Fuerza Horizontal Equivalente	0.81	0.81	2223	2223
Dinámico Espectral	1.15	0.84	2564	2568
VFHE / VMDE			0.87	0.87
Comentario			No es necesario ampliar las fuerzas sísmicas para cumplir con NSR-10 A.5.4.5	

3.1.2.3 desplazamientos y derivas. Se calculan los desplazamientos y derivas inelásticas correspondientes al modelo de análisis. De acuerdo con la NSR-10 estas derivas no deberían ser superiores a 1.42% dado que el análisis se ha realizado con secciones fisuradas. Para los valores de inercias de los elementos, estos se trabajaron con los valores de la NSR-10 capítulo C.10.10.4.1 (b) propiedades de rigidez para el análisis, estado limite de resistencia. Las secciones se fisuraron, reduciendo las inercias en $0.35I_g$ para las vigas y $0.70I_g$ para las columnas.

Siguiendo el numeral de la NSR-10 A.6.4.1.1 dice que cuando se utilicen secciones fisuradas, pueden multiplicarse por 0.7 o amplificar el límite en 1.42. por otro lado en A.6.4.1.2. Cuando se haya efectuado un análisis elástico verificando el desempeño de la totalidad de los elementos estructurales en un rango de desempeño no mayor a “Protección de la vida” (LS), las derivas pueden multiplicarse por 0.7 o amplificar el límite a 1.42.

Desplazamientos y derivas

Figura 64. Niveles de entrepisos

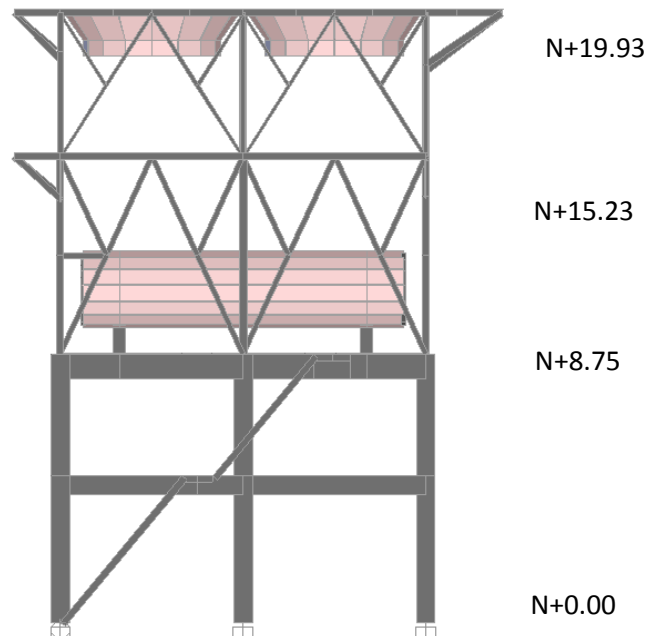


Tabla 16 Deriva de entrepisos para 30% sismo Y + 100% sismo X

NIVEL (cm)	H entrepiso (cm)	Desplazamiento X (cm)	Desplazamiento Y (cm)	Deriva Máxima	Deriva Permitida	Indice de flexibilidad
1993	470	12.08	6.7	0.04%	1.42%	0.03
1523	648	11.91	6.64	0.13%	1.42%	0.09
875	875	11.34	6.02	1.47%	1.42%	1.03
0	0	0	0			

Figura 65. Deriva de entrepisos 100% sismo X + 30% sismo Y

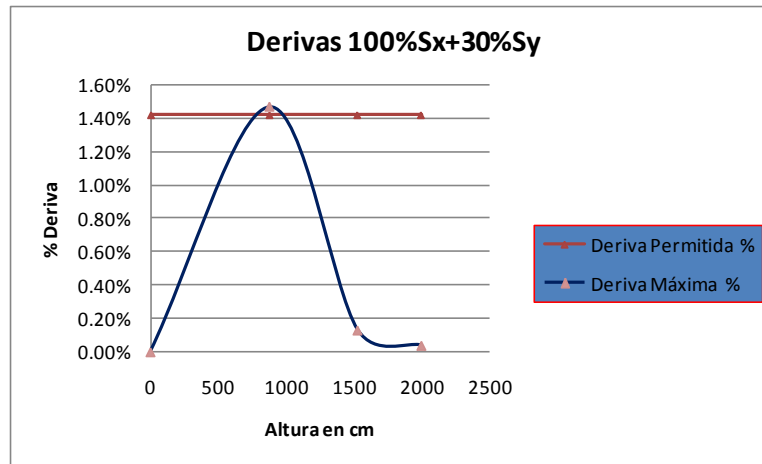
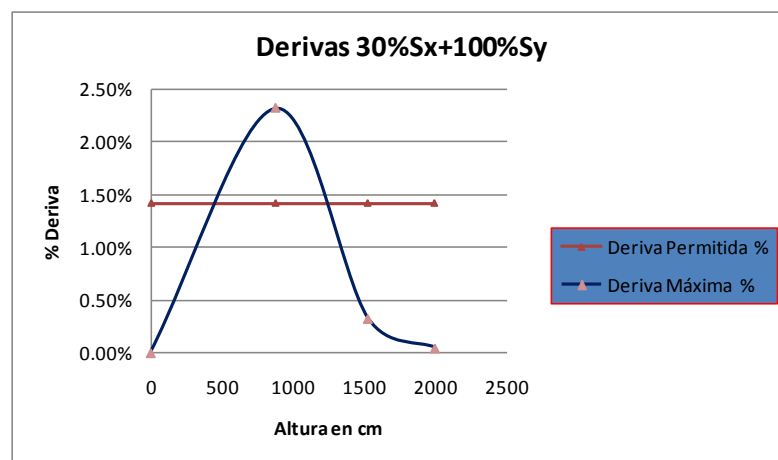


Tabla 17 Deriva de entrepisos para 100% sismo Y + 30% sismo X

NIVEL (cm)	H entrepiso (cm)	Desplazamiento X (cm)	Desplazamiento Y (cm)	Deriva Máxima	Deriva Permitida	Índice de flexibilidad
1993	470	3.62	22.34	0.04%	1.42%	0.03
1523	648	3.57	22.14	0.32%	1.42%	0.23
875	875	3.4	20.05	2.32%	1.42%	1.64
0	0	0	0			

Figura 66. Deriva de entrepisos 100% sismo Y+ 30% sismo X



La estructura presenta un índice de flexibilidad de 1.64

3.1.2.4 Índices de sobreesfuerzo. Para realizar los chequeos de índices de sobre-esfuerzos en los elementos estructurales del modelo se realizaron teniendo en cuenta los factores Φ_c y Φ_e que son los factores de calidad del diseño y el estado de la estructura. Estos factores están definidos en la norma NSR-10 capítulo A.10.2.2.1 en donde se define el estado estructural.

A continuación se presenta los índices de sobre-esfuerzo mayores que se presentaron en la estructura.

Figura 67. Índice de sobre-esfuerzo en columnas. Radio de interacción carga axial y Momentos alrededor de sus ejes

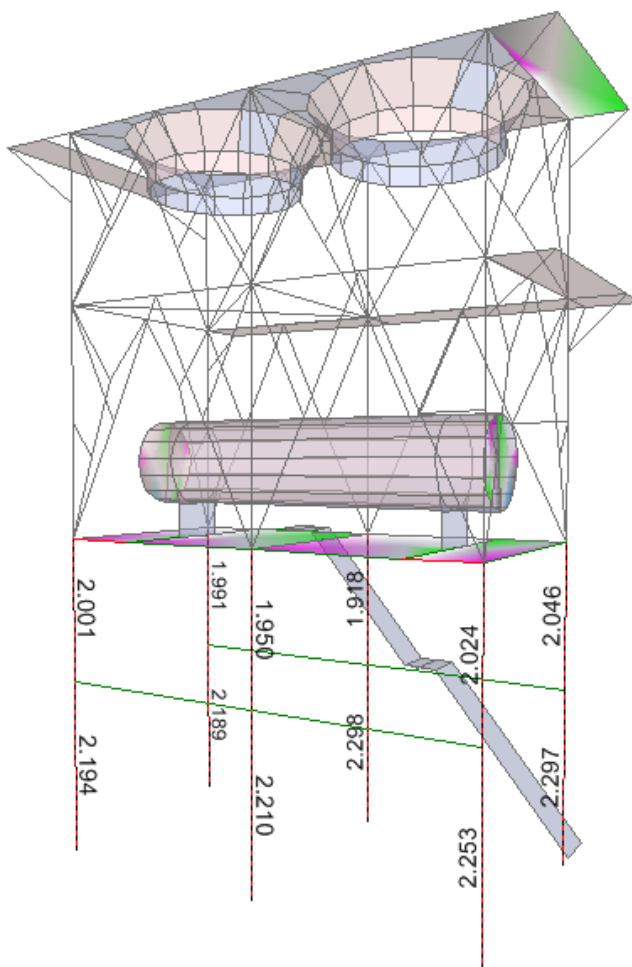
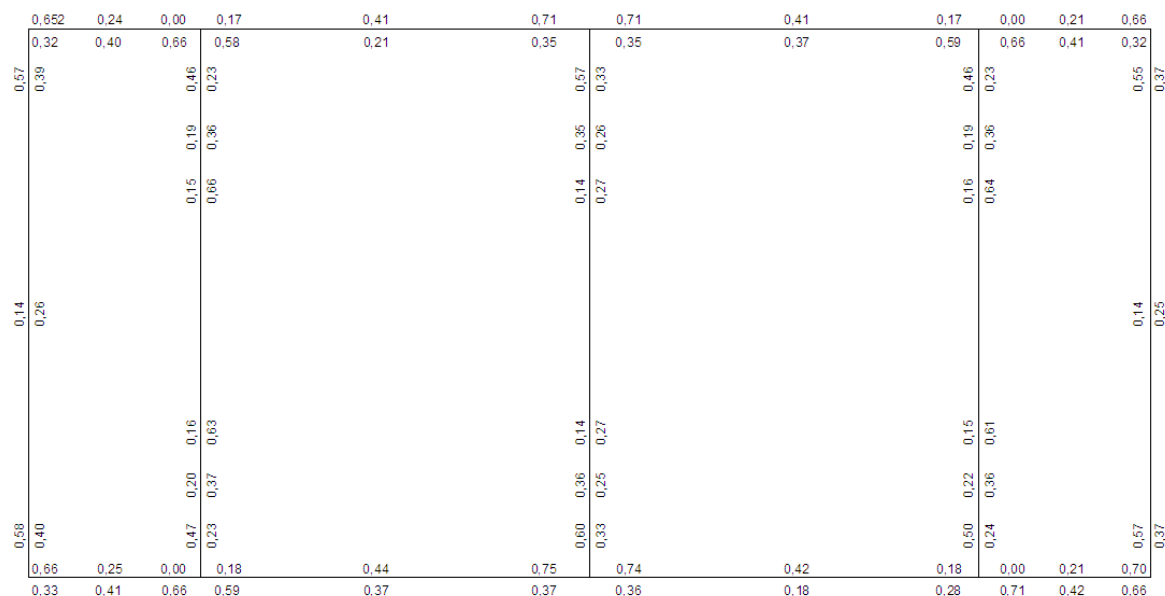


Figura 68. Índice de sobre-esfuerzo en vigas



VERIFICACIÒN DE LA CIMENTACIÒN

TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-cm	KN-cm	KN-cm
1	COMB1	Combination		-1	8	634	-2377	-91	-110
1	COMB2	Combination	Max	146	61	996	20925	48918	641
1	COMB2	Combination	Min	-146	-47	241	-26125	-48691	-945
1	COMB3	Combination	Max	49	156	1042	64510	15763	234
1	COMB3	Combination	Min	-49	-142	195	-69709	-15537	-537
1	COMB4	Combination	Max	145	59	785	21997	48746	723
1	COMB4	Combination	Min	-147	-49	30	-25053	-48863	-864
1	COMB5	Combination	Max	48	154	831	65581	15591	315
1	COMB5	Combination	Min	-49	-144	-16	-68637	-15709	-456
1	COMB6	Combination	Max	146	61	996	20925	48918	641
1	COMB6	Combination	Min	-146	-47	241	-26125	-48691	-945
1	COMB7	Combination	Max	49	156	1042	64510	15763	234
1	COMB7	Combination	Min	-49	-142	195	-69709	-15537	-537
1	COMB8	Combination	Max	145	59	785	21997	48746	723

1	COMB8	Combination	Min	-147	-49	30	-25053	-48863	-864
1	COMB9	Combination	Max	48	154	831	65581	15591	315
1	COMB9	Combination	Min	-49	-144	-16	-68637	-15709	-456
3	COMB1	Combination		-1	5	756	-1815	-180	-14
3	COMB2	Combination	Max	160	51	843	19314	50866	1172
3	COMB2	Combination	Min	-168	-47	684	-22461	-51998	-1130
3	COMB3	Combination	Max	47	153	1008	65225	15496	980
3	COMB3	Combination	Min	-55	-150	519	-68372	-16628	-938
3	COMB4	Combination	Max	163	52	565	19720	51316	1142
3	COMB4	Combination	Min	-165	-46	407	-22054	-51547	-1160
3	COMB5	Combination	Max	50	155	731	65631	15946	950
3	COMB5	Combination	Min	-52	-148	241	-67965	-16177	-968
3	COMB6	Combination	Max	160	51	843	19314	50866	1172
3	COMB6	Combination	Min	-168	-47	684	-22461	-51998	-1130
3	COMB7	Combination	Max	47	153	1008	65225	15496	980
3	COMB7	Combination	Min	-55	-150	519	-68372	-16628	-938
3	COMB8	Combination	Max	163	52	565	19720	51316	1142
3	COMB8	Combination	Min	-165	-46	407	-22054	-51547	-1160
3	COMB9	Combination	Max	50	155	731	65631	15946	950
3	COMB9	Combination	Min	-52	-148	241	-67965	-16177	-968
5	COMB1	Combination		2	8	591	-2361	299	103
5	COMB2	Combination	Max	146	58	955	19636	48749	1102
5	COMB2	Combination	Min	-140	-41	183	-25112	-47886	-883
5	COMB3	Combination	Max	47	147	998	61016	15421	768
5	COMB3	Combination	Min	-41	-130	141	-66492	-14557	-549
5	COMB4	Combination	Max	144	55	766	20856	48510	1059
5	COMB4	Combination	Min	-141	-45	-6	-23892	-48125	-927
5	COMB5	Combination	Max	46	144	808	62236	15181	725
5	COMB5	Combination	Min	-43	-134	-48	-65272	-14797	-593
5	COMB6	Combination	Max	146	58	955	19636	48749	1102
5	COMB6	Combination	Min	-140	-41	183	-25112	-47886	-883
5	COMB7	Combination	Max	47	147	998	61016	15421	768
5	COMB7	Combination	Min	-41	-130	141	-66492	-14557	-549
5	COMB8	Combination	Max	144	55	766	20856	48510	1059
5	COMB8	Combination	Min	-141	-45	-6	-23892	-48125	-927

5	COMB9	Combination	Max	46	144	808	62236	15181	725
5	COMB9	Combination	Min	-43	-134	-48	-65272	-14797	-593
7	COMB1	Combination		-2	-7	593	2025	-201	96
7	COMB2	Combination	Max	130	46	923	24554	44840	927
7	COMB2	Combination	Min	-133	-58	171	-21852	-45053	-807
7	COMB3	Combination	Max	43	140	969	67835	14870	586
7	COMB3	Combination	Min	-46	-152	126	-65133	-15082	-466
7	COMB4	Combination	Max	130	47	757	24505	44817	929
7	COMB4	Combination	Min	-132	-57	5	-21901	-45076	-805
7	COMB5	Combination	Max	44	141	803	67786	14847	588
7	COMB5	Combination	Min	-46	-151	-40	-65182	-15105	-465
7	COMB6	Combination	Max	130	46	923	24554	44840	927
7	COMB6	Combination	Min	-133	-58	171	-21852	-45053	-807
7	COMB7	Combination	Max	43	140	969	67835	14870	586
7	COMB7	Combination	Min	-46	-152	126	-65133	-15082	-466
7	COMB8	Combination	Max	130	47	757	24505	44817	929
7	COMB8	Combination	Min	-132	-57	5	-21901	-45076	-805
7	COMB9	Combination	Max	44	141	803	67786	14847	588
7	COMB9	Combination	Min	-46	-151	-40	-65182	-15105	-465
9	COMB1	Combination		0	-6	704	1684	26	-3
9	COMB2	Combination	Max	154	39	726	21146	48333	898
9	COMB2	Combination	Min	-153	-49	574	-18715	-48045	-917
9	COMB3	Combination	Max	51	139	895	66499	15961	549
9	COMB3	Combination	Min	-50	-149	405	-64068	-15673	-568
9	COMB4	Combination	Max	153	40	528	21013	48206	906
9	COMB4	Combination	Min	-153	-48	377	-18848	-48172	-910
9	COMB5	Combination	Max	50	140	698	66366	15834	556
9	COMB5	Combination	Min	-50	-148	207	-64201	-15800	-560
9	COMB6	Combination	Max	154	39	726	21146	48333	898
9	COMB6	Combination	Min	-153	-49	574	-18715	-48045	-917
9	COMB7	Combination	Max	51	139	895	66499	15961	549
9	COMB7	Combination	Min	-50	-149	405	-64068	-15673	-568
9	COMB8	Combination	Max	153	40	528	21013	48206	906
9	COMB8	Combination	Min	-153	-48	377	-18848	-48172	-910
9	COMB9	Combination	Max	50	140	698	66366	15834	556

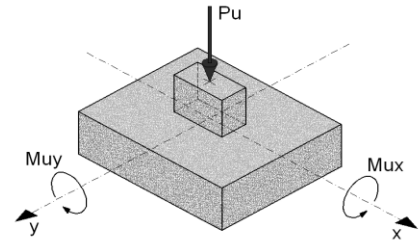
9	COMB9	Combination	Min	-50	-148	207	-64201	-15800	-560
11	COMB1	Combination		2	-7	555	2037	254	-102
11	COMB2	Combination	Max	133	44	877	23982	45190	807
11	COMB2	Combination	Min	-128	-56	128	-21154	-44420	-958
11	COMB3	Combination	Max	44	134	928	65435	14868	511
11	COMB3	Combination	Min	-39	-146	77	-62608	-14099	-662
11	COMB4	Combination	Max	132	46	731	23878	44968	817
11	COMB4	Combination	Min	-129	-55	-18	-21259	-44642	-948
11	COMB5	Combination	Max	43	135	783	65331	14647	521
11	COMB5	Combination	Min	-40	-145	-69	-62712	-14320	-652
11	COMB6	Combination	Max	133	44	877	23982	45190	807
11	COMB6	Combination	Min	-128	-56	128	-21154	-44420	-958
11	COMB7	Combination	Max	44	134	928	65435	14868	511
11	COMB7	Combination	Min	-39	-146	77	-62608	-14099	-662
11	COMB8	Combination	Max	132	46	731	23878	44968	817
11	COMB8	Combination	Min	-129	-55	-18	-21259	-44642	-948
11	COMB9	Combination	Max	43	135	783	65331	14647	521
11	COMB9	Combination	Min	-40	-145	-69	-62712	-14320	-652

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO 15 Ton/m². El estudio de suelos suministrado.

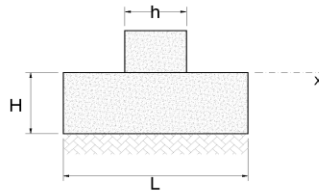
DISEÑO DE ZAPATAS CENTRICAS

DATOS DE ENTRADA MATERIALES

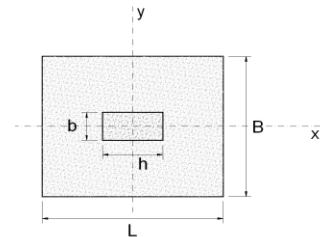
$f'_c = 17.5 \text{ Mpa}$
 $f_y = 420 \text{ MPa}$
 $m = 28.24$
 $\alpha_s = 40$



	DIMENSIONES DE ELEMENTO			REACCION MODELO KN	Pu KN	Mux KN-m	Muy KN-m	ex m	ey m	ESFUERZO ADMISIBLE KN/m ²
	b (Paralelo a Y) m	X	h (Paralelo a X) m							
Z1	0.60	x	0.60	1042	1263	645	128	0.511	0.101	150
Z2	0.60	x	0.60	969	1190	678	162	0.570	0.136	150



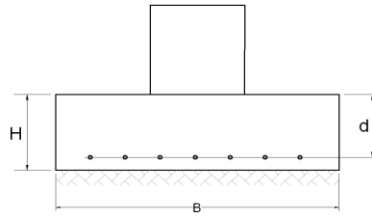
VISTA LATERAL DE ZAPATA CENTRICA



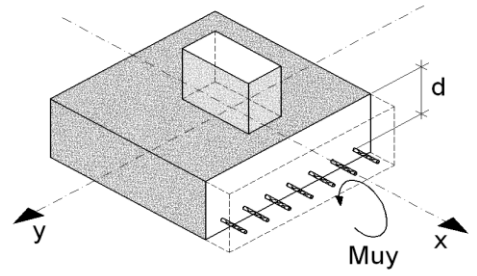
VISTA EN PLANTA DE ZAPATA CENTRICA

FACTOR
rec. Inf. **1.5**
0.07

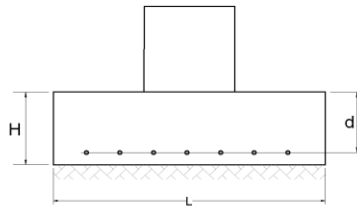
	ESFUERZO ULTIMO KN/m^2	AREA REQUERIDA m^2	AREA SUMINISTRADA m^2	VERIFICACIÓN	GEOMETRIA DE ZAPATA								ESFUERZO NETO	Wxmax	Wxmin
					L		x		B		x				
Z1	225	5.6	6.0	O.K	2.30	x	2.60	x	1.10	0.85	1.00	211	1281	-182	
Z2	225	5.3	6.0	O.K	2.30	x	2.60	x	1.10	0.85	1.00	199	1286	-252	



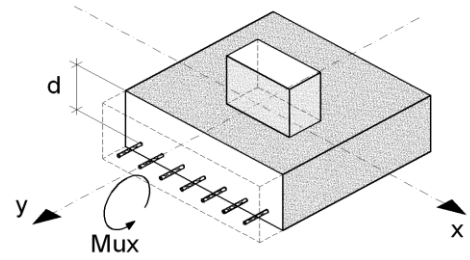
DISEÑO A FLEXION PARA M_{ny}



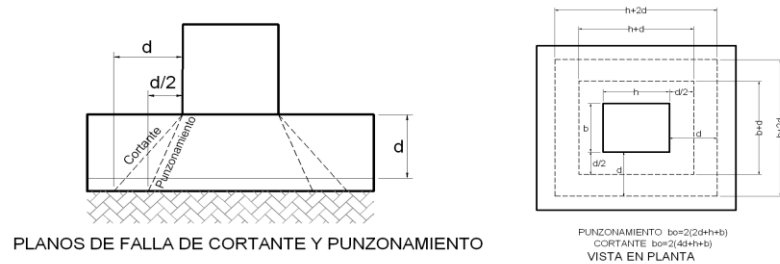
	Mny KN-m	b cm	d cm	CUANTIA CALCULADA	CUANTIA MINIMA	As cm^2	SEP. m	DIRECCION X						FORMA	
								@						LONG	VARILLA
Z1	514	260	103.00	0.00045	0.00180	51.5	0.14	19	N	6	0.14	53.75	o.k.	2.20	RECTA
Z2	516	260	103.00	0.00045	0.00180	51.5	0.14	19	N	6	0.14	53.75	o.k.	2.20	RECTA



DISEÑO A FLEXION PARA M_{nx}



	Mnx KN-m	b cm	d cm	CUANTIA CALCULADA	CUANTIA MINIMA	As cm^2	SEP.	DIRECCION Y						FORMA VARILLA	
												@	LONG		
Z1	333	230	103.00	0.00033	0.00180	45.5	0.14	17	N	6	47.64	o.k.	0.14	2.50	RECTA
Z2	334	230	103.00	0.00033	0.00180	45.5	0.14	17	N	6	47.64	o.k.	0.14	2.50	RECTA



	PUNZONAMIENTO						CORTANTE					
	V_u PUNZ KN	b_o m	d m	v_u KN/m ²	ϕ_{vc} KN/m ²	VERIFICACIÓN	V_u CORTANTE KN	b_o m	d m	v_u KN/m ²	ϕ_{vc} KN/m ²	VERIFICACIÓN
Z1	702	6.52	1.03	105	1185	O.K.	231	10.64	1.03	21	593	O.K.
Z2	661	6.52	1.03	98	1185	O.K.	218	10.64	1.03	20	593	O.K.

Para la revisión de la cimentación, se asume una resistencia a la compresión del concreto igual al resultado arrojado en vigas y columnas de 17.5 MPa.

El estudio de suelos arrojó una capacidad portante de 15 Ton/m² con la profundidad de desplante encontrada en campo.

3.2 MODELAMIENTO INELÁSTICO

Este análisis tiene por objeto, predecir la respuesta global de la estructura, más allá de la capacidad elástica lineal, a fin de identificar la evolución de la degradación de sus elementos hasta alcanzar los mecanismos de colapso. Sirve como plataforma para la implementación de un análisis *PUSHOVER*, que permite estimar la capacidad estructural, necesaria para la evaluación de la respuesta sísmica a través del método del espectro capacidad-demanda.

3.2.1 Modelo de análisis. Utilizando como base un modelo elástico, ajustado para reproducir las principales frecuencias de vibración obtenidas, se implementó un análisis *PUSHOVER*, con la versión No lineal del programa de cómputo, en concordancia con los lineamientos propuestos por ATC-40 y el reporte FEMA 273,

a fin de determinar la curva de capacidad representativa de la estructura y estimar la respuesta máxima ante un sismo.

El comportamiento no lineal ocurre en puntos discretos predefinidos (hinges), introducidos en cualquier localización sobre los elementos unidimensionales tipo *frame*. Diferentes consideraciones pueden ser especificadas sobre un mismo elemento. En particular se ha considerado la posibilidad de formación de rótulas plásticas a flexión, en los extremos de vigas (M3 hinge) y a flexo compresión, en los extremos de las columnas (P-M2-M3 hinge).

3.2.2 Resultados y chequeos

3.2.2.1 Resultados análisis inelástico

- Curvas de capacidad: para el análisis inelástico de la estructura, se realizó teniendo un total de 102 rótulas ubicadas en los elementos estructurales. Se obtuvo el siguiente comportamiento de la estructura:

Figura 69. Curva de capacidad Pushover sentido X (Estructura sin rehabilitar) (KN,m)

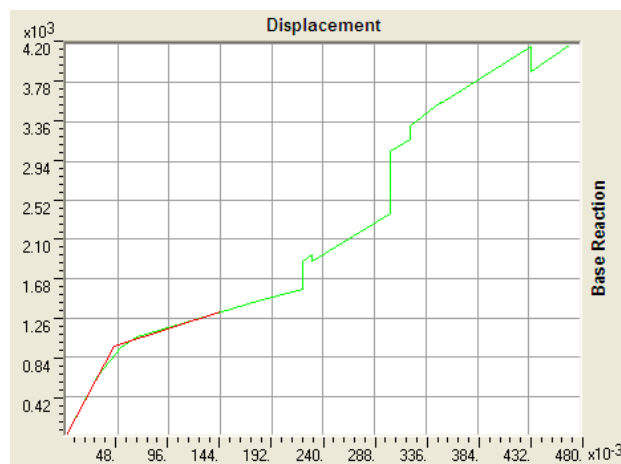
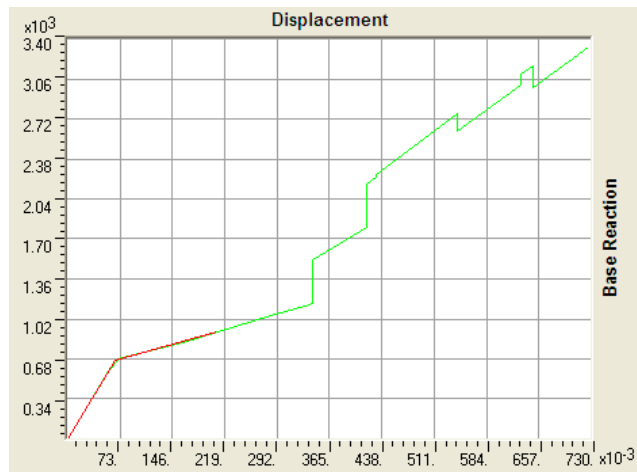


Figura 70. Curva de capacidad Pushover sentido Y (Estructura sin rehabilitar)
(KN,m)



- Punto de comportamiento

Tabla 18. Punto de comportamiento análisis Pushover sentido X

Parámetro	Unidad	Valor
Patrón de carga		Modal
Clasificación según ATC40		Estructura tipo B
Factor Kappa ATC40		0.66
Amortiguamiento intrínseco		0.05
Cortante Basal (punto de comportamiento)	KN	1384.78
Desplazamiento (punto de comportamiento)	m	0.164
Amortiguamiento equivalente total		0.186

Figura 71. Punto de comportamiento análisis Pushover sentido X

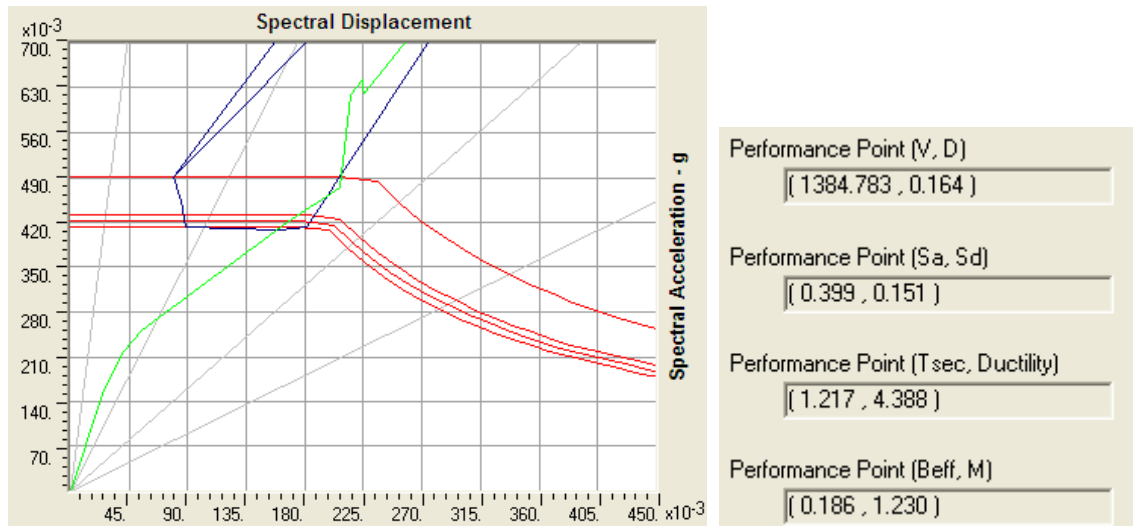


Tabla 19. Rótulas en el punto de comportamiento análisis Pushover sentido X

TABLE: Pushover Curve - AENIX											
Step	Displacement m	BaseForce KN	AtoB	BtoIO	IOtoLS	LStoCP	CPtoC	CtoD	DtoE	BeyondE	Total
0	0.000127	0	102	0	0	0	0	0	0	0	102
1	0.029887	642.091	101	1	0	0	0	0	0	0	102
2	0.050346	939.648	84	18	0	0	0	0	0	0	102
3	0.066355	1058.982	71	31	0	0	0	0	0	0	102
4	0.179045	1433.748	64	19	18	1	0	0	0	0	102
5	0.220439	1562.429	64	12	22	2	0	0	2	0	102
6	0.220447	1866.294	62	14	22	2	0	0	2	0	102
7	0.229663	1939.161	62	14	22	1	0	0	3	0	102
8	0.229671	1901.025	62	14	22	0	0	0	4	0	102
9	0.229679	1866.046	62	14	22	0	0	0	4	0	102
10	0.302088	2376.562	62	14	11	6	4	0	5	0	102
11	0.302096	3047.323	54	18	12	8	4	0	6	0	102
12	0.321824	3179.721	54	18	10	7	4	0	9	0	102
13	0.321832	3315.45	50	18	14	7	4	0	9	0	102
14	0.350058	3576.657	49	15	18	6	4	0	10	0	102
15	0.350066	3564.437	49	13	18	8	4	0	10	0	102
16	0.434665	4168.096	43	15	14	10	6	0	14	0	102
17	0.434673	3904.956	38	20	12	8	10	0	14	0	102
18	0.470649	4181.843	37	19	13	9	8	0	16	0	102
19	0.207739	1776.345	35	18	9	12	8	0	20	0	102

En la tabla anterior se puede apreciar que la estructura tiene un comportamiento en el paso 4 del push X, allí se observa que en este paso del análisis estático no lineal, se presenta 1 rotula que sobrepasa el límite de seguridad en la vida.

Tabla 20. Punto de comportamiento análisis Pushover sentido Y

Parámetro	Unidad	Valor
Patrón de carga		Modal
Clasificación según ATC40		Estructura tipo B
Factor Kappa ATC40		0.66
Amortiguamiento intrínseco		0.05
Cortante Basal (punto de comportamiento)	KN	961.89
Desplazamiento (punto de comportamiento)	m	0.237
Amortiguamiento equivalente total		0.177

Figura 72. Punto de comportamiento análisis Pushover sentido Y

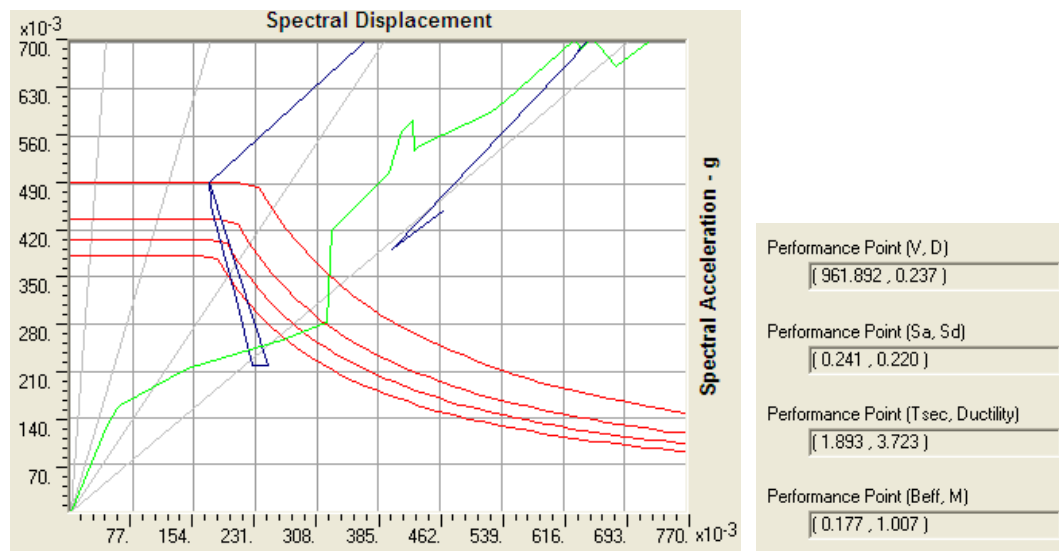


Tabla 21 Rótulas en el punto de comportamiento análisis Pushover sentido Y

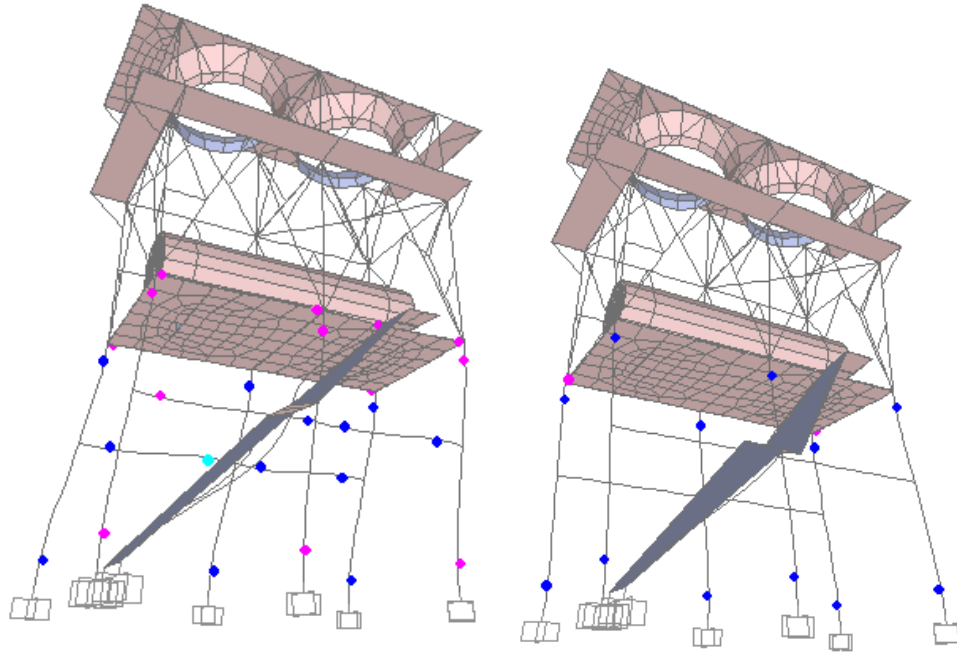
TABLE: Pushover Curve - AENLX											
Step	Displacement m	BaseForce KN	AtoB	BtoIO	IOtoLS	LStoCP	CPToC	CtoD	DtoE	BeyondE	Total
0	0.000311	0	102	0	0	0	0	0	0	0	102
1	0.056165	571.556	100	2	0	0	0	0	0	0	102
2	0.071256	678.801	88	14	0	0	0	0	0	0	102
3	0.07467	691.491	82	20	0	0	0	0	0	0	102
4	0.159444	820.199	78	16	8	0	0	0	0	0	102
5	0.283843	1047.281	74	4	24	0	0	0	0	0	102
6	0.3368	1144.677	70	8	18	6	0	0	0	0	102
7	0.341949	1149.878	70	8	16	6	0	0	2	0	102
8	0.341957	1516.325	61	17	16	6	0	0	2	0	102
9	0.416336	1794.304	53	21	20	0	4	0	4	0	102
10	0.416344	2166.064	46	25	21	0	6	0	4	0	102
11	0.430269	2223.745	45	26	17	0	8	0	6	0	102
12	0.430277	2245.138	43	24	17	0	12	0	6	0	102
13	0.435734	2273.215	41	26	17	0	10	0	8	0	102
14	0.435742	2271.199	38	27	19	0	10	0	8	0	102
15	0.533767	2725.556	34	27	21	0	12	0	8	0	102
16	0.54394	2768.116	33	27	20	0	12	0	10	0	102
17	0.543948	2614.469	30	30	20	0	10	0	12	0	102
18	0.63265	3012.258	28	32	14	2	12	0	14	0	102
19	0.632658	3104.869	26	31	15	2	14	0	14	0	102
20	0.648088	3174.189	26	31	15	2	12	0	16	0	102
21	0.648096	2984.521	25	30	17	2	12	0	16	0	102
22	0.72545	3327.387	25	27	18	2	12	0	18	0	102
23	0.677022	2941.026	22	28	20	2	12	0	18	0	102

Con los datos obtenidos mediante el análisis estático no lineal se observa que la estructura tiene un comportamiento en el paso 5 del push en este paso no se presentó alguna rotula que sobrepasara el límite de seguridad en la vida.

Por esta razón se planteará una alternativa de rehabilitación que se utilizara para obtener un comportamiento en el cual no se presenten elementos que se estén rotulando más allá de la seguridad en la vida, con el fin de mantener en pie la edificación ante la acción de un sismo.

Con base en lo anterior, se concluye que la estructura debe someterse a una intervención y rehabilitación sísmica estructural, con el fin de alcanzar un comportamiento aceptable ante la acción de un sismo, que permita que la estructura se mantenga en pie, garantizando un nivel de desempeño de seguridad en la vida.

Figura 73. Rótulas plásticas Push X y Push Y estructura sin rehabilitar



En sentido X rotulación en el paso 4

En sentido Y rotulación en el paso 5



La información correspondiente a cada uno de los elementos rotulados más allá del nivel de seguridad en la vida.

3.2.3 Resumen de la vulnerabilidad. De acuerdo con el análisis elástico e inelástico realizado podemos concluir que la estructura presenta las siguientes vulnerabilidades, las cuales comprometen su correcto funcionamiento y estabilidad durante y después de un evento sísmico:

- Derivas por encima de 1.42% de la altura de entrepiso, lo cual induce fallas en los elementos no estructurales como tuberías y accesorios debido a excesivas deformaciones en el momento de un sismo.

- Falla por momento (tanto para carga vertical como para carga sísmica) de algunas columnas que presentan una deficiente distribución de acero.
- Índices de sobre-rotulación que sobrepasan los límites de seguridad en la vida.

4. PROPUESTA DE REHABILITACION

Con el fin de lograr el objetivo de rehabilitación o intervención deseado es necesario implementar una estrategia de rehabilitación, la cual a su vez requiere la implementación de técnicas o métodos y procedimientos para corregir las deficiencias y lograr el objetivo propuesto. Las estructuras de concreto reforzado pueden ser intervenidas con alguno de los conceptos o estrategias de intervención descritos para un nivel de desempeño sísmico requerido u objetivo.

A continuación se presentan diferentes técnicas de intervención estructural de estructuras de concreto *reforzado*. Algunas de las técnicas de intervención incrementan la resistencia y/o la ductilidad de la estructura y otras reducen la demanda sísmica. Las intervenciones locales pueden tener un efecto sobre la respuesta local o global en mayor o menor grado.

Las técnicas disponibles para incrementar principalmente la capacidad de deformación o ductilidad son las siguientes:

- Enchaquetado o zunchado con malla de acero y concreto o mortero de protección;
- Enchaquetado o envoltura con laminas de acero (relleno, adheridas, ancladas);
- Enchaquetado o envoltura con ángulos y platinas de acero (relleno, adheridas);
- Enchaquetado o envoltura con materiales compuestos FRP.

Después de realizar varios modelos, se consideró el más adecuado teniendo en cuenta que la estructura no dejara su funcionamiento mientras es intervenida, es decir no se producirá un debilitamiento fuerte al adicionar los siguientes elementos.

➤ Se instalarán chaquetas de acero de 3/8" de espesor en los extremos de las columnas con un dispositivo especial de ajuste y posteriormente soldadura. La función de estas chaquetas de acero consiste en mejorar la deformabilidad de las vigas del primer nivel y las columnas confinando el concreto cercano a los nudos y posteriormente mejorando la capacidad de disipación de energía.

Enchaquetado o envoltura con láminas de acero (rellenadas, ancladas, adheridas)

Esta técnica de enchaquetado o envoltura de columnas se usa para incrementar principalmente la capacidad de deformación o ductilidad y el propósito es mejorar fundamentalmente la capacidad a cortante y/o el confinamiento del concreto a compresión para proveer ductilidad (aumento de capacidad de deformación) más que resistencia lateral (capacidad de carga). Sin embargo esta técnica se puede usar también para confinar columnas de concreto reforzado que tienen longitudes de traslapo inadecuados de las barras longitudinales y pobre refuerzo transversal y aumentar así su resistencia a flexión y ductilidad y se puede usar además para aumentar la capacidad de carga axial o a carga vertical de la columna por la mayor resistencia a compresión del concreto confinado o zunchado. Para lograr el efecto de confinamiento deseado es necesario un perfecto contacto entre el refuerzo externo y el concreto antiguo.

Esta técnica de enchaquetado con laminas de acero se puede usar también para confinar columnas de concreto reforzado que tienen longitudes de traslapo inadecuados de las barras longitudinales y refuerzo transversal pobre o deficiente y aumentar así su resistencia a flexión y ductilidad.

Figura 73A. Reforzamiento de columnas con platinas de acero

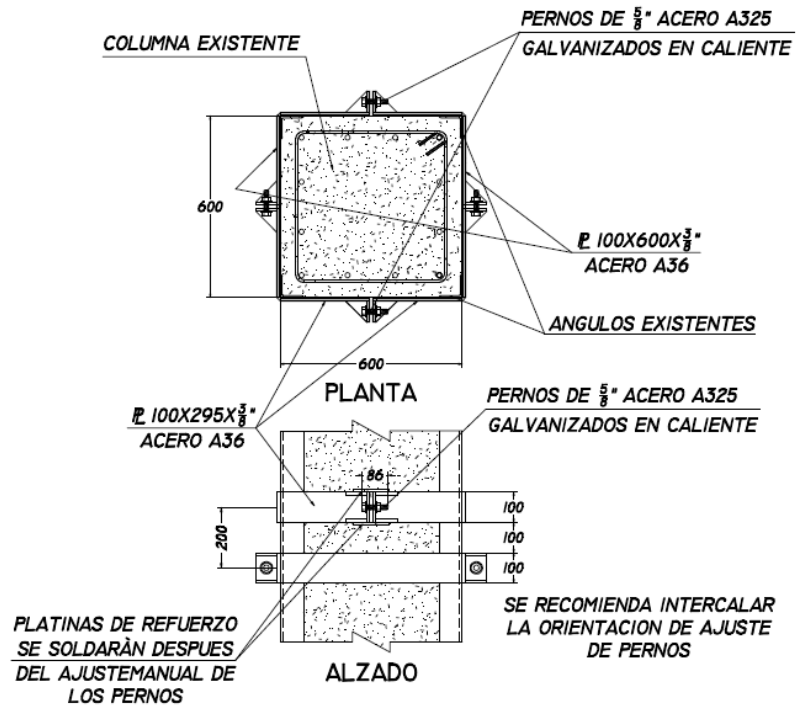
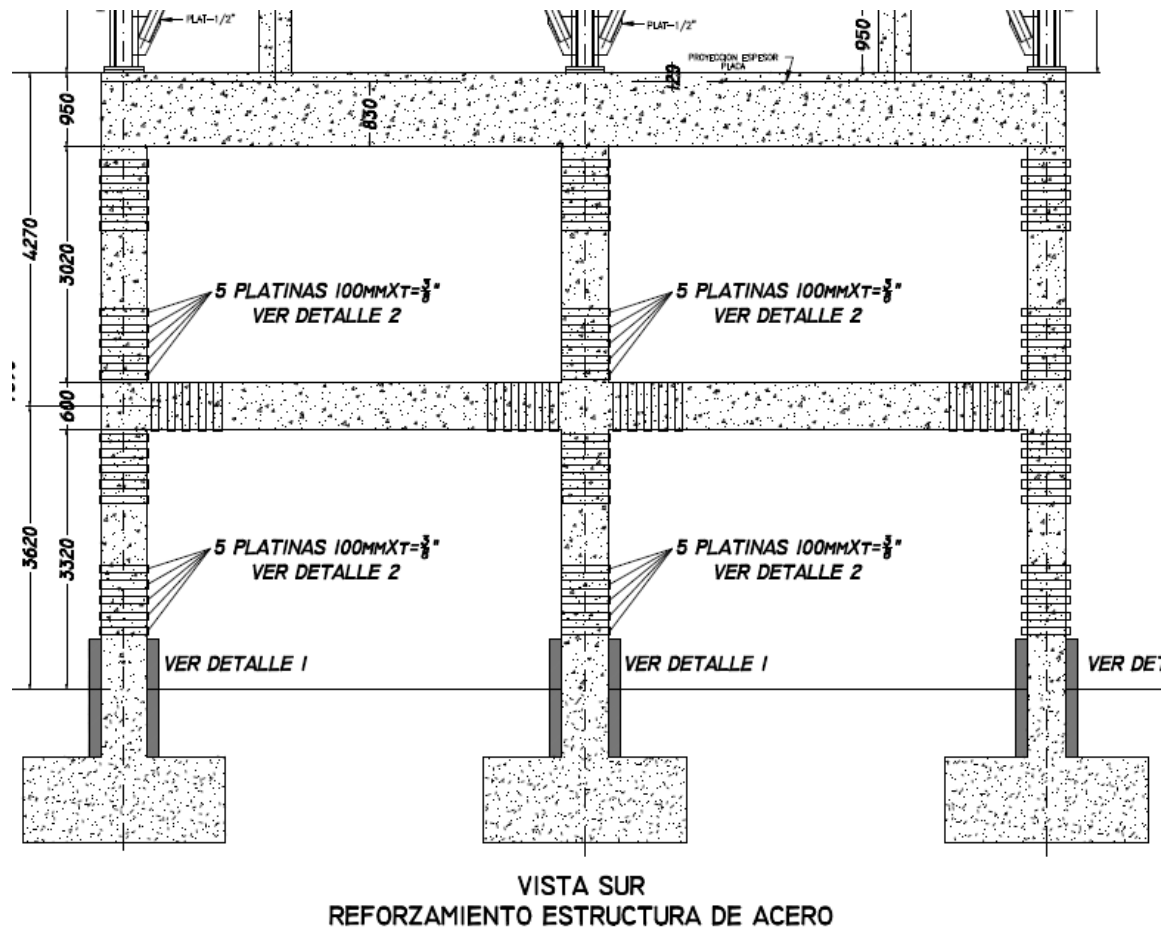


Figura 73B. Alzado reforzamiento estructura de concreto



Se realizará un encamisado en la base de las columnas por una longitud de 1.50 medidos desde la base superior de la zapata. La razón es porque los requerimientos a flexión de la estructura son principalmente por flexión en las columnas. Dicho encamisado parcial de columna, se provee de refuerzo longitudinal y una disposición especial de refuerzo transversal de confinamiento y reforzamiento a cortante.

Figura 73C. Encamisado de columnas estructura de concreto

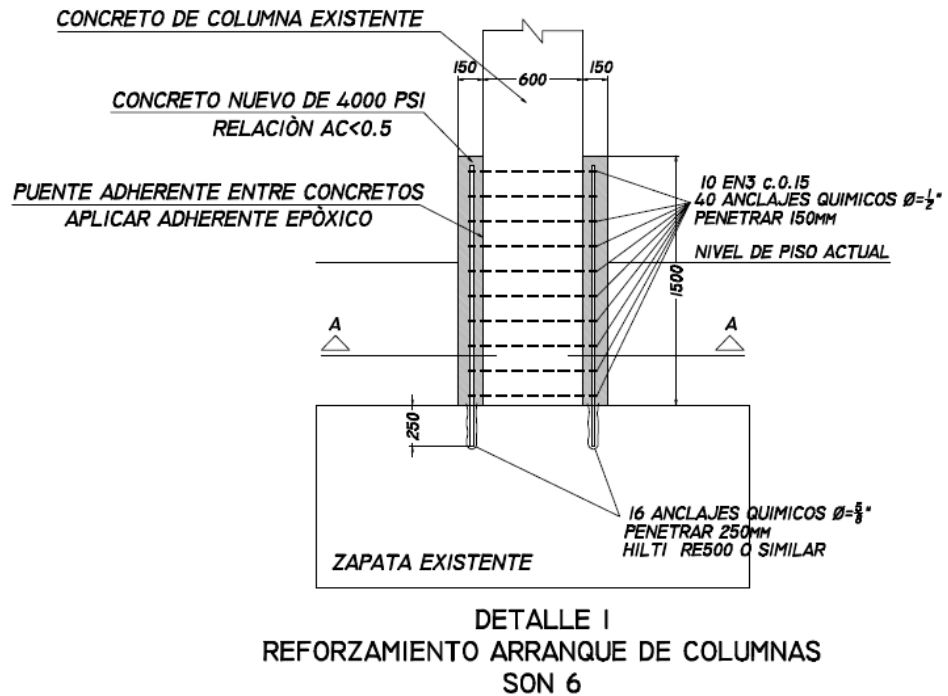
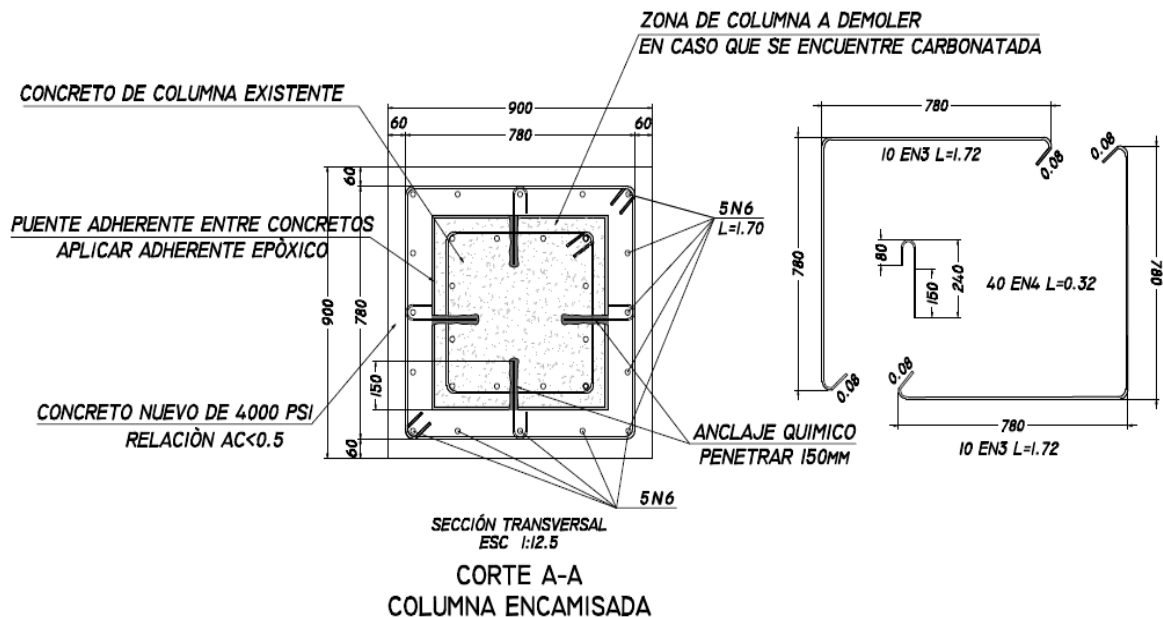
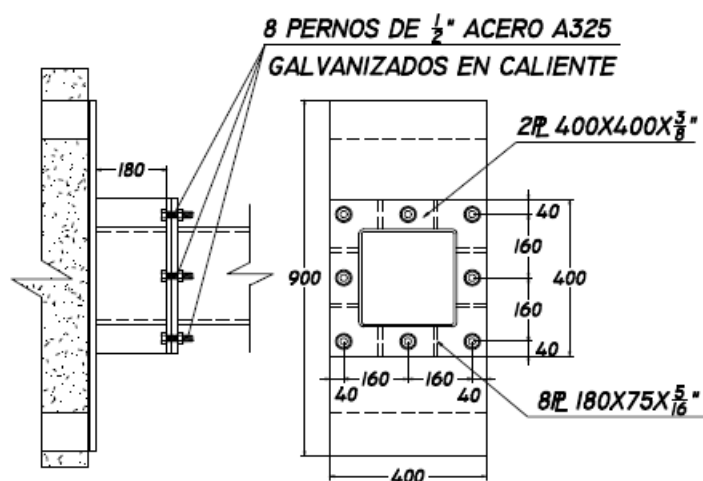


Figura 73D. Sección transversal encamisado de columnas.



Se añaden dos elementos metálicos en el primer nivel de amarre de vigas con el fin de mejorar la rigidez de la estructura y proporcionarle una mejoría en cuanto a la integridad total de la estructura. También disminuye la longitud de pandeo de las columnas en el sentido corto.



4.1 RESULTADOS OBTENIDOS DEL MODELO ELÁSTICO REHABILITADO

Los criterios utilizados para revisar la estructura rehabilitada, serán correspondientes al control de daño (ATC-40 y FEMA-273) y control de derivas NSR-10 a saber:

- No permitir derivas superiores a 1.42% de la altura de entrepiso para el modelo fisurado.
- No permitir rotaciones plásticas con un comportamiento que supere los límites superiores a seguridad en la vida.

Figura 74. Periodos y modos de vibración

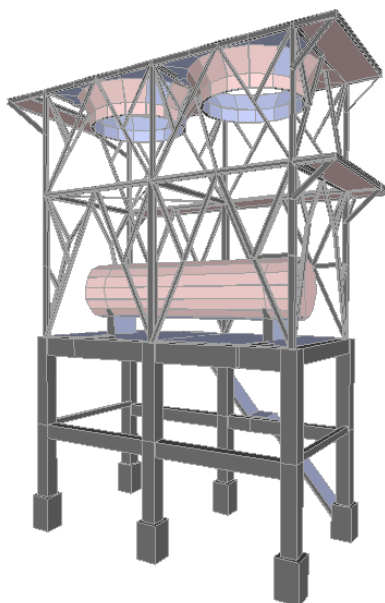


Tabla 22 Periodos de vibración y porcentaje de participación de masa modelo sin fisurar.

Modo	Periodo	UX	SumUX	UY	SumUY
Modo 1	0.9555	0%	0%	89%	89%
Modo 2	0.7181	69%	69%	3%	92%
Modo 3	0.6658	19%	88%	0%	92%
Modo 4	0.4851	2%	90%	0%	92%
Modo 5	0.4770	0%	90%	0%	92%
Modo 6	0.4101	0%	90%	0%	92%
Modo 7	0.4055	0%	90%	0%	92%
Modo 8	0.3995	0%	90%	0%	92%
Modo 9	0.2796	0%	90%	0%	92%
Modo 10	0.2561	0%	90%	0%	92%
Modo 11	0.2534	0%	90%	0%	92%
Modo 12	0.2380	0%	90%	0%	92%

4.1.1 Verificación del cortante basal

Tabla 23. Verificación del cortante Basal

Método de análisis	Periodo		Cortante X	Cortante Y
	Tx	Ty		
	(seg)	(seg)	KN	KN
Fuerza Horizontal Equivalente	0.81	0.81	2223	2223
Dinámico Espectral	0.718	0.955	2671	2325
VFHE / VMDE			0.83	0.96
Comentario			No es necesario ampliar las fuerzas sísmicas para cumplir con NSR-10 A.5.4.5	

4.1.2 Desplazamientos y derivas

Tabla 24. Deriva de entrepiso para 100% SismoX + 30% SismoY

NIVEL (cm)	H entrepiso (cm)	Desplazamiento X (cm)	desplazamiento Y (cm)	Deriva Máxima	Deriva Permitida	Indice de Flexibilidad
1993	470	8.04	4.35	0.03%	1.42%	0.02
1523	648	7.89	4.32	0.13%	1.42%	0.09
875	875	7.33	3.71	0.94%	1.42%	0.66
0	0	0	0			

Figura 75. Derivas modelo rehabilitado y no rehabilitado 0.3Y+X

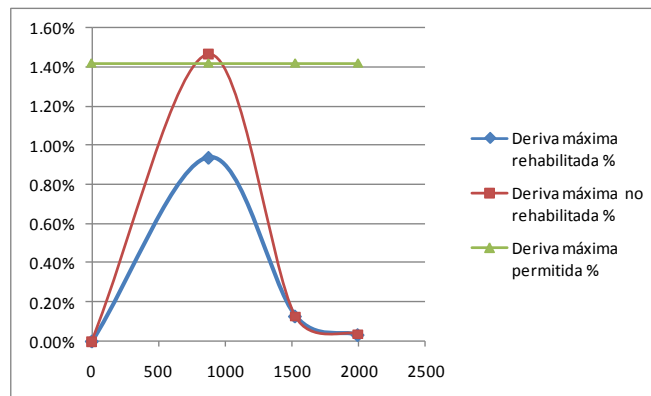
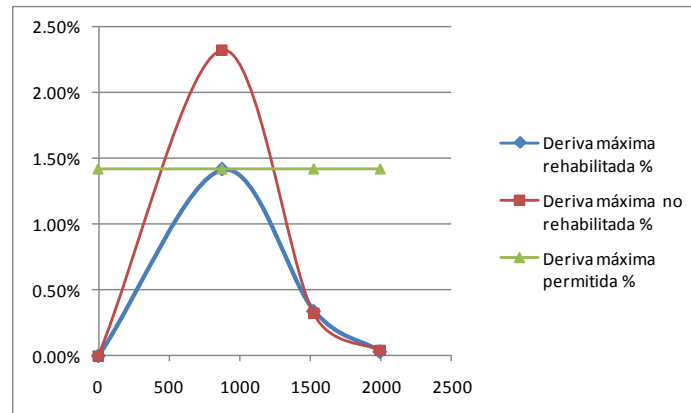


Tabla 25. Deriva de entrepiso para 30% SismoX + 100% SismoY

NIVEL (cm)	H entrepiso (cm)	Desplazamiento X (cm)	desplazamiento Y (cm)	Deriva Máxima	Deriva Permitida	Indice de Flexibilidad
1993	470	2.32	14.25	0.03%	1.42%	0.02
1523	648	2.37	14.39	0.32%	1.42%	0.23
875	875	2.2	12.3	1.43%	1.42%	1.01
0	0	0	0			

Figura 76. Derivas modelo rehabilitado y no rehabilitado 0.3X+Y

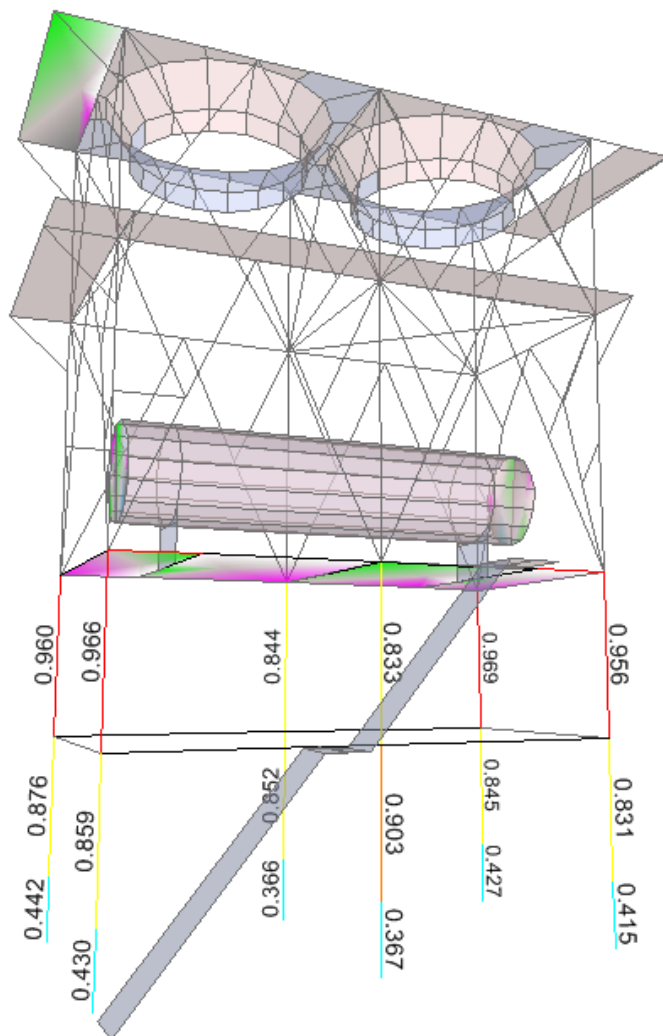


Comparando las derivas obtenidas del modelo no rehabilitado, se aprecia una disminución considerable en estas, cumpliendo con los requisitos exigidos por la NSR-10.

4.1.3 Índices de Sobre-esfuerzo

4.1.3.1 Índices de sobre-esfuerzo en las columnas. Al incorporar las secciones encamisadas en la parte inferior de la columna, se atiende a las solicitaciones por flexión con una sección transversal más competente.

Figura 77. Índices de sobreesfuerzo en columna



4.2 RESULTADOS OBTENIDOS MODELO INELÁSTICO REHABILITADO

Las curvas de capacidad se obtuvieron sometiendo la estructura a la acción de fuerzas monofónicas proporcionales al primer modo de vibración.

Figura 77. Curva de capacidad Pushover sentido X (Estructura rehabilitada)
(KN,m)

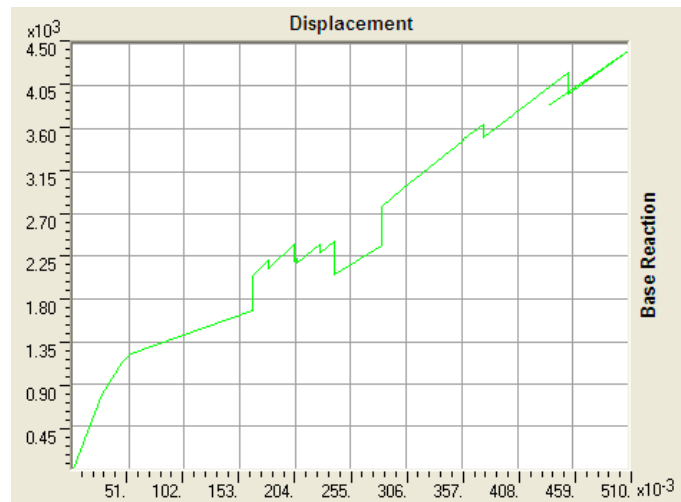


Figura 78. Curva de capacidad Pushover sentido Y (Estructura rehabilitada)
(KN,m)

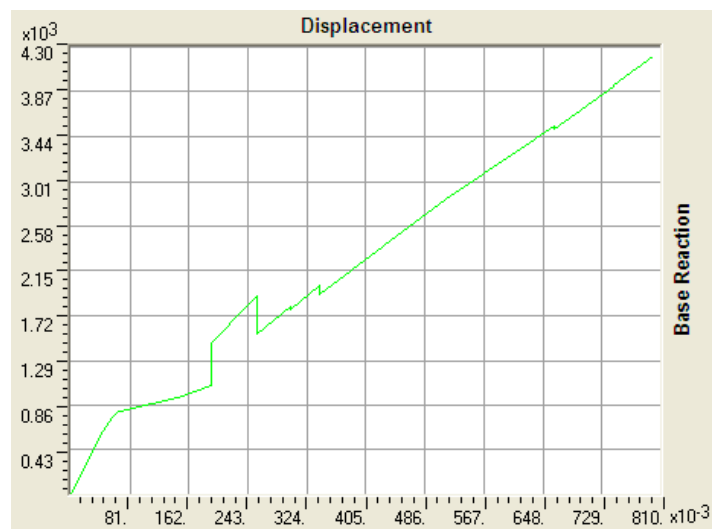


Figura 79. Curva de capacidad análisis Pushover sentido X

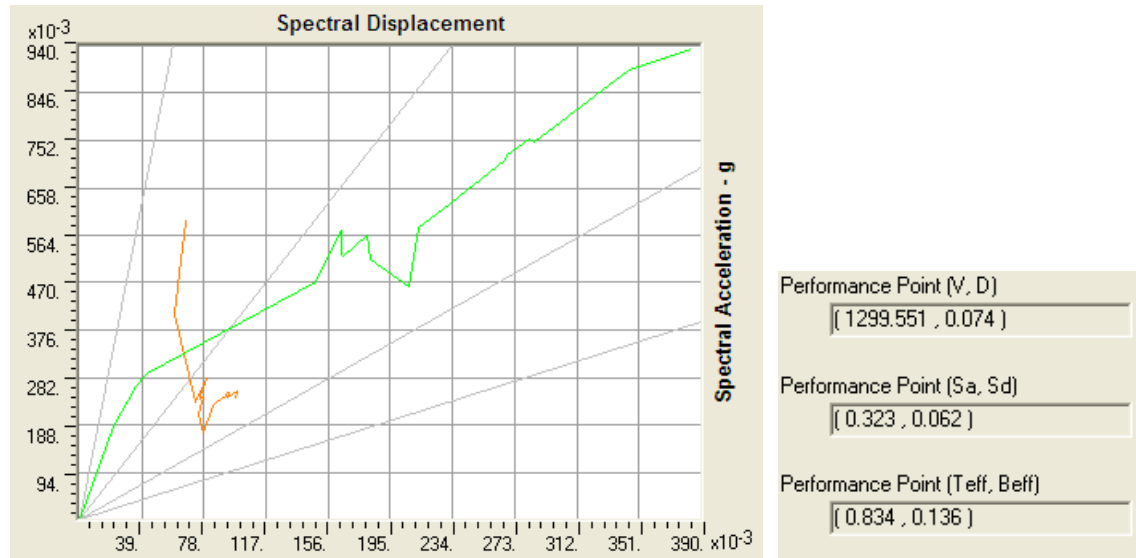


Tabla 26. Punto de comportamiento análisis Pushover sentido X

Parámetro	Unidad	Valor
Patrón de carga		Modal
Clasificación según ATC40		Estructura tipo B
Factor Kappa ATC40		0.66
Amortiguamiento intrínseco		0.05
Cortante Basal (punto de comportamiento)	KN	1299.55
Desplazamiento (punto de comportamiento)	m	0.074
Amortiguamiento equivalente total		0.136

Tabla 27. Rótulas en el punto de comportamiento análisis Pushover sentido X

TABLE: Pushover Curve - AENLX											
Step	Displacement	BaseForce	AtoB	BtoO	IOtoLS	LStoCP	CPToC	CtoD	DtoE	BeyondE	Total
	m	KN									
0	0.000064	0	90	0	0	0	0	0	0	0	90
1	0.0444	617.491	89	1	0	0	0	0	0	0	90
2	0.055888	747.064	81	9	0	0	0	0	0	0	90
3	0.061807	787.153	76	14	0	0	0	0	0	0	90
4	0.06668	800.559	72	18	0	0	0	0	0	0	90
5	0.14668	936.627	72	4	14	0	0	0	0	0	90
6	0.192874	1050.026	71	1	13	4	0	0	1	0	90
7	0.192882	1458.982	64	8	13	4	0	0	1	0	90
8	0.245228	1836.875	58	14	11	3	2	0	2	0	90
9	0.245236	1843.441	57	15	11	3	2	0	2	0	90
10	0.254732	1911.546	56	16	11	1	2	0	4	0	90
11	0.25474	1540.331	55	17	11	1	2	0	4	0	90
12	0.3007	1809.435	52	20	9	0	4	0	5	0	90
13	0.300708	1780.444	49	23	9	0	4	0	5	0	90
14	0.340804	2011.299	48	24	4	2	6	0	6	0	90
15	0.340812	1926.664	45	27	4	2	6	0	6	0	90
16	0.429383	2397.458	41	31	4	2	6	0	6	0	90
17	0.520412	2867.272	34	30	12	2	6	0	6	0	90
18	0.611376	3301.483	32	30	14	2	6	0	6	0	90
19	0.663922	3537.798	28	33	13	2	6	0	8	0	90
20	0.66393	3517.234	26	33	14	3	6	0	8	0	90
21	0.744751	3922.155	26	31	16	2	6	0	9	0	90
22	0.744759	3935.664	26	31	16	2	6	0	9	0	90
23	0.800064	4206.572	24	33	13	3	8	0	9	0	90

En la tabla anterior se puede apreciar que la estructura tiene un comportamiento en el paso 5 del push X, allí se observa que en este paso del análisis estático no lineal, NO se presentan rotulas que sobrepasen el límite de seguridad en la vida.

Figura 80. Curva de capacidad análisis Pushover sentido Y

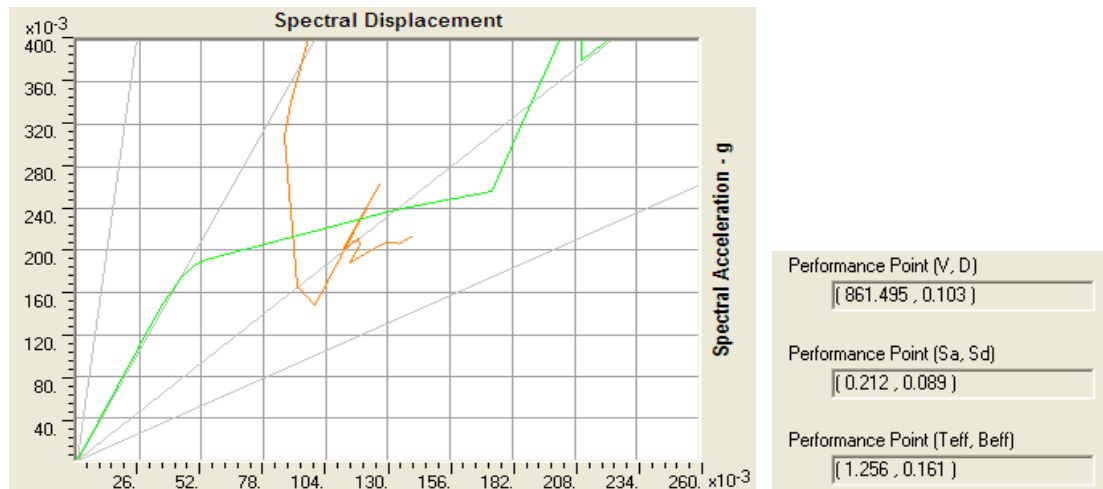


Tabla 28. Punto de comportamiento análisis Pushover sentido Y

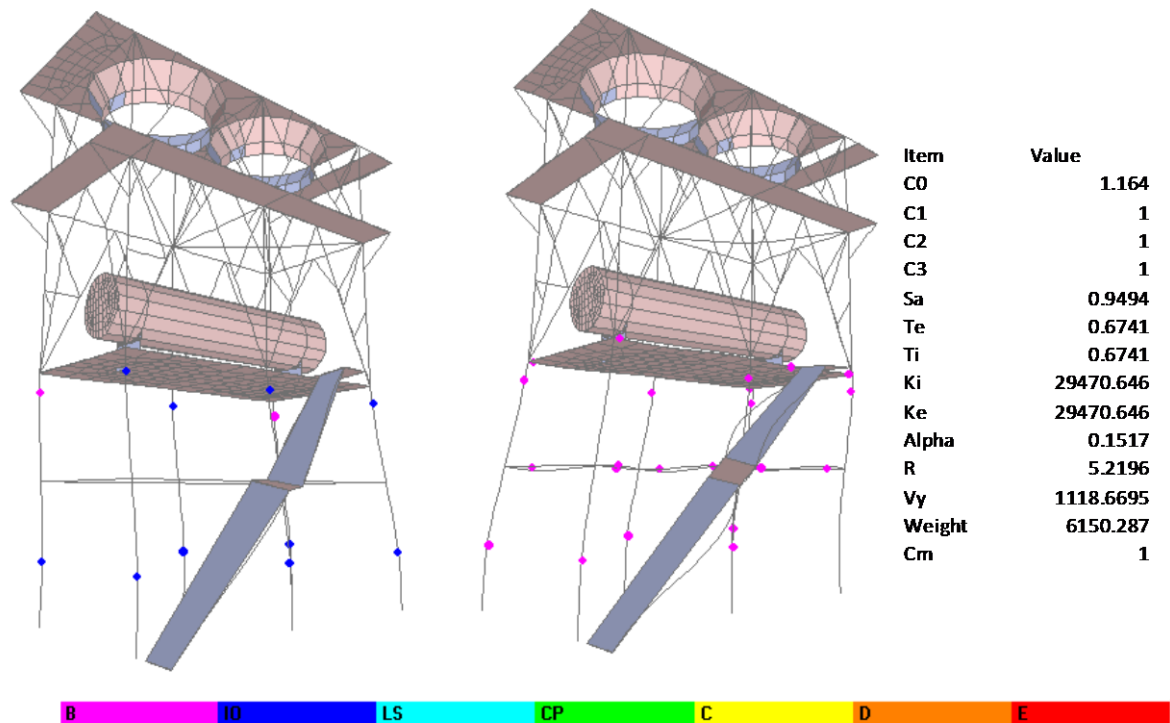
Parámetro	Unidad	Valor
Patròn de carga		Modal
Clasificacion según ATC40		Estructura tipo B
Factor Kappa ATC40		0.66
Amortiguamiento intrínseco		0.05
Cortante Basal (punto de comportamiento)	KN	861.49
Desplazamiento (punto de comportamiento)	m	0.103
Amortiguamiento equivalente total		0.161

Tabla 29. Rótulas en el punto de comportamiento análisis Pushover sentido Y

TABLE: Pushover Curve - AENLY											
Step	Displacement m	BaseForce KN	AtoB	BtoIO	IOtoLS	LStoCP	CPtoC	CtoD	DtoE	BeyondE	Total
0	0.000	0.0	90	0	0	0	0	0	0	0	90
1	0.044	617.5	89	1	0	0	0	0	0	0	90
2	0.056	747.1	81	9	0	0	0	0	0	0	90
3	0.062	787.2	76	14	0	0	0	0	0	0	90
4	0.067	800.6	72	18	0	0	0	0	0	0	90
5	0.147	936.6	72	4	14	0	0	0	0	0	90
6	0.193	1050.0	71	1	13	4	0	0	1	0	90
7	0.193	1459.0	64	8	13	4	0	0	1	0	90
8	0.245	1836.9	58	14	11	3	2	0	2	0	90
9	0.245	1843.4	57	15	11	3	2	0	2	0	90
10	0.255	1911.5	56	16	11	1	2	0	4	0	90
11	0.255	1540.3	55	17	11	1	2	0	4	0	90
12	0.301	1809.4	52	20	9	0	4	0	5	0	90
13	0.301	1780.4	49	23	9	0	4	0	5	0	90
14	0.341	2011.3	48	24	4	2	6	0	6	0	90
15	0.341	1926.7	45	27	4	2	6	0	6	0	90
16	0.429	2397.5	41	31	4	2	6	0	6	0	90
17	0.520	2867.3	34	30	12	2	6	0	6	0	90
18	0.611	3301.5	32	30	14	2	6	0	6	0	90
19	0.664	3537.8	28	33	13	2	6	0	8	0	90
20	0.664	3517.2	26	33	14	3	6	0	8	0	90
21	0.745	3922.2	26	31	16	2	6	0	9	0	90
22	0.745	3935.7	26	31	16	2	6	0	9	0	90
23	0.800	4206.6	24	33	13	3	8	0	9	0	90

En la tabla anterior se puede apreciar que la estructura tiene un comportamiento en el paso 5 del push Y, allí se observa que en este paso del análisis estático no lineal, NO se presentan rotulas que sobrepasen el límite de seguridad en la vida.

Figura 81. Rotulas plásticas Push X y Push Y Estructura rehabilitada



REVISIÒN DE LA CIMENTACIÒN ESTRUCTURA REHABILITADA

DISEÑO DE ZAPATAS CENTRICAS

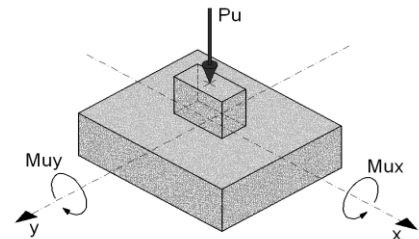
DATOS DE ENTRADA MATERIALES

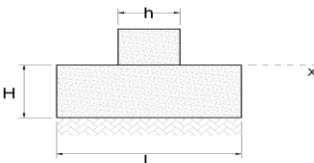
$f'_c = 17.5 \text{ Mpa}$
 $f_y = 420 \text{ MPa}$
 $m = 28.24$
 $\alpha_s = 40$

DIMENSIONES DE ELEMENTO

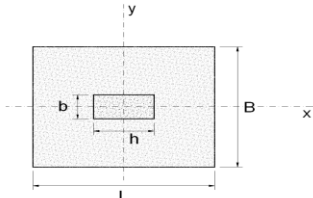
b (Paralelo a Y) m x h (Paralelo a X) m

	DIMENSIONES DE ELEMENTO			REACCION MODELO KN	P_u KN	M_{ux} KN-m	M_{uy} KN-m	e_x m	e_y m	ESFUERZO ADMISIBLE KN/m ²
	b (Paralelo a Y) m	x	h (Paralelo a X) m							
Z1	0.90	x	0.90	1009	1230	587	111	0.477	0.090	150
Z2	0.90	x	0.90	935	1156	656	121	0.567	0.105	150



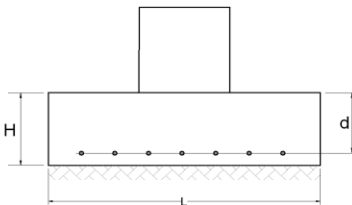


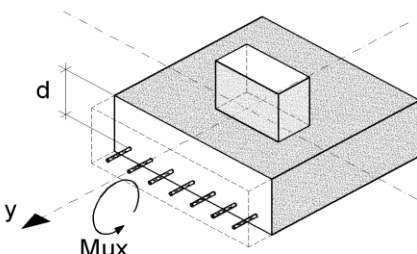
VISTA LATERAL DE ZAPATA CENTRICA



VISTA EN PLANTA DE ZAPATA CENTRICA

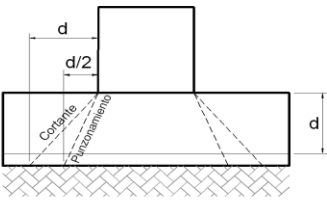
	FACTOR rec. Inf.	1.5 0.07	ESFUERZO ULTIMO KN/m ²	AREA REQUERIDA m ²	AREA SUMINISTRADA m ²	VERIFICACIÒN	GEOMETRIA DE ZAPATA						ESFUERZO NETO	Wxmax	Wxmin					
							L		x		B					x		H	vol x	vol y
Z1			225	5.5	6.0	O.K.	2.30	x	2.60	x	1.10	0.70	0.85	206	1201	-131				
Z2			225	5.1	6.0	O.K.	2.30	x	2.60	x	1.10	0.70	0.85	193	1247	-241				



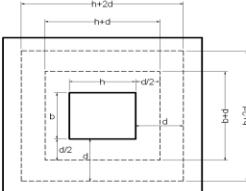


DISEÑO A FLEXION PARA Mnx

	Mnx KN-m	b cm	d cm	CUANTIA CALCULADA	CUANTIA MINIMA	As cm^2	SEP.	DIRECCION Y						FORMA VARILLA	
								@ LONG							
Z1	229	230	103.00	0.00022	0.00180	45.5	0.14	17	N	6	47.64	o.k.	0.14	2.50	RECTA
Z2	222	230	103.00	0.00022	0.00180	45.5	0.14	17	N	6	47.64	o.k.	0.14	2.50	RECTA



PLANOS DE FALLA DE CORTANTE Y PUNZONAMIENTO



PUNZONAMIENTO: $b_o \geq 2(3d + h + b)$
CORTANTE: $b_o \geq 2(4d + h + b)$
VISTA EN PLANTA

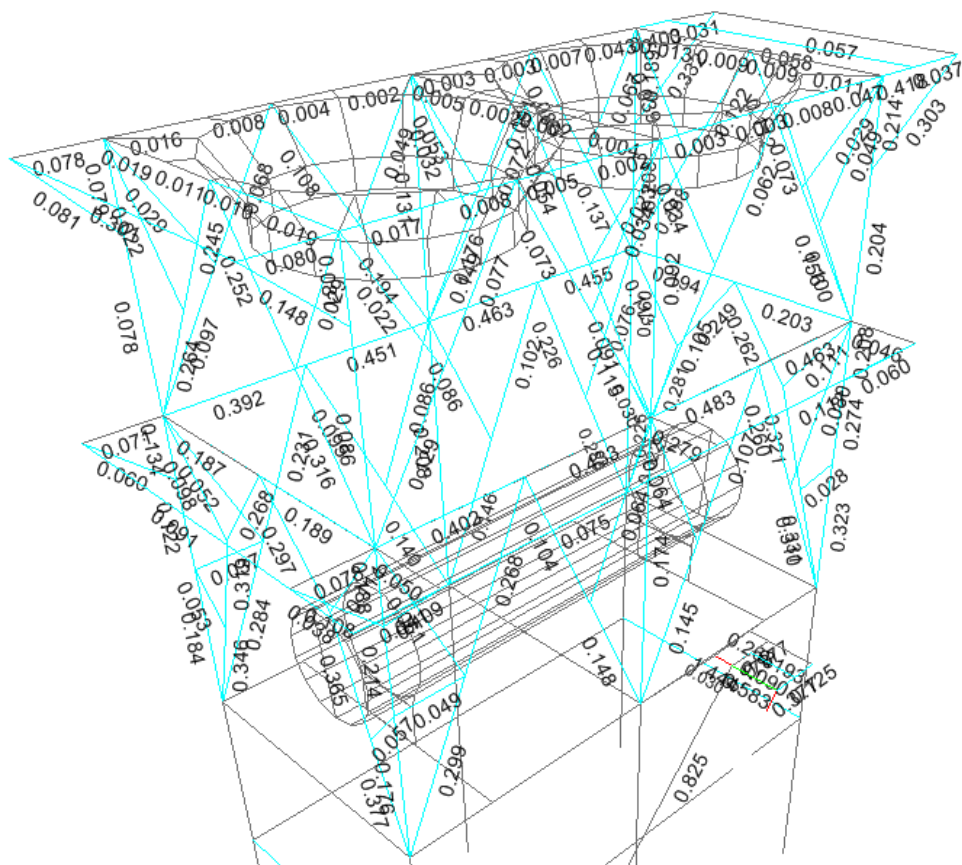
	PUNZONAMIENTO						CORTANTE					
	Vu PUNZ KN	bo. m	d m	vu KN/m ²	Φ_{vc} KN/m ²	VERIFICACIÒN	Vu CORTANTE KN	bo. m	d m	vu KN/m ²	Φ_{vc} KN/m ²	VERIFICACIÒN
Z1	464	7.72	1.03	58	1185	O.K.	572	11.84	1.03	47	593	O.K.
Z2	436	7.72	1.03	55	1185	O.K.	538	11.84	1.03	44	593	O.K.

La cimentación cumple satisfactoriamente las solicitaciones de la estructura rehabilitada.

5. REVISIÒN DE LA ESTRUCTURA METÀLICA

Se realizó el chequeo de los elementos de la estructura metálica encontrándose favorables resultados.

Figura 82. Índices de sobreesfuerzo



6. CONCLUSIONES DE LA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL

De acuerdo con el análisis elástico e inelástico realizado podemos concluir que la estructura NO presenta vulnerabilidad, que comprometa su correcto funcionamiento y estabilidad durante y después de un evento sísmico.

7. METODOLOGIA RECOMENDADA

Durante el presente estudio se implementó una metodología típica para la realización de un análisis de vulnerabilidad sísmica de edificaciones y el posterior desarrollo de alternativas de rehabilitación, algunas de las actividades enmarcadas en este proceso no fueron tomadas en cuenta debido a las limitaciones de este proyecto por lo se presenta a continuación el procedimiento completo recomendado.

7.1 RECOMENDACIÓN Y REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

Esta actividad incluye la recopilación de planos, estudios de suelo, y toda la información referente al diseño y construcción de la estructura, tales como el año de construcción, el dimensionamiento de la estructura, tipo de cimentación, tipos de conexiones, dimensionamiento de elementos estructurales, cargas actuantes y disposición de elementos no estructurales.

Toda la información obtenida en esta etapa permite hacer una valoración previa detectando posibles fallas fácilmente detectables o debidas a condiciones propias del desarrollo del proyecto en el momento de su ejecución, tales como la normativa existente y deficiencias en los procesos constructivos.

Las conclusiones obtenidas en este análisis previo permitirán enfocar un posterior estudio técnico detallado.

Se debe adelantar una inspección técnica detallada de la edificación. Algunas de las actividades a desarrollar de los elementos son las siguientes:

- Descripción detallada del sistema constructivo y de las características particulares de los elementos estructurales y no estructurales.
- Levantamiento topográfico detallado de la edificación.
- Comparación de la estructura con planos estructurales existentes.
- Levantamiento de grietas y fisuras en elementos estructurales y no estructurales en planta y corte.
- Detección de procesos de deterioro, en las propiedades del concreto de las estructuras (eflorescencias, picaduras, corrosión y otras que se presentan) y concepto técnico sobre su grado de afectación a la estructura.
- Realización de pruebas y ensayos para determinar la calidad de los materiales (concreto principalmente) y verificar la ubicación del refuerzo.

7.2 ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS

Como ya se ha mencionado la estructura debe ser sometida a una inspección técnica detallada para investigar las propiedades básicas y estado del concreto y para verificar contra los planos estructurales disponibles la ubicación del acero de refuerzo en sitios críticos de fácil acceso. Los ensayos que se van a realizar son los siguientes:

- Extracción y ensayo de núcleos: se recomiendan extracciones de núcleos en sitios críticos definidos para la edificación. Cada núcleo será cuidadosamente estudiado para la determinación de la calidad del concreto y de los agregados utilizados, la densidad y la resistencia a la compresión. Los ensayos de compresión estarán regidos por la norma NTC 3658.
- Ensayo de carbonatación: con el fin de investigar el estado del concreto se realizarán ensayos de carbonatación. Este ensayo se realizará a los núcleos extraídos.

- Ensayos de detección y verificando del acero de refuerzo: se realizaran ensayos de detección y verificación del acero de refuerzo utilizando como guía la información estructural suministrada, se determinara la ubicación del refuerzo principal, su disposición interna, los diámetros de las barras y espesores promedio de recubrimiento.

7.3 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

Con base en la información estructural disponible y levantada como parte del estudio, se realizaron los análisis de vulnerabilidad. Los parámetros a tener en cuenta en el análisis son los siguientes:

- Moldeamiento de la estructura: con el fin de valorar los niveles de refuerzos internos y los desplazamientos sísmicos de la estructura, se elaborarán modelos lineales tridimensionales de la edificación (modelo elástico e inelásticos). Con estos modelos se puede observar el mecanismo de falla de la edificación, así como el punto de comportamiento y capacidad de disipación de energía.
- Definición de vulnerabilidad: con base en el modelo, se determinaran los índices de sobreesfuerzos , índices de flexibilidad y los índices de sobre-rotulación, y de acuerdo al nivel de comportamiento esperado en la estructura, se definen las vulnerabilidades objetivo de corrección en las posteriores alternativas de rehabilitación.

7.4 NORMAS APLICABLES

En los capítulos 5 y 6 se encuentra la información correspondiente al proceso experimentado en las obtención y verificación de acuerdo a las normativas seleccionadas para el proyecto (FEMA 273/274, ATC 40 Y FEMA 356/357) de las alternativas que se desarrollaron en este proyecto; posterior a esto se debe desarrollar las siguientes actividades:

- Diseño a nivel de planos de construcción: Debe incluir elementos estructurales y no estructurales.
- Análisis funcional incluyendo elementos no estructurales.
- Especificaciones técnicas de construcción.
- Manejo logístico y estudio de impacto: esto se realiza con el fin de minimizar el traumatismo que genera la obra en la operación normal de la edificación.
- Presupuesto y programación de obra.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA, AIS. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10. Bogotá: AIS, 2010.

ATC 40- Applied Technology Council. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, ATC-40. Redwood City, CA, USA: Applied Technology Council, 1996.

ESTEVA, L. "Regionalización sísmica de México para fines de Ingeniería, serie azul de Instituto de Ingeniería, 246; Universidad Nacional Autónoma de México; Coyoacán 04510, México D.F. 1970.

ESTEVA, L. "Vibraciones de marcos de un piso: Efectos de la distribución de la masa"; Memorias del Primer Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica; Guadalajara, Jal. México. 1965.

FEMA-273. NEHRP guidelines for the seismic rehabilitation of buildings. Washinton, D.C: Building Seismic Safety Council. USA. 1997.

GALLEGO, M. "Estimación de Riesgo Sísmico en la República de Colombia"; tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México; Coyoacán, 04510, México D.F, 2000.

GARCIA R., Luis Enrique. Dinámica Estructural Aplicada al Diseño Sísmico. Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia. 1998.

GELVEZ, Cesar; ARIAS, Rafael. Modelamiento Inelástico para determinar el nivel de comportamiento y una aproximación a la rehabilitación de estructuras con disipadores de energía, Tesis de grado, 2003.

MALDONADO RONDON, Esperanza y CHIO CHO, Gustavo. Análisis Sísmico de edificaciones. 1 ed. Bucaramanga: Ediciones UIS, 2004.

RAMÍREZ, J.E. "Historia de los terremotos en Colombia"; Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Ministerio de Hacienda y Crédito Público de Colombia; Bogotá D.E.

REYES ORTIZ, Juan Carlos, Modelamiento Sísmico no Lineal de Estructuras de Concreto con Disipadores de Energía. Tesis de maestría, 1999.

ROSENBLUETH, E & Resendiz, D. "Disposiciones reglamentarias de 1987 para tener en cuenta interacción dinámica suelo estructura, Series de Instituto de Ingeniería, No 509. Universidad Nacional Autónoma de México; Coyoacán, 04510, México D.F. 1988.

SANDOVAL, P. "Diseño sísmico por Desempeño" Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería, de la Universidad Nacional Autónoma de México; Coyoacán; 04510, México, D.F. 2000.

SARRIA, A. "Terremotos e Infraestructura, Ediciones Uniandes, Bogotá D.C., Colombia.

ANEXOS

Table: Base Reactions, Part 1 of 3

Table: Base Reactions, Part 1 of 3

OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY	GlobalMZ
			KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
AENLX	NonStatic	Max	2.707E-09	1.758E-09	3662.070	10654.8949	-21477.8097	13437.8790
AENLX	NonStatic	Min	-4420.355	-9.590E-08	3662.070	10654.8949	-86762.0316	5.550E-09
AENLY	NonStatic	Max	2.707E-09	1.758E-09	3662.070	77450.5826	-21477.8097	5.550E-09
AENLY	NonStatic	Min	-1.036E-07	-4206.572	3662.070	10654.8949	-21477.8097	-25239.4314
CGNL	NonStatic	Max	2.707E-09	1.758E-09	3662.070	10654.8949	-21477.8097	5.550E-09
CGNL	NonStatic	Min	2.707E-09	1.758E-09	3662.070	10654.8949	-21477.8097	5.550E-09

Table: Base Reactions, Part 2 of 3

Table: Base Reactions, Part 2 of 3

OutputCase	StepType	GlobalX	GlobalY	GlobalZ	XCentroidF	YCentroidF	ZCentroidF	XCentroidF
					X	X	X	Y
		m	m	m	m	m	m	m
AENLX	Max	0.00000	0.00000	0.00000	5.60830	2.76658	0.00000	-2.941E+10
AENLX	Min	0.00000	0.00000	0.00000	-8058861850	-2.652E+10	0.00000	-7.730E+11
AENLY	Max	0.00000	0.00000	0.00000	2.313E+11	3.107E+11	0.00000	5.64147
AENLY	Min	0.00000	0.00000	0.00000	-1.627E+11	-2.377E+11	0.00000	-4.297E+10
CGNL	Max	0.00000	0.00000	0.00000	-8058861850	-2.652E+10	0.00000	-4.297E+10

Table: Base Reactions, Part 2 of 3

OutputCase	StepType	GlobalX	GlobalY	GlobalZ	XCentroidF	YCentroidF	ZCentroidF	XCentroidF
					X	X	X	Y
		m	m	m	m	m	m	m
CGNL	Min	0.00000	0.00000	0.00000	-8058861850	-2.652E+10	0.00000	-4.297E+10

Table: Base Reactions, Part 3 of 3

Table: Base Reactions, Part 3 of 3

OutputCase	StepType	YCentroidFY	ZCentroidFY	XCentroidFZ	YCentroidFZ	ZCentroidFZ
		m	m	m	m	m
AENLX	Max	1733096047	0.00000	20.43695	3.50827	0.00000
AENLX	Min	-1.658E+11	0.00000	5.85210	2.90053	0.00000
AENLY	Max	3.99407	0.00000	6.62929	17.68043	0.00000
AENLY	Min	-2027000060	0.00000	5.85210	2.90053	0.00000
CGNL	Max	-2027000060	0.00000	5.85210	2.90053	0.00000
CGNL	Min	-2027000060	0.00000	5.85210	2.90053	0.00000

Table: Case - Modal 1 - General

Table: Case - Modal 1 - General

Case	ModeType	MaxNumModes	MinNumModes	EigenShift	EigenCutoff	EigenTol	AutoShift
				Cyc/sec	Cyc/sec		
MODAL	Eigen	12	1	0.0000E+00	0.0000E+00	1.0000E-09	No

Table: Case - Static 1 - Load Assignments

Table: Case - Static 1 - Load Assignments				
Case	LoadType	LoadName	LoadSF	
AENLX	Load pattern	PUSHOVER X	1.000000	
AENLY	Load pattern	PUSHOVER Y	1.000000	
CGNL	Load pattern	DEAD	1.100000	
CGNL	Load pattern	LIVE	0.250000	

Table: Case - Static 2 - Nonlinear Load Application

Table: Case - Static 2 - Nonlinear Load Application					
Case	LoadApp	DisplType	TargetDispl m	MonitorDOF	MonitorJt
AENLX	Displ Ctrl	Monitored	0.800000	U1	109
AENLY	Displ Ctrl	Monitored	0.800000	U2	109
CGNL	Full Load			U1	107

Table: Case - Static 4 - Nonlinear Parameters, Part 1 of 5

Table: Case - Static 4 - Nonlinear Parameters, Part 1 of 5						
Case	Unloading	GeoNonLin	ResultsSave	MinNumState	MaxNumState	PosIncOnly
AENLX	Restart Secant	None	Multiple States	10	100	Yes
AENLY	Restart Secant	None	Multiple States	10	100	Yes
CGNL	Unload Entire	None	Final State			

Table: Case - Static 4 - Nonlinear Parameters, Part 2 of 5

Table: Case - Static 4 - Nonlinear Parameters, Part 2 of 5							
Case	MaxTotal	MaxNull	MaxIterCS	MaxIterNR	ItConvTol	UseEvStep	EvLumpTol
AENLX	200	50	10	40	1.0000E-04	Yes	0.010000
AENLY	200	50	10	40	1.0000E-04	Yes	0.010000
CGNL	200	50	10	40	1.0000E-04	Yes	0.010000

Table: Case - Static 4 - Nonlinear Parameters, Part 3 of 5

Case	LSPerIter	LSTol	LSStepFact	StageSave	StageMinIns	StageMinTD
AENLX	20	0.100000	1.618000			
AENLY	20	0.100000	1.618000			
CGNL	20	0.100000	1.618000			

Table: Case - Static 4 - Nonlinear Parameters, Part 3 of 5

Table: Case - Static 4 - Nonlinear Parameters, Part 4 of 5

Case	FrameTC	FrameHinge	CableTC	LinkTC	LinkOther	TimeDepMat	TFMaxIter
AENLX	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		10
AENLY	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		10
CGNL	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		10

Table: Case - Static 4 - Nonlinear Parameters, Part 4 of 5

Table: Case - Static 4 - Nonlinear Parameters, Part 5 of 5

Case	TFTol	TFAccelFact	TFNoStop
AENLX	0.010000	1.000000	No
AENLY	0.010000	1.000000	No

Table: Case - Static 4 - Nonlinear Parameters, Part 5 of 5

Table: Case - Static 4 - Nonlinear Parameters, Part 5 of 5

Case	TFTol	TFAccelFact	TFNoStop
CGNL	0.010000	1.000000	No

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
1	0.00000	AENLX	NonStatic	Max	-7.435	0.267	-0.044	0.0017
1	1.39937	AENLX	NonStatic	Max	-7.075	0.499	-0.044	0.0017
1	2.79873	AENLX	NonStatic	Max	-6.715	0.732	-0.044	0.0017
1	0.00000	AENLX	NonStatic	Min	-93.128	-0.276	-0.225	-2.910E-04
1	1.39937	AENLX	NonStatic	Min	-92.768	-0.043	-0.225	-2.910E-04
1	2.79873	AENLX	NonStatic	Min	-92.408	0.189	-0.225	-2.910E-04
1	0.00000	AENLY	NonStatic	Max	-25.196	-0.078	-0.013	3.371E-04
1	1.39937	AENLY	NonStatic	Max	-24.836	0.155	-0.013	3.371E-04
1	2.79873	AENLY	NonStatic	Max	-24.476	0.387	-0.013	3.371E-04
1	0.00000	AENLY	NonStatic	Min	-717.094	-0.835	-0.419	-4.923E-04
1	1.39937	AENLY	NonStatic	Min	-716.734	-0.602	-0.419	-4.923E-04
1	2.79873	AENLY	NonStatic	Min	-716.374	-0.370	-0.419	-4.923E-04
1	0.00000	CGNL	NonStatic	Max	-25.196	-0.276	-0.044	-2.910E-04
1	1.39937	CGNL	NonStatic	Max	-24.836	-0.043	-0.044	-2.910E-04
1	2.79873	CGNL	NonStatic	Max	-24.476	0.189	-0.044	-2.910E-04
1	0.00000	CGNL	NonStatic	Min	-25.196	-0.276	-0.044	-2.910E-04

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
1	1.39937	CGNL	NonStatic	Min	-24.836	-0.043	-0.044	-2.910E-04
1	2.79873	CGNL	NonStatic	Min	-24.476	0.189	-0.044	-2.910E-04
2	0.00000	AENLX	NonStatic	Max	-2.895	18.455	1.648	0.0075
2	0.50000	AENLX	NonStatic	Max	-2.895	18.650	1.648	0.0075
2	1.00000	AENLX	NonStatic	Max	-2.895	18.845	1.648	0.0075
2	1.50000	AENLX	NonStatic	Max	-2.895	19.040	1.648	0.0075
2	0.00000	AENLX	NonStatic	Min	-34.493	-1.564	0.016	-6.523E-04
2	0.50000	AENLX	NonStatic	Min	-34.493	-1.369	0.016	-6.523E-04
2	1.00000	AENLX	NonStatic	Min	-34.493	-1.173	0.016	-6.523E-04
2	1.50000	AENLX	NonStatic	Min	-34.493	-0.978	0.016	-6.523E-04
2	0.00000	AENLY	NonStatic	Max	-2.895	9.401	1.409	-1.404E-04
2	0.50000	AENLY	NonStatic	Max	-2.895	9.596	1.409	-1.404E-04
2	1.00000	AENLY	NonStatic	Max	-2.895	9.791	1.409	-1.404E-04
2	1.50000	AENLY	NonStatic	Max	-2.895	9.986	1.409	-1.404E-04
2	0.00000	AENLY	NonStatic	Min	-13.821	-1.023	0.016	-0.0224
2	0.50000	AENLY	NonStatic	Min	-13.821	-0.828	0.016	-0.0224
2	1.00000	AENLY	NonStatic	Min	-13.821	-0.633	0.016	-0.0224
2	1.50000	AENLY	NonStatic	Min	-13.821	-0.438	0.016	-0.0224
2	0.00000	CGNL	NonStatic	Max	-2.895	0.614	0.016	-1.404E-04
2	0.50000	CGNL	NonStatic	Max	-2.895	0.809	0.016	-1.404E-04
2	1.00000	CGNL	NonStatic	Max	-2.895	1.004	0.016	-1.404E-04

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
2	1.50000	CGNL	NonStatic	Max	-2.895	1.199	0.016	-1.404E-04
2	0.00000	CGNL	NonStatic	Min	-2.895	0.614	0.016	-1.404E-04
2	0.50000	CGNL	NonStatic	Min	-2.895	0.809	0.016	-1.404E-04
2	1.00000	CGNL	NonStatic	Min	-2.895	1.004	0.016	-1.404E-04
2	1.50000	CGNL	NonStatic	Min	-2.895	1.199	0.016	-1.404E-04
3	0.00000	AENLX	NonStatic	Max	-4.448	1.415	0.056	0.0055
3	0.50000	AENLX	NonStatic	Max	-4.448	1.610	0.056	0.0055
3	1.00000	AENLX	NonStatic	Max	-4.448	1.805	0.056	0.0055
3	1.50000	AENLX	NonStatic	Max	-4.448	2.000	0.056	0.0055
3	0.00000	AENLX	NonStatic	Min	-26.439	-8.602	-1.124	0.0010
3	0.50000	AENLX	NonStatic	Min	-26.439	-8.407	-1.124	0.0010
3	1.00000	AENLX	NonStatic	Min	-26.439	-8.212	-1.124	0.0010
3	1.50000	AENLX	NonStatic	Min	-26.439	-8.017	-1.124	0.0010
3	0.00000	AENLY	NonStatic	Max	7.653	3.166	1.734	0.0075
3	0.50000	AENLY	NonStatic	Max	7.653	3.361	1.734	0.0075
3	1.00000	AENLY	NonStatic	Max	7.653	3.556	1.734	0.0075
3	1.50000	AENLY	NonStatic	Max	7.653	3.751	1.734	0.0075
3	0.00000	AENLY	NonStatic	Min	-4.448	-1.344	0.056	-0.0028
3	0.50000	AENLY	NonStatic	Min	-4.448	-1.149	0.056	-0.0028
3	1.00000	AENLY	NonStatic	Min	-4.448	-0.954	0.056	-0.0028
3	1.50000	AENLY	NonStatic	Min	-4.448	-0.758	0.056	-0.0028

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
3	0.00000	CGNL	NonStatic	Max	-4.448	-0.518	0.056	0.0010
3	0.50000	CGNL	NonStatic	Max	-4.448	-0.323	0.056	0.0010
3	1.00000	CGNL	NonStatic	Max	-4.448	-0.127	0.056	0.0010
3	1.50000	CGNL	NonStatic	Max	-4.448	0.068	0.056	0.0010
3	0.00000	CGNL	NonStatic	Min	-4.448	-0.518	0.056	0.0010
3	0.50000	CGNL	NonStatic	Min	-4.448	-0.323	0.056	0.0010
3	1.00000	CGNL	NonStatic	Min	-4.448	-0.127	0.056	0.0010
3	1.50000	CGNL	NonStatic	Min	-4.448	0.068	0.056	0.0010
4	0.00000	AENLX	NonStatic	Max	-8.188	0.529	0.015	6.875E-04
4	0.98549	AENLX	NonStatic	Max	-8.306	0.668	0.015	6.875E-04
4	1.97098	AENLX	NonStatic	Max	-8.424	0.806	0.015	6.875E-04
4	0.00000	AENLX	NonStatic	Min	-11.199	-0.102	-0.037	-5.771E-04
4	0.98549	AENLX	NonStatic	Min	-11.317	0.036	-0.037	-5.771E-04
4	1.97098	AENLX	NonStatic	Min	-11.435	0.174	-0.037	-5.771E-04
4	0.00000	AENLY	NonStatic	Max	-6.744	0.070	0.430	-4.142E-04
4	0.98549	AENLY	NonStatic	Max	-6.862	0.208	0.430	-4.142E-04
4	1.97098	AENLY	NonStatic	Max	-6.980	0.346	0.430	-4.142E-04
4	0.00000	AENLY	NonStatic	Min	-9.062	-0.428	0.015	-0.0118
4	0.98549	AENLY	NonStatic	Min	-9.179	-0.289	0.015	-0.0118
4	1.97098	AENLY	NonStatic	Min	-9.297	-0.151	0.015	-0.0118
4	0.00000	CGNL	NonStatic	Max	-8.188	-0.102	0.015	-4.142E-04

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
4	0.98549	CGNL	NonStatic	Max	-8.306	0.036	0.015	-4.142E-04
4	1.97098	CGNL	NonStatic	Max	-8.424	0.174	0.015	-4.142E-04
4	0.00000	CGNL	NonStatic	Min	-8.188	-0.102	0.015	-4.142E-04
4	0.98549	CGNL	NonStatic	Min	-8.306	0.036	0.015	-4.142E-04
4	1.97098	CGNL	NonStatic	Min	-8.424	0.174	0.015	-4.142E-04
5	0.00000	AENLX	NonStatic	Max	-6.730	-0.284	0.077	0.0010
5	1.39937	AENLX	NonStatic	Max	-6.370	-0.051	0.077	0.0010
5	2.79873	AENLX	NonStatic	Max	-6.010	0.182	0.077	0.0010
5	0.00000	AENLX	NonStatic	Min	-92.728	-0.414	-9.520E-03	1.364E-04
5	1.39937	AENLX	NonStatic	Min	-92.368	-0.181	-9.520E-03	1.364E-04
5	2.79873	AENLX	NonStatic	Min	-92.008	0.051	-9.520E-03	1.364E-04
5	0.00000	AENLY	NonStatic	Max	-24.353	-0.284	0.011	0.0015
5	1.39937	AENLY	NonStatic	Max	-23.994	-0.051	0.011	0.0015
5	2.79873	AENLY	NonStatic	Max	-23.634	0.182	0.011	0.0015
5	0.00000	AENLY	NonStatic	Min	-715.692	-0.466	-0.078	2.618E-05
5	1.39937	AENLY	NonStatic	Min	-715.333	-0.233	-0.078	2.618E-05
5	2.79873	AENLY	NonStatic	Min	-714.973	-5.676E-04	-0.078	2.618E-05
5	0.00000	CGNL	NonStatic	Max	-24.353	-0.284	-9.520E-03	1.364E-04
5	1.39937	CGNL	NonStatic	Max	-23.994	-0.051	-9.520E-03	1.364E-04
5	2.79873	CGNL	NonStatic	Max	-23.634	0.182	-9.520E-03	1.364E-04
5	0.00000	CGNL	NonStatic	Min	-24.353	-0.284	-9.520E-03	1.364E-04

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
5	1.39937	CGNL	NonStatic	Min	-23.994	-0.051	-9.520E-03	1.364E-04
5	2.79873	CGNL	NonStatic	Min	-23.634	0.182	-9.520E-03	1.364E-04
6	0.00000	AENLX	NonStatic	Max	51.857	-0.167	0.056	-2.382E-04
6	1.39937	AENLX	NonStatic	Max	51.497	0.066	0.056	-2.382E-04
6	2.79873	AENLX	NonStatic	Max	51.137	0.299	0.056	-2.382E-04
6	0.00000	AENLX	NonStatic	Min	-39.691	-0.246	-0.012	-0.0019
6	1.39937	AENLX	NonStatic	Min	-40.051	-0.013	-0.012	-0.0019
6	2.79873	AENLX	NonStatic	Min	-40.411	0.220	-0.012	-0.0019
6	0.00000	AENLY	NonStatic	Max	621.304	-0.209	0.160	7.909E-04
6	1.39937	AENLY	NonStatic	Max	620.944	0.024	0.160	7.909E-04
6	2.79873	AENLY	NonStatic	Max	620.584	0.257	0.160	7.909E-04
6	0.00000	AENLY	NonStatic	Min	-26.787	-0.586	-9.539E-03	-5.270E-04
6	1.39937	AENLY	NonStatic	Min	-27.147	-0.353	-9.539E-03	-5.270E-04
6	2.79873	AENLY	NonStatic	Min	-27.507	-0.120	-9.539E-03	-5.270E-04
6	0.00000	CGNL	NonStatic	Max	-26.787	-0.209	0.035	-2.382E-04
6	1.39937	CGNL	NonStatic	Max	-27.147	0.024	0.035	-2.382E-04
6	2.79873	CGNL	NonStatic	Max	-27.507	0.257	0.035	-2.382E-04
6	0.00000	CGNL	NonStatic	Min	-26.787	-0.209	0.035	-2.382E-04
6	1.39937	CGNL	NonStatic	Min	-27.147	0.024	0.035	-2.382E-04
6	2.79873	CGNL	NonStatic	Min	-27.507	0.257	0.035	-2.382E-04
7	0.00000	AENLX	NonStatic	Max	224.203	-48.149	976.319	440.4839

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
7	0.33778	AENLX	NonStatic	Max	224.203	-45.473	976.319	440.4839
7	0.67556	AENLX	NonStatic	Max	224.203	-42.798	976.319	440.4839
7	1.01333	AENLX	NonStatic	Max	224.203	-40.123	976.319	440.4839
7	1.01333	AENLX	NonStatic	Max	378.747	-32.920	10.703	7.9794
7	1.35111	AENLX	NonStatic	Max	378.747	-30.245	10.703	7.9794
7	1.68889	AENLX	NonStatic	Max	378.747	-27.570	10.703	7.9794
7	2.02667	AENLX	NonStatic	Max	378.747	-24.895	10.703	7.9794
7	2.02667	AENLX	NonStatic	Max	645.382	-13.793	-2.187	56.0955
7	2.36444	AENLX	NonStatic	Max	645.382	-11.118	-2.187	56.0955
7	2.70222	AENLX	NonStatic	Max	645.382	-8.443	-2.187	56.0955
7	3.04000	AENLX	NonStatic	Max	645.382	-5.768	-2.187	56.0955
7	3.04000	AENLX	NonStatic	Max	1056.191	5.455	28.267	51.7479
7	3.37778	AENLX	NonStatic	Max	1056.191	8.131	28.267	51.7479
7	3.71556	AENLX	NonStatic	Max	1056.191	10.806	28.267	51.7479
7	4.05333	AENLX	NonStatic	Max	1056.191	13.481	28.267	51.7479
7	4.05333	AENLX	NonStatic	Max	1508.423	24.562	296.682	94.6792
7	4.39111	AENLX	NonStatic	Max	1508.423	27.237	296.682	94.6792
7	4.72889	AENLX	NonStatic	Max	1508.423	29.913	296.682	94.6792
7	5.06667	AENLX	NonStatic	Max	1508.423	32.588	296.682	94.6792
7	5.06667	AENLX	NonStatic	Max	2067.447	39.770	-32.407	4.4792
7	5.40444	AENLX	NonStatic	Max	2067.447	42.446	-32.407	4.4792

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
7	5.74222	AENLX	NonStatic	Max	2067.447	45.121	-32.407	4.4792
7	6.08000	AENLX	NonStatic	Max	2067.447	47.796	-32.407	4.4792
7	0.00000	AENLX	NonStatic	Min	-234.498	-179.153	32.274	-4.6676
7	0.33778	AENLX	NonStatic	Min	-234.498	-176.478	32.274	-4.6676
7	0.67556	AENLX	NonStatic	Min	-234.498	-173.803	32.274	-4.6676
7	1.01333	AENLX	NonStatic	Min	-234.498	-171.128	32.274	-4.6676
7	1.01333	AENLX	NonStatic	Min	147.022	-197.071	-326.884	-21.4667
7	1.35111	AENLX	NonStatic	Min	147.022	-194.396	-326.884	-21.4667

134H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
134H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
134H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
135H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.047074
135H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024269
135H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024269
135H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
135H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
135H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
135H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
135H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
135H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
135H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.049474
135H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024868
135H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024868
135H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
135H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
135H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
135H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
135H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
135H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
136H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.049059
136H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024765

136H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024765
136H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
136H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
136H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
136H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
136H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
136H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
136H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.047403
136H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024351
136H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024351
136H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
136H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
136H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
136H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
136H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
136H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
137H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.047033
137H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024258
137H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024258
137H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
137H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
137H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
137H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
137H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000

137H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
137H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.050000
137H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.025000
137H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.025000
137H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
137H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
137H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
137H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.024443
137H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.024443
137H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.047773
138H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.050000
138H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.025000
138H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.025000
138H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
138H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
138H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
138H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.024330
138H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.024330
138H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.047318
138H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.046469
138H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024117
138H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024117
138H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
138H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000

138H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
138H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
138H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
138H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
139H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.047406
139H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024352
139H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024352
139H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
139H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
139H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
139H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
139H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
139H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
139H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.049413
139H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024853
139H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024853
139H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
139H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
139H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
139H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
139H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
139H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
140H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.050000
140H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.025000

140H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.025000
140H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
140H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
140H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
140H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.024033
140H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.024033
140H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.046132
140H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.046263
140H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024066
140H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024066
140H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
140H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
140H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
140H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
140H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
140H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
141H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.048412
141H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024603
141H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024603
141H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
141H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
141H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
141H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
141H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000

141H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
141H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.050000
141H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.025000
141H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.025000
141H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
141H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
141H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
141H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.024564
141H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.024564
141H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.048257
142H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.050000
142H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.025000
142H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.025000
142H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
142H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
142H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
142H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.024552
142H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.024552
142H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.048207
142H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.047687
142H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024422
142H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024422
142H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
142H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000

142H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
142H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
142H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
142H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
143H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.048059
143H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024515
143H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024515
143H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
143H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
143H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
143H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
143H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
143H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
143H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.049474
143H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024868
143H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024868
143H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
143H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
143H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
143H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
143H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
143H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
145H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.049474
145H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024868

145H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024868
145H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
145H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
145H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
145H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
145H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
145H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
145H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.047904
145H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024476
145H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024476
145H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
145H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
145H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
145H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
145H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
145H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
146H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.048084
146H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024521
146H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024521
146H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
146H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
146H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
146H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
146H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000

146H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
146H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.049474
146H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024868
146H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024868
146H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
146H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
146H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
146H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
146H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
146H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
148H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.049474
148H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024868
148H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024868
148H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
148H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
148H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
148H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
148H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
148H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
148H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.048022
148H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024506
148H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024506
148H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
148H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000

148H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
148H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
148H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
148H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
16H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.049117
16H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024779
16H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024779
16H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
16H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
16H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
16H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
16H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
16H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
16H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.048074
16H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024519
16H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024519
16H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
16H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
16H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
16H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
16H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
16H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
18H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.047774
18H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024444

18H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024444
18H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
18H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
18H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
18H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
18H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
18H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
18H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.048999
18H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024750
18H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024750
18H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
18H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
18H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
18H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
18H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
18H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
19H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.048226
19H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024557
19H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024557
19H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
19H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
19H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
19H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
19H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000

19H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
19H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.048695
19H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024674
19H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024674
19H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
19H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
19H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
19H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
19H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
19H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
245H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.047856
245H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024464
245H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024464
245H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
245H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
245H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
245H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
245H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
245H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
245H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.048074
245H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024519
245H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024519
245H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
245H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000

245H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
245H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
245H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
245H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
246H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.048058
246H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024515
246H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024515
246H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
246H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
246H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
246H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
246H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
246H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
246H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.047924
246H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024481
246H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024481
246H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
246H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
246H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
246H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
246H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
246H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
268H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.048844
268H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024711

268H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024711
268H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
268H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
268H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
268H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
268H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
268H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
268H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.045480
268H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.023870
268H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.023870
268H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
268H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
268H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
268H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
268H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
268H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
270H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.045818
270H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.023955
270H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.023955
270H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
270H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
270H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
270H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
270H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000

270H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
270H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.048246
270H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024561
270H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024561
270H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
270H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
270H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
270H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
270H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
270H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
286H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.047895
286H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024474
286H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024474
286H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
286H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
286H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
286H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
286H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
286H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
286H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.048026
286H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024506
286H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024506
286H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
286H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000

286H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
286H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
286H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
286H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
287H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.048045
287H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024511
287H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024511
287H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
287H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
287H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
287H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
287H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
287H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
287H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.047822
287H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024456
287H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024456
287H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
287H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
287H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
287H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
287H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
287H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
7H1	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.049966
7H1	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.024992

7H1	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.024992
7H1	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
7H1	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
7H1	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
7H1	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.025000
7H1	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.025000
7H1	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.050000
7H2	Auto	Moment M3	-E	-0.200000	-0.050000
7H2	Auto	Moment M3	-D	-0.200000	-0.025000
7H2	Auto	Moment M3	-C	-1.100000	-0.025000
7H2	Auto	Moment M3	-B	-1.000000	0.000000
7H2	Auto	Moment M3	A	0.000000	0.000000
7H2	Auto	Moment M3	B	1.000000	0.000000
7H2	Auto	Moment M3	C	1.100000	0.024965
7H2	Auto	Moment M3	D	0.200000	0.024965
7H2	Auto	Moment M3	E	0.200000	0.049862

Table: Hinges Gen 04 - Noninteracting - Deform Control - Acceptance

Table: Hinges Gen 04 - Noninteracting - Deform Control - Acceptance

HingeName	AssignHinge	DOFType	ACPoint	ACPos	ACNeg
11H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009935
11H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019870
11H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024935
11H2	Auto	Moment M3	IO	0.009920	-0.010000
11H2	Auto	Moment M3	LS	0.019839	-0.020000

Table: Hinges Gen 04 - Noninteracting - Deform Control - Acceptance

HingeName	AssignHinge	DOFType	ACPoint	ACPos	ACNeg
11H2	Auto	Moment M3	CP	0.024920	-0.025000
131H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009366
131H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018732
131H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024366
131H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009860
131H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019720
131H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024860
132H1	Auto	Moment M3	IO	0.009059	-0.010000
132H1	Auto	Moment M3	LS	0.018117	-0.020000
132H1	Auto	Moment M3	CP	0.024059	-0.025000
132H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.008972
132H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.017945
132H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.023972
133H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009079
133H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018158
133H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024079
133H2	Auto	Moment M3	IO	0.009020	-0.010000
133H2	Auto	Moment M3	LS	0.018040	-0.020000
133H2	Auto	Moment M3	CP	0.024020	-0.025000
134H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009859
134H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019718
134H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024859

Table: Hinges Gen 04 - Noninteracting - Deform Control - Acceptance

HingeName	AssignHinge	DOFType	ACPoint	ACPos	ACNeg
134H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009335
134H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018670
134H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024335
135H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009269
135H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018537
135H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024269
135H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009868
135H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019737
135H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024868
136H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009765
136H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019530
136H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024765
136H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009351
136H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018702
136H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024351
137H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009258
137H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018517
137H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024258
137H2	Auto	Moment M3	IO	0.009443	-0.010000
137H2	Auto	Moment M3	LS	0.018886	-0.020000
137H2	Auto	Moment M3	CP	0.024443	-0.025000
138H1	Auto	Moment M3	IO	0.009330	-0.010000

Table: Hinges Gen 04 - Noninteracting - Deform Control - Acceptance

HingeName	AssignHinge	DOFType	ACPoint	ACPos	ACNeg
138H1	Auto	Moment M3	LS	0.018659	-0.020000
138H1	Auto	Moment M3	CP	0.024330	-0.025000
138H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009117
138H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018234
138H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024117
139H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009352
139H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018703
139H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024352
139H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009853
139H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019706
139H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024853
140H1	Auto	Moment M3	IO	0.009033	-0.010000
140H1	Auto	Moment M3	LS	0.018066	-0.020000
140H1	Auto	Moment M3	CP	0.024033	-0.025000
140H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009066
140H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018132
140H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024066
141H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009603
141H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019206
141H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024603
141H2	Auto	Moment M3	IO	0.009564	-0.010000
141H2	Auto	Moment M3	LS	0.019128	-0.020000

Table: Hinges Gen 04 - Noninteracting - Deform Control - Acceptance

HingeName	AssignHinge	DOFType	ACPoint	ACPos	ACNeg
141H2	Auto	Moment M3	CP	0.024564	-0.025000
142H1	Auto	Moment M3	IO	0.009552	-0.010000
142H1	Auto	Moment M3	LS	0.019103	-0.020000
142H1	Auto	Moment M3	CP	0.024552	-0.025000
142H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009422
142H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018843
142H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024422
143H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009515
143H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019030
143H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024515
143H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009868
143H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019737
143H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024868
145H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009868
145H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019737
145H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024868
145H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009476
145H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018952
145H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024476
146H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009521
146H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019042
146H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024521

Table: Hinges Gen 04 - Noninteracting - Deform Control - Acceptance

HingeName	AssignHinge	DOFType	ACPoint	ACPos	ACNeg
146H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009868
146H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019737
146H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024868
148H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009868
148H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019737
148H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024868
148H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009506
148H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019011
148H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024506
16H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009779
16H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019558
16H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024779
16H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009519
16H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019037
16H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024519
18H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009444
18H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018887
18H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024444
18H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009750
18H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019500
18H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024750
19H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009557

Table: Hinges Gen 04 - Noninteracting - Deform Control - Acceptance

HingeName	AssignHinge	DOFType	ACPoint	ACPos	ACNeg
19H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019113
19H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024557
19H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009674
19H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019348
19H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024674
245H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009464
245H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018928
245H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024464
245H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009519
245H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019037
245H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024519
246H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009515
246H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019029
246H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024515
246H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009481
246H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018962
246H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024481
268H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009711
268H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019422
268H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024711
268H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.008870
268H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.017740

Table: Hinges Gen 04 - Noninteracting - Deform Control - Acceptance

HingeName	AssignHinge	DOFType	ACPoint	ACPos	ACNeg
268H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.023870
270H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.008955
270H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.017909
270H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.023955
270H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009561
270H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019123
270H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024561
286H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009474
286H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018948
286H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024474
286H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009506
286H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019013
286H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024506
287H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009511
287H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019022
287H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024511
287H2	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009456
287H2	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.018911
287H2	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024456
7H1	Auto	Moment M3	IO	0.010000	-0.009992
7H1	Auto	Moment M3	LS	0.020000	-0.019983
7H1	Auto	Moment M3	CP	0.025000	-0.024992

Table: Hinges Gen 04 - Noninteracting - Deform Control - Acceptance

HingeName	AssignHinge	DOFType	ACPoint	ACPos	ACNeg
7H2	Auto	Moment M3	IO	0.009965	-0.010000
7H2	Auto	Moment M3	LS	0.019931	-0.020000
7H2	Auto	Moment M3	CP	0.024965	-0.025000

Table: Hinges Gen 06 - Interacting - Deform Control - General, Part 1 of 2

Table: Hinges Gen 06 - Interacting - Deform Control - General, Part 1 of 2

HingeName	AssignHinge	DOFType	FDType	LengthType	SSAbsLen	SSRelLen	SFType
					m		
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
120H4	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
122H1	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
122H2	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
122H3	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
122H4	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
124H1	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
124H2	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
124H3	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
124H4	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
126H1	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined

Table: Hinges Gen 06 - Interacting - Deform Control - General, Part 1 of 2

HingeName	AssignHinge	DOFType	FDType	LengthType	SSAbsLen	SSRelLen	SFType
					m		
126H2	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
126H3	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
126H4	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
128H1	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
128H2	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
128H3	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
128H4	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
130H1	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
130H2	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
130H3	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
130H4	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
35H1	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
35H2	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
40H1	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
40H2	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
47H1	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
47H2	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
49H1	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
49H2	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
53H1	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
53H2	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined

Table: Hinges Gen 06 - Interacting - Deform Control - General, Part 1 of 2

HingeName	AssignHinge	DOFType	FDType	LengthType	SSAbsLen	SSRelLen	SFType
					m		
55H1	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined
55H2	Auto	Interacting P-M2-M3	Moment-Rot	Relative		0.1000	User Defined

Table: Hinges Gen 06 - Interacting - Deform Control - General, Part 2 of 2

Table: Hinges Gen 06 - Interacting - Deform Control - General, Part 2 of 2

HingeName	UserSFRot	UserSFCur	BeyondE	PMSym	PMMorMMSy	NumAxForce	NumAngle
					m		
		1/m					
120H1	1.000000		To Zero		None	2	16
120H2	1.000000		To Zero		None	2	16
120H3	1.000000		To Zero		None	2	16
120H4	1.000000		To Zero		None	2	16
122H1	1.000000		To Zero		None	2	16
122H2	1.000000		To Zero		None	2	16
122H3	1.000000		To Zero		None	2	16
122H4	1.000000		To Zero		None	2	16
124H1	1.000000		To Zero		None	2	16
124H2	1.000000		To Zero		None	2	16
124H3	1.000000		To Zero		None	2	16
124H4	1.000000		To Zero		None	2	16
126H1	1.000000		To Zero		None	2	16

Table: Hinges Gen 06 - Interacting - Deform Control - General, Part 2 of 2

HingeName	UserSFRot	UserSFCur	BeyondE	PMSym	PMMorMMSy m	NumAxForce	NumAngle
		1/m					
126H2	1.000000		To Zero		None	2	16
126H3	1.000000		To Zero		None	2	16
126H4	1.000000		To Zero		None	2	16
128H1	1.000000		To Zero		None	2	16
128H2	1.000000		To Zero		None	2	16
128H3	1.000000		To Zero		None	2	16
128H4	1.000000		To Zero		None	2	16
130H1	1.000000		To Zero		None	2	16
130H2	1.000000		To Zero		None	2	16
130H3	1.000000		To Zero		None	2	16
130H4	1.000000		To Zero		None	2	16
35H1	1.000000		To Zero		None	2	16
35H2	1.000000		To Zero		None	2	16
40H1	1.000000		To Zero		None	2	16
40H2	1.000000		To Zero		None	2	16
47H1	1.000000		To Zero		None	2	16
47H2	1.000000		To Zero		None	2	16
49H1	1.000000		To Zero		None	2	16
49H2	1.000000		To Zero		None	2	16
53H1	1.000000		To Zero		None	2	16

Table: Hinges Gen 06 - Interacting - Deform Control - General, Part 2 of 2

HingeName	UserSFRot	UserSFCur	BeyondE	PMSym	PMMorMMSy m	NumAxForce	NumAngle
		1/m					
53H2	1.000000		To Zero		None	2	16
55H1	1.000000		To Zero		None	2	16
55H2	1.000000		To Zero		None	2	16

Table: Hinges Gen 07 - Interacting - Deform Control - Fs and Angs

Table: Hinges Gen 07 - Interacting - Deform Control - Fs and Angs

HingeName	AssignHinge	DOFType	AxForce KN	Angle Degrees
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3	-2448.000	0.000
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3	-612.000	22.500
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3		45.000
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3		67.500
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3		90.000
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3		112.500
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3		135.000
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3		157.500
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3		180.000
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3		202.500
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3		225.000

Table: Hinges Gen 07 - Interacting - Deform Control - Fs and Angs

HingeName	AssignHinge	DOFType	AxForce KN	Angle Degrees
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3		247.500
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3		270.000
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3		292.500
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3		315.000
120H1	Auto	Interacting P-M2-M3		337.500
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3	-2448.000	0.000
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3	-612.000	22.500
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3		45.000
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3		67.500
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3		90.000
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3		112.500
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3		135.000
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3		157.500
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3		180.000
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3		202.500
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3		225.000
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3		247.500
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3		270.000
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3		292.500
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3		315.000
120H2	Auto	Interacting P-M2-M3		337.500

Table: Hinges Gen 07 - Interacting - Deform Control - Fs and Angs

HingeName	AssignHinge	DOFType	AxForce KN	Angle Degrees
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3	-2448.000	0.000
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3	-612.000	22.500
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3		45.000
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3		67.500
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3		90.000
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3		112.500
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3		135.000
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3		157.500
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3		180.000
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3		202.500
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3		225.000
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3		247.500
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3		270.000
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3		292.500
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3		315.000
120H3	Auto	Interacting P-M2-M3		337.500
120H4	Auto	Interacting P-M2-M3	-2448.000	0.000
120H4	Auto	Interacting P-M2-M3	-612.000	22.500
120H4	Auto	Interacting P-M2-M3		45.000
120H4	Auto	Interacting P-M2-M3		67.500
120H4	Auto	Interacting P-M2-M3		90.000

Table: Hinges Gen 07 - Interacting - Deform Control - Fs and Angs

HingeName	AssignHinge	DOFType	AxForce KN	Angle Degrees
120H4	Auto	Interacting P-M2-M3		112.500
120H4	Auto	Interacting P-M2-M3		135.000
120H4	Auto	Interacting P-M2-M3		157.500
	Auto	Interacting P-M2-M3		180.000