

Maestría en Ingeniería Civil



**EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL GRADO DE DISIPACIÓN
DE ENERGÍA ESCOGIDO EN EL DISEÑO DE PÓRTICOS DE
CONCRETO REFORZADO EN ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA
BAJA E INTERMEDIA**

Domingo José Martínez Barraza

Bogotá, Colombia febrero de 2019

**Evaluación de la influencia del grado de disipación de
energía escogido en el diseño de pórticos de concreto
reforzado en zonas de amenaza sísmica baja e
intermedia**

**Tesis para optar al título de magíster en Ingeniería Civil, con
énfasis en estructuras**

Directora:

Ing. Sandra Rocío Jerez Barbosa

Línea de Investigación:

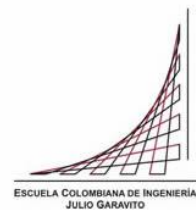
Comportamiento estructural

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Maestría en Ingeniería Civil

Bogotá, Colombia

2019



La tesis de maestría titulada “Evaluación de la influencia del grado de disipación de energía escogido en el diseño de pórticos de concreto reforzado en zonas de amenaza sísmica baja e intermedia”, presentada por Domingo José Martínez Barraza, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en estructuras

Director de la tesis

Ing. Sandra Rocío Jerez Barbosa

Jurado

Ing. Nancy Torres Castellanos

Jurado

Ing. Pedro Nel Quiroga Saavedra

Bogotá, D.C., 1 de febrero de 2019

Dedicatoria y lema

A Dios por bendecirme al darme la oportunidad de culminar este estudio

A mi Padre Domingo Martínez por su sencillez, fortaleza y crianza. Siempre ha sido un orgulloso para mí.

A mi hermosa esposa Dibeth Mariel por apoyarme y permanecer. “El que quiere azul celeste que le cueste”, me decía para de cierto modo retarme y darme ánimos.

A mis primos “Martínez” donde hay tanto potencial para explotar

A mi tierra Sincelejo

La sencillez hace al hombre visible y cumplir su palabra, inmortal lo hace.

Domingo José Martínez Barraza

Agradecimientos

Es grato para mí culminar este proyecto y en esta sección, aprovecho para darles las gracias a las personas y entidades que me apoyaron en este estudio.

Primeramente, a Dios, porque permitió todas las condiciones para sacar a delante este proyecto, aun cuando en ocasiones tuve pensamientos de debilidad.

A la Doctora Sandra Jerez que desinteresadamente esperó, corrigió y mejoró este proyecto, muchas gracias doctora.

A la empresa **CYPE ingenieros**, por darme licencia gratuita de su programa CYPECAD versión 2018, con el que se hizo la modelación de las estructuras aquí estudiadas, sin este, no se hubiese logrado el objetivo a mediano plazo.

A los profesores de las universidades en donde he tenido el honor de estudiar, sin la transmisión de sus conocimientos hubiese sido más difícil la ejecución de este trabajo de grado.

A mi esposa Dibeth, a mi padre Domingo y la Sra Estela, a mis hermanas Becho y Tato, a mis suegros Sr Lucho y Sra Dibeth, a mis sobrinos Elmer, Emiliano, Marianita, Juanse, a mis cuñados Julio Mario, Gustavo y Luis Eusse, a Martha y al Seba, por todo el cariño que me dieron al estar lejos de mi tierra.

Resumen

Generalmente, los diseñadores estructurales escogen el grado mínimo de disipación de energía recomendado para la zona de amenaza sísmica en donde se ubica la estructura que se pretende proyectar, aduciendo a la economía y facilidad en los detalles ejecutados. Sin embargo, cada vez más en la práctica común del diseño estructural se encuentran casos en los que se trabaja con una capacidad mayor de disipación de energía, algunas veces por razones económicas. Por esta razón, se decidió evaluar la influencia del grado de disipación de energía escogido en el diseño en zonas de amenaza sísmica baja e intermedia para estructuras basadas en pórticos de concreto, ya que este sistema es fundamental en las construcciones de nuestro país.

Esta evaluación se hizo con la ayuda del programa comercial CYPECAD, con el que se hicieron modelos estructurales modificando cinco variables de estudio dentro de las que están: La zona de amenaza sísmica (baja e intermedia), la capacidad de disipación de energía (DMI y DMO; DMO y DES), luces de diseño (5,0 y 8,0m), número de pisos (de 2 a 16 pisos) y perfiles de suelo (C y D), con estos, se obtuvieron las cantidades de concreto y acero de los elementos primarios (vigas y columnas), para luego hacer graficas de relaciones, donde se evidenciaron tendencias de comportamiento.

Luego de analizar los resultados obtenidos en las modelaciones, se logró detectar que para la zona de amenaza sísmica baja, las cantidades de acero y concreto son un poco menor al utilizar la capacidad de disipación de energía moderada en vez de la capacidad mínima en el diseño de pórticos de concreto, caso contrario paso en la zona de amenaza sísmica intermedia, en donde las cantidades de concreto y acero se acrecientan al aumentar la capacidad mínima recomendada, es decir, pasar de DMO a DES. Algo que llamo la atención en la zona de amenaza sísmica intermedia, fue que en las cantidades de concreto no hubo variación y que los aumentos en el acero fueron bajos comparándolos

con el posible aumento de seguridad estructural obtenido al trabajar con estructuras de ductilidad especial.

Contenido

| | Pág. |
|--|-----------|
| Resumen | IX |
| Lista de figuras..... | XIII |
| Lista de tablas..... | XXVII |
| Introducción | 1 |
| 1. Marco del proyecto | 3 |
| 1.1 Justificación..... | 3 |
| 1.2 Objetivos | 7 |
| 1.2.1 Objetivo general: | 7 |
| 1.2.2 Objetivos específicos:..... | 7 |
| 1.3 Alcance del proyecto | 7 |
| 1.4 Conceptos básicos utilizados en el proyecto | 9 |
| 1.4.1 Conceptos básicos según NSR-10 (AIS, 2010) | 9 |
| 1.4.1 Comparación de los requisitos necesarios para alcanzar el grado de disipación de energía sísmico escogido | 10 |
| 2. Metodología..... | 24 |
| 2.1 Modulación de losas y avalúo de cargas verticales | 24 |
| 2.1.1 Avalúo de cargas verticales general | 25 |
| 2.2 Optimización del número de modelos a través de la comparación de algunos parámetros sísmicos | 26 |
| 2.2.1 Caso específico de la ciudad de Bogotá..... | 28 |
| 2.3 Datos con que se analizaron los modelos: periodos y secciones de elementos | 30 |
| 2.3.1 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C..... | 33 |
| 3. Resultados..... | 39 |
| 3.1 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C | 41 |
| 3.2 Resultados generales de los modelos | 44 |
| 4. Análisis de resultados | 55 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 4.1 | Análisis del efecto de la capacidad de disipación de energía utilizado en zonas de amenaza sísmica baja e intermedia sobre las cantidades de concreto y acero. | 56 |
| 4.1.1 | Modificación de la capacidad de energía mínima a capacidad moderada en zona de amenaza sísmica baja | 56 |
| 4.1.2 | Modificación de la capacidad de energía moderada a capacidad especial en zona de amenaza sísmica intermedia..... | 61 |
| 4.2 | Análisis del efecto de la luz de diseño y el perfil de suelo sobre las cantidades de concreto y acero para un grado de disipación de energía escogido..... | 75 |
| 4.3 | Análisis del efecto del número de pisos..... | 83 |
| 4.4 | Análisis de la variación del valor de R_o de 7 a 6 y de 7 a 5 en estructuras detalladas con los requisitos de disipación especial | 85 |
| 5. | Conclusiones y recomendaciones..... | 89 |
| 5.1 | Conclusiones..... | 89 |
| 5.2 | Recomendaciones..... | 90 |
| | Anexo 1: Evaluación del programa utilizado | 91 |
| | Anexo 2: Información de los modelos estudiados | 101 |
| | Anexo 3: Resultados..... | 180 |
| | Bibliografía | 233 |

Lista de figuras

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1-1: Placas tectónicas en Colombia | 3 |
| Figura 1-2: Mapa de zonificación sísmica de Colombia | 4 |
| Figura 1-3: Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g | 9 |
| Figura 1-4: Cuatro aspectos en vigas para lograr la ductilidad | 23 |
| Figura 1-5: Cuatro aspectos en columnas para lograr la ductilidad | 23 |
| Figura 2-1: Modulación de losas tipo..... | 25 |
| Figura 2-2: Espectros de diseño utilizados en los modelos de estudio | 27 |
| Figura 2-3: Comparación de espectros para la ciudad de Bogotá NSR-10 vs microzonificación con suelos tendientes al perfil tipo D | 29 |
| Figura 2-4: Comparación de espectros para la ciudad de Bogotá NSR-10 vs microzonificación con suelos tendientes al perfil tipo E | 30 |
| Figura 2-5: Identificación de las partes de la estructura, nombradas en las siguientes tablas | 32 |
| Figura 3-1: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. 41 | |
| Figura 3-2: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. 42 | |
| Figura 3-3: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 42 |
| Figura 3-4: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. 43 | |
| Figura 3-5: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. 43 | |

Figura 3-6: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C44

Figura 4-1: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.....57

Figura 4-2: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.....57

Figura 4-3: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.....58

Figura 4-4: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.....58

Figura 4-5: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.....59

Figura 4-6: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.....59

Figura 4-7: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.....60

Figura 4-8: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.....60

Figura 4-9: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.....62

Figura 4-10: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.....62

Figura 4-11: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.....63

Figura 4-12: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.....63

| | |
|--|----|
| Figura 4-13: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C..... | 64 |
| Figura 4-14: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C..... | 64 |
| Figura 4-15: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D..... | 65 |
| Figura 4-16: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D..... | 65 |
| Figura 4-17: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C..... | 66 |
| Figura 4-18: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C..... | 66 |
| Figura 4-19: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D..... | 67 |
| Figura 4-20: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D..... | 67 |
| Figura 4-21: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C..... | 68 |
| Figura 4-22: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C..... | 68 |
| Figura 4-23: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D..... | 69 |
| Figura 4-24: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D..... | 69 |
| Figura 4-25: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C..... | 70 |

Figura 4-26: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.....70

Figura 4-27: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.....71

Figura 4-28: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.....71

Figura 4-29: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.....72

Figura 4-30: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.....72

Figura 4-31: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.....73

Figura 4-32: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.....73

Figura 4-33: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C.75

Figura 4-34: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D.76

Figura 4-35: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C.76

Figura 4-36: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D.77

Figura 4-37: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C.77

Figura 4-38: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D.78

| | |
|---|----|
| Figura 4-39: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luces de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C. | 78 |
| Figura 4-40: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D | 79 |
| Figura 4-41: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C. | 79 |
| Figura 4-42: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D. | 80 |
| Figura 4-43: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C. | 80 |
| Figura 4-44: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D. | 81 |
| Figura 4-45: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C. | 81 |
| Figura 4-46: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D. | 82 |
| Figura 4-47: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C. | 82 |
| Figura 4-48: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D. | 83 |
| Figura 4-49: Variación de la cantidad de concreto de los elementos primarios con relación al número de pisos para los modelos con luz de diseño L= 8,0m, diseñados como DMO, en suelo tipo C y D..... | 84 |
| Figura 4-50: Variación de la cantidad de acero de los elementos primarios con relación al número de pisos para los modelos con luz de diseño L= 8,0m, diseñados como DMO, en suelo tipo C. | 84 |
| Figura 4-51: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de estructuras detalladas como “DES”, con valor de Ro igual a 5 y 6, con respecto a la | |

estructuras con Ro de 7, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.....85

Figura 4-52: Variación de la cantidad de acero en estructuras detalladas como “DES”, con valor de Ro igual a 5 y 6, con respecto a la estructuras con Ro de 7, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. 86

Figura 4-53: Variación de la cantidad de concreto en estructuras detalladas como “DES”, con valor de Ro igual a 5 y 6, con respecto a la estructuras con Ro de 7, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.....86

Figura 4-54: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de estructuras detalladas como “DES”, con valor de Ro igual a 5 y 6, con respecto a la estructuras con Ro de 7, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.87

Figura A-1: Modelos 3d en los programas escogidos: CYPECAD y ETABS.....92

Figura A-2: Periodos y participación modal en CYPECAD y ETABS93

Figura A-3: Fuerza sísmica resultante con el programa CYPECAD Y ETABS.....93

Figura A-4: Solicitaciones en columnas interna de primer piso, combinación 1,2Cm+1,6CV con el programa CYPECAD Y ETABS94

Figura A-5: Diagrama de momentos en viga interior debido a envolvente de diseño, con los programas CYPECAD Y ETABS94

Figura A-6: Despiece de viga intermedia con detallado correspondiente a estructuras DES96

Figura A-7: Despiece de viga intermedia con detallado correspondiente a estructuras DMO96

Figura A-8: Despiece de viga intermedia con detallado correspondiente a estructuras DMI97

Figura A-9: Despiece de columna con detallado correspondiente a estructuras DES.....98

Figura A-10: Despiece de columna con detallado correspondiente a estructuras DMO..98

Figura A-11: Despiece de columna con detallado correspondiente a estructuras DMI ...99

Figura A-12: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.180

Figura A-13: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.181

| | |
|---|-----|
| Figura A-14: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 181 |
| Figura A-15: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 182 |
| Figura A-16: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 182 |
| Figura A-17: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 183 |
| Figura A-18: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 183 |
| Figura A-19: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 184 |
| Figura A-20: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 184 |
| Figura A-21: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 185 |
| Figura A-22: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 185 |
| Figura A-23: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 186 |
| Figura A-24: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 186 |
| Figura A-25: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 187 |
| Figura A-26: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 187 |

| | |
|---|-----|
| Figura A-27: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 188 |
| Figura A-28: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 188 |
| Figura A-29: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 189 |
| Figura A-30: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 189 |
| Figura A-31: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 190 |
| Figura A-32: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 190 |
| Figura A-33: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 191 |
| Figura A-34: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 191 |
| Figura A-35: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 192 |
| Figura A-36: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 192 |
| Figura A-37: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 193 |
| Figura A-38: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 193 |
| Figura A-39: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 194 |

| | |
|---|-----|
| Figura A-40: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 194 |
| Figura A-41: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 195 |
| Figura A-42: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 195 |
| Figura A-43: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 196 |
| Figura A-44: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 196 |
| Figura A-45: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 197 |
| Figura A-46: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 197 |
| Figura A-47: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 198 |
| Figura A-48: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 198 |
| Figura A-49: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 199 |
| Figura A-50: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 199 |
| Figura A-51: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 200 |
| Figura A-52: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 200 |

| | |
|---|-----|
| Figura A-53: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 201 |
| Figura A-54: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 201 |
| Figura A-55: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 202 |
| Figura A-56: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 202 |
| Figura A-57: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 203 |
| Figura A-58: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 203 |
| Figura A-59: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 204 |
| Figura A-60: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 204 |
| Figura A-61: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 205 |
| Figura A-62: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 205 |
| Figura A-63: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 206 |
| Figura A-64: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 206 |
| Figura A-65: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 207 |

| | |
|---|-----|
| Figura A-66: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 207 |
| Figura A-67: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 208 |
| Figura A-68: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 208 |
| Figura A-69: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 209 |
| Figura A-70: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 209 |
| Figura A-71: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 210 |
| Figura A-72: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 210 |
| Figura A-73: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 211 |
| Figura A-74: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 211 |
| Figura A-75: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 212 |
| Figura A-76: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 212 |
| Figura A-77: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 213 |
| Figura A-78: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 213 |

| | |
|--|-----|
| Figura A-79: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 214 |
| Figura A-80: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 214 |
| Figura A-81: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 215 |
| Figura A-82: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 215 |
| Figura A-83: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C. | 216 |
| Figura A-84: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 216 |
| Figura A-85: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 217 |
| Figura A-86: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 217 |
| Figura A-87: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 218 |
| Figura A-88: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 218 |
| Figura A-89: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D. | 219 |
| Figura A-90: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 219 |
| Figura A-91: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 220 |

| | |
|---|-----|
| Figura A-92: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 220 |
| Figura A-93: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 221 |
| Figura A-94: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 221 |
| Figura A-95: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C. | 222 |
| Figura A-96: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 222 |
| Figura A-97: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 223 |
| Figura A-98: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 223 |
| Figura A-99: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 224 |
| Figura A-100: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 224 |
| Figura A-101: Cantidad de acero en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D. | 225 |
| Figura A-102: Cantidad de concreto en las vigas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m, perfil de suelo tipo C. | 225 |
| Figura A-103: Cantidad de concreto en las columnas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m, perfil de suelo tipo C. | 226 |
| Figura A-104: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o , ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m, perfil de suelo tipo C. | 226 |

Figura A-105: Cantidad de acero en las vigas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m, perfil de suelo tipo C.227

Figura A-106: Cantidad de acero en las columnas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m, perfil de suelo tipo C.227

Figura A-107: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o , ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m, perfil de suelo tipo C..228

Figura A-108: Cantidad de concreto en las vigas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m, perfil de suelo tipo D.229

Figura A-109: Cantidad de concreto en las columnas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m, perfil de suelo tipo D.....229

Figura A-110: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o , ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m, perfil de suelo tipo D..230

Figura A-111: Cantidad de acero en las vigas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m, perfil de suelo tipo D.230

Figura A-112: Cantidad de acero en las columnas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m, perfil de suelo tipo D.231

Figura A-113: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o , ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m, perfil de suelo tipo D..231

Lista de tablas

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1-1. Grado de disipación de energía que se puede utilizar según la zona de amenaza | 6 |
| Tabla 1-2. Delimitación de las variables | 8 |
| Tabla 1-3: Comparación de los requisitos asociados a DMO y DES, según el Reglamento NSR-10 | 11 |
| Tabla 1-4: Comparación de los requisitos asociados a DMI y DMO, según el Reglamento NSR-10 | 18 |
| Tabla 2-1: Parámetros sísmicos referidos al perfil de suelo tipo C | 26 |
| Tabla 2-2: Parámetros sísmicos referidos al perfil de suelo tipo D | 27 |
| Tabla 2-3. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C..... | 33 |
| Tabla 3-1: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C | 44 |
| Tabla 3-2: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D | 45 |
| Tabla 3-3: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C | 45 |
| Tabla 3-4: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D | 46 |
| Tabla 3-5: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C | 47 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 3-6: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D | 47 |
| Tabla 3-7: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C | 48 |
| Tabla 3-8: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D | 48 |
| Tabla 3-9: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C | 49 |
| Tabla 3-10: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D | 50 |
| Tabla 3-11: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C | 50 |
| Tabla 3-12: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D | 51 |
| Tabla 3-13: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C | 51 |
| Tabla 3-14: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D | 52 |
| Tabla 3-15: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C | 53 |
| Tabla 3-16: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D | 53 |
| Tabla A-1. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D..... | 102 |
| Tabla A-2. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C..... | 108 |

Tabla A-3. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D..... 114

Tabla A-4. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C..... 120

Tabla A-5. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D..... 125

Tabla A-6. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C..... 130

Tabla A-7. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D..... 135

Tabla A-8. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C..... 140

Tabla A-9. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D..... 145

Tabla A-10. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C..... 150

Tabla A-11. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D..... 154

Tabla A-12. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C..... 160

Tabla A-13. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D..... 164

Tabla A-14. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C..... 170

Tabla A-15. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D..... 175

Introducción

La ingeniería estructural tiene el propósito de gestar estructuras que cumplan su función de manera bella, responsable con el medio ambiente y que sean a la vez seguras y económicas. Aunque la seguridad debe constituir el primer criterio de diseño, la economía determina en gran medida los parámetros, métodos y prácticas comunes de diseño.

El Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10), establece los criterios mínimos para concebir estructuras que tengan un buen comportamiento ante la ocurrencia de un sismo; es más, en la sección A.1.2.2.2, se plasma que las estructuras que sigan rigurosamente las recomendaciones del reglamento deben ser capaces de resistir sismos de baja intensidad sin sufrir daños, sismos de mediana intensidad pudiendo sufrir daños en los elementos no estructurales, pero sin daño en los elementos estructurales y sismos fuertes con daños en los elementos no estructurales y estructurales, pero sin colapso de la estructura, esto, en defensa de la vida y en alguna medida para la protección del patrimonio.

Es en este reglamento donde se indican las capacidades de disipación de energía mínimas requeridas y las que se pueden utilizar en cada una de las tres zonas de amenaza sísmica en las que está dividido el país. La práctica común en el diseño estructural es optar por lo mínimo exigido en este reglamento; sin embargo, dado que para zonas de amenaza intermedia y baja es posible utilizar capacidades diferentes de la mínima exigida, se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Qué diseño es más económico en la zona de amenaza sísmica intermedia: el que utiliza la capacidad moderada de disipación de energía (DMO) o el que utiliza la capacidad especial de disipación de energía (DES)?, y para el caso de la zona de amenaza sísmica baja, ¿qué diseño es más económico, el que utiliza la capacidad mínima de disipación de energía (DMI) o el que utiliza la capacidad moderada de disipación de energía (DMO)?.

Se conocen al menos dos estudios recientes donde evalúan la incidencia de la capacidad de disipación de energía sobre la cantidad de material; en el primero, Benjumea et al., (2016) evaluaron el efecto que tiene el grado de capacidad de disipación de energía sísmica seleccionado en las cantidades de obra, en sistemas de muros de concreto ubicados en zona de amenaza sísmica baja. Allí encontraron un ahorro en las cantidades de acero al aumentar la capacidad de disipación de energía; el segundo estudio de Salgado et al., (2017) analizó el efecto que tiene el grado de disipación en pórticos de concreto ubicados en zona de amenaza sísmica baja en las cantidades de obra, dando el mismo resultado del estudio anterior.

Dada la importancia histórica del sistema de pórticos de concreto en nuestro país, se decide entonces evaluar la influencia del grado de disipación de energía escogido en su diseño, al estar ubicados en zonas de amenaza sísmica baja e intermedia. Dicha evaluación se hizo con la ayuda del programa comercial CYPECAD, en el que se hicieron modelos estructurales modificando cinco variables de estudio definidas.

Al evaluar los efectos que trae el uso de una capacidad de disipación de energía diferente a la normalmente utilizada por los diseñadores estructurales, se podrá definir si existe ventaja alguna en la economía del diseño, generando un conocimiento en el ámbito del diseño estructural y/o clarificando las situaciones donde se podría aprovechar el uso de una capacidad especial de disipación de energía.

El presente trabajo, se divide en cinco capítulos. En cada uno de ellos se dan los lineamientos necesarios para alcanzar los objetivos trazados: en el primero, se encuentran la justificación, los objetivos, el alcance y se tratan los conceptos básicos que se utilizarán en el tema principal del estudio. En el segundo capítulo, se expone la metodología manejada para obtener resultados acordes a los procedimientos normalmente utilizados en una oficina de diseño, aquí se modularon las losas, se hicieron los avalúos de cargas verticales, se evaluó el programa de cálculo, se optimizó el número de modelos y se muestran los datos con que se analizaron los modelos. En el tercer capítulo, se exponen los resultados obtenidos y es en el cuarto capítulo donde se analiza la influencia de cada variable en el comportamiento de las cantidades de concreto y acero obtenidas. Por último, se expresan las conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

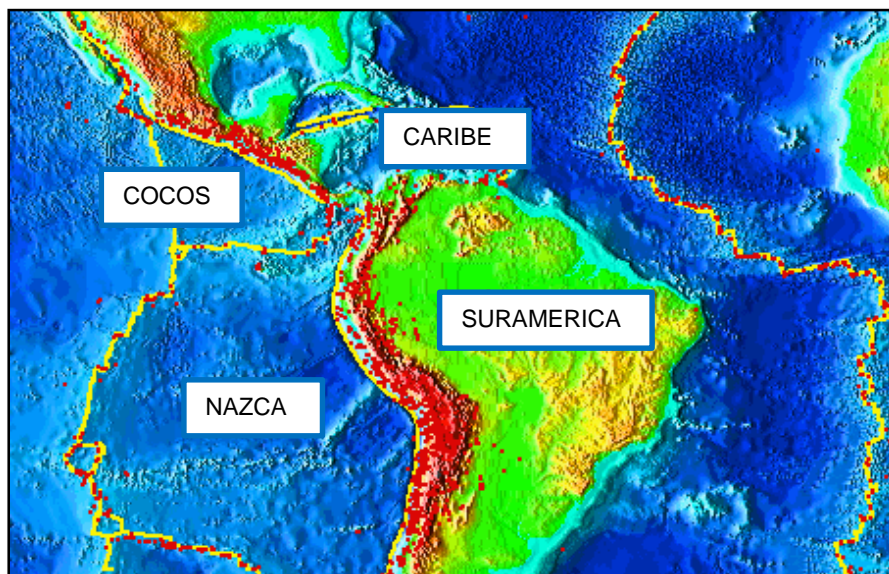
1. Marco del proyecto

En el presente capítulo se exponen los lineamientos del proyecto, aquí se justifica el tema escogido, se plasman los objetivos a alcanzar, se delimita el proyecto y se tratan los conceptos básicos que se utilizarán en el tema principal del trabajo de grado.

1.1 Justificación

Colombia está localizada en una de las zonas sísmicamente más activas de la Tierra, la que se conoce con el nombre de Anillo Sísmico Circumpacífico; ésta bordea todo el Océano Pacífico y es aquí donde ocurren la gran mayoría de los sismos que se registran en el mundo (AIS,2007). Dentro del territorio colombiano se encuentran tres placas tectónicas importantes, la placa Suramericana, la Placa de Nazca y la Placa Caribe, como se ilustra en la figura1-1.

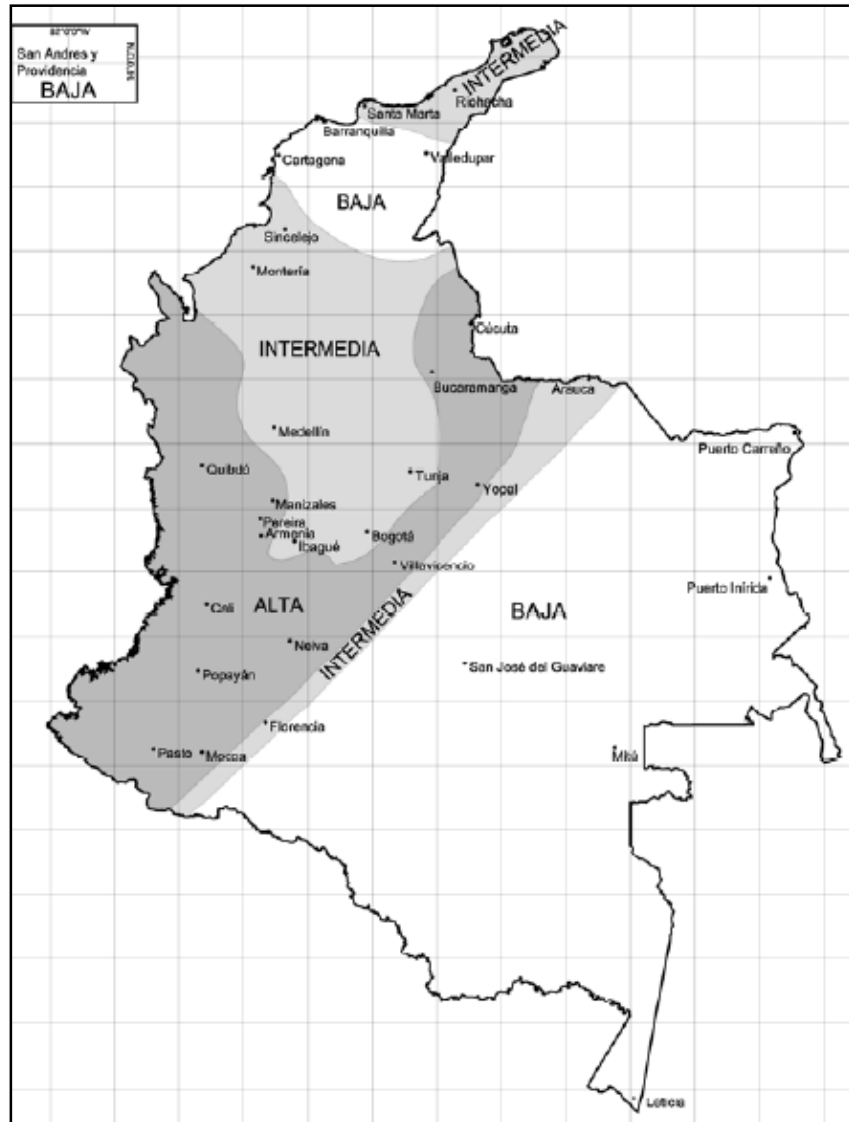
Figura 1-1: Placas tectónicas en Colombia



Fuente: Manual sobre Sismoresistencia, AIS, 2007, modificada por el autor

Según el potencial de ocurrencia de sismos dañinos dentro de las diferentes regiones del país, éste se ha dividido en tres zonas de amenaza sísmica: alta, intermedia y baja.

Figura 1-2: Mapa de zonificación sísmica de Colombia



Fuente: Reglamento NSR-10, AIS, 2010

De acuerdo con los estudios realizados para la determinación del grado de amenaza sísmica de las diferentes regiones del país se encontró que alrededor de 16.45 millones de colombianos de 553 de los 1126 municipios del país se encuentran en zonas de amenaza sísmica alta, es decir el 39.7% de la población nacional; 19.62 millones de habitantes de 431 municipios localizados en zonas de amenaza sísmica intermedia,

equivalentes al 47.3% de la población del país; y 5.39 millones de habitantes en 139 municipios localizados en zonas de amenaza sísmica baja, es decir el 13% del total de la población según la última información suministrada por el DANE proveniente del último censo de 2005 (NSR-10, AIS, 2010). En otras palabras, el 87% de los colombianos se encuentran bajo un nivel de amenaza sísmica apreciable, por lo que es sumamente importante conocer nuestros parámetros de diseño y los efectos que podrían generar si fuesen modificados.

La metodología de diseño sísmico que actualmente se utiliza en muchos de los códigos a nivel mundial y específicamente en el Reglamento **NSR-10** emplea un coeficiente para representar el grado de disipación de energía sísmico de toda una estructura (R_o); este valor conlleva a unos requisitos de detallado específicos para cada tipo de elemento primario empleado en la estructura, con lo que se supone, se puede alcanzar el grado de disipación teórico requerido para satisfacer las solicitudes que se le impondrán a la estructura por la zona de amenaza sísmica donde se ubica.

El Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, presenta los requisitos mínimos de diseño que garantizan la salvaguarda de vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo fuerte, por lo que se considera que lo recomendado allí induce seguridad estructural. El paso tres del procedimiento de diseño establecido en el prefacio del Reglamento **NSR-10** indica que se puede utilizar la capacidad Moderada y/o Especial de disipación de energía en el diseño de estructuras ubicadas en zonas de amenaza sísmica intermedia (ZASI), y en zonas de amenaza sísmica baja (ZASB) se puede utilizar la capacidad mínima, moderada o incluso la especial. Con base en esto se da por hecho que las estructuras DMO y DES utilizadas en la zona intermedia y las estructuras DMI, DMO y DES, para el caso de la zona de amenaza baja, cumplen con la seguridad mínima para salvaguardar las vidas humanas que en ellas se encuentren.

Tabla 1-1. Grado de disipación de energía que se puede utilizar según la zona de amenaza

| Zona de amenaza sísmica | Porcentaje de la población de Colombia | Grado de disipación de energía a utilizar en el diseño de estructuras |
|--------------------------------|---|--|
| Alta | 39,70% | Especial |
| Intermedia | 47,30% | Moderada y Especial |
| Baja | 13,00% | Mínima, Moderada y Especial |

Definido lo anterior, en la práctica común del diseño estructural se genera la siguiente pregunta: ¿Qué diseño es más económico en la zona de amenaza sísmica intermedia: el que utiliza la capacidad moderada de disipación de energía (DMO) o el que utiliza la capacidad especial de disipación de energía (DES)?, y para el caso de la zona de amenaza sísmica baja, ¿qué diseño es más económico, el que utiliza la capacidad mínima de disipación de energía (DMI) o el que utiliza la capacidad moderada de disipación de energía (DMO)? y por otro lado, ¿qué implicaciones tiene desde el punto de vista del comportamiento utilizar una u otra capacidad de energía en las zonas mencionadas?. Al responder estas preguntas tendríamos más elementos para definir los efectos que tiene el grado de disipación de energía escogido en el diseño de nuestras estructuras. Al evaluar los efectos que trae el uso de una capacidad de disipación de energía diferente a la normalmente utilizada por los diseñadores estructurales, se podrá definir si existe ventaja alguna en la economía del diseño, generando un conocimiento en el ámbito del diseño estructural y/o clarificando las situaciones donde se podría aprovechar el uso de una capacidad especial de disipación de energía.

Por otro lado, aunque ha habido un aumento en la construcción con sistemas de muros de carga, un sistema de construcción importantísimo en Colombia es el de pórticos de concreto reforzado. Con este sistema suelen construirse edificaciones de baja altura en todas las zonas de amenaza sísmica e incluso edificaciones de altura intermedia en zonas de amenaza baja e intermedia; este trabajo de grado se ocupará de este sistema estructural.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general:

- Evaluar la influencia del grado de disipación de energía escogido en el diseño de pórticos de concreto reforzado en zonas de amenaza sísmica baja e intermedia

1.2.2 Objetivos específicos:

- Identificar las ventajas de la variación de la capacidad de disipación de energía en pórticos de concreto resistentes a momento ubicados en zona de amenaza sísmica intermedia.
- Identificar las ventajas de la variación de la capacidad de disipación de energía en pórticos de concreto resistentes a momento ubicados en zona de amenaza sísmica baja

1.3 Alcance del proyecto

El sistema estructural utilizado en las edificaciones a modelar será pórtico de concreto reforzado, donde las cargas vivas estarán definidas para un uso residencial, con lo que se puede especificar que el grupo de uso es “I”; así mismo, los materiales a utilizar en la modelación son: concreto de peso normal con resistencia a la compresión de 28MPa y acero grado 60. La configuración en planta de las edificaciones será cuadrada sin ningún tipo de irregularidad en planta y en altura y con suficiente redundancia, con base fija de tal manera que no se considera la interacción suelo – estructura. Los parámetros A_a y A_v son los de las ciudades principales de las zonas de amenaza baja e intermedia.

Las variables de estudio son las siguientes:

Tabla 1-2. Delimitación de las variables

| Ítem | Delimitación de la variable |
|------------------------------------|--|
| Zona de amenaza sísmica | Zona de amenaza sísmica baja (ZASB) y Zona de amenaza sísmica intermedia (ZASI) |
| Capacidad de disipación de energía | Se utilizará: DMI-DMO para ZASB y DMO-DES para ZASI |
| Luces de diseño | Las estructuras serán rectangulares, con luces de 5.0m, y 8.0m |
| Número de pisos | Se analizarán estructuras de 2 a 16 pisos aumentando 2 pisos por modelo, con altura promedio de 3,0m |
| Tipo de perfil de suelo | Se analizarán dos perfiles: C y D |

Aunque la sección A.3.4.2.1 del Reglamento NSR-10 permite el método de la fuerza horizontal equivalente para analizar el efecto de la fuerza sísmica en las estructuras que se trabajarán, se decide utilizar el método de análisis dinámico elástico espectral.

El diseño se hará siguiendo los requisitos establecidos en el Reglamento NSR-10 para la capacidad de disipación de energía moderada (DMO), modificando cada variable delimitada en la tabla anterior. Esto da lugar a máximo 384 modelos.

Luego, con cada variable delimitada en la tabla anterior y con los datos de Aa y Av de las ciudades ubicadas en la zona de amenaza sísmica intermedia se generarán los diseños de las estructuras DES, generando 320 modelos adicionales. De igual forma con los datos de Aa y Av de las ciudades que se ubican en zona de amenaza sísmica baja se deben hacer los diseños de las estructuras DMI, dando lugar un máximo de 64 modelos. Con todos los resultados, se analizará el efecto que tiene la capacidad de disipación de energía escogida sobre las cantidades de las estructuras a base de pórticos en concreto reforzado. Se anota que el número total de modelos: 768, se podrá disminuir dado que algunas ciudades tienen los mismos valores de Aa y Av, por lo que se hará una optimización de variables.

Debido a que en la filosofía de diseño sísmico basada en la reducción de un espectro de diseño con un coeficiente único que represente la capacidad de disipación de energía de toda la estructura, siempre ha existido la controversia del valor de 7.0 en el coeficiente Ro

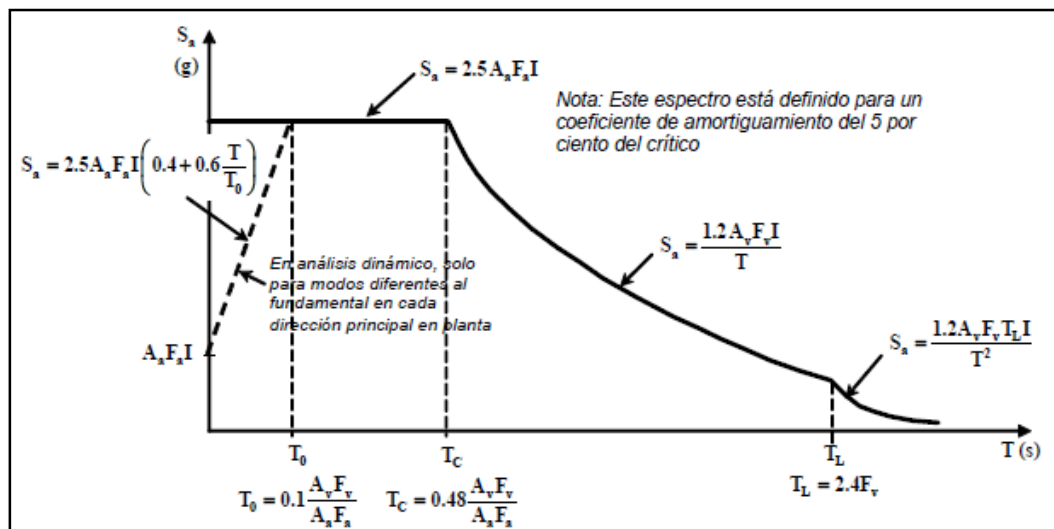
correspondiente a estructuras DES de pórticos de concreto, se adiciona un pequeño análisis comparativo de las cantidades de concreto y acero de los elementos primarios de estructuras detalladas como DES, variando el valor de R_o de 7 a 6 y de 7 a 5.

1.4 Conceptos básicos utilizados en el proyecto

1.4.1 Conceptos básicos según NSR-10 (AIS, 2010)

- **Sismo, temblor o terremoto:** Vibraciones de la corteza terrestre inducidas por el paso de las ondas sísmicas provenientes de un lugar o zona donde han ocurrido movimientos súbitos de la corteza terrestre.
- **Sismo de diseño:** Es la caracterización de los movimientos sísmicos mínimos que deben utilizarse en la realización del diseño sismo resistente. En el título A del reglamento NSR-10 se presentan los espectros de diseño. En la figura 1-3 se muestra el espectro de aceleraciones

Figura 1-3: Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g



Fuente: Reglamento NSR-10, AIS, 2010

- **Zona de amenaza sísmica:** Son regiones del país donde la amenaza sísmica varía con respecto a otra.
- **Amenaza sísmica:** Es el valor esperado de futuras acciones sísmicas en el sitio de interés y se cuantifica en términos de una aceleración horizontal del terreno esperada, que tiene probabilidad de excedencia dada en un lapso de tiempo predeterminado.
- **Capacidad de disipación de energía:** Es la capacidad que tiene un sistema estructural, un elemento estructural o una sección de un elemento estructural, de trabajar dentro del rango inelástico de respuesta sin perder su resistencia.
- **Sistema de resistencia sísmica:** Es aquella parte de la estructura que, según el diseño, aporta la resistencia requerida para soportar los movimientos sísmicos de diseño.

1.4.1 Comparación de los requisitos necesarios para alcanzar el grado de disipación de energía sísmico escogido

Según la sección A.3.2.1 del reglamento NSR-10 se definen cuatro tipos generales de sistema estructural de resistencia sísmica: muros de carga, el sistema combinado, el sistema de pórtico, y el Sistema dual.

En este estudio se escogió como sistema a evaluar el sistema de pórtico, el cual se define según A.3.2.1.3 como: Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial, resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste las cargas verticales y fuerzas horizontales. Específicamente un sistema de pórtico de concreto reforzado.

Una vez definido el sistema estructural, se hicieron dos tablas comparativas con los requisitos mínimos exigidos en el Reglamento **NSR-10**, para lograr cada grado de disipación de energía (DES; DMO; DMI). Se hace énfasis también en qué requisitos podrían influir directamente en el costo de la edificación. De los 22 puntos anotados allí, menos de la mitad tienen incidencia directa en el aumento del costo y uno específicamente podría generar una disminución importante en el costo de la estructura, para el caso de

zona de amenaza sísmica intermedia y estructuras DMO y DES y muchos menos puntos para la zona de amenaza sísmica baja.

A continuación, se muestra una tabla comparando los requisitos necesarios para lograr teóricamente estructuras DES y estructuras DMO.

Tabla 1-3: Comparación de los requisitos asociados a DMO y DES, según el Reglamento NSR-10

| Ítem | Pórticos de concreto con Capacidad moderada de disipación de energía (DMO) | Pórticos de concreto con Capacidad especial de disipación de energía (DES) | Comentario sobre el efecto en las cantidades de material |
|--|--|--|--|
| Coeficiente de capacidad de disipación de energía básico (R_o) | Según la tabla A.3-3 $R_o=5.0$ | Según la tabla A.3-3 $R_o=7.0$ | El aumento en dos puntos de este valor genera una reducción en la fuerza sísmica de diseño "E" del 28.6%, lo que se puede traducir en una posible reducción de las cantidades de obra en DES. |
| Deriva de piso | Según B.2.4.2.1, las derivas se verifican para las fuerzas sísmicas F_s sin haber dividido por R , por lo que el resultado de las derivas en principio no depende de la capacidad de disipación de energía escogida. | | Como las secciones finales de los elementos pueden verse aumentadas por la resistencia y detallado inherente a la capacidad de energía escogido, el resultado de la deriva puede ser influenciado. |
| Resistencia mínima del concreto a la compresión f'_c | Según la sección C.21.1.4.2, $f'_{c,min}$ es 21 MPa para capacidad moderada y especial de energía | | No hay incidencia de este punto |

Tabla 1-3: Continuación

| | | | |
|--|---|---|---|
| Características del acero de refuerzo | Según la sección C.21.1.5 es el mismo acero el que se debe emplear para capacidad moderada y especial de disipación de energía | | No hay incidencia de este punto |
| Cortante mínimo en el diseño de vigas | Según C.21.3.3.1, el $V_{u,min}$ será la suma del cortante debido a flexión en curvatura inversa asociado con el desarrollo de los momentos nominales de la viga en cada extremo restringido de la luz libre y el cortante calculado para cargas gravitacionales | Según C.21.5.4.1, el $V_{u,min}$ será la suma del cortante debido a flexión en curvatura inversa asociado con el desarrollo de los momentos probables ($1,25F_y$) de la viga en cada extremo restringido de la luz libre y el cortante calculado para cargas gravitacionales. Además, según C.21.5.4.2 en estas zonas se debe diseñar el refuerzo transversal suponiendo que $V_c=0$ si se cumplen dos requisitos. Véase el Reglamento NSR-10 | Existe la posibilidad que aumente el costo en DES, porque al trabajar con $1,25F_y$ para hallar los momentos resistentes de las vigas se aumenta la demanda de cortante; sin embargo, se debe recordar que los momentos iniciales de diseño pueden ser menores en un sistema DES, por la reducción en la fuerza sísmica. Se debe evaluar. |
| Cortante mínimo en el diseño de columnas | Según C.21.3.3.2 las fuerzas cortantes se determinan de la aplicación de los momentos nominales correspondientes a la curvatura inversa | Según C.21.3.3.2 las fuerzas cortantes se determinan de la aplicación de los momentos probables ($1,25F_y$) correspondientes a la curvatura inversa. Además, según C.21.6.5.2 en estas zonas se debe diseñar el refuerzo transversal suponiendo que $V_c=0$ si se cumplen dos requisitos. Véase el Reglamento NSR-10 | Existe la posibilidad que aumente el costo en DES, porque se está trabajando con $1,25F_y$ para hallar los momentos resistentes de las columnas, pero se debe recordar que los momentos iniciales de diseño pueden ser menores en un sistema DES, por la reducción en la fuerza sísmica. Se debe evaluar. |

Tabla 1-3: Continuación

| | | | |
|------------------------------------|---|---|--|
| Aspectos dimensionales en vigas | <p>a) Según C.21.3.4.1 el ancho mínimo es de 200mm.</p> <p>b) La altura de la viga debe controlar las deformaciones verticales.</p> <p>c) De acuerdo con C.21.3.4.2 la excentricidad con respecto a la columna no será mayor que el 25% del ancho de la viga.</p> | <p>a) Según C.21.5.1.3 el ancho mínimo es de $0.3h$ o 250mm</p> <p>b) Según C.21.5.1.2 la altura de la viga debe ser mayor que $L_n/4$ y controlar deformaciones verticales</p> <p>c) Según C.21.5.1.4 el ancho de la viga no debe exceder el ancho de la columna en cada lado, por una distancia igual al ancho de la columna o a 0.75 lo profundo de la columna</p> | Los requisitos mínimos se pueden cumplir fácilmente debido a las secciones que se deben utilizar para controlar la resistencia y las derivas de piso, por lo que en este punto la influencia puede ser baja. |
| Aspectos dimensionales en columnas | <p>El ancho mínimo es de 250 mm; las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 200 mm pero con un área mínima de $0,0625m^2$, según C.21.3.5.1</p> | <p>El ancho mínimo es de 300mm, las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 250mm pero con un área mínima de $0,09m^2$, según C.21.6.1.1</p> <p>Además, se deben cumplir las relaciones de aspecto con relación a la menor dimensión descritas en C.21.6.1.2: $0,35$ para $b < 300mm$; $0,25$ para $300mm < b < 500mm$; $0,20$ para $b > 500mm$</p> | Los requisitos de la relación de aspecto necesarios en columnas "DES" si pueden afectar las cantidades de material |
| Cuantías longitudinales en vigas | <p>C.21.3.4.3: Se debe cumplir con la p_{min} en toda la longitud de la viga arriba y abajo, con mínimo dos barras N°4 y la cuantía máxima es $0,025$</p> | <p>C.21.5.2.1: Se debe cumplir con la p_{min} en toda la longitud de la viga arriba y abajo, con mínimo dos barras N°4 y la cuantía máxima es $0,025$</p> | No hay incidencia de este punto |

Tabla 1-3: Continuación

| | | | |
|--|--|--|---|
| Resistencia a momento mínima en vigas | C.21.3.4.4: La resistencia a $M(+)$ en la cara del nodo no debe ser menor que $1/3$ de la resistencia a $M(-)$ en esa misma cara y la resistencia a $M(+)$ y $M(-)$ a lo largo de la viga no debe ser menor que $1/5$ de la resistencia máxima en los nodos | C.21.5.2.2: La resistencia a $M(+)$ en la cara del nodo no debe ser menor que $1/2$ de la resistencia a $M(-)$ en esa misma cara y la resistencia a $M(+)$ y $M(-)$ a lo largo de la viga no debe ser menor que $1/4$ de la resistencia máxima en los nodos | Este requisito puede aumentar las cantidades de material en DES |
| Empalmes del acero longitudinal en vigas | C.21.3.4.5: No se permiten empalmes dentro de los nodos | C.21.5.2.3: No se permiten empalmes dentro de los nodos, ni en una distancia de $2h$ desde la cara del nodo. Sólo se permiten traslapes en zonas diferentes a las mencionadas agregando estribos en la zona empalmada con "S" máxima de $d/4$ o 100mm . | Este requisito aumenta las cantidades de material en DES |
| Detallado del acero transversal en vigas | De acuerdo con C.21.3.4.6 en ambos extremos y a distancias de $2h$ desde la cara del apoyo se colocarán estribos #3 o mayor, separados cada $d/4$, $8d_{bl}$, $24d_{bt}$, o 300mm (El menor de ellos). En el resto de la viga los estribos se separan máximo $d/2$ | Según C.21.5.3.1 en ambos extremos y a distancias de $2h$ desde la cara del apoyo se colocarán estribos #3 o mayor, separados cada $d/4$, $6d_{bl}$, o 150mm (El menor de ellos). En el resto de la viga los estribos se separan máximo $d/2$. | Generalmente gobierna el criterio de $d/4$, y como en ambos casos se requiere, es muy probable que este aspecto no tenga incidencia, pero se debe revisar la sección C.21.5.4.2, el cual si puede tener efectos en las cantidades de material. |

Tabla 1-3: Continuación

| | | | |
|---|---|---|--|
| Cuantías longitudinales en columnas | C.21.3.5.2: El área de refuerzo longitudinal Ast, no debe ser menor que 0.01Ag ni mayor que 0.04Ag | C.21.3.5.2: El área de refuerzo longitudinal Ast, no debe ser menor que 0.01Ag ni mayor que 0.04Ag | No hay incidencia de este punto |
| Empalmes del acero longitudinal en columnas | C.21.3.5.3: Los empalmes por traslapo solo se permiten en la parte central de la longitud del elemento y deben diseñarse como empalmes en tracción | C.21.6.3.3: Los empalmes por traslapo solo se permiten en la parte central de longitud del elemento, deben diseñarse como empalmes por traslapo de tracción y deben estar confinados como lo establecen C.21.6.4.2 y C.21.6.4.3 | Este requisito aumenta las cantidades de material en DES |
| Detallado del acero transversal en columnas | C.21.3.5.6: En ambos extremos y en distancias de "Lo" desde la cara del apoyo se colocarán estribos #3 o mayor, cada "So", definido como el menor entre: $1/3b$, $8d_{bl}$, $16d_{bt}$, 150mm. En el resto de la columna los estribos se separan 2So. "Lo" se define como el mayor entre $1/6L_n$, H y 500mm | C.21.6.4.1: En ambos extremos y en distancias de "Lo" desde la cara del apoyo se colocarán estribos #3 o mayor, cada "So", definido como el menor entre: $1/4b$, $6d_{bl}$, 150mm, $100+(350-h_x)/3$. En el resto de la columna los estribos se separan entre el menor de: $6d_{bl}$, 150mm. "Lo" se define como el mayor entre $1/6L_n$, H y 450mm | Este requisito aumenta las cantidades de material en DES |

Tabla 1-3: Continuación

| | | | |
|--|---|--|--|
| Detallado adicional del acero transversal en columnas | <p>a) C.21.3.5.5: La cuantía volumétrica en columnas circulares debe ser mayor a $\rho_s = 0,08 f'_c / f_{yt}$</p> <p>b) C.21.3.5.7: El área transversal del refuerzo de estribos en "Lo" debe ser mayor que $A_{sh} = 0,2 S_b c f'_c [(A_g/A_{ch}) - 1]$ o $0,06 S_b c f'_c / f_{yt}$</p> | <p>a) C.21.6.4.4: La cuantía volumétrica en columnas circulares debe ser mayor a $\rho_s = 0,12 f'_c / f_{yt}$</p> <p>b) El área transversal del refuerzo de estribos en "Lo" debe ser mayor que $A_{sh} = 0,3 S_b c f'_c [(A_g/A_{ch}) - 1]$ o $0,09 S_b c f'_c / f_{yt}$</p> | Este requisito aumenta las cantidades de material en DES |
| Resistencia mínima a flexión de las columnas "Columna fuerte - Viga débil" | <p>C.21.3.6: La resistencia a flexión de las columnas debe satisfacer $\sum M_{nc} \geq 1.2 \sum M_{nb}$</p> | <p>C.21.6.2.2: La resistencia a flexión de las columnas debe satisfacer $\sum M_{nc} \geq 1.2 \sum M_{nb}$</p> | No hay incidencia en este punto. |
| Longitud de desarrollo de barras tracción | <p>C.12.2.2: $L_d = f_y d_b / 2.1 V f'_c$ (para barras No. 6 o menores)</p> <p>$L_d = f_y d_b / 1.7 V f'_c$ (para barras No. 7 y mayores)</p> <p>C.12.5.2: $L_{dh} = 0,24 f_y d_b / V f'_c$</p> | <p>C.21.7.5.2: L_d será mayor a 2.5 veces lo requerido en C.21.7.5.1 si el espesor de concreto fresco debajo de la barra no excede 300mm o L_d será mayor a 3.25 veces lo requerido en C.21.7.5.1 si el espesor de concreto fresco debajo de la barra excede 300mm</p> <p>C.21.7.5.1: $L_{dh} = f_y d_b / 5.4 V f'_c$</p> | No hay mayor incidencia en este punto |

Tabla 1-3: Continuación

| | | | |
|-------------|--|---|--|
| Nudos | <p>C.21.3.5.12: El refuerzo transversal del nodo debe cumplir con C.11.10</p> <p>C.11.10.1: cuando la carga por gravedad, viento, sismo u otras fuerzas laterales produzcan transmisión de momentos en la conexión, el cortante que se derive de la transmisión de momento debe tomarse en consideración en el diseño del refuerzo trasversal de la columna</p> <p>C.11.10.2: Las conexiones de un sistema primario deben tener el refuerzo mínimo $A_{v,min}=0.062Vf'_{cbws}/f_{yt}$</p> | <p>C.21.7: El refuerzo transversal del nodo debe cumplir con C.21.7.3 y se debe diseñar con lo especificado C.21.7.4</p> <p>C.21.7.2.3: Donde el refuerzo longitudinal de una viga atraviesa un nudo, la dimensión de la columna paralela a la barra no debe ser menor que 20 db, lo que quiere decir que para barras #6 y #7, se necesita una dimensión aprox. de 40cm</p> | <p>El requisito dimensional referente a columnas aumenta las cantidades de material en estructuras de pocos niveles y con cargas bajas</p> |
| Diafragmas | Según A.3.6.8 el diafragma se debe diseñar | | <p>Para estructuras con diafragma irregular se espera que este requisito aumente las cantidades de material, pero para los diafragmas que se analizarán en este estudio, no se espera incidencia</p> |
| Cimentación | Según A.3.6.9 los elementos localizados entre la base y la cimentación deben tener el mismo grado de capacidad de disipación de energía de los elementos del sistema de resistencia sísmica | | <p>Este requisito aumenta las cantidades de material en DES</p> |

En la siguiente se muestra una tabla comparando los requisitos necesarios para lograr teóricamente estructuras DMI y estructuras DMO

Tabla 1-4: Comparación de los requisitos asociados a DMI y DMO, según el Reglamento NSR-10

| Ítem | Pórticos de concreto con Capacidad mínima de disipación de energía (DMI) | Pórticos de concreto con Capacidad moderada de disipación de energía (DMO) | Comentario |
|--|--|---|---|
| Coeficiente de capacidad de disipación de energía básico (R_o) | Según tabla A.3-3 $R_o=2.5$ | Según tabla A.3-3 $R_o=5.0$ | El aumento en 2,5 puntos de este valor genera una reducción en la fuerza sísmica de diseño "E" de 50,0%, lo que se traduce en una reducción de las cantidades de obra en DMO |
| Deriva de piso | Según B.2.4.2.1, las derivas se verifican para las fuerzas sísmicas F_s sin haber dividido por R , por lo que el resultado de las derivas en principio no depende de la capacidad de disipación de energía escogida. | | Como las secciones finales de los elementos pueden verse aumentadas por la resistencia y detallado inherente a la capacidad de energía escogido, el resultado de la deriva puede ser influenciado |
| Resistencia mínima del concreto a compresión f'_c | En C.21 no hay requisitos especiales, por lo que se toma el mínimo exigido en C.5.1.1: $f'_{c,min}: 17\text{MPa}$ | Según la sección C.21.1.4.2, $f'_{c,min}$ es 21 MPa para capacidad moderada y especial de energía | Normalmente se utiliza concretos con f'_c mayores a 21MPa, por lo que no hay incidencia de este punto |
| Características del acero de refuerzo | No hay requisito especial | Según la sección C.21.1.5 en el mismo acero el que se debe emplear para capacidad moderada y especial de energía | No hay incidencia de este punto |
| Cortante mínimo en el diseño de vigas | No hay requisito especial | Según C.21.3.3.1, el $V_{u,min}$ será la suma del cortante debido a flexión en curvatura inversa asociado con el desarrollo de los momentos nominales de la viga en cada extremo restringido de la luz | Existe la posibilidad que aumente el costo en DMO, pero se debe recordar que los momentos iniciales de diseño pueden ser menores en un sistema DMO por la |

Tabla 1-4: Continuación

| Ítem | Pórticos de concreto con Capacidad mínima de disipación de energía (DMI) | Pórticos de concreto con Capacidad moderada de disipación de energía (DMO) | Comentario |
|--|---|--|--|
| | | libre y el cortante calculado para cargas gravitacionales | reducción en la fuerza sísmica. Se debe evaluar. |
| Cortante mínimo en el diseño de columnas | No hay requisitos especiales a excepción de C.21.2.3: Las columnas que tengan una altura libre menor o igual a cinco veces la dimensión C1 se deben diseñar como C.21.3.3 | Según C.21.3.3.2 las fuerzas cortantes se determinan de la aplicación de los momentos nominales correspondientes a la curvatura inversa | Existe la posibilidad que aumente el costo, pero se debe recordar que los momentos iniciales de diseño pueden ser menores en un sistema DMO por la reducción en la fuerza sísmica. Se debe evaluar. |
| Aspectos dimensionales en vigas | La altura de la viga debe controlar las deformaciones verticales | a) Según C.21.3.4.1 el ancho mínimo es de 200mm. b) La altura de la viga debe controlar las deformaciones verticales. c) De acuerdo con C.21.3.4.2 la excentricidad con respecto a la columna no será mayor que el 25% del ancho de la viga. | Los requisitos mínimos se pueden cumplir fácilmente debido a las secciones que se deben utilizar para controlar la resistencia y las derivas de piso, por lo que este punto puede ser poco influyente. |
| Aspectos dimensionales en columnas | No hay requisito especial | El ancho mínimo es de 250mm, las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 200mm pero con un área mínima de 0,0625m ² , según C.21.3.5.1 | Los requisitos mínimos se pueden cumplir fácilmente debido a las secciones que se deben utilizar para controlar la resistencia y las derivas de piso, por lo que este punto puede ser poco influyente. |
| Cuantías longitudinales en vigas | a) C.10.5.1: Se debe cumplir con la p_{\min} en toda la longitud de la viga arriba y abajo a menos que se coloque 1/3 del A_s requerido. | C.21.3.4.3: Se debe cumplir con la p_{\min} en toda la longitud de la viga arriba y abajo, con mínimo dos barras N°4 y la cuantía máxima es 0,025 | No hay incidencia de este punto |

Tabla 1-4: Continuación

| Ítem | Pórticos de concreto con Capacidad mínima de disipación de energía (DMI) | Pórticos de concreto con Capacidad moderada de disipación de energía (DMO) | Comentario |
|--|--|--|---|
| | b) C.21.2.2: Mínimo dos barras en ambas caras | | |
| Resistencia a momento mínima en vigas | Según C.12.11, 1/4 del acero generado por el máximo momento positivo debe ser continuo y C.12.12 expresa que 1/3 del acero generado por el momento máximo negativo debe ser desarrollado más allá del punto de inflexión. | C.21.3.4.4: La resistencia a $M(+)$ en la cara del nodo no debe ser menor que 1/3 de la resistencia a $M(-)$ en esa misma cara y la resistencia a $M(+)$ y $M(-)$ a lo largo de la viga no debe ser menor que 1/5 de la resistencia máxima en los nodos | Este requisito puede aumentar las cantidades de material, pero se anota que las solicitaciones son menores por la disminución de la fuerza sísmica de diseño. |
| Empalmes del acero longitudinal en vigas | No hay requisito especial | C.21.3.4.5: No se permiten empalmes dentro de los nodos | No hay incidencia de este punto |
| Detallado del acero transversal en vigas | No hay requisito especial, solo se debe cumplir con $d/2$ según C.11.4.5.1 | De acuerdo con C.21.3.4.6 en ambos extremos y a distancias de $2h$ desde la cara del apoyo se colocarán estribos #3 o mayor, separados cada $d/4$, $8db$, $24db$, o 300mm (El menor de ellos). En el resto de la viga los estribos se separan máximo $d/2$ | Este requisito aumenta las cantidades de material en DMO |
| Cuantías longitudinales en columnas | a) C.10.9.1: El área de refuerzo longitudinal A_{st} no debe ser menor que $0.01A_g$ ni mayor que $0.04A_g$ b) C.10.8.4: Para un elemento a compresión que tenga una sección transversal mayor que la requerida por las consideraciones de carga, se permite emplear un área efectiva reducida A_g no menor que la mitad del área total, con el fin de determinar el área de refuerzo | C.21.3.5.2: El área de refuerzo longitudinal A_{st} , no debe ser menor que $0.01A_g$ ni mayor que $0.04A_g$ | Muy poco se utiliza la sección C.10.8.4 para disminuir la cuantía mínima en columnas DMI, por lo que este punto no incide en las cantidades de obra |

Tabla 1-4: Continuación

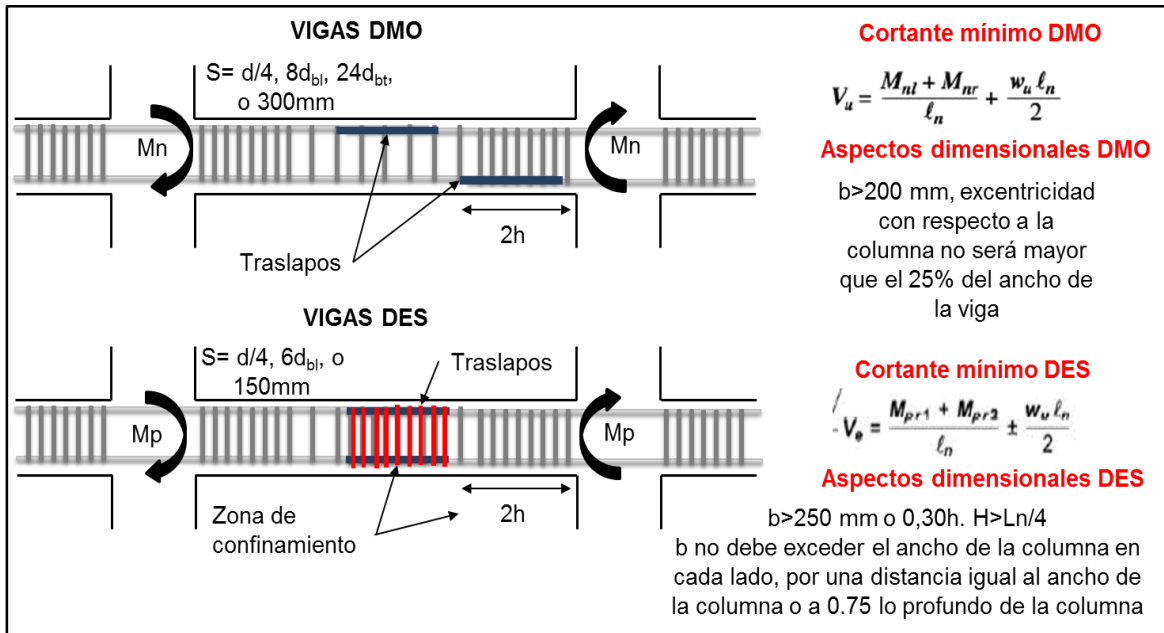
| Ítem | Pórticos de concreto con Capacidad mínima de disipación de energía (DMI) | Pórticos de concreto con Capacidad moderada de disipación de energía (DMO) | Comentario |
|--|--|---|---|
| Empalmes del acero longitudinal en columnas | No hay requisito especial | C.21.3.5.3: Los empalmes por traslape solo se permiten en la parte central de la longitud del elemento y deben diseñarse como empalmes en tracción | No hay incidencia de este punto |
| Detallado del acero transversal en columnas | Según C.7.10.5.4 en los extremos de la columna la separación vertical de los estribos debe ser menor que la expresada en C.7.10.5.2: el espaciamiento vertical de los estribos no debe exceder $16 d_{bl}$ y $48 d_{bt}$ o la menor dimensión del elemento. Según C.7.10.5.1 se pueden utilizar estribos en barras #2 o 6mm en columnas que soportan únicamente uno o dos pisos | C.21.3.5.6: En ambos extremos y en distancias de "Lo" desde la cara del apoyo se colocarán estribos #3 o mayor, cada "So", definido como el menor entre: $1/3b$, $8d_{bl}$, $16d_{bt}$, 150mm. En el resto de la columna los estribos se separan $2S_o$. "Lo" se define como el mayor entre $1/6L_n$, H y 500mm | Este requisito aumenta las cantidades de material en DMO |
| Detallado adicional del acero transversal en columnas | a) C.10.9.3: La cuantía volumétrica del refuerzo en espiral no debe ser menor que: $\rho_s = 0,45[(A_g/A_{ch}) - 1] f'_c / f_{yt}$ b) C.7.10.5.3: Ninguna barra longitudinal debe estar separada a más de 150mm libres de una barra apoyada lateralmente. | a) C.21.3.5.5: La cuantía volumétrica en columnas circulares debe ser mayor a $\rho_s = 0,08 f'_c / f_{yt}$ b) C.21.3.5.7: El área transversal del refuerzo de estribos en "Lo" debe ser mayor que $A_{sh} = 0,2 S_b c f'_c [(A_g/A_{ch}) - 1]$ ó $0,06 S_b c f'_c / f_{yt}$ | Este requisito aumenta las cantidades de material en DMO |
| Resistencia mínima a flexión de las columnas "Columna fuerte - Viga débil" | No hay requisito especial | C.21.3.6: La resistencia a flexión de las columnas deben satisfacer $\sum M_{nc} \geq 1.2 \sum M_{nb}$ | Este requisito puede aumentar las cantidades de material, pero se anota que las solicitaciones son menores por la disminución de la fuerza sísmica de diseño. |

Tabla 1-4: Continuación

| Ítem | Pórticos de concreto con Capacidad mínima de disipación de energía (DMI) | Pórticos de concreto con Capacidad moderada de disipación de energía (DMO) | Comentario |
|--|---|--|--|
| Longitud de desarrollo de barras en tracción | C.12.2.2: $L_d = f_y d_b / 2.1 V f'_c$ (para barras No. 6 o menores) $L_d = f_y d_b / 1.7 V f'_c$ (para barras No. 7 y mayores) C.12.5.2: $L_{dh} = 0.24 f_y d_b / V f'_c$ | | No hay mayor incidencia en este punto |
| Nudos | C.21.3.5.12: El refuerzo transversal del nodo debe cumplir con C.11.10 C.11.10.1: cuando la carga por gravedad, viento, sismo u otras fuerzas laterales produzcan transmisión de momentos en la conexión, el cortante que se derive de la transmisión de momento debe tomarse en consideración en el diseño del refuerzo trasversal de la columna C.11.10.2: Las conexiones de un sistema primario deben tener el refuerzo mínimo $A_{v,min}: 0.062 V f'_c d_{ws} / f_{yt}$ | | No hay mayor incidencia en este punto |
| Diafragmas | Según A.3.6.8 El diafragma se debe diseñar | | Para estructuras con diafragma irregular se espera que este requisito aumenta las cantidades de material. Para los diafragmas que se analizarán en este estudio, no se esperan incidencias |
| Cimentación | Según A.3.6.9 los elementos localizados entre la base y la cimentación deben tener el mismo grado de capacidad de disipación de energía de los elementos del sistema de resistencia sísmica | | Este requisito aumenta las cantidades de material en DMO |

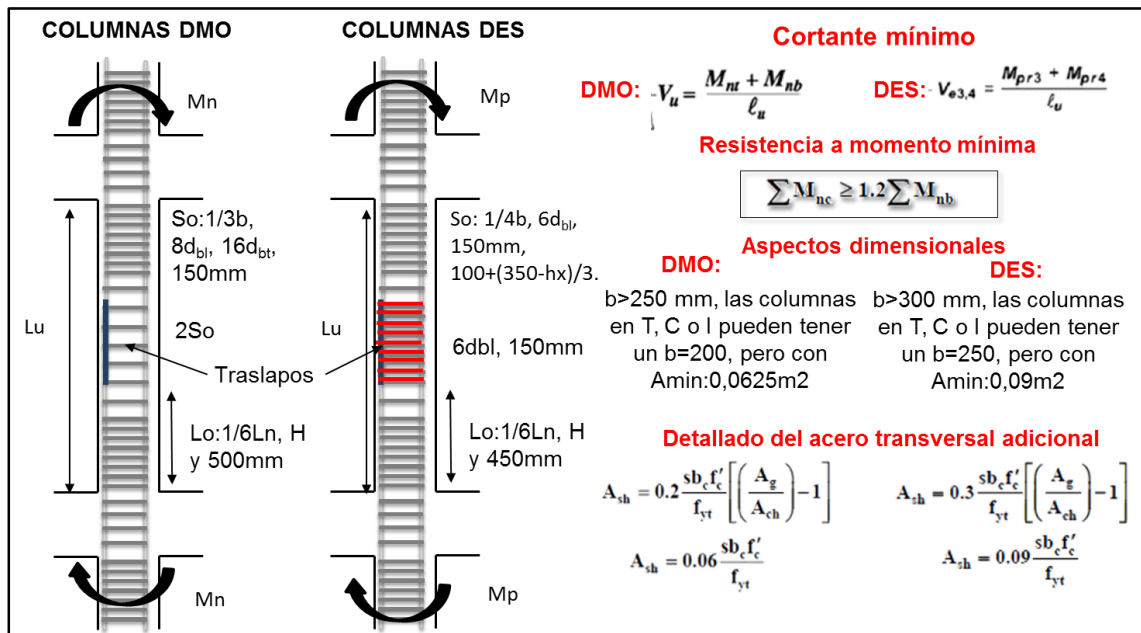
En la siguiente figura se ilustran cuatro aspectos fundamentales para lograr la capacidad de disipación deseada en vigas: Separación de estribos y zonas de confinamiento, ubicación de traslapes, cortante mínimo de diseño y aspectos dimensionales.

Figura 1-4: Cuatro aspectos en vigas para lograr la ductilidad



En la siguiente figura se ilustran cuatro aspectos fundamentales para lograr la capacidad de disipación deseada en columnas: Separación de estribos y zonas de confinamiento, ubicación de traslapos, cortante mínimo de diseño y aspectos dimensionales.

Figura 1-5: Cuatro aspectos en columnas para lograr la ductilidad



2. Metodología

En este capítulo se expone la metodología empleada para obtener resultados representativos de los procedimientos normalmente utilizados en una oficina de diseño, los cuales serán base para las conclusiones del presente trabajo.

Para uniformizar los datos de entrada de todos los modelos estructurales, se debe definir el sistema de resistencia de cargas verticales; con este fin, se tipifica una losa de uso común en Colombia y se hace un avalúo de cargas general, en la sección 2.1 se amplía este tema, luego se evalúa el programa comercial que se decidió utilizar como herramienta de cálculo obteniendo los resultados mostrados en el anexo 1, en la sección 2.2, se exponen los espectros de diseño utilizados en las modelaciones y se hacen algunos comentarios al respecto y en la última sección de este capítulo se muestran algunos datos importantes utilizados en las modelaciones de un grupo de las estructuras analizadas, los datos y secciones de los demás modelos se muestran en el anexo 2.

2.1 Modulación de losas y avalúo de cargas verticales

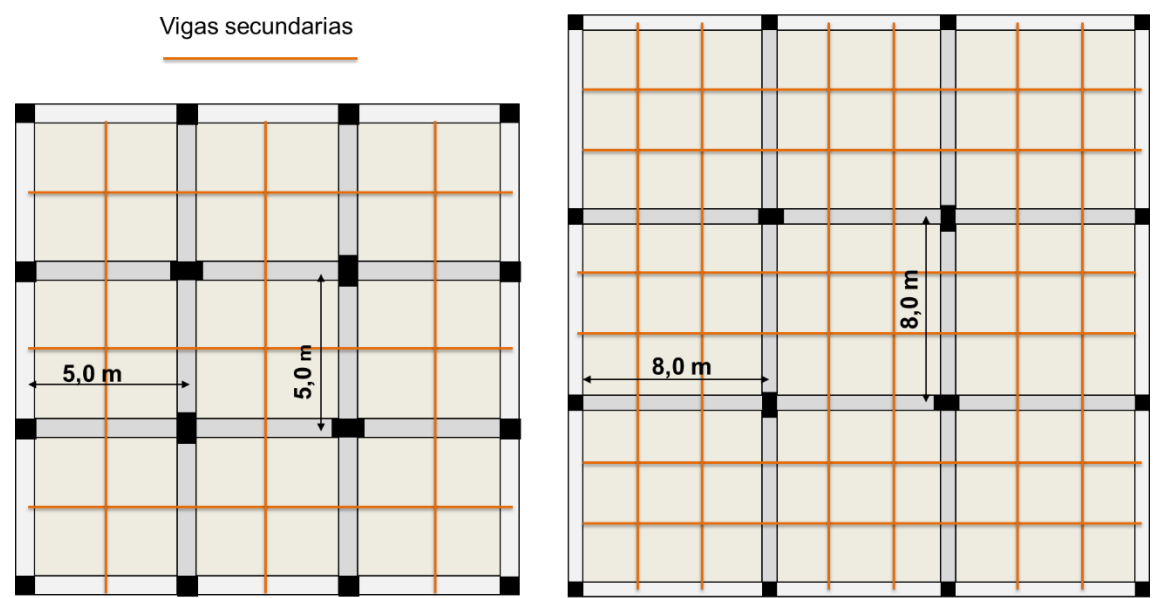
El tipo de losa escogido para soportar las cargas verticales es una losa maciza de 10cm que trabajará en dos direcciones apoyadas en vigas secundarias, separadas máximo 2,67m. Para la separación de pórticos de 5,0m se utilizará una viga intermedia en ambos sentidos, por lo que el panel quedara de 2,5m x 2,5m y para el caso de los pórticos separados cada 8,0m, se utilizarán dos vigas intermedias en ambos sentidos, por lo que los paneles quedarían de 2,67m x 2,67m.

El espesor de 10cm de la losa maciza, se toma como único en todas las modelaciones y cumple con la tabla C.9.5(c) del reglamento NSR-10 ($L_n/33 = 2.55/33 = 0,077m$); igualmente se toma como referencia la tabla C.9.5(a) del reglamento para pre dimensionar las vigas secundarias de 5,0m y 8,0m de luz, obteniendo dimensiones de 20 cm x 30 cm para el caso de 5,0m y 25cm x 45cm, para el caso de 8,0m de luz

2.1.1 Avalúo de cargas verticales general

La carga de elementos no estructurales como los muros interiores y de fachada se estima de las cargas mínimas de acuerdo con la Tabla B.3.4.3-1, en ausencia de un plano arquitectónico detallado. Aunque en Colombia se han comenzado a utilizar particiones livianas desde hace un tiempo y ha aumentado su uso, la mampostería es tal vez hoy en día el sistema predominante para construir las particiones, por lo que se escoge una carga uniformemente repartida de 3,0 kN/m².

Figura 2-1: Modulación de losas tipo.



El afinado de piso depende mucho del constructor y para lograr pendientes se supone que hay un espesor mínimo de 2,5cm y un máximo de 7,5cm, con lo que se obtiene 5,0cm promedio. Se toma una cerámica de 1.5cm con peso específico de 20 kN/m³ y cielo raso y ductos como lo establece la tabla B.3.4.1-1 del reglamento NSR-10, obtenido los siguientes valores de cargas verticales:

| | |
|---|-----------------------------|
| ▪ Peso propio de losa maciza de 0.10 m: | 2.4 kN/m ² |
| ▪ Particiones y fachada: | 3,0 kN/m ² |
| ▪ Afinado de piso (0,050 m x 20 kN/m ³): | 1,0 kN/m ² |
| ▪ Cielo raso (yeso suspendido entramado metálico | 0,5 kN/m ² |
| ▪ Piso en baldosa cerámica (0,015 m x 20 kN/m ³): | 0,3 kN/m ² |
| ▪ Ductos o tuberías sanitarias: | 0,2 kN/m ² |
| Carga sobreimpuesta: | 5,0 kN/m² |
| Total carga muerta sin peso de vigas y columnas: | 7,4 kN/m² |
| Carga viva: | 1,8 kN/m² |

2.2 Optimización del número de modelos a través de la comparación de algunos parámetros sísmicos

La definición de los movimientos sísmicos de diseño se hará de acuerdo con la sección A.2.6. del reglamento NSR-10, utilizando los parámetros de aceleración y velocidad pico efectiva (A_v y A_v) de cada municipio escogido, con los coeficientes de amplificación F_a y F_v correspondiente a los perfiles de suelo C y D. Estos parámetros se presentan en las tablas 2-1 y 2-2.

Se observa en estas tablas que varias ciudades tienen el mismo valor de “Sa de meseta”, por lo que se reducirán los modelos de estudio. Por ejemplo, los espectros de las ciudades de Arauca y Santa Marta no se incluyeron porque con los valores de otras ciudades indirectamente se estudiaron.

Tabla 2-1: Parámetros sísmicos referidos al perfil de suelo tipo C

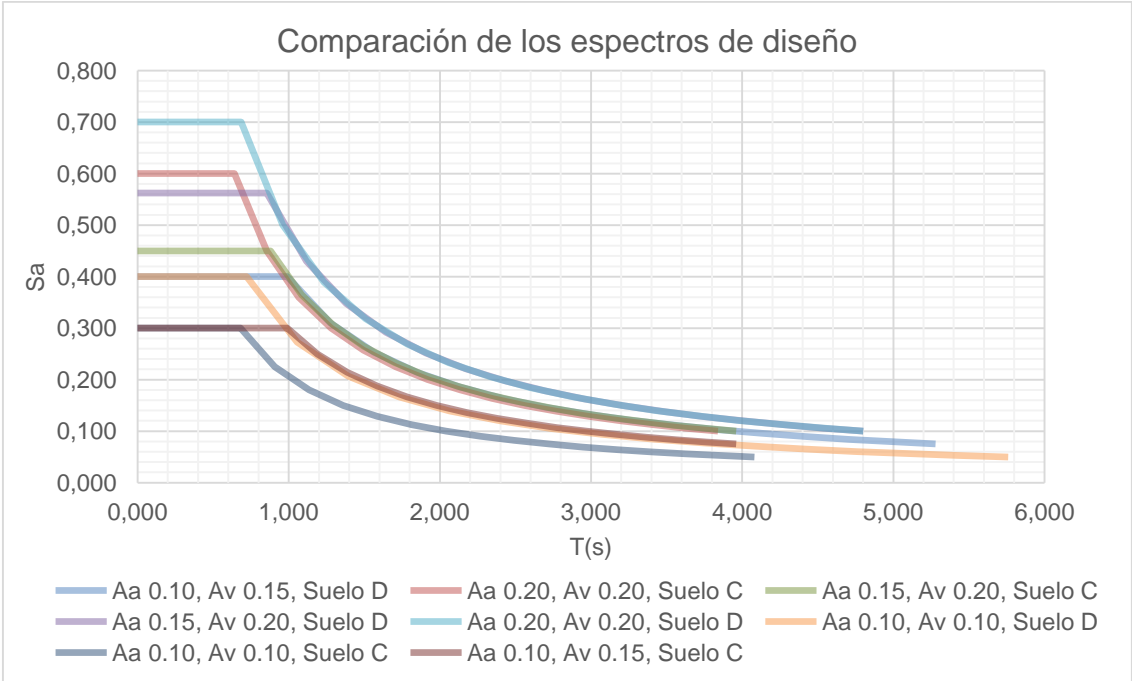
| Ciudad | A_a | A_v | F_a suelo tipo C | F_v suelo tipo C | $S_a: 2,5A_aF_a$ meseta con suelo tipo C | $T_c (s):$ $0,48F_vA_v/F_aA_a$ suelo tipo C |
|---------------------------------------|-------|-------|--------------------------|--------------------------|--|---|
| Montería - Riohacha - Sincelejo | 0,10 | 0,15 | 1,20 | 1,65 | 0,30 | 0,99 |
| Arauca | 0,15 | 0,15 | 1,20 | 1,65 | 0,45 | 0,66 |
| Bogotá - Medellín | 0,15 | 0,20 | 1,20 | 1,60 | 0,45 | 0,85 |
| Santa Marta | 0,15 | 0,10 | 1,20 | 1,70 | 0,45 | 0,45 |
| Florencia | 0,20 | 0,15 | 1,20 | 1,65 | 0,60 | 0,495 |
| Ibagué - Tunja | 0,20 | 0,20 | 1,20 | 1,60 | 0,60 | 0,64 |
| Barranquilla- Cartagena | 0,1 | 0,1 | 1,2 | 1,7 | 0,30 | 0,68 |

Tabla 2-2: Parámetros sísmicos referidos al perfil de suelo tipo D

| Ciudad | Aa | Av | Fa suelo tipo D | Fv suelo tipo D | Sa:2,5AaFal meseta con suelo tipo D | Tc(s): 0,48FvAv/FaAa suelo tipo D |
|---------------------------------------|------|------|-----------------------|-----------------------|---|---|
| Montería - Riohacha - Sincelejo | 0,10 | 0,15 | 1,60 | 2,20 | 0,40 | 0,99 |
| Arauca | 0,15 | 0,15 | 1,50 | 2,20 | 0,563 | 0,70 |
| Bogotá - Medellín | 0,15 | 0,20 | 1,50 | 2,00 | 0,563 | 0,85 |
| Santa Marta | 0,15 | 0,10 | 1,50 | 2,40 | 0,563 | 0,51 |
| Florencia | 0,20 | 0,15 | 1,40 | 2,20 | 0,70 | 0,57 |
| Ibagué - Tunja | 0,20 | 0,20 | 1,40 | 2,00 | 0,70 | 0,69 |
| Barranquilla- Cartagena | 0,1 | 0,1 | 1,6 | 2,4 | 0,40 | 0,72 |

Por lo dicho anteriormente, se decide graficar todos los espectros que se utilizarán para poder comparar y posiblemente reducir la cantidad de modelos, ya que es el valor de Sa el indicativo final de la cantidad de fuerza que se aplicará horizontalmente a la estructura, independiente del nombre de la ciudad o el perfil de suelo que se esté evaluando.

Figura 2-2: Espectros de diseño utilizados en los modelos de estudio



Analizando los gráficos mostrados en la anterior figura, se puede observar que existen cinco zonas donde las líneas se superponen, estas son:

La primera zona: El espectro “Aa 0.20, Av 0.20, Suelo D” que representa a las ciudades de Ibagué y Pasto, luego de un valor del periodo aproximadamente a 0.83s abarca los valores del espectro “Aa 0.15, Av 0.20, Suelo D” de las ciudades de Bogotá y Medellín.

La Segunda zona: El espectro “Aa 0.20, Av 0.20, Suelo C” que representa a las ciudades de Ibagué y Pasto, luego de un valor del periodo aproximadamente a 1.0s abarca los valores del espectro “Aa 0.15, Av 0.20, Suelo C” de las ciudades de Bogotá y Medellín y Aa 0.10, Av 0.15, Suelo D” de las ciudades de Montería, Sincelejo y Riohacha.

La tercera zona: El espectro “Aa 0.10, Av 0.10, Suelo D” que representa a las ciudades de Barranquilla y Cartagena, luego de un valor del periodo aproximadamente a 1.0s abarca los valores del espectro “Aa 0.10, Av 0.15, Suelo C” de las ciudades de Montería, Sincelejo y Riohacha.

La cuarta zona: Los espectros “Aa 0.10, Av 0.10, Suelo D” y “Aa 0.10, Av 0.15, Suelo D” tienen el mismo valor de S_a en la meseta hasta valores de periodo aproximadamente de 0.7s.

La quinta zona: Los espectros “Aa 0.10, Av 0.10, Suelo C” y “Aa 0.10, Av 0.15, Suelo C” tienen el mismo valor de S_a en la meseta hasta valores de periodo aproximadamente de 0.7s.

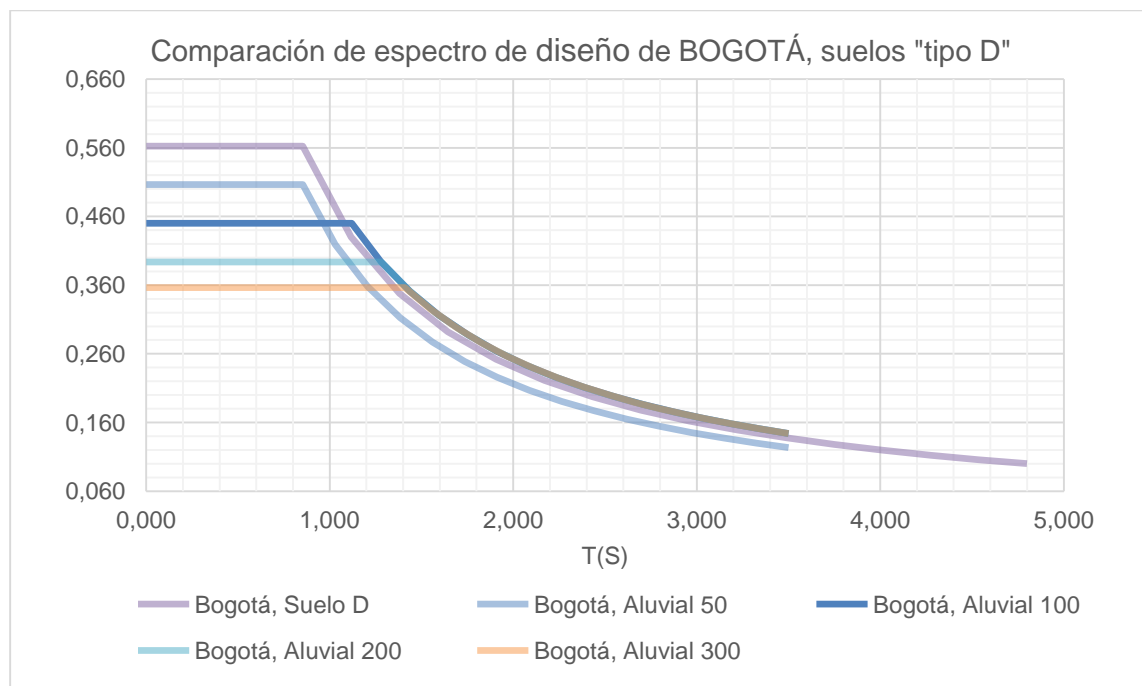
Dado que todas estas zonas de valores de S_a se superponen, y conociendo que el valor de S_a es la representación del efecto sísmico en la estructura, se logra reducir notablemente el número de modelos sin perjudicar los resultados obtenidos. Cabe destacar que para una mejor visualización de los resultados no se eliminó zona alguna de estudio, solo se tomaron los datos de estructuras que correspondían a un S_a ya estudiado.

2.2.1 Caso específico de la ciudad de Bogotá

En esta sección se demuestra que con los resultados obtenidos en la ciudad de Bogotá utilizando el espectro de la NS-10, se puede llegar a direccionar las conclusiones de esta zona de estudio, aun cuando no se hizo con la microzonificación particular de este municipio que se adoptó en el decreto N° 523 de 16 de diciembre de 2010.

En la tabla 2 del decreto N° 523 se exponen 16 tipos de suelos especificados para la ciudad de Bogotá; en el mapa se observa que una buena parte del territorio está cobijada por suelos Aluviales y Lacustres. Para poder observar el efecto que podrían tener estos tipos de suelos en las estructuras que se analizaron con el espectro del Reglamento NSR-10, se decide clasificarlos de acuerdo con la velocidad de onda obteniendo que los suelos “Aluviales” son comparables, mas no iguales al perfil de suelo tipo D y que los suelos “Lacustre - Aluvial y Lacustre” son comparables mas no iguales al perfil de suelo tipo E. Conociendo esto, se decide graficar los espectros que con ellos se consiguen.

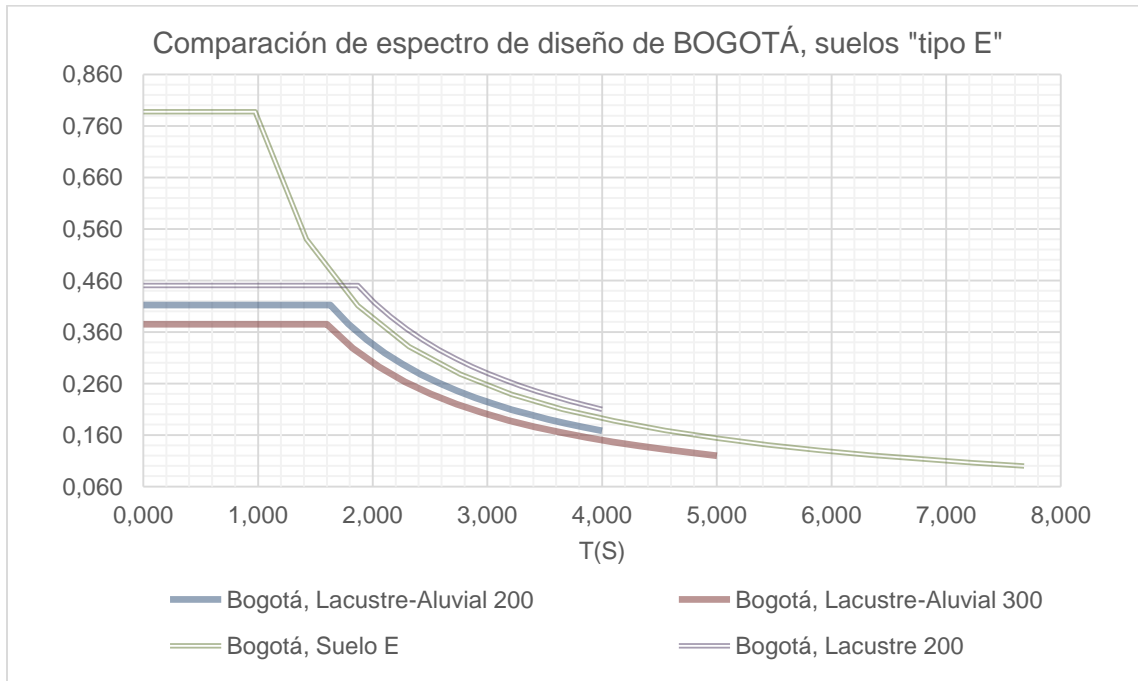
Figura 2-3: Comparación de espectros para la ciudad de Bogotá NSR-10 vs microzonificación con suelos tendientes al perfil tipo D



De la gráfica se observa que, en la zona comprendida entre los periodos de 1,0s a 3,5s aproximadamente hay valores de S_a relativamente similares, y para periodos menores a 1,0 s son valores próximos a los dados por los espectros de Sincelejo con suelo D y Bogotá con suelo C, por lo que se puede concluir que con los 8 espectros utilizados obtenidos con los parámetros del reglamento NSR-10, se logra abarcar los valores de S_a sugeridos por la microzonificación. Se aclara que esto no significa que el espectro de la NSR-10 se deba tomar para analizar las estructuras en la ciudad de Bogotá.

El mismo ejercicio se hizo en la siguiente gráfica representando a los “suelos tipo E”, pero como este tipo de suelo no se evaluará en este proyecto, solo se hace mención a que algunos valores de los espectros de los suelos lacustres se cobijan con los ocho espectros mencionados.

Figura 2-4: Comparación de espectros para la ciudad de Bogotá NSR-10 vs microzonificación con suelos tendientes al perfil tipo E



2.3 Datos con que se analizaron los modelos: periodos y secciones de elementos

Con la ayuda del programa CYPECAD se modelaron las estructuras adicionándoles las cargas anteriormente expuestas, la filosofía para el dimensionado de los elementos principales (vigas y columnas) que se siguió fue satisfacer los requisitos de resistencia en cada elemento y que dichas dimensiones generaran tal rigidez para que el edificio lograra cumplir con la deriva máxima exigidas en el reglamento. Cabe destacar que no todos los edificios se llevaron al mismo nivel de exigencia con respecto a la deriva, algunos tienen derivas del orden del 0.6% y otros si tienen derivas cercanas al 1,0%, esto para tener en cuenta que a nivel nacional no todos los diseñadores llevan a sus estructuras al límite del 1.0% de deriva, lo que está dentro diversidad de las prácticas comunes de diseño.

Aquí se muestran los datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C, pero en el Anexo 2 se presentan 15 tablas adicionales con la información de cada diseño (secciones transversales de los elementos estructurales, obtenidas en cada modelo analizado) y sus resultados en términos de períodos fundamentales de vibración y derivas, distribuidas en las siguientes subsecciones:

- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D
- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C
- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C
- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D
- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C
- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

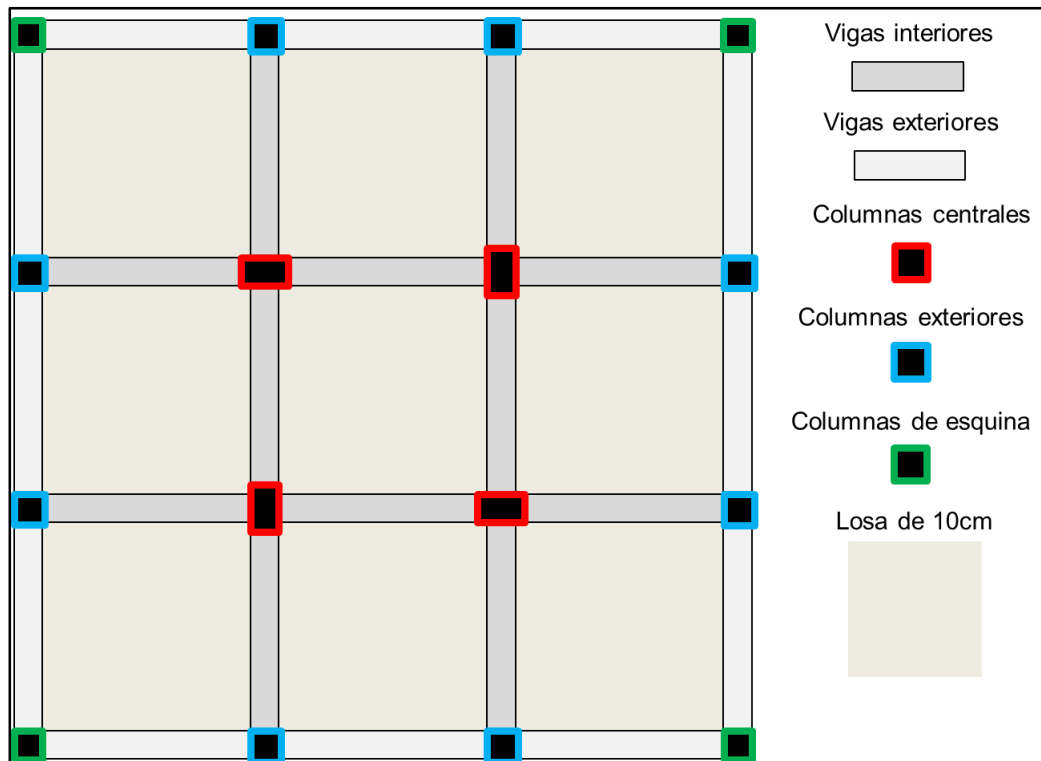
- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C
- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D
- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C
- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C

- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D
- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C
- Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

Para la correcta interpretación de los datos plasmados en las siguientes tablas, se generó la figura 2-16 con la identificación de los elementos a que ahí se hace referencia.

Figura 2-5: Identificación de las partes de la estructura, nombradas en las siguientes tablas



2.3.1 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C

Tabla 2-3. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|---|--|----------------|
| 2 | 0,30 | 0,57 | DMO | Todas 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,35m 12 exteriores 0,30mx0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,54% Piso 2: 0,44% | 236,3 |
| 2 | 0,30 | 0,57 | DMI | Todas 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,35m 12 exteriores 0,30mx0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,54% Piso 2: 0,44% | 472,6 |
| 4 | 0,30 | 0,86 | DMO | Las centrales 0,40mx0,35m Exteriores 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,45m Piso 4 0,35mx0,40m 8 exteriores 0,45mx0,45m último piso 0,35m 4 esquinas 0,40mx0,40m ltimo piso 0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,66% Piso 2: 0,82% Piso 3: 0,68% Piso 4: 0,43% | 426,75 |
| 4 | 0,30 | 0,86 | DMI | Las centrales 0,50mx0,35m Exteriores | Las 4 centrales 0,35mx0,45m Piso 4 | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,72% | 853,5 |

Tabla 2-3: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|--|--|----------------|
| | | | | 0,30mx0,35m Piso 3 y 4 0,40mx0,35m Exteriores 0,30mx0,35m f'c:28MPa | 0,35mx0,40m 8 exteriores 0,35mx0,40m último piso 0,35mx0,35m 4 esquinas 0,40mx0,40m Pisos 3 y 4 0,35mx0,35m f'c:28MPa | Piso 3: 0,61% Piso 4: 0,41% | |
| 6 | 0,21 | 1,29 | DMO | General 0,40mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,40mx0,45m piso 5 y 6 0,30mx0,40m 8 exteriores 0,30mx0,45m piso 5 y 6 0,30mx0,40m 4 de esquinas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,63% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,77% Piso 4: 0,66% Piso 5: 0,55% Piso 6: 0,34% | 446,7 |
| 6 | 0,21 | 1,09 | DMI | General Piso 1 a 4 0,40mx0,40m piso 5 y 6 0,40mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,40mx0,45m piso 5 y 6 0,30mx0,40m 8 exteriores 0,40mx0,45m piso 5 y 6 0,30mx0,40m 4 de esquinas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,51% Piso 2: 0,64% Piso 3: 0,60% Piso 4: 0,57% Piso 5: 0,55% Piso 6: 0,38% | 1075,9 |
| 8 | 0,16 | 1,45 | DMO | Todas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,40mx0,50m Pisos 6 a 8 0,30mx0,40m | Piso 1: 0,49% Piso 2: 0,62% Piso 3: 0,60% Piso 4: 0,54% | 450,6 |

Tabla 2-3: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| | | | | | 8 exteriores 0,35mx0,45m 4 esquina 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 5: 0,48% Piso 6: 0,45% Piso 7: 0,34% Piso 8: 0,21% | |
| 8 | 0,16 | 1,45 | DMI | Todas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,40mx0,50m Pisos 6 a 8 0,30mx0,40m 8 exteriores 0,35mx0,45m 4 esquina 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,49% Piso 2: 0,62% Piso 3: 0,60% Piso 4: 0,54% Piso 5: 0,48% Piso 6: 0,45% Piso 7: 0,34% Piso 8: 0,21% | 901,2 |
| 10 | 0,13 | 1,75 | DMO | Piso 1 a 6 0,40mx0,40m Piso 7 a 10 0,40mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,55m piso 4 a 8 0,40mx0,50m Piso 9 y 10 0,30mx0,40m 8 exteriores 0,40mx0,45m piso 8 a 10 0,35mx0,45m 4 de esquinas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,40% Piso 2: 0,53% Piso 3: 0,54% Piso 4: 0,53% Piso 5: 0,49% Piso 6: 0,46% Piso 7: 0,47% Piso 8: 0,46% Piso 9: 0,39% Piso 10: 0,25% | 462 |
| 10 | 0,13 | 1,75 | DMI | Piso 1 a 6 0,40mx0,40m Piso 7 a 10 0,40mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,55m piso 4 a 8 0,40mx0,50m Piso 9 y 10 0,30mx0,40m 8 exteriores 0,40mx0,45m piso 8 a 10 | Piso 1: 0,40% Piso 2: 0,53% Piso 3: 0,54% Piso 4: 0,53% Piso 5: 0,49% Piso 6: 0,46% Piso 7: 0,47% Piso 8: 0,46% Piso 9: 0,39% Piso 10: 0,25% | 924 |

Tabla 2-3: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| | | | | | 0,35mx0,45m 4 de esquinas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | | |
| 12 | 0,11 | 2,04 | DMO | Todas Piso 1 a 6 0,40mx0,40m Pisos 7 a 12 0,40mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,60m Piso 5 a 8 0,40mx0,50m Piso 9 a 12 0,30mx0,40m 8 exteriores 0,45mx0,50m piso 10 a 12 0,35mx0,45m 4 esquina 0,45mx0,45m piso 10 a 12 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,36% Piso 2: 0,53% Piso 3: 0,54% Piso 4: 0,53% Piso 5: 0,53% Piso 6: 0,51% Piso 7: 0,54% Piso 8: 0,56% Piso 9: 0,56% Piso 10: 0,54% Piso 11: 0,42% Piso 12: 0,26% | 502 |
| 12 | 0,11 | 2,04 | DMI | Todas Piso 1 a 6 0,40mx0,40m Pisos 7 a 12 0,40mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,60m Piso 5 a 8 0,40mx0,50m Piso 9 a 12 0,30mx0,40m 8 exteriores 0,45mx0,50m piso 10 a 12 0,35mx0,45m 4 esquina 0,45mx0,45m piso 10 a 12 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,36% Piso 2: 0,53% Piso 3: 0,54% Piso 4: 0,53% Piso 5: 0,53% Piso 6: 0,51% Piso 7: 0,54% Piso 8: 0,56% Piso 9: 0,56% Piso 10: 0,54% Piso 11: 0,42% Piso 12: 0,26% | 1004 |
| 14 | 0,10 | 2,30 | DMO | Todas 0,40mx0,40m Pisos 10 a 14 | Las 4 centrales 0,60mx0,60m Piso 5 y 6 | Piso 1: 0,34% Piso 2: 0,51% Piso 3: 0,54% | 508,15 |

Tabla 2-3: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| | | | | 0,40mx0,35m f'c:28MPa | 0,60mx0,50m Piso 7 a 11 0,40mx0,50m Piso 12 a 14 0,40mx0,40m 8 exteriores 0,45mx0,50m piso 10 a 14 0,35mx0,45m 4 esquina 0,45mx0,45m piso 10 a 14 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 4: 0,53% Piso 5: 0,52% Piso 6: 0,50% Piso 7: 0,50% Piso 8: 0,48% Piso 9: 0,45% Piso 10: 0,46% Piso 11: 0,42% Piso 12: 0,41% Piso 13: 0,35% Piso 14: 0,23% | |
| 14 | 0,10 | 2,30 | DMI | Todas 0,40mx0,40m Pisos 10 a 14 0,40mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,60m Piso 5 y 6 0,60mx0,50m Piso 7 a 11 0,40mx0,50m Piso 12 a 14 0,40mx0,40m 8 exteriores 0,45mx0,50m piso 10 a 14 0,35mx0,45m 4 esquina 0,45mx0,45m piso 10 a 14 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,34% Piso 2: 0,51% Piso 3: 0,54% Piso 4: 0,53% Piso 5: 0,52% Piso 6: 0,50% Piso 7: 0,50% Piso 8: 0,48% Piso 9: 0,45% Piso 10: 0,46% Piso 11: 0,42% Piso 12: 0,41% Piso 13: 0,35% Piso 14: 0,23% | 1016,3 |
| 16 | 0,09 | 2,6 | DMO | piso 1 a 12 0,40mx0,40m piso 13 a 16 0,40mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx0,65m Piso 6 a 11 0,50mx0,55m Piso 12 a 16 0,40mx0,50m 8 exteriores 0,50mx0,50m Piso 6 a 10 | Piso 1: 0,33% Piso 2: 0,50% Piso 3: 0,54% Piso 4: 0,54% Piso 5: 0,53% Piso 6: 0,54% Piso 7: 0,52% Piso 8: 0,49% Piso 9: 0,47% Piso 10: 0,45% | 525,7 |

Tabla 2-3: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| | | | | | 0,45mx0,50m piso 11 a 16 0,40mx0,45m 4 esquina 0,50mx0,50m Piso 6 a 10 0,45mx0,45m piso 11 a 16 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 11: 0,45% Piso 12: 0,44% Piso 13: 0,43% Piso 14: 0,40% Piso 15: 0,32% Piso 16: 0,23% | |
| 16 | 0,09 | 2,6 | DMI | piso 1 a 12 0,40mx0,40m piso 13 a 16 0,40mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx0,65m Piso 6 a 11 0,50mx0,55m Piso 12 a 16 0,40mx0,50m 8 exteriores 0,50mx0,50m Piso 6 a 10 0,45mx0,50m piso 11 a 16 0,40mx0,45m 4 esquina 0,50mx0,50m Piso 6 a 10 0,45mx0,45m piso 11 a 16 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,33% Piso 2: 0,50% Piso 3: 0,54% Piso 4: 0,54% Piso 5: 0,53% Piso 6: 0,54% Piso 7: 0,52% Piso 8: 0,49% Piso 9: 0,47% Piso 10: 0,45% Piso 11: 0,45% Piso 12: 0,44% Piso 13: 0,43% Piso 14: 0,40% Piso 15: 0,32% Piso 16: 0,23% | 1051,4 |

3. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de los modelos analizados; de estos, se extrajeron las cantidades de concreto y acero de los elementos principales (vigas y columnas), excluyendo la cimentación; la variación de éstas con respecto al grado de disipación de energía escogido y al número de pisos se muestra más adelante en gráficas y tablas

Los resultados gráficos de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C se presentan en el inciso 3.1 y en el anexo 3 y el inciso 3.2 se muestran todos los resultados en tablas resumen.

Se presentan 6 figuras con los resultados obtenidos por zona de estudio, para mayor comprensión se explica cómo esta subdividida la información de manera que el lector pueda buscar fácilmente los datos deseados. Se recuerda que la carga sobre impuesta es de 5.0 kN/m^2 y la carga viva es de 1.8 kN/m^2

Primera figura: muestra la cantidad de **concreto** en **vigas**

Segunda figura: muestra la cantidad de **concreto** en **columnas**

Tercera figura: muestra la cantidad de concreto **total de vigas y columnas**

Cuarta figura: muestra la cantidad de **acero** en **vigas** principales

Quinta figura: muestra la cantidad de **acero** en **columnas**

Sexta figura: muestra la cantidad de acero **total de vigas y columnas**

Las zonas de estudio son:

- Zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C
- Zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D

- Zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C
- Zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

- Zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C
- Zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D
- Zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C
- Zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

- Zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C
- Zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D
- Zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C
- Zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

- Zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C
- Zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D
- Zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C
- Zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

- Zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C, a los que se les mantuvo el detallado DES, pero se les vario el valor de Ro
- Zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D, a los que se les mantuvo el detallado DES, pero se les vario el valor de Ro

Los dos últimos ítems, se refieren a las cantidades de concreto y acero obtenidas de modelos a los que se les varió el Coeficiente de capacidad de disipación de energía básico (Ro) de 7 a 6 y luego de 7 a 5, utilizando el detallado de estructuras con capacidad especial de disipación de energía.

3.1 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Barranquilla y Cartagena utilizando un perfil de suelo tipo C y luz de diseño de 5.0m

Figura 3-1: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

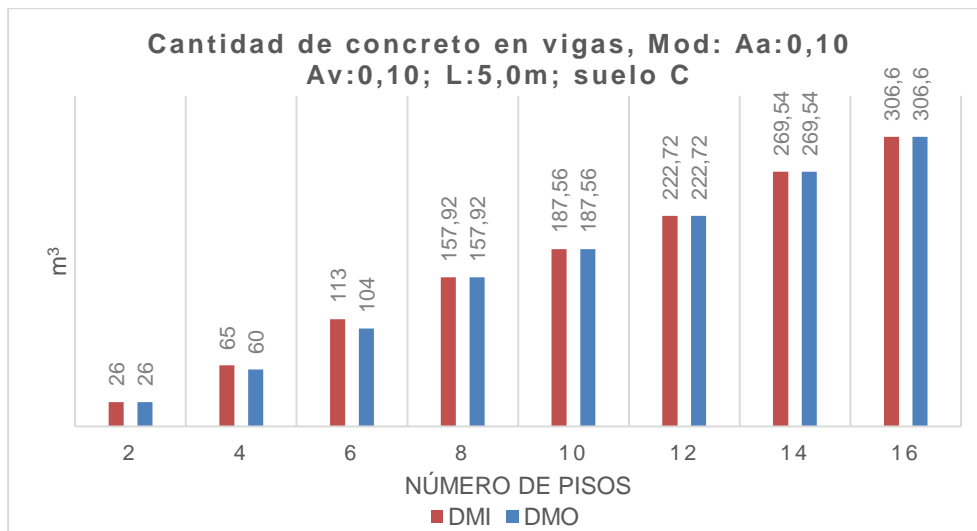


Figura 3-2: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

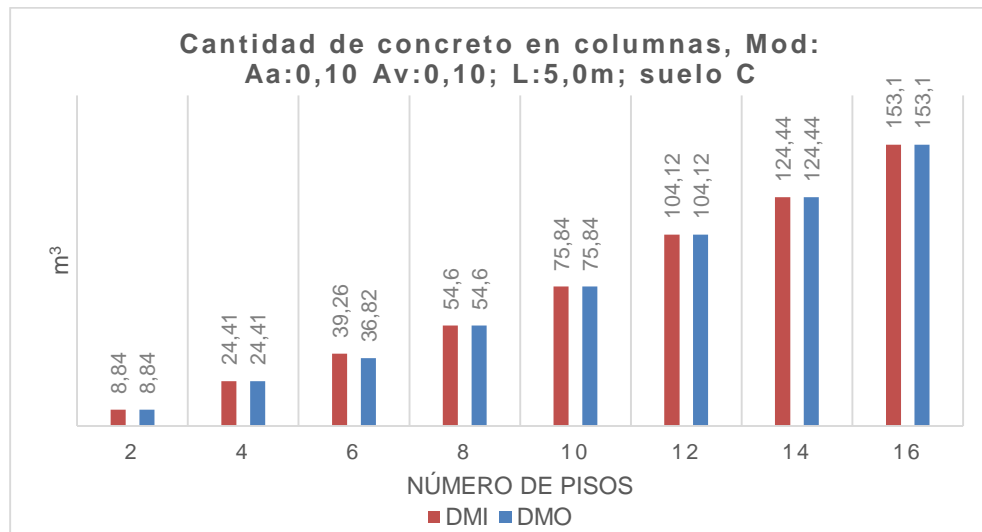


Figura 3-3: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

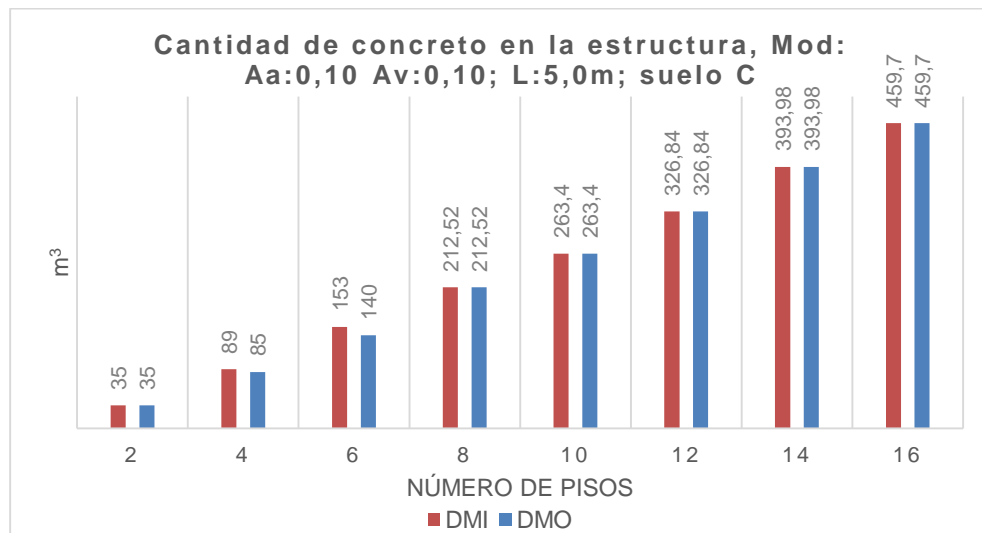


Figura 3-4: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

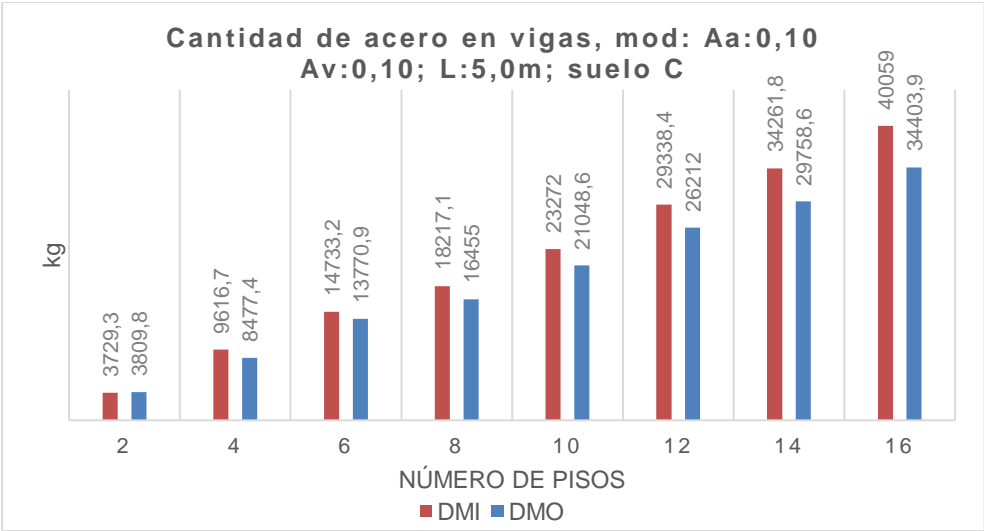


Figura 3-5: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C

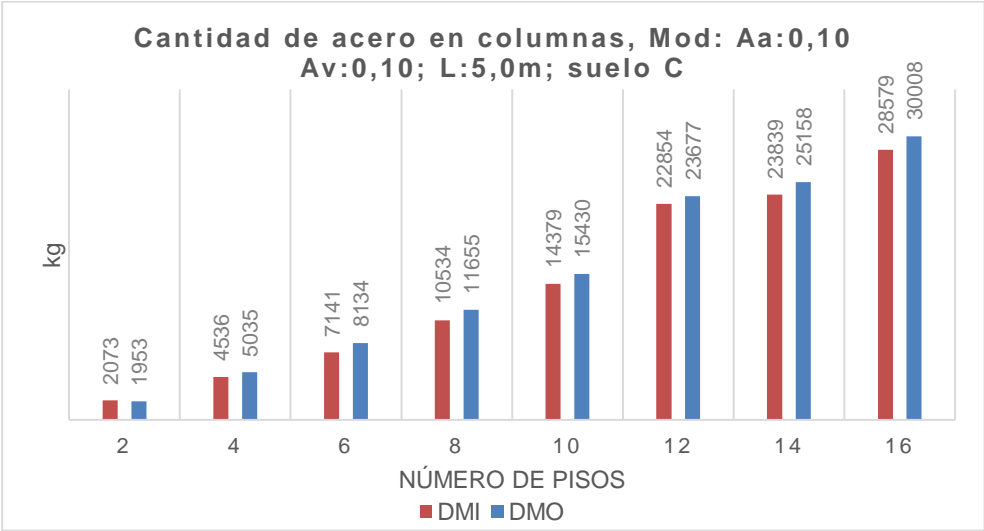
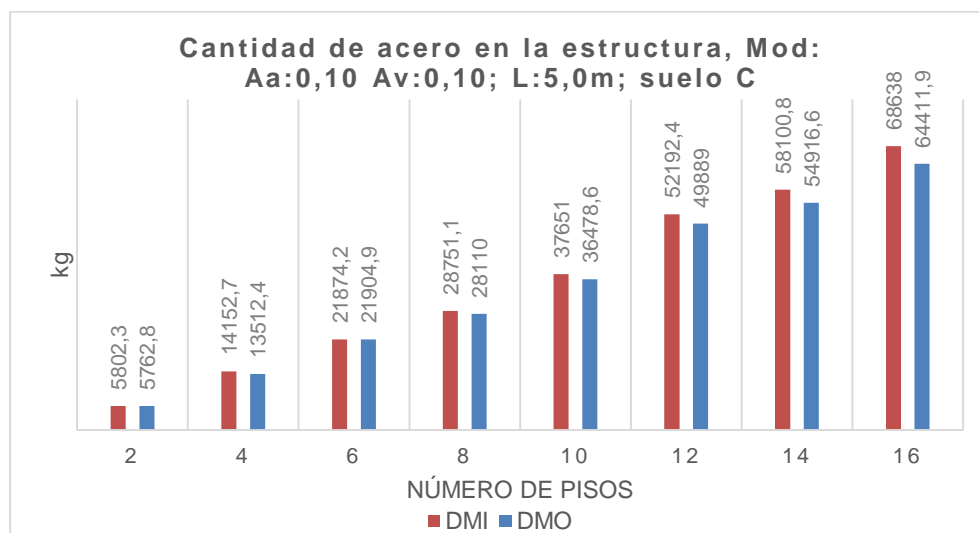


Figura 3-6: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C



3.2 Resultados generales de los modelos

Aquí se presentan 16 tablas con información de la cantidad de concreto y acero de cada modelo estudiado. (No se incluyen elementos secundarios)

Tabla 3-1: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C

| Resultados Barranquilla-Cartagena, Suelo tipo C, Luz de 5.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|-------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 25,7 | 8,8 | 34,6 | 3810 | 1953 | 5763 |
| | DMI | 25,7 | 8,8 | 34,6 | 3729 | 2073 | 5802 |
| 4 | DMO | 60,3 | 24,4 | 84,7 | 8477 | 5035 | 13512 |
| | DMI | 64,6 | 24,4 | 89,0 | 9617 | 4536 | 14153 |
| 6 | DMO | 104 | 36,8 | 140 | 13771 | 8134 | 21905 |
| | DMI | 113 | 39,3 | 153 | 14733 | 7141 | 21874 |
| 8 | DMO | 158 | 54,6 | 213 | 16455 | 11655 | 28110 |
| | DMI | 158 | 54,6 | 213 | 18217 | 10534 | 28751 |
| 10 | DMO | 188 | 75,8 | 263 | 21049 | 15430 | 36479 |
| | DMI | 188 | 75,8 | 263 | 23272 | 14379 | 37651 |
| 12 | DMO | 223 | 104 | 327 | 26212 | 23677 | 49889 |
| | DMI | 223 | 104 | 327 | 29338 | 22854 | 52192 |
| 14 | DMO | 270 | 124 | 394 | 29759 | 25158 | 54917 |
| | DMI | 270 | 124 | 394 | 34262 | 23839 | 58101 |

| Resultados Barranquilla-Cartagena, Suelo tipo C, Luz de 5.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|-------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 16 | DMO | 307 | 153 | 460 | 34404 | 30008 | 64412 |
| | DMI | 307 | 153 | 460 | 40059 | 28579 | 68638 |

Tabla 3-2: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D

| Resultados Barranquilla-Cartagena, Suelo tipo D, Luz de 5.0m (No se incluyen elementos secundarios). | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|-------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 25,7 | 8,80 | 34,6 | 3900 | 2415 | 6315 |
| | DMI | 30,0 | 8,80 | 38,8 | 4004 | 3075 | 7079 |
| 4 | DMO | 60,4 | 29,6 | 90,0 | 8972 | 5905 | 14877 |
| | DMI | 62,5 | 29,6 | 92,2 | 9874 | 6843 | 16717 |
| 6 | DMO | 113 | 39,5 | 153 | 13634 | 8738 | 22372 |
| | DMI | 113 | 43,4 | 157 | 15858 | 10454 | 26312 |
| 8 | DMO | 158 | 60,0 | 218 | 18179 | 12403 | 30582 |
| | DMI | 158 | 61,5 | 220 | 21277 | 12402 | 33679 |
| 10 | DMO | 220 | 84,4 | 304 | 23971 | 17637 | 41608 |
| | DMI | 220 | 85,4 | 305 | 31700 | 17787 | 49487 |
| 12 | DMO | 267 | 100 | 368 | 29531 | 22172 | 51703 |
| | DMI | 267 | 104 | 371 | 38943 | 20901 | 59844 |
| 14 | DMO | 312 | 138 | 449 | 34377 | 27271 | 61648 |
| | DMI | 312 | 139 | 451 | 45887 | 30406 | 76293 |
| 16 | DMO | 413 | 165 | 579 | 47711 | 33513 | 81224 |
| | DMI | 413 | 166 | 580 | 59379 | 32553 | 91932 |

Tabla 3-3: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C

| Resultados Barranquilla-Cartagena, Suelo tipo C, Luz de 8.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|-------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 88,0 | 17,2 | 105,3 | 12822 | 5084 | 17906 |
| | DMI | 88,0 | 17,2 | 105,3 | 12745 | 5725 | 18470 |
| 4 | DMO | 186,2 | 41,2 | 227,4 | 29099 | 11651 | 40750 |
| | DMI | 186,2 | 41,2 | 227,4 | 29292 | 14627 | 43919 |
| 6 | DMO | 319 | 64,1 | 383 | 38775 | 17196 | 55971 |

| Resultados Barranquilla-Cartagena, Suelo tipo C, Luz de 8.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|--------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| | DMI | 319 | 67,1 | 386 | 40494 | 17144 | 57638 |
| 8 | DMO | 412 | 121 | 534 | 56156 | 26796 | 82952 |
| | DMI | 412 | 121 | 534 | 63947 | 25335 | 89282 |
| 10 | DMO | 524 | 162 | 686 | 66433 | 38257 | 104690 |
| | DMI | 524 | 164 | 689 | 75175 | 32857 | 108032 |
| 12 | DMO | 633 | 224 | 857 | 79247 | 49984 | 129231 |
| | DMI | 633 | 231 | 864 | 90176 | 45934 | 136110 |
| 14 | DMO | 733 | 273 | 1006 | 93946 | 62198 | 156144 |
| | DMI | 733 | 275 | 1008 | 102611 | 56778 | 159389 |
| 16 | DMO | 853 | 333 | 1185 | 104459 | 73489 | 177948 |
| | DMI | 934 | 349 | 1283 | 125804 | 68388 | 194192 |

Tabla 3-4: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D

| Resultados Barranquilla-Cartagena, Suelo tipo D, Luz de 8.0m (No se incluyen elementos secundarios). | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|--------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 88,0 | 18,2 | 106,2 | 13058 | 5116 | 18174 |
| | DMI | 88,0 | 18,2 | 106,2 | 13587 | 5960 | 19547 |
| 4 | DMO | 186,8 | 52,1 | 238,9 | 30574 | 10660 | 41234 |
| | DMI | 186,8 | 52,1 | 238,9 | 30297 | 12437 | 42734 |
| 6 | DMO | 314 | 76,5 | 391 | 42255 | 15886 | 58141 |
| | DMI | 314 | 81,6 | 396 | 51598 | 22188 | 73786 |
| 8 | DMO | 416 | 137 | 553 | 58571 | 31091 | 89662 |
| | DMI | 416 | 141 | 556 | 64350 | 28928 | 93278 |
| 10 | DMO | 531 | 185 | 715 | 72220 | 42027 | 114247 |
| | DMI | 531 | 188 | 719 | 90325 | 40534 | 130859 |
| 12 | DMO | 635 | 249 | 884 | 89521 | 55745 | 145266 |
| | DMI | 635 | 252 | 887 | 96456 | 53545 | 150001 |
| 14 | DMO | 735 | 311 | 1046 | 108120 | 69354 | 177474 |
| | DMI | 735 | 321 | 1056 | 123056 | 67818 | 190874 |
| 16 | DMO | 854 | 383 | 1237 | 122932 | 87753 | 210685 |
| | DMI | 941 | 398 | 1338 | 133708 | 87753 | 221461 |

Tabla 3-5: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C

| Resultados MONTERIA-RIOHACHA-SINCELJO, Suelo tipo C, Luz de 5.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|-------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 25,7 | 8,80 | 34,6 | 3810 | 1953 | 5763 |
| | DES | 25,7 | 10,2 | 35,9 | 3726 | 3070 | 6796 |
| 4 | DMO | 60,3 | 24,4 | 84,7 | 8477 | 5035 | 13512 |
| | DES | 60,3 | 24,4 | 84,7 | 8130 | 7813 | 15943 |
| 6 | DMO | 113 | 39,5 | 153 | 13530 | 8094 | 21624 |
| | DES | 113 | 39,5 | 153 | 12767 | 13261 | 26028 |
| 8 | DMO | 158 | 60,0 | 218 | 18561 | 12217 | 30778 |
| | DES | 158 | 60,0 | 218 | 17308 | 19173 | 36481 |
| 10 | DMO | 220 | 84,4 | 304 | 24054 | 17637 | 41691 |
| | DES | 220 | 84,4 | 304 | 23232 | 25910 | 49142 |
| 12 | DMO | 267 | 100 | 368 | 29842 | 22361 | 52203 |
| | DES | 267 | 100 | 368 | 28607 | 31349 | 59956 |
| 14 | DMO | 312 | 138 | 449 | 34896 | 27271 | 62167 |
| | DES | 312 | 138 | 449 | 33481 | 42516 | 75997 |
| 16 | DMO | 413 | 165 | 579 | 47653 | 33439 | 81092 |
| | DES | 413 | 165 | 579 | 46394 | 46658 | 93052 |

Tabla 3-6: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D

| Resultados MONTERIA-RIOHACHA-SINCELJO, Suelo tipo D, Luz de 5.0m (No se incluyen elementos secundarios). | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|-------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 25,7 | 8,80 | 34,6 | 3900 | 2415 | 6315 |
| | DES | 25,7 | 8,80 | 34,6 | 3829 | 3438 | 7267 |
| 4 | DMO | 60,4 | 29,6 | 90,0 | 8972 | 5905 | 14877 |
| | DES | 60,4 | 29,6 | 90,0 | 8340 | 9061 | 17401 |
| 6 | DMO | 117 | 51,3 | 168 | 14244 | 10126 | 24370 |
| | DES | 117 | 51,3 | 168 | 12905 | 15406 | 28311 |
| 8 | DMO | 167 | 83,2 | 250 | 22766 | 17109 | 39875 |
| | DES | 167 | 83,2 | 250 | 18756 | 24908 | 43664 |
| 10 | DMO | 224 | 116 | 340 | 28266 | 22236 | 50502 |
| | DES | 224 | 116 | 340 | 24503 | 30651 | 55154 |
| 12 | DMO | 268 | 146 | 414 | 33238 | 27888 | 61126 |
| | DES | 268 | 146 | 414 | 29448 | 38239 | 67687 |
| 14 | DMO | 313 | 171 | 484 | 40896 | 33943 | 74839 |

| Resultados MONTERIA-RIOHACHA-SINCELJO, Suelo tipo D, Luz de 5.0m (No se incluyen elementos secundarios). | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|--------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| | DES | 313 | 171 | 484 | 34970 | 45457 | 80427 |
| 16 | DMO | 415 | 198 | 613 | 53524 | 41937 | 95461 |
| | DES | 415 | 198 | 613 | 48918 | 58726 | 107644 |

Tabla 3-7: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C

| Resultados MONTERIA-RIOHACHA-SINCELJO, Suelo tipo C, Luz de 8.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|--------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 88,0 | 17,2 | 105 | 12822 | 5084 | 17906 |
| | DES | 88,0 | 17,2 | 105 | 12656 | 4779 | 17435 |
| 4 | DMO | 186 | 41,2 | 227 | 29099 | 11651 | 40750 |
| | DES | 186 | 41,2 | 227 | 29292 | 14627 | 43919 |
| 6 | DMO | 314 | 76,5 | 391 | 41917 | 15636 | 57553 |
| | DES | 314 | 76,5 | 391 | 43698 | 20847 | 64545 |
| 8 | DMO | 416 | 137 | 553 | 63998 | 31169 | 95167 |
| | DES | 416 | 137 | 553 | 61708 | 38426 | 100134 |
| 10 | DMO | 531 | 185 | 715 | 76892 | 42014 | 118906 |
| | DES | 531 | 185 | 715 | 74042 | 51910 | 125952 |
| 12 | DMO | 635 | 249 | 884 | 93335 | 55745 | 149080 |
| | DMO | 635 | 249 | 884 | 90103 | 70763 | 160866 |
| 14 | DMO | 735 | 311 | 1046 | 110668 | 69667 | 180335 |
| | DMO | 735 | 311 | 1046 | 106435 | 87117 | 193552 |
| 16 | DMO | 854 | 383 | 1237 | 123237 | 87753 | 210990 |
| | DMO | 854 | 383 | 1237 | 119911 | 110684 | 230595 |

Tabla 3-8: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D

| Resultados MONTERIA-RIOHACHA-SINCELJO, Suelo tipo D, Luz de 8.0m (No se incluyen elementos secundarios). | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|-------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 88,0 | 18,2 | 106 | 13058 | 5116 | 18174 |
| | DES | 88,0 | 19,4 | 107 | 13838 | 5995 | 19833 |
| 4 | DMO | 187 | 52,1 | 239 | 30574 | 10660 | 41234 |
| | DES | 187 | 52,1 | 239 | 29476 | 14053 | 43529 |

| Resultados MONTERIA-RIOHACHA-SINCELJO, Suelo tipo D, Luz de 8.0m (No se incluyen elementos secundarios). | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|--------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 6 | DMO | 316 | 121 | 437 | 47421 | 21950 | 69371 |
| | DES | 316 | 121 | 437 | 45452 | 28640 | 74092 |
| 8 | DMO | 457 | 173 | 630 | 58214 | 35015 | 93229 |
| | DES | 457 | 173 | 630 | 57542 | 45197 | 102739 |
| 10 | DMO | 568 | 238 | 806 | 72672 | 51509 | 124181 |
| | DES | 568 | 238 | 806 | 72643 | 64676 | 137319 |
| 12 | DMO | 703 | 295 | 998 | 97479 | 66087 | 163566 |
| | DES | 703 | 295 | 998 | 92689 | 81526 | 174215 |
| 14 | DMO | 802 | 363 | 1165 | 124754 | 80970 | 205724 |
| | DES | 802 | 363 | 1165 | 114032 | 100139 | 214171 |
| 16 | DMO | 955 | 447 | 1402 | 140662 | 98594 | 239256 |
| | DES | 955 | 447 | 1402 | 128102 | 123243 | 251345 |

Tabla 3-9: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C

| Resultados Bogotá - Medellín, Suelo tipo C, Luz de 5.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|--------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 25,7 | 8,80 | 34,6 | 4024 | 2596 | 6620 |
| | DES | 25,7 | 8,80 | 34,6 | 3872 | 3457 | 7329 |
| 4 | DMO | 60,4 | 29,6 | 90,0 | 9450 | 6228 | 15678 |
| | DES | 60,4 | 29,6 | 90,0 | 8552 | 9061 | 17613 |
| 6 | DMO | 117 | 51,3 | 168 | 15098 | 10155 | 25253 |
| | DES | 117 | 51,3 | 168 | 13139 | 15406 | 28545 |
| 8 | DMO | 167 | 83,2 | 250 | 20800 | 17109 | 37909 |
| | DES | 167 | 83,2 | 250 | 18316 | 24876 | 43192 |
| 10 | DMO | 224 | 116 | 340 | 28266 | 22236 | 50502 |
| | DES | 224 | 116 | 340 | 24503 | 30651 | 55154 |
| 12 | DMO | 268 | 146 | 414 | 33238 | 27888 | 61126 |
| | DES | 268 | 146 | 414 | 29448 | 38239 | 67687 |
| 14 | DMO | 313 | 171 | 484 | 40896 | 33943 | 74839 |
| | DES | 313 | 171 | 484 | 34970 | 45457 | 80427 |
| 16 | DMO | 415 | 198 | 613 | 53524 | 41937 | 95461 |
| | DES | 415 | 198 | 613 | 48918 | 58726 | 107644 |

Tabla 3-10: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D

| Resultados Bogotá - Medellín, Suelo tipo D, Luz de 5.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|--------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 25,7 | 9,90 | 35,6 | 4142 | 2674 | 6816 |
| | DES | 25,7 | 11,3 | 37,0 | 4025 | 3572 | 7597 |
| 4 | DMO | 64,8 | 33,2 | 98,0 | 9415 | 6363 | 15778 |
| | DES | 64,8 | 33,2 | 98,0 | 8404 | 9218 | 17622 |
| 6 | DMO | 127 | 58,9 | 186 | 17728 | 11801 | 29529 |
| | DES | 127 | 58,9 | 186 | 14322 | 16633 | 30955 |
| 8 | DMO | 191 | 95,7 | 287 | 28048 | 21860 | 49908 |
| | DES | 191 | 95,7 | 287 | 21446 | 28573 | 50019 |
| 10 | DMO | 239 | 130 | 369 | 35699 | 27227 | 62926 |
| | DES | 239 | 130 | 369 | 26755 | 34883 | 61638 |
| 12 | DMO | 297 | 176 | 473 | 43694 | 37873 | 81567 |
| | DES | 297 | 176 | 473 | 33548 | 53649 | 87197 |
| 14 | DMO | 347 | 240 | 587 | 50303 | 49551 | 99854 |
| | DES | 347 | 240 | 587 | 40990 | 64102 | 105092 |
| 16 | DMO | 421 | 297 | 718 | 61272 | 62357 | 123629 |
| | DES | 421 | 297 | 718 | 51305 | 76455 | 127760 |

Tabla 3-11: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C

| Resultados Bogotá - Medellín, Suelo tipo C, Luz de 8.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|--------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 88,0 | 18,2 | 106,2 | 13273 | 5466 | 18739 |
| | DES | 88,0 | 19,4 | 107,4 | 13918 | 6106 | 20024 |
| 4 | DMO | 186 | 52,1 | 238,9 | 31161 | 10670 | 41831 |
| | DES | 186 | 52,1 | 238,9 | 30345 | 14044 | 44389 |
| 6 | DMO | 316 | 121 | 437 | 51446 | 22130 | 73576 |
| | DES | 316 | 121 | 437 | 47546 | 28640 | 76186 |
| 8 | DMO | 457 | 173 | 630 | 57296 | 34957 | 92253 |
| | DES | 457 | 173 | 630 | 56798 | 45216 | 102014 |
| 10 | DMO | 568 | 238 | 806 | 72672 | 51509 | 124181 |
| | DES | 568 | 238 | 806 | 72643 | 64676 | 137319 |
| 12 | DMO | 703 | 295 | 998 | 97479 | 66087 | 163566 |
| | DES | 703 | 295 | 998 | 92689 | 81526 | 174215 |
| 14 | DMO | 802 | 363 | 1165 | 124754 | 80970 | 205724 |

| Resultados Bogotá - Medellín, Suelo tipo C, Luz de 8.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|--------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| | DES | 802 | 363 | 1165 | 114032 | 100139 | 214171 |
| 16 | DMO | 955 | 447 | 1402 | 140662 | 98594 | 239256 |
| | DES | 955 | 447 | 1402 | 128102 | 123243 | 251345 |

Tabla 3-12: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D

| Resultados Bogotá - Medellín, Suelo tipo D, Luz de 8.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|--------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 98,1 | 20,7 | 119 | 13246 | 5610 | 18856 |
| | DES | 98,1 | 20,7 | 119 | 13584 | 6970 | 20554 |
| 4 | DMO | 212 | 72,2 | 285 | 28702 | 15644 | 44346 |
| | DES | 212 | 72,2 | 285 | 29156 | 20387 | 49543 |
| 6 | DMO | 362 | 142 | 504 | 55149 | 31204 | 86353 |
| | DES | 362 | 142 | 504 | 48904 | 38414 | 87318 |
| 8 | DMO | 479 | 199 | 678 | 78869 | 45366 | 124235 |
| | DES | 479 | 199 | 678 | 66999 | 55652 | 122651 |
| 10 | DMO | 627 | 273 | 900 | 98134 | 67594 | 165728 |
| | DES | 627 | 273 | 900 | 80909 | 77029 | 157938 |
| 12 | DMO | 764 | 421 | 1185 | 118886 | 103054 | 221940 |
| | DES | 764 | 421 | 1185 | 98580 | 129240 | 227820 |
| 14 | DMO | 969 | 494 | 1463 | 146247 | 121536 | 267783 |
| | DES | 969 | 494 | 1463 | 119407 | 152731 | 272138 |
| 16 | DMO | 1109 | 609 | 1718 | 157630 | 146319 | 303949 |
| | DES | 1109 | 609 | 1718 | 133107 | 178897 | 312004 |

Tabla 3-13: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C

| Resultados Ibagué - Tunja, Suelo tipo C, Luz de 5.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|-------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 25,7 | 9,90 | 35,6 | 4211 | 2740 | 6951 |
| | DES | 25,7 | 11,3 | 37,0 | 4025 | 3572 | 7597 |
| 4 | DMO | 64,8 | 33,2 | 98,0 | 9556 | 6363 | 15919 |

| | | | | | | | |
|----|-----|------|------|------|-------|-------|--------|
| | DES | 64,8 | 33,6 | 98,3 | 8446 | 8926 | 17372 |
| 6 | DMO | 127 | 58,9 | 186 | 14827 | 11348 | 26175 |
| | DES | 127 | 58,9 | 186 | 13785 | 16633 | 30418 |
| 8 | DMO | 167 | 83,2 | 250 | 20800 | 17109 | 37909 |
| | DES | 167 | 83,2 | 250 | 18316 | 24876 | 43192 |
| 10 | DMO | 224 | 116 | 340 | 28266 | 22236 | 50502 |
| | DES | 224 | 116 | 340 | 24503 | 30651 | 55154 |
| 12 | DMO | 268 | 146 | 414 | 33238 | 27888 | 61126 |
| | DES | 268 | 146 | 414 | 29448 | 38239 | 67687 |
| 14 | DMO | 313 | 171 | 484 | 40896 | 33943 | 74839 |
| | DES | 313 | 171 | 484 | 34970 | 45457 | 80427 |
| 16 | DMO | 415 | 198 | 613 | 53524 | 41937 | 95461 |
| | DES | 415 | 198 | 613 | 48918 | 58726 | 107644 |

Tabla 3-14: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D

| Resultados Ibagué - Tunja, Suelo tipo D, Luz de 5.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|--------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 32,3 | 12,5 | 44,8 | 4403 | 2264 | 6667 |
| | DES | 32,3 | 12,5 | 44,8 | 4213 | 3827 | 8040 |
| 4 | DMO | 81,5 | 36,6 | 118 | 11378 | 7114 | 18492 |
| | DES | 81,5 | 36,6 | 118 | 9593 | 10520 | 20113 |
| 6 | DMO | 137 | 61,6 | 199 | 19613 | 13681 | 33294 |
| | DES | 137 | 61,6 | 199 | 15000 | 18913 | 33913 |
| 8 | DMO | 183 | 95,7 | 279 | 27550 | 21721 | 49271 |
| | DES | 183 | 95,7 | 279 | 20372 | 28573 | 48945 |
| 10 | DMO | 239 | 130 | 369 | 35699 | 27227 | 62926 |
| | DES | 239 | 130 | 369 | 26755 | 34883 | 61638 |
| 12 | DMO | 297 | 176 | 473 | 43694 | 37873 | 81567 |
| | DES | 297 | 176 | 473 | 33548 | 53649 | 87197 |
| 14 | DMO | 347 | 240 | 587 | 50303 | 49551 | 99854 |
| | DES | 347 | 240 | 587 | 40990 | 64102 | 105092 |
| 16 | DMO | 421 | 297 | 718 | 61272 | 62357 | 123629 |
| | DES | 421 | 297 | 718 | 51305 | 76455 | 127760 |

Tabla 3-15: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C

| Resultados Ibagué - Tunja, Suelo tipo C, Luz de 8.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|--------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 98,1 | 20,7 | 119 | 13485 | 5871 | 19356 |
| | DES | 98,1 | 20,7 | 119 | 13650 | 7008 | 20658 |
| 4 | DMO | 212 | 72,2 | 285 | 29111 | 15644 | 44755 |
| | DES | 212 | 72,2 | 285 | 29557 | 20387 | 49944 |
| 6 | DMO | 316 | 121 | 437 | 51446 | 22130 | 73576 |
| | DES | 316 | 121 | 437 | 47546 | 28640 | 76186 |
| 8 | DMO | 457 | 173 | 630 | 57296 | 34957 | 92253 |
| | DES | 457 | 173 | 630 | 56798 | 45216 | 102014 |
| 10 | DMO | 568 | 238 | 806 | 72672 | 51509 | 124181 |
| | DES | 568 | 238 | 806 | 72643 | 64676 | 137319 |
| 12 | DMO | 703 | 295 | 998 | 97479 | 66087 | 163566 |
| | DES | 703 | 295 | 998 | 92689 | 81526 | 174215 |
| 14 | DMO | 802 | 363 | 1165 | 124754 | 80970 | 205724 |
| | DES | 802 | 363 | 1165 | 114032 | 100139 | 214171 |
| 16 | DMO | 955 | 447 | 1402 | 140662 | 98594 | 239256 |
| | DES | 955 | 447 | 1402 | 128102 | 123243 | 251345 |

Tabla 3-16: Cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D

| Resultados Ibagué - Tunja, Suelo tipo D, Luz de 8.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|--------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| 2 | DMO | 114 | 25,4 | 139 | 13290 | 5777 | 19067 |
| | DMO | 114 | 25,4 | 139 | 13592 | 7436 | 21028 |
| 4 | DMO | 237 | 72,2 | 309 | 32989 | 16348 | 49337 |
| | DES | 237 | 72,2 | 309 | 31383 | 20387 | 51770 |
| 6 | DMO | 372 | 141 | 513 | 54613 | 31253 | 85866 |
| | DES | 372 | 141 | 513 | 47982 | 38234 | 86216 |
| 8 | DMO | 479 | 199 | 678 | 78869 | 45366 | 124235 |
| | DES | 479 | 199 | 678 | 66999 | 55652 | 122651 |
| 10 | DMO | 627 | 273 | 900 | 98134 | 67594 | 165728 |
| | DES | 627 | 273 | 900 | 80909 | 77029 | 157938 |
| 12 | DMO | 764 | 421 | 1185 | 118886 | 103054 | 221940 |

| Resultados Ibagué - Tunja, Suelo tipo D, Luz de 8.0m (No se incluyen elementos secundarios) | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------|----------|-------|----------------|----------|--------|
| Nº de pisos | Capacidad de disipación | m³ de concreto en | | | kg de acero en | | |
| | | Vigas | Columnas | Total | Vigas | Columnas | Total |
| | DES | 764 | 421 | 1185 | 98580 | 129240 | 227820 |
| 14 | DMO | 969 | 494 | 1463 | 146247 | 121536 | 267783 |
| | DES | 969 | 494 | 1463 | 119407 | 152731 | 272138 |
| 16 | DMO | 1109 | 609 | 1718 | 157630 | 146319 | 303949 |
| | DES | 1109 | 609 | 1718 | 133107 | 178897 | 312004 |

4. Análisis de resultados

En este capítulo se presentan las tendencias encontradas al modificar las cinco variables de estudio; para mejor entendimiento esta sección se divide en cuatro subsecciones.

En la primera subsección se muestran las variaciones en las cantidades de concreto y acero de los elementos primarios debido al aumento en el grado de disipación de energía sísmico para una determinada zona de amenaza; con esto, se podrá conocer el efecto que tiene la escogencia de un grado de disipación de energía más alto que el normalmente utilizado en zonas de amenaza sísmica baja e intermedia.

En la segunda subsección se presentan índices de m^3 de concreto/ m^2 de construcción e índices de kg de acero/ m^2 de construcción de los modelos realizados con luces de diseño de 5,0m y 8,0m; aquí se podrá evidenciar si existe tendencia alguna en la variación de las cantidades por el efecto de la luz de diseño y por el cambio del perfil de suelo de C a D.

En la tercera subsección se muestran explícitamente los efectos del aumento en el número de pisos. En todos los gráficos del capítulo 3, se pudo observar que existe una tendencia linealmente ascendente en las cantidades de concreto y de acero, al aumentar el número de pisos.

En la filosofía de diseño sísmico basada en la reducción de un espectro de diseño con un coeficiente único que represente la capacidad de disipación de energía de toda la estructura, siempre ha existido la controversia del valor de 7.0 en el coeficiente R_o correspondiente a estructuras DES de pórticos de concreto; es por esto, que en la cuarta subsección se hace una comparación de las cantidades de concreto y acero de los elementos primarios de estructuras detalladas como DES, variando el valor de R_o de 7 a 6 y de 7 a 5. Con esto, se puede verificar el efecto que tiene el valor del coeficiente de

capacidad de disipación de energía especial sobre las cantidades, pudiendo influir en la decisión de disminuir el valor de R_o , sin afectar económicamente a la estructura.

Las subsecciones son:

- 4.1 Análisis del efecto de la capacidad de disipación de energía utilizado en zonas de amenaza sísmica baja e intermedia sobre las cantidades de concreto y acero.
- 4.2 Análisis del efecto de la luz de diseño y perfil de suelo sobre las cantidades de concreto y acero para un grado de disipación de energía escogido.
- 4.3 Análisis del efecto del número de pisos sobre las cantidades de concreto y acero
- 4.4 Análisis de la variación del valor de R_o de 7 a 6 y de 7 a 5 en estructuras detalladas con los requisitos de disipación especial

4.1 Análisis del efecto de la capacidad de disipación de energía utilizado en zonas de amenaza sísmica baja e intermedia sobre las cantidades de concreto y acero.

De las tres zonas de amenaza que existen en Colombia, solo se consideraron las zonas de amenaza baja e intermedia, ya que es donde se permite modificar la capacidad de disipación de energía. En la zona de amenaza sísmica baja lo mínimo recomendado es utilizar estructuras DMI y en la zona de amenaza intermedia lo mínimo con que se puede trabajar es DMO, a continuación, se hace el análisis de lo que pasa al aumentar el grado de disipación escogido en cada zona.

4.1.1 Modificación de la capacidad de energía mínima a capacidad moderada en zona de amenaza sísmica baja

En las siguientes 8 figuras se muestra la variación de la cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras analizadas al cambiar la capacidad de disipación de energía mínima a la capacidad de disipación moderada, teniendo en cuenta las luces de diseño, número de pisos y cambios en el perfil de suelo.

Figura 4-1: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

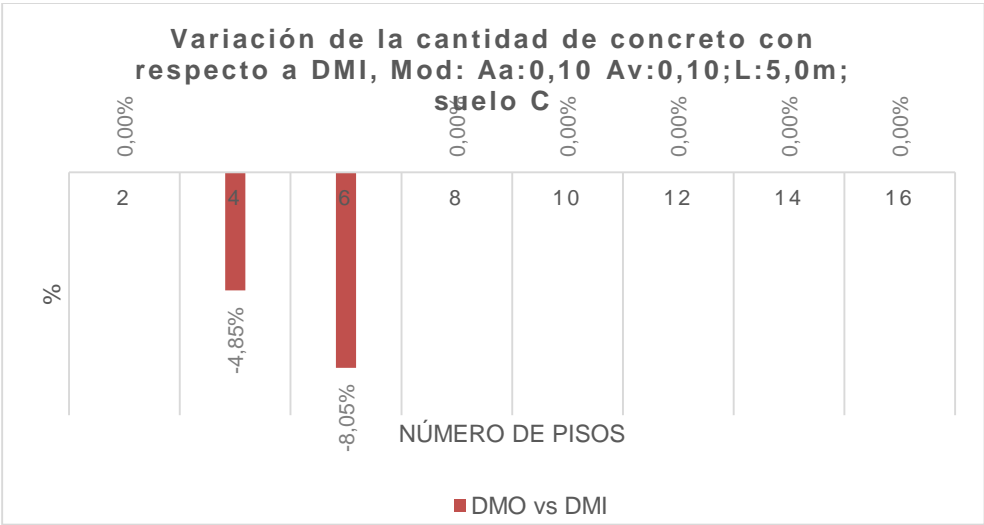


Figura 4-2: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

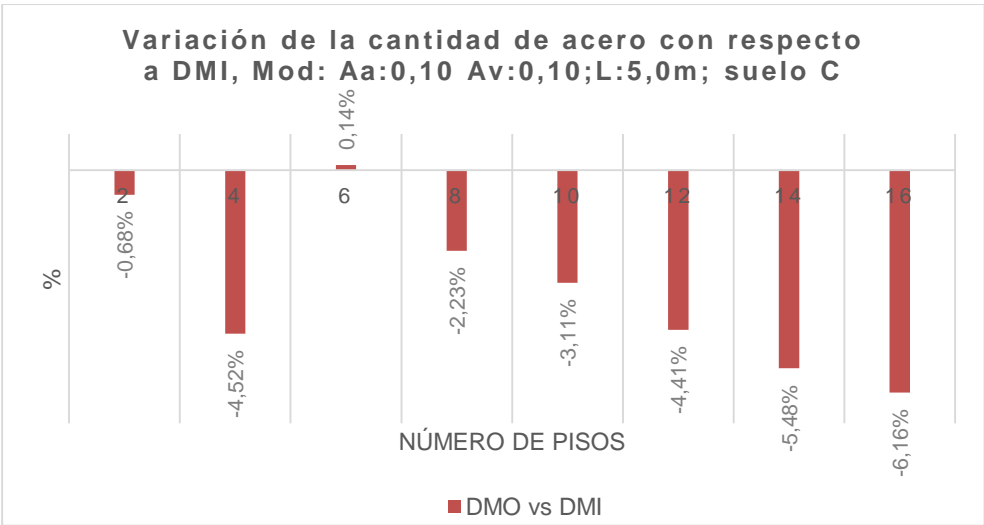


Figura 4-3: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

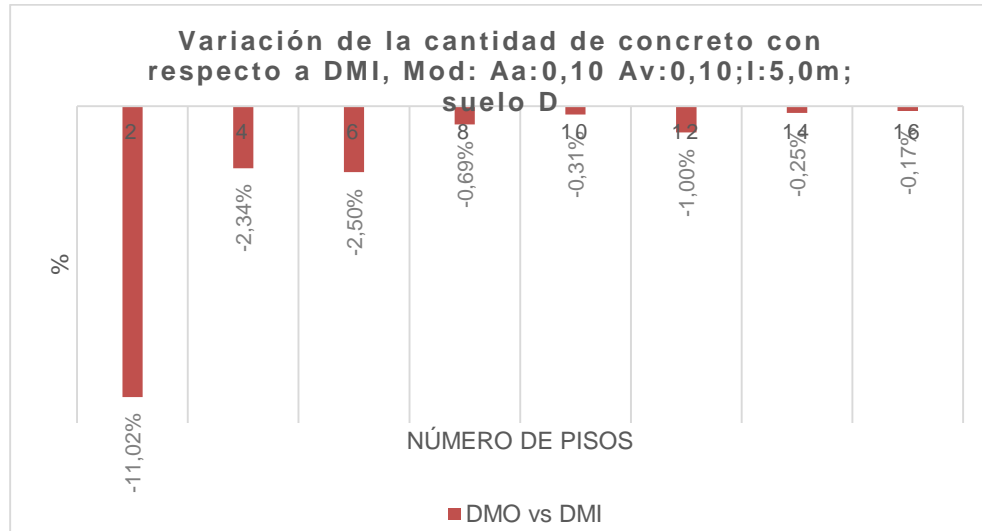


Figura 4-4: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

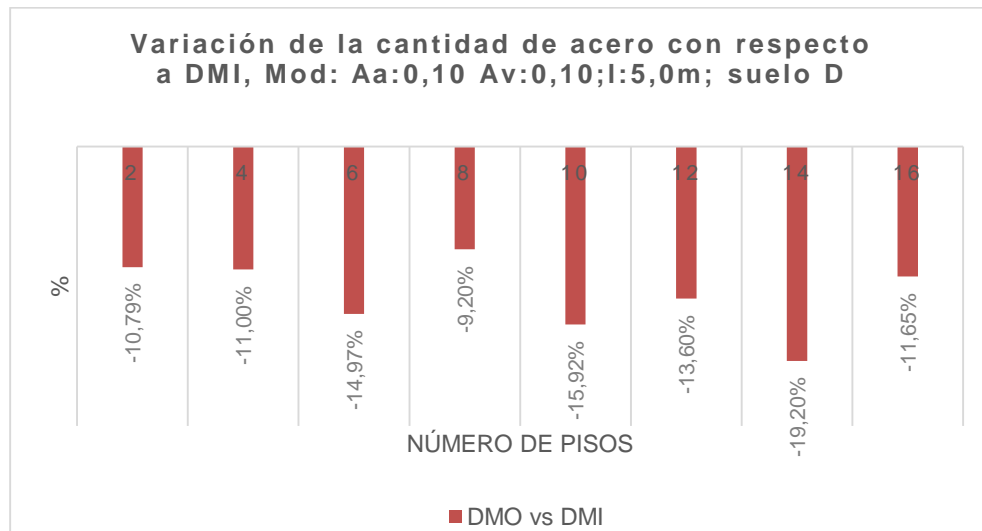


Figura 4-5: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

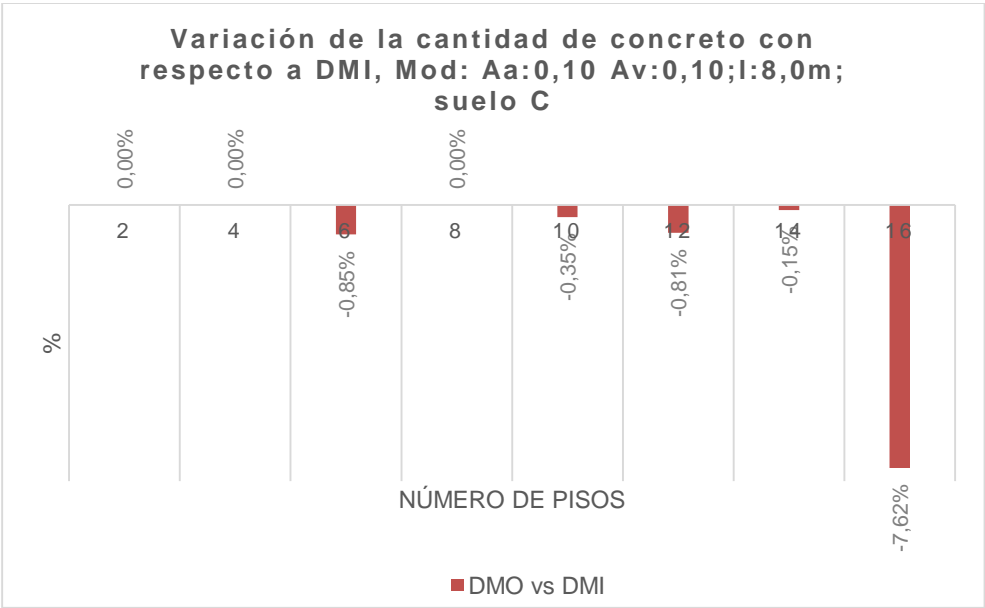


Figura 4-6: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

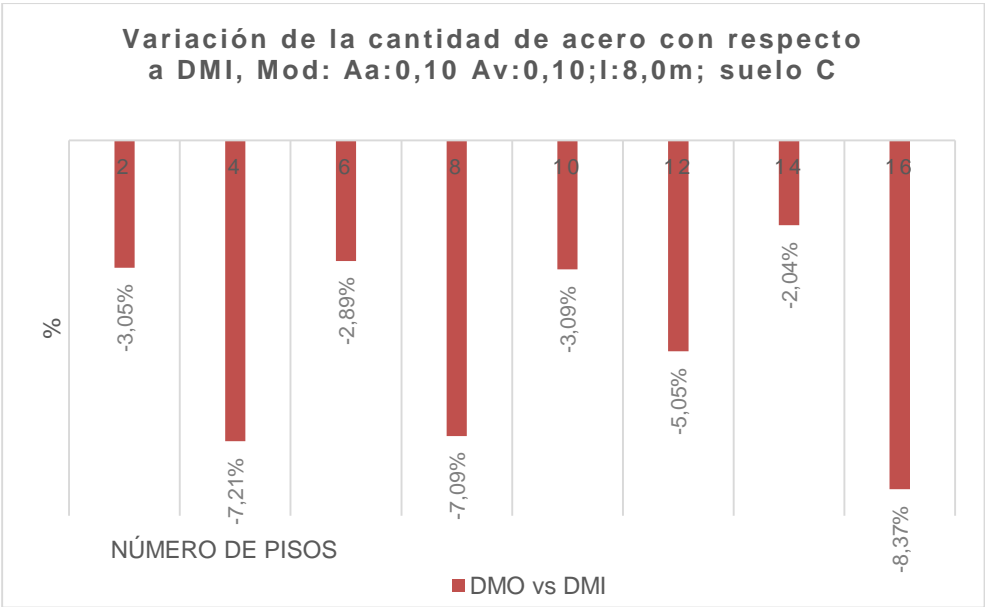


Figura 4-7: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

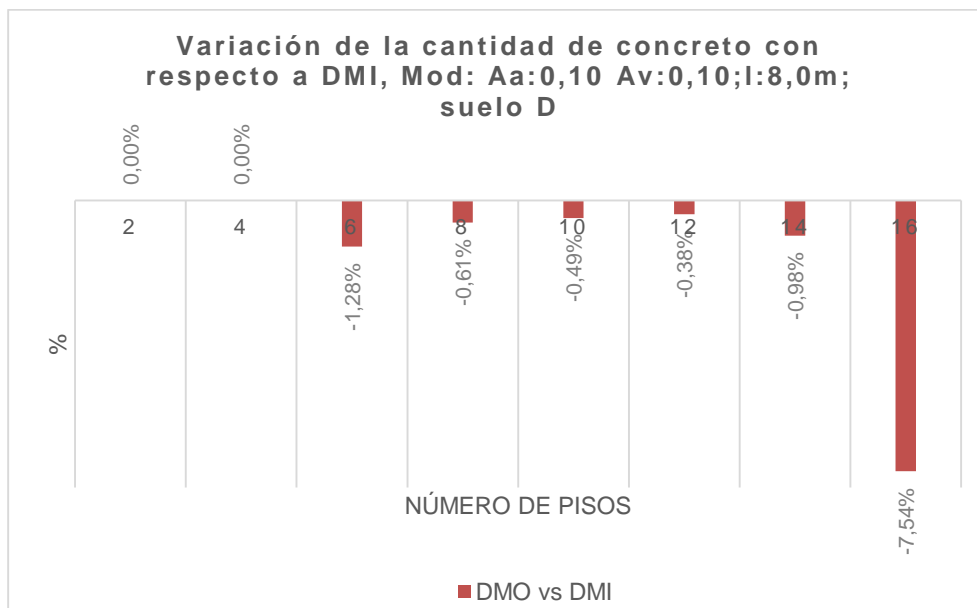
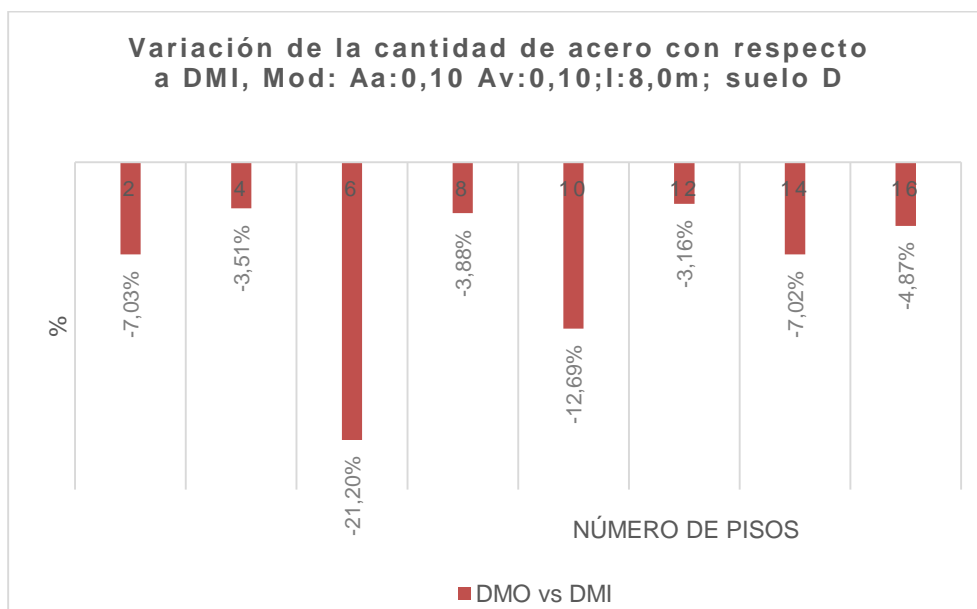


Figura 4-8: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DMO” con respecto a las estructuras “DMI”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.



Todas las gráficas aquí expuestas muestran que hay una reducción en las cantidades de concreto y acero de los elementos principales al aumentar de mínima a moderada la capacidad de disipación de energía sísmica.

De la reducción en las cantidades de concreto se puede observar que la disminución es muy pequeña, con valores cercanos a 0.5%, exceptuando tres casos puntuales que no siguieron tal tendencia, pero en general la disminución en las cantidades de concreto es de valor poco representativo.

En el caso del acero, la tendencia es más uniforme y en las cuatro gráficas se vio una disminución en las cantidades de DMO con respecto a DMI de entre 5 y 10% para la mayoría de los casos, con un mínimo de 0.5% y un máximo de 21.2%. No se presenta aquí un promedio pues todos los modelos no tienen el mismo nivel de derivas y por tanto de rigidez.,

Este resultado se puede suponer válido porque, aunque en DMO se cumplen requisitos más rigurosos en el detallado, existe una reducción sustancial (50%) en la fuerza sísmica de diseño debido al cambio en R_o .

El hecho de que estructuras DMO sean más “económicas” que las estructuras DMI, puede ser un punto a favor en la decisión de la posible reducción del valor de R_o en las estructuras DMO, ya que las cantidades adicionales de acero que se derivan del aumento de la fuerza sísmica, podrían estar en el orden de las cantidades que se manejan en estructuras DMI que actualmente se construyen, esto para el caso hipotético de que exista tal controversia.

4.1.2 Modificación de la capacidad de energía moderada a capacidad especial en zona de amenaza sísmica intermedia

En las siguientes 24 figuras se muestra la variación de la cantidad de concreto y acero en los elementos primarios de las estructuras analizadas al cambiar la capacidad de disipación de energía moderada a la capacidad de disipación especial, teniendo en cuenta las luces de diseño, número de pisos y cambios en el perfil de suelo, por lo que hay datos suficientes para verificar tendencias de comportamiento.

Figura 4-9: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

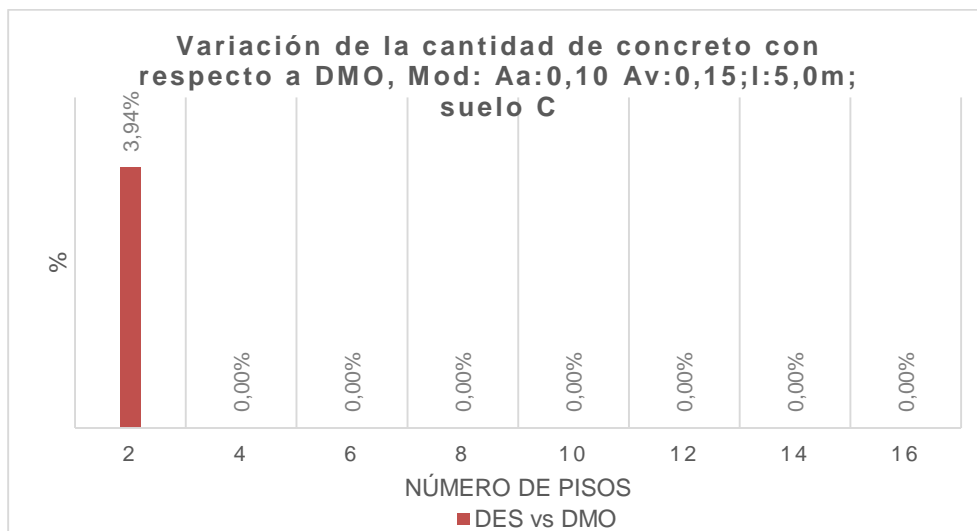


Figura 4-10: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

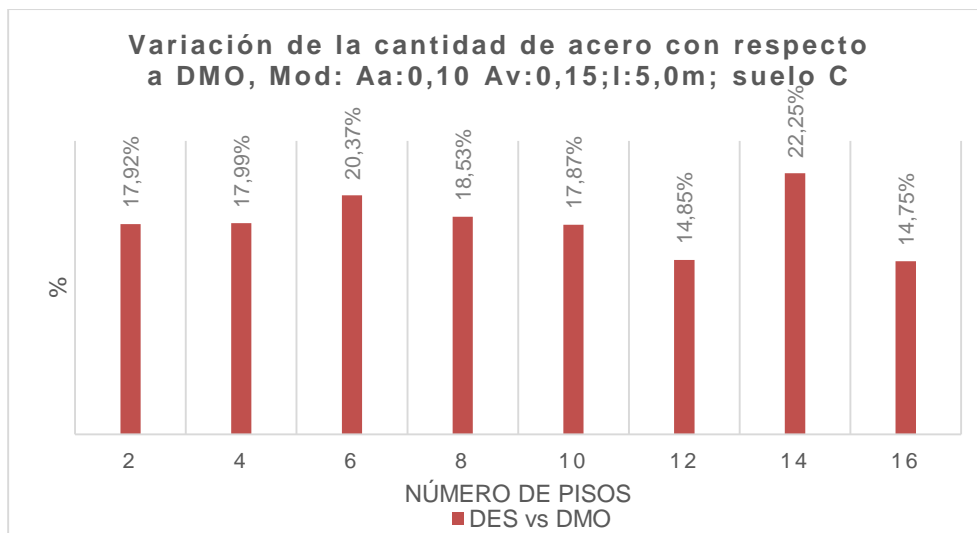


Figura 4-11: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

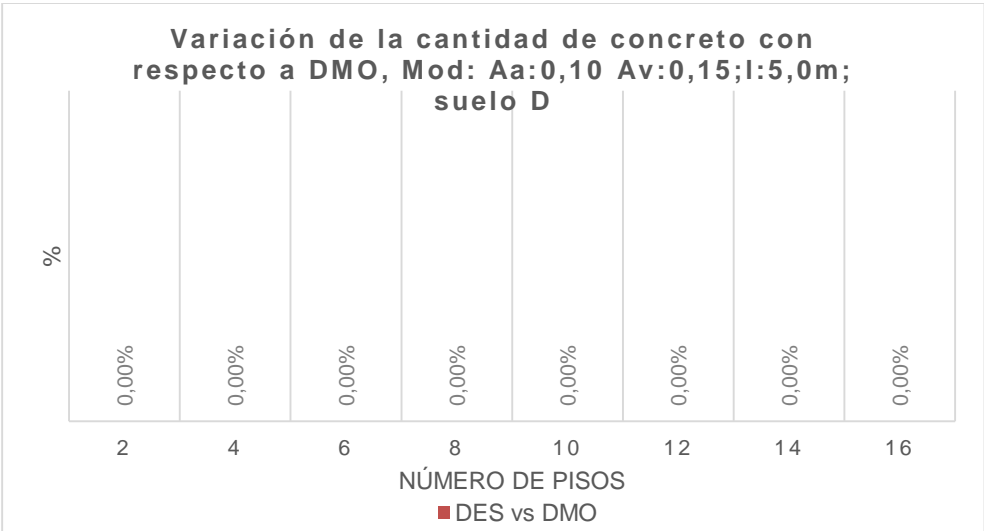


Figura 4-12: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

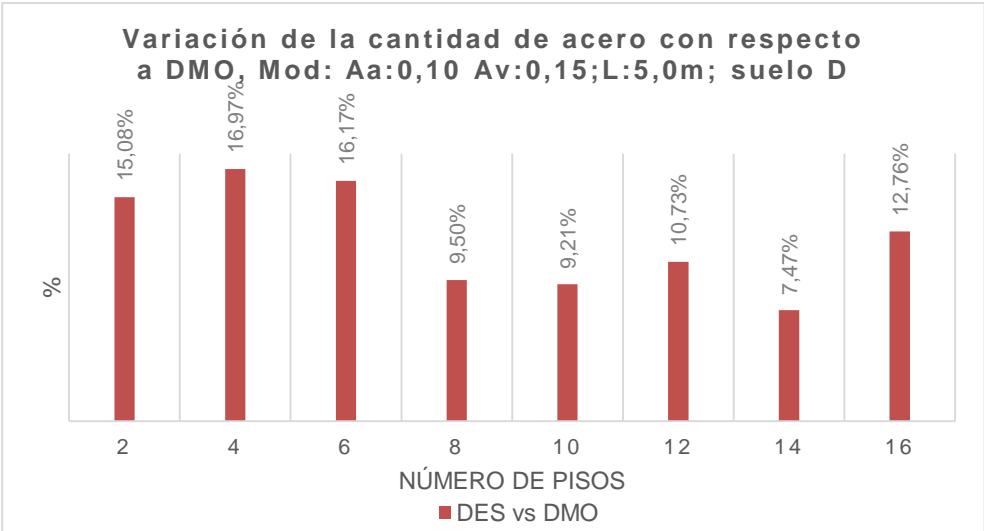


Figura 4-13: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

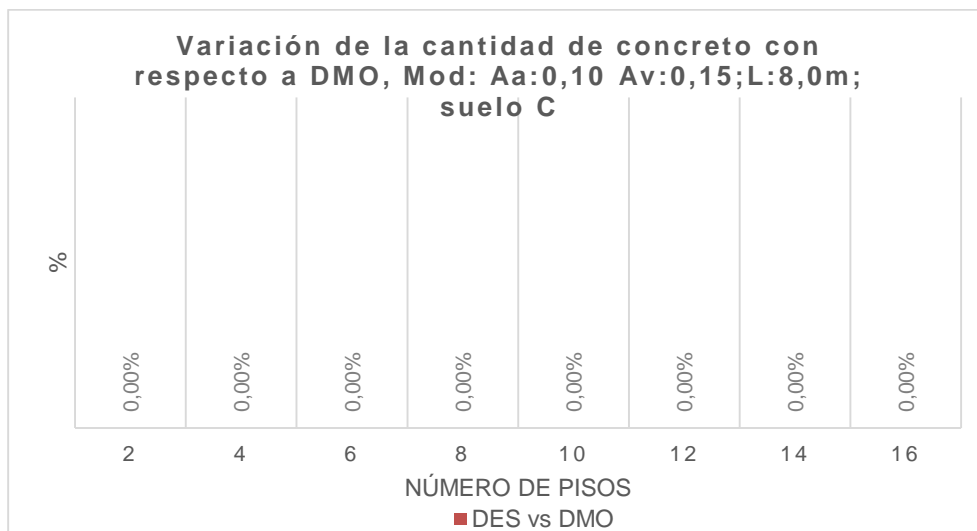


Figura 4-14: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

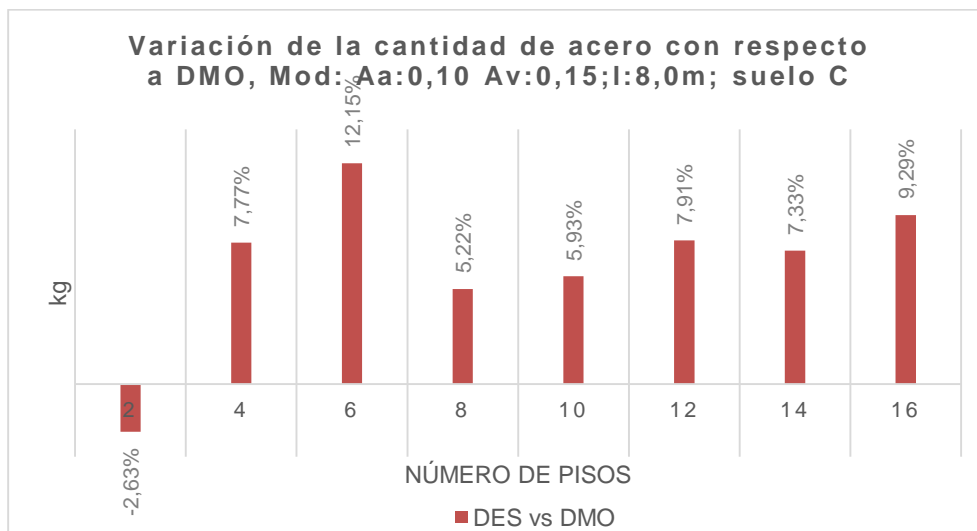


Figura 4-15: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

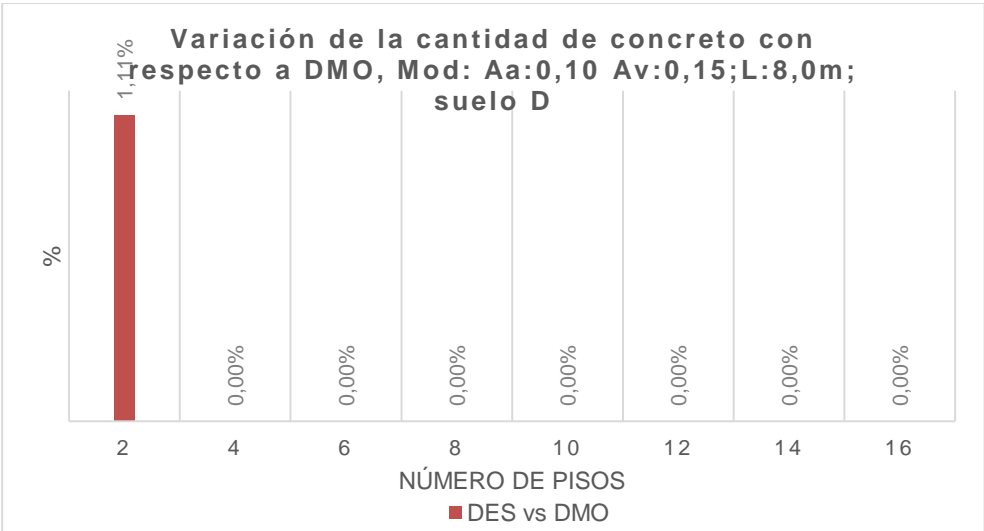


Figura 4-16: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

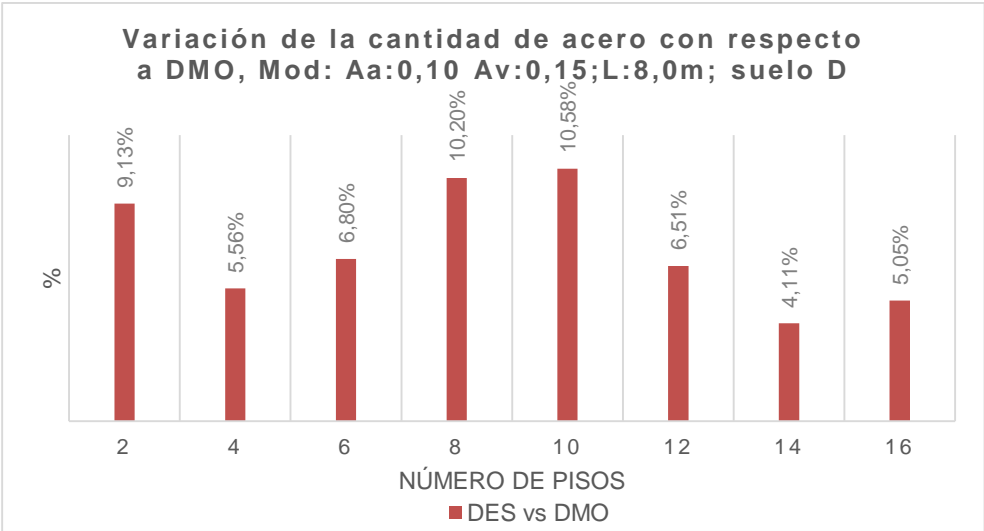


Figura 4-17: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

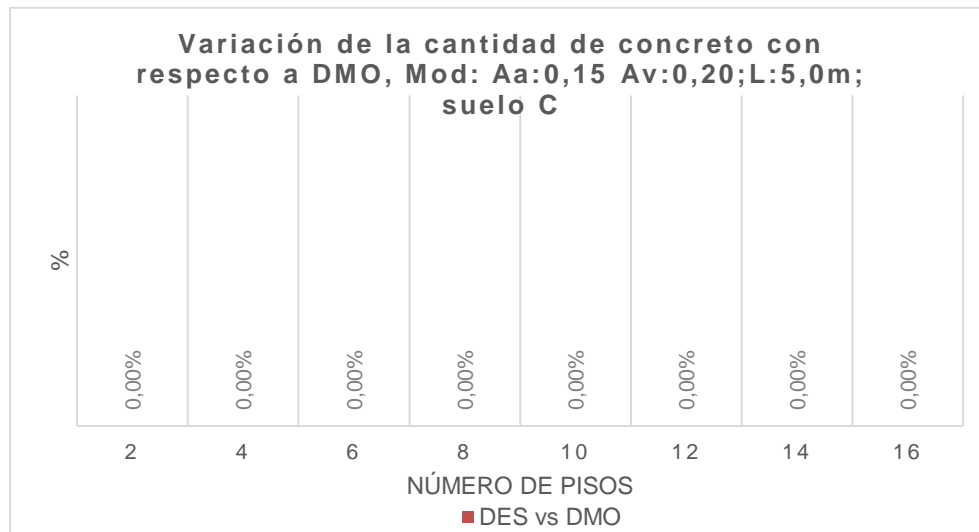


Figura 4-18: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

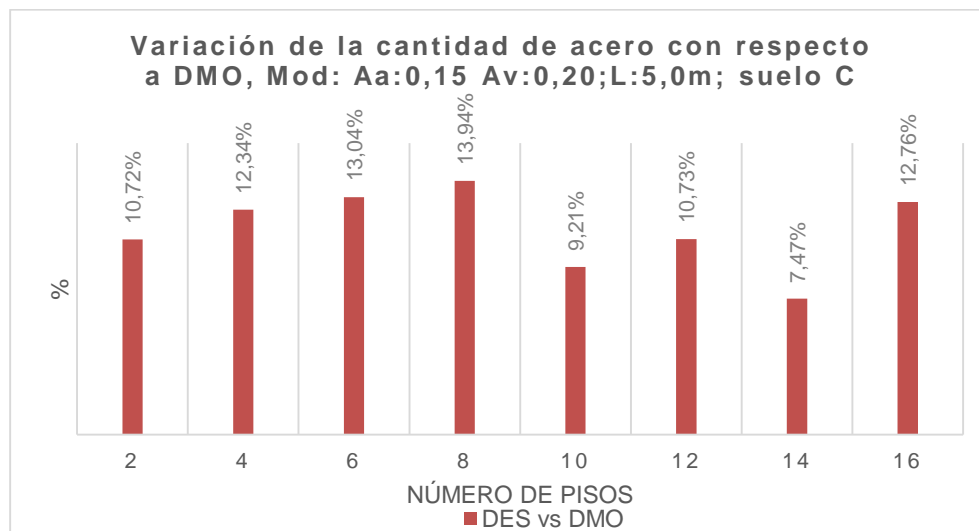


Figura 4-19: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

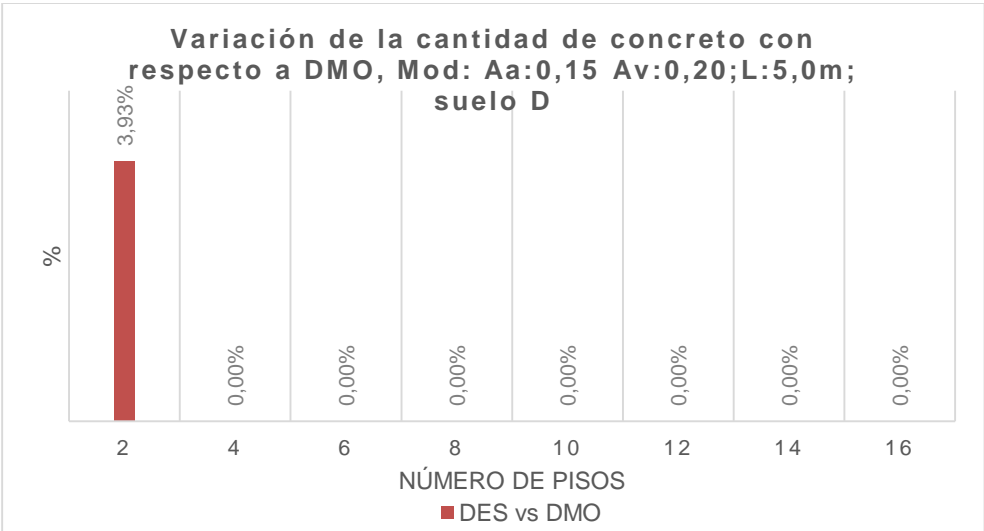


Figura 4-20: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D

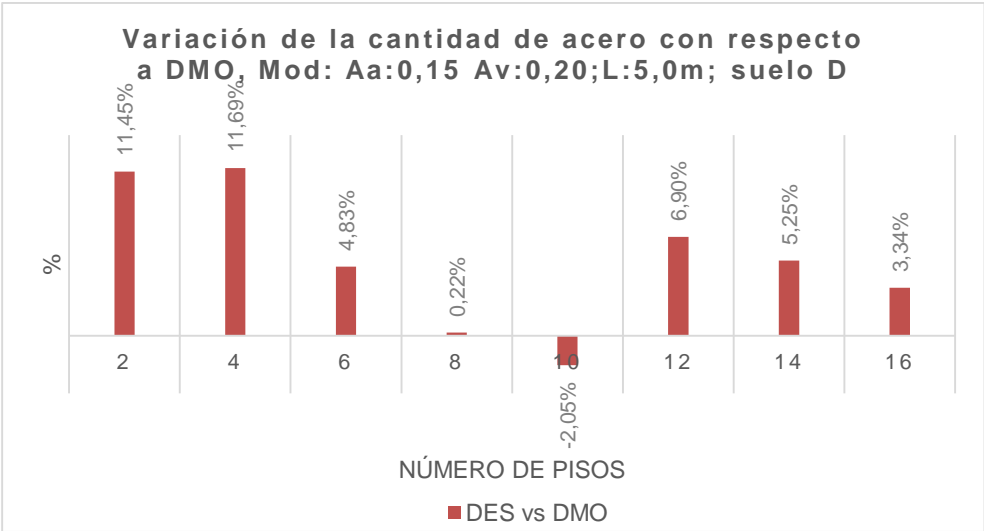


Figura 4-21: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C

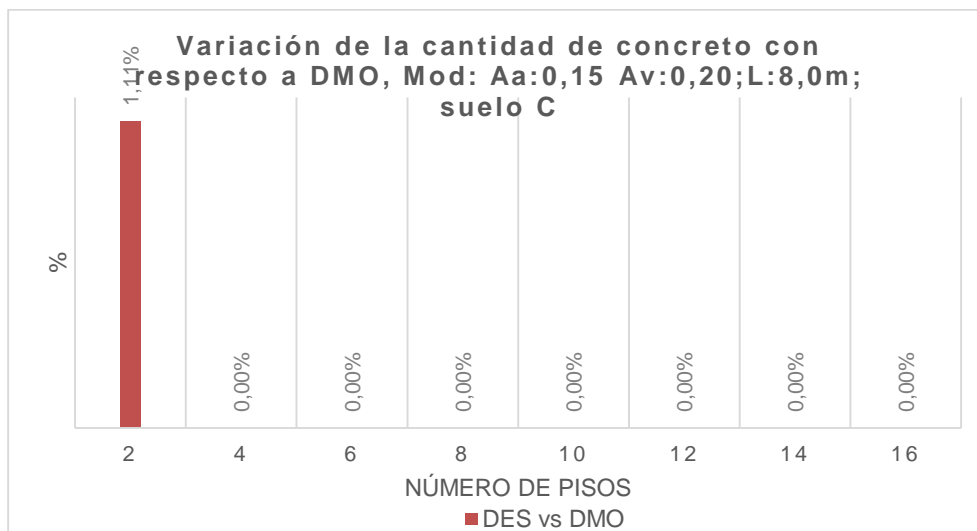


Figura 4-22: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C

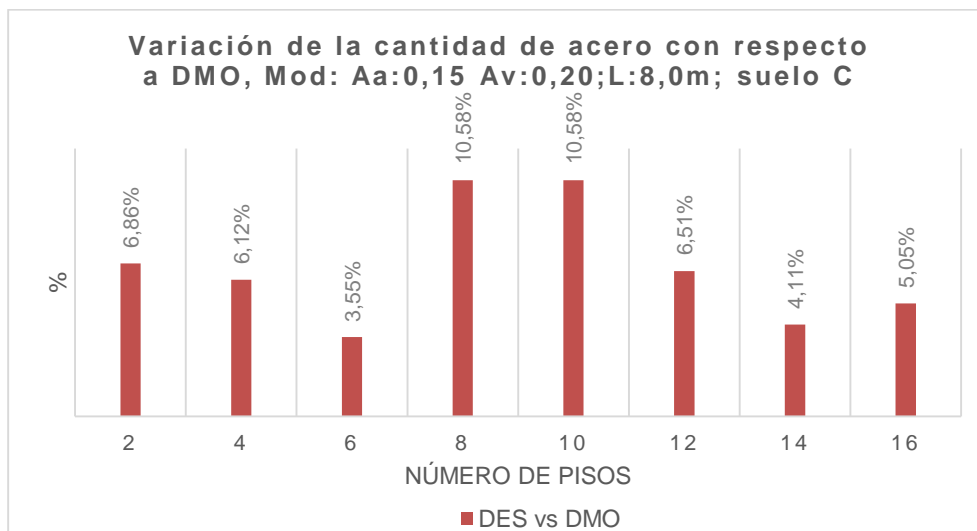


Figura 4-23: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D

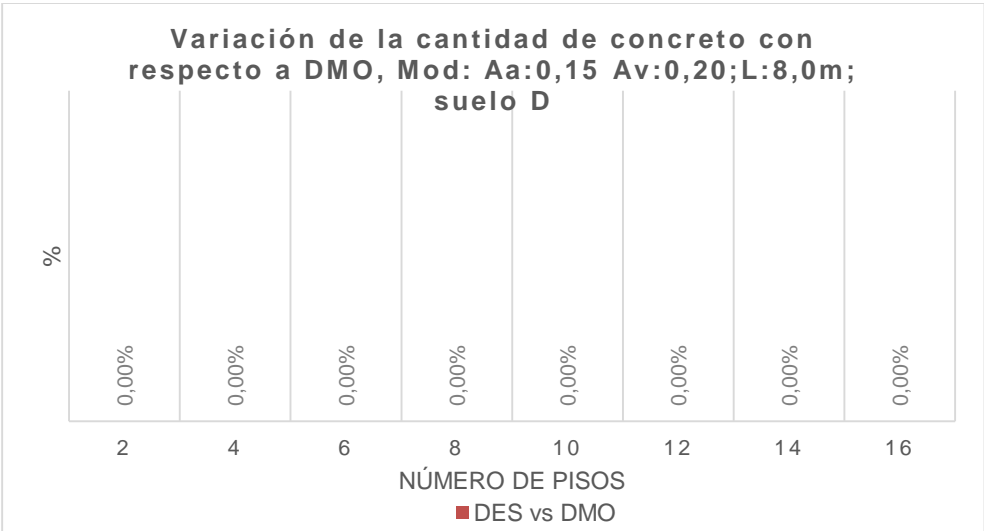


Figura 4-24: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

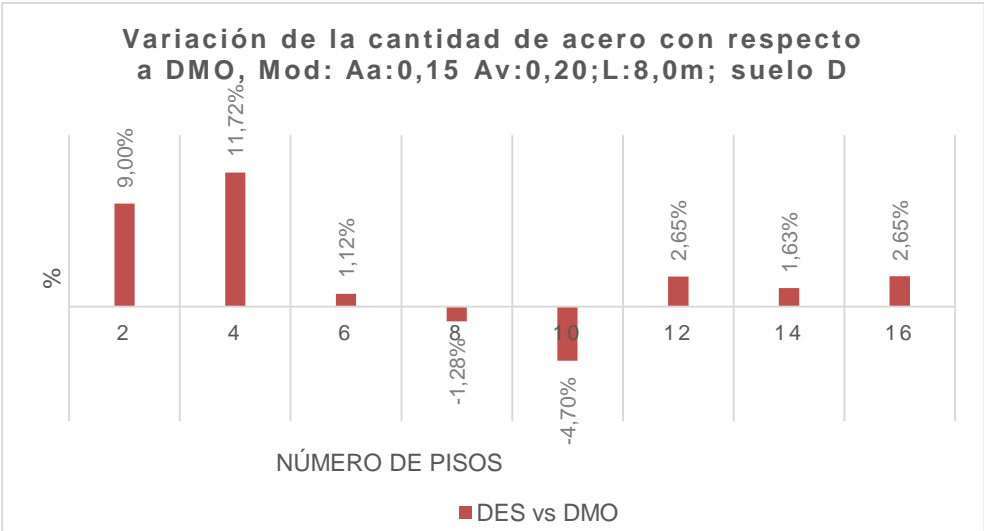


Figura 4-25: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

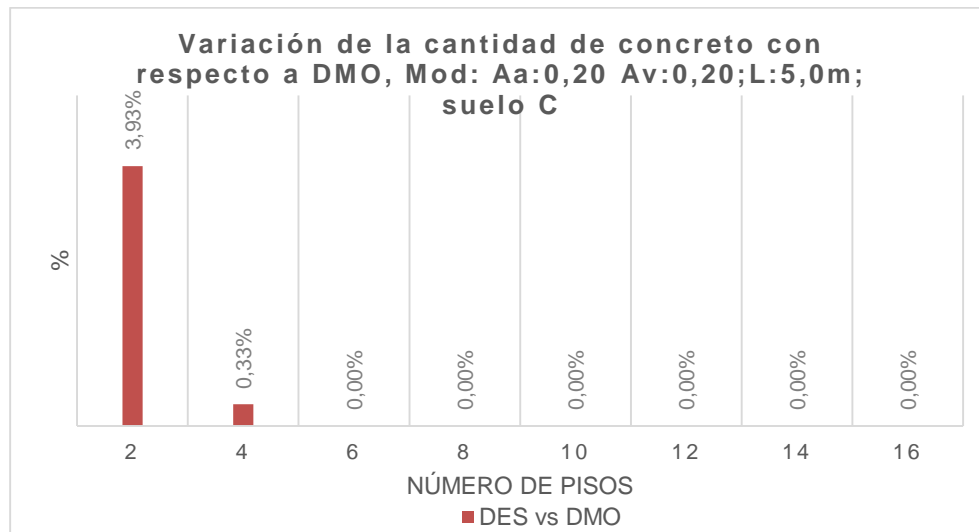


Figura 4-26: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

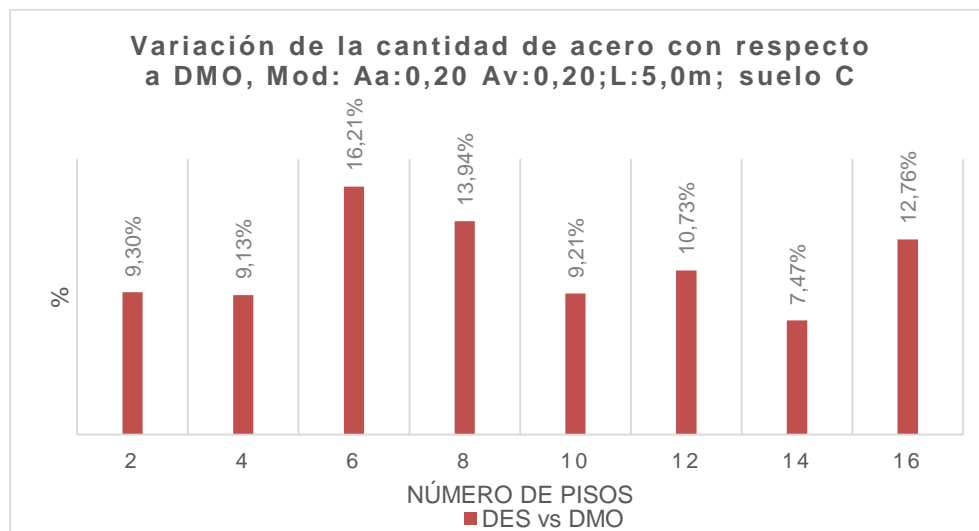


Figura 4-27: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

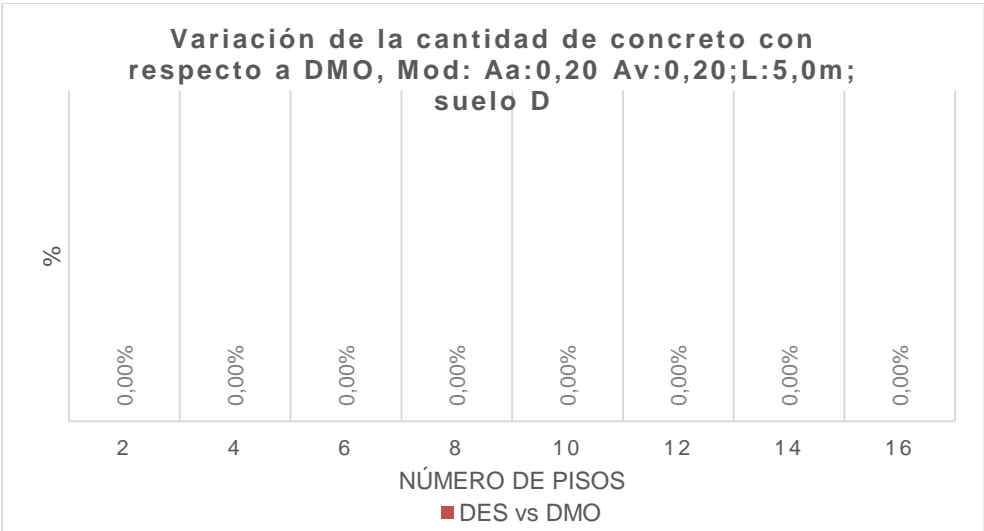


Figura 4-28: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

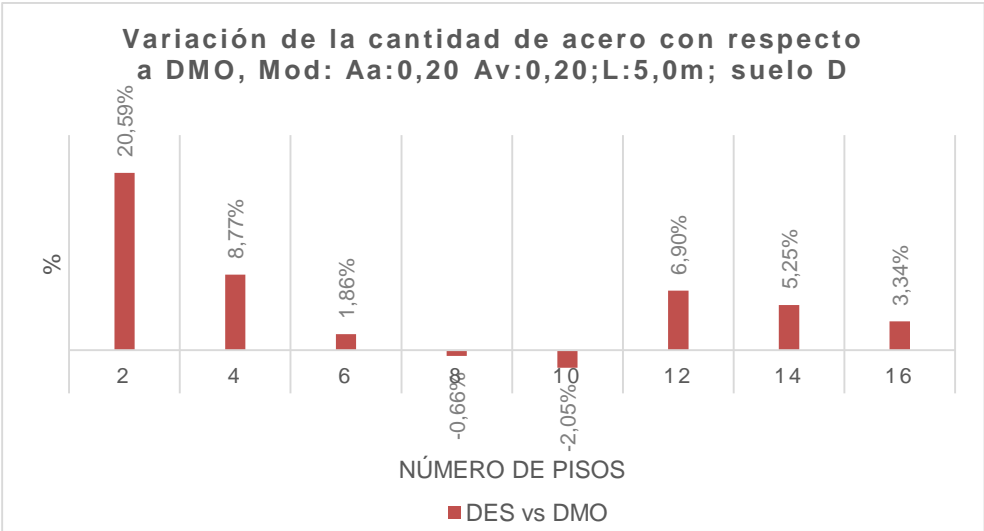


Figura 4-29: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

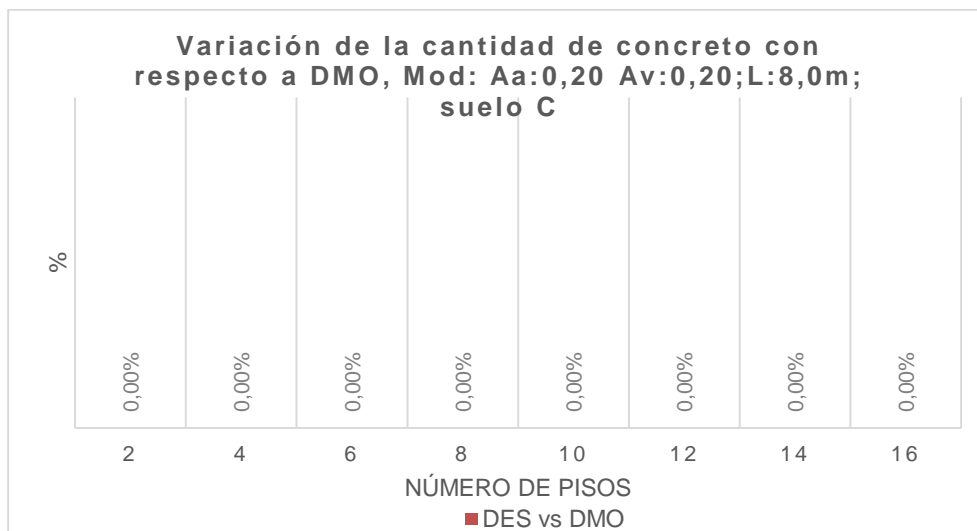


Figura 4-30: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

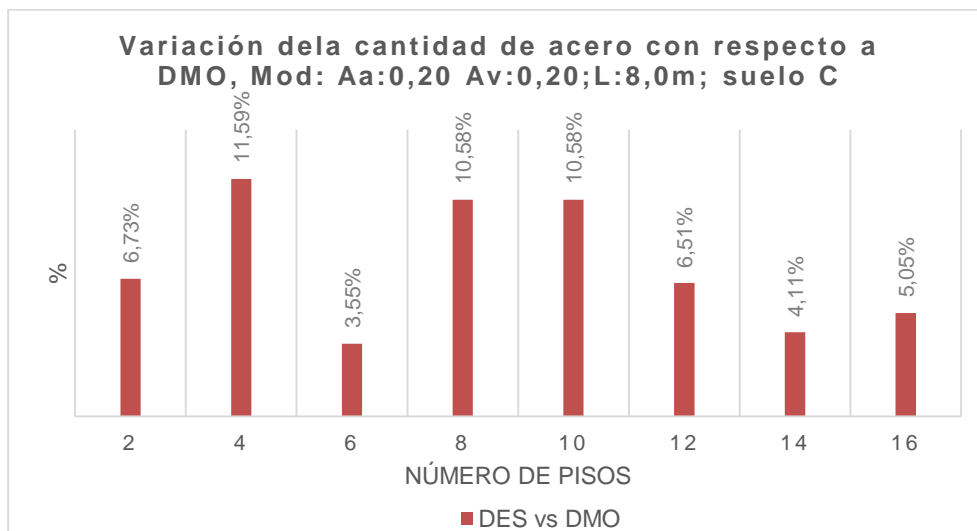


Figura 4-31: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

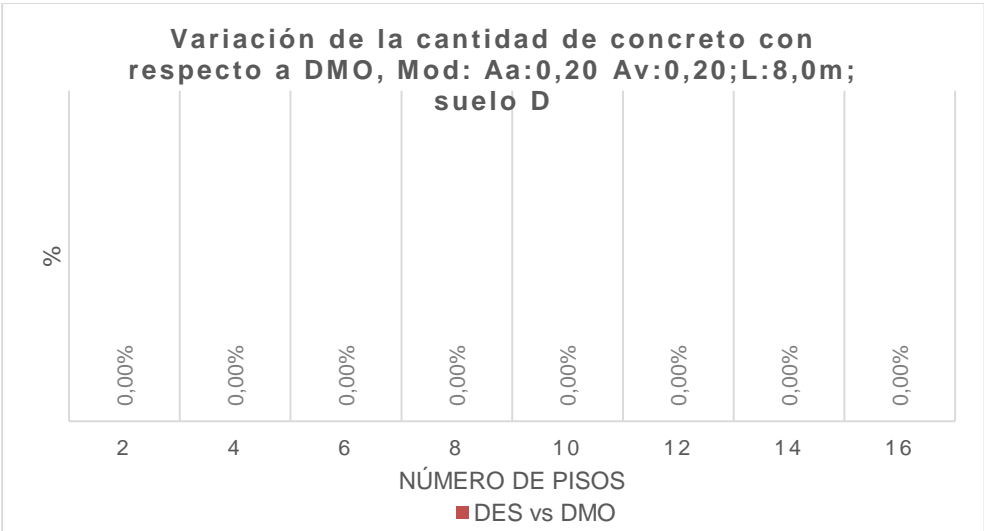
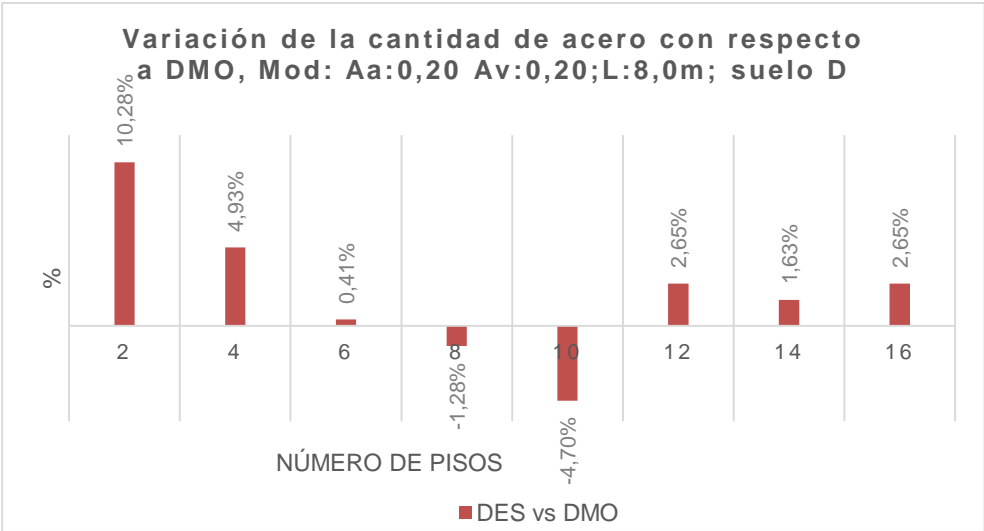


Figura 4-32: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras “DES” con respecto a las estructuras “DMO”, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.



En general las gráficas donde se expone el efecto sobre las cantidades de concreto, están mostrando que no existe variación en las cantidades de concreto al aumentar de moderada a especial la capacidad de disipación de energía sísmica, pero para el caso de las cantidades de acero se evidencia que si existe un aumento al cambiar de moderada a especial la capacidad de disipación.

Del comportamiento de la variación de las cantidades de concreto, con excepción de algunos valores puntuales, se puede decir que las dimensiones obtenidas en las estructuras DMO pueden ser utilizadas en estructuras DES, y que se presentó poca o nula variación en las cantidades de concreto.

En el caso del acero, la tendencia es más uniforme y en las dieciséis gráficas se evidenció un aumento en las cantidades de DES con respecto a DMO. La mayoría de los datos se encuentra entre 6 y 15%, con un máximo de 22,25% y un mínimo de 0,22%, dejando por fuera algunos valores atípicos. En algunas gráficas se evidenció que existían zonas donde las estructuras DES tenían menos cantidad de acero que las DMO, pero esto no implica que la tendencia general no fuese que DES generara más acero que DMO.

Este resultado se debe a que en DES existen requisitos más rigurosos en el detallado, y la reducción de la fuerza sísmica de diseño debido al cambio de R_o es menor con respecto a DMO que en el caso analizado antes (DMO vs DMI). Ahora, para visualizar en dónde estuvieron esas mayores cantidades de acero, se deben observar las gráficas mostradas en el capítulo tres, en donde se muestra claramente que, aunque el acero de las vigas disminuyó (por la menor fuerza sísmica actuante), los requisitos de columnas son tales que se produce un aumento sustancial en las cantidades de acero secundario, afectando el total de la estructura. Lo anterior está dentro de la filosofía de diseño actual, con la que se pretende proteger a las columnas con un buen comportamiento y tener unas vigas que soporten justamente lo necesario para que en ellas se concentre el daño.

Lo valioso de este resultado es que se podría llegar a una estructura que se supone será más segura por cumplir con los requisitos de disipación especial de energía, con un aumento relativamente pequeño en las cantidades de concreto y acero, lo cual puede ser ventajoso para muchos propietarios.

4.2 Análisis del efecto de la luz de diseño y el perfil de suelo sobre las cantidades de concreto y acero para un grado de disipación de energía escogido.

A continuación, se presentan 16 graficas con “resultados resumen” a manera de índices de m³ de concreto/ m² de construcción e índices de kg de acero/ m² de construcción de los modelos realizados con luces de diseño de 5,0m y 8,0m, con las que se pretende conocer el efecto que tiene la luz de diseño en las cantidades de concreto y acero de los elementos primarios y la relación de éstas con el número de pisos y el efecto que tiene el cambio del perfil de suelo tipo C a tipo D.

Figura 4-33: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C.

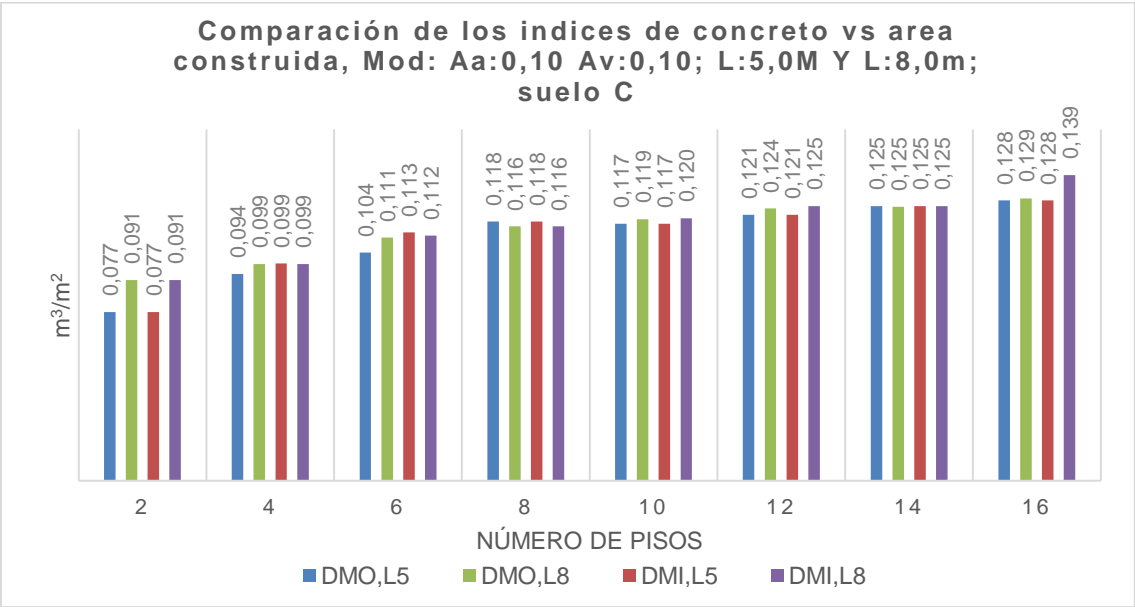


Figura 4-34: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D.

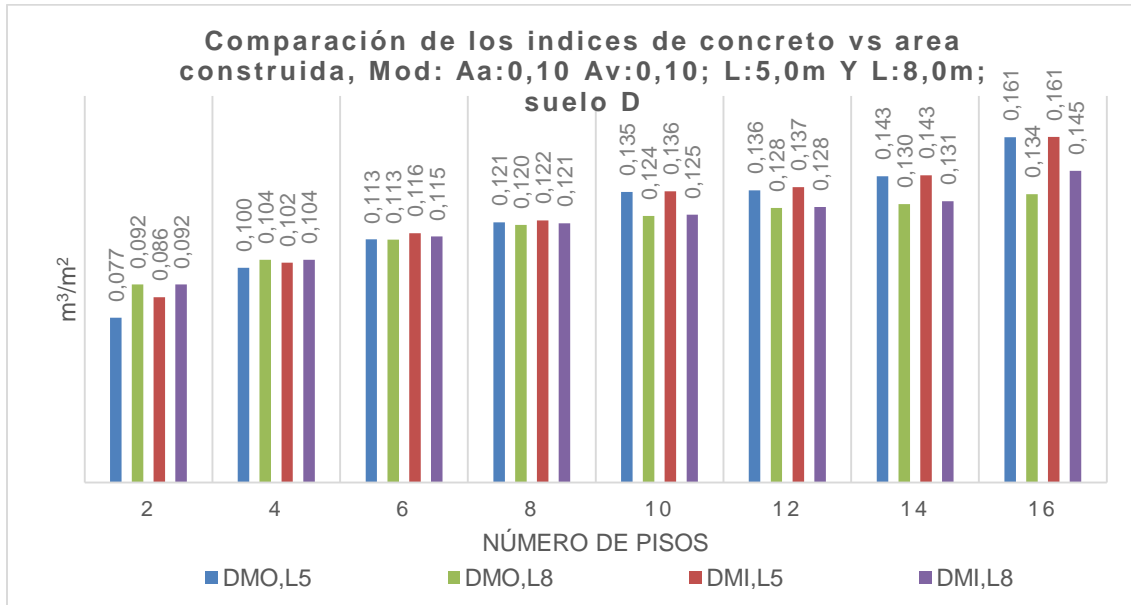


Figura 4-35: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C.

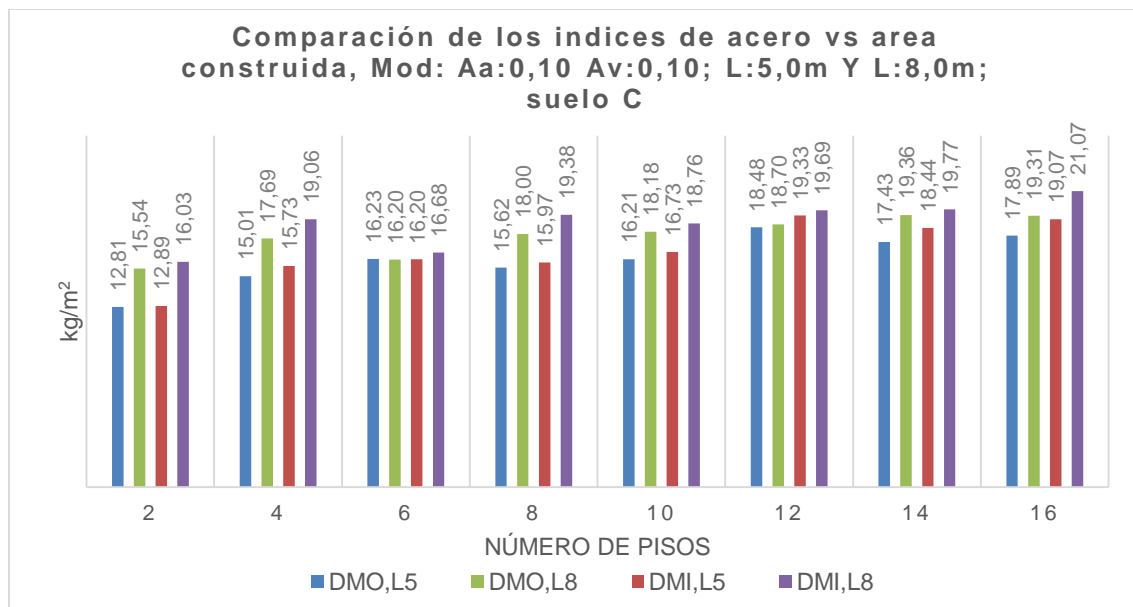


Figura 4-36: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D.

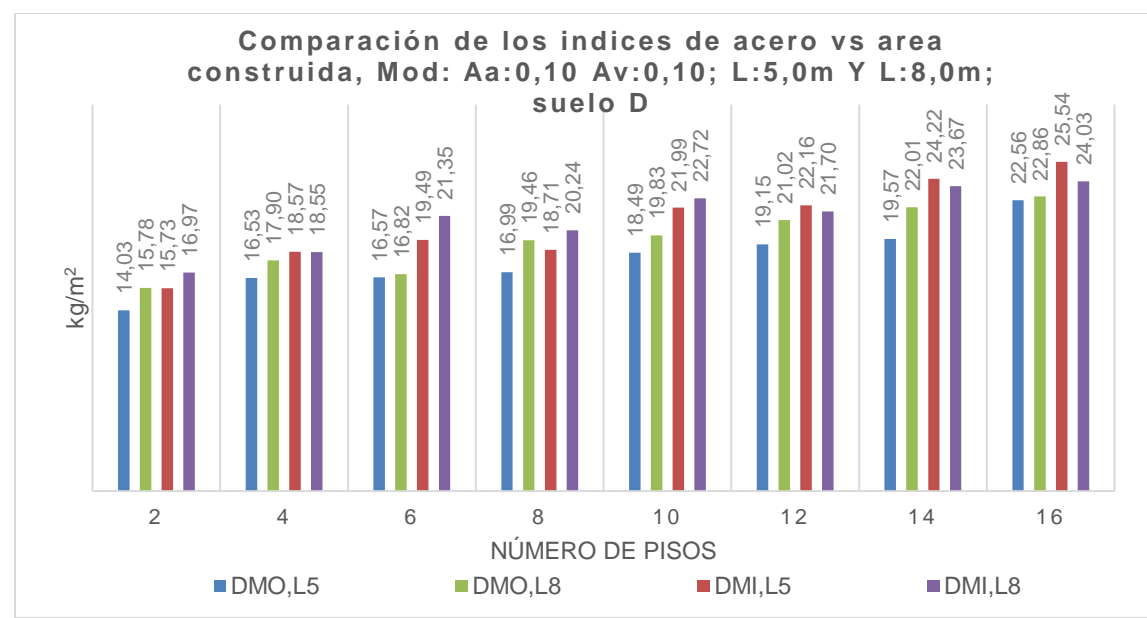


Figura 4-37: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C.

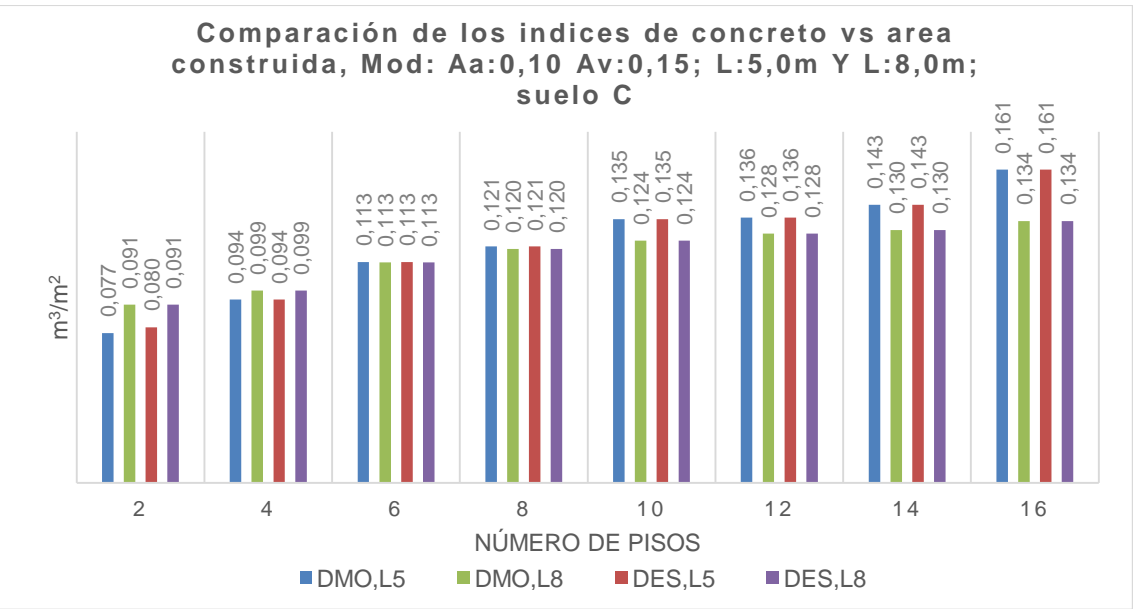


Figura 4-38: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D.

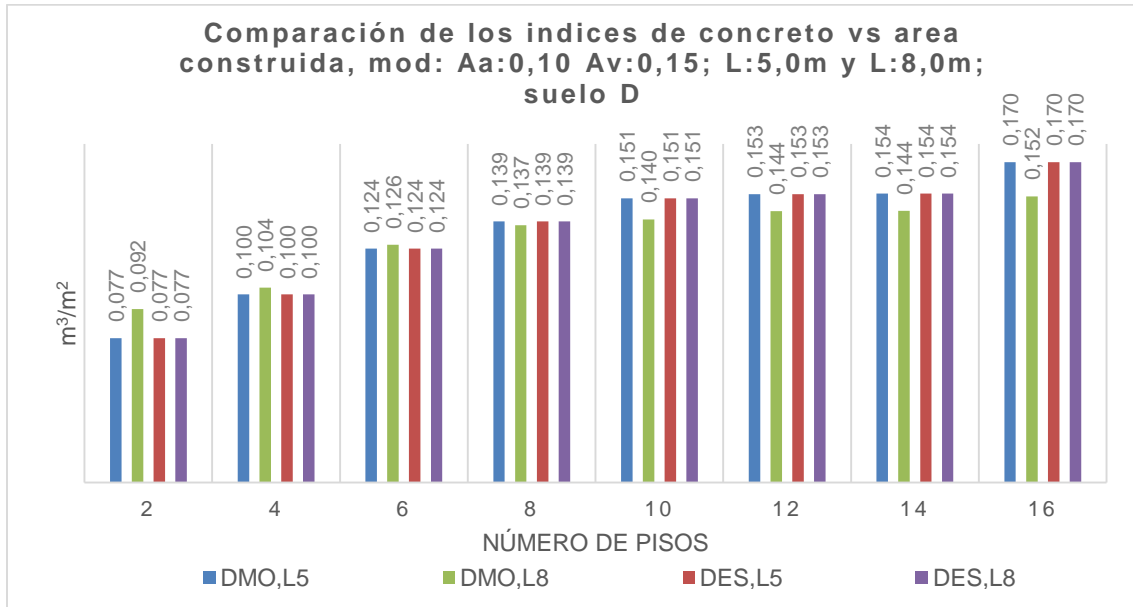


Figura 4-39: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luces de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C.

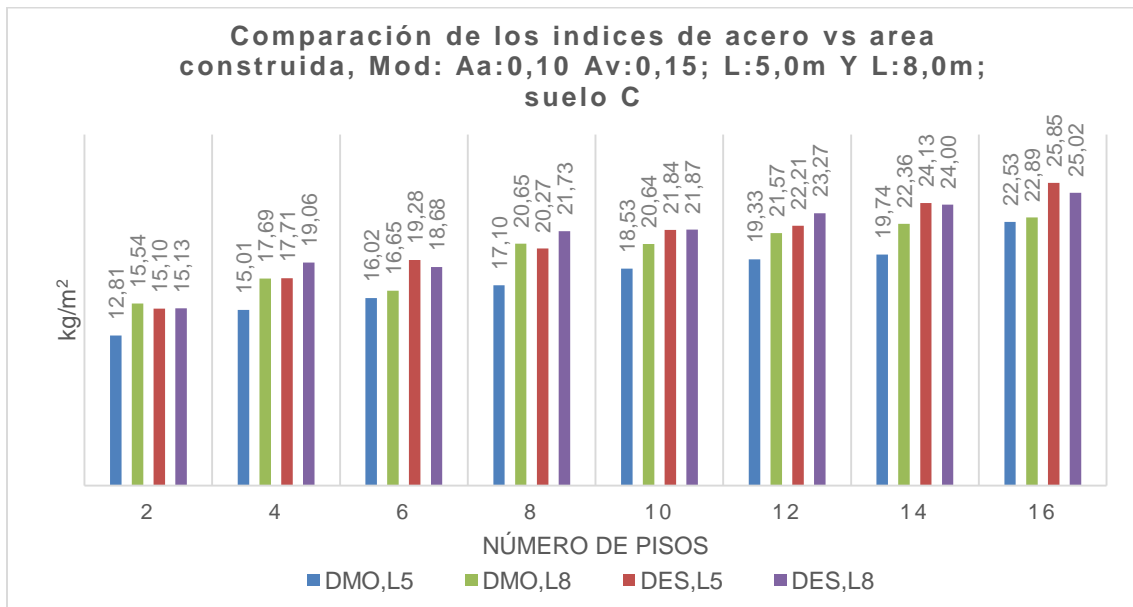


Figura 4-40: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D

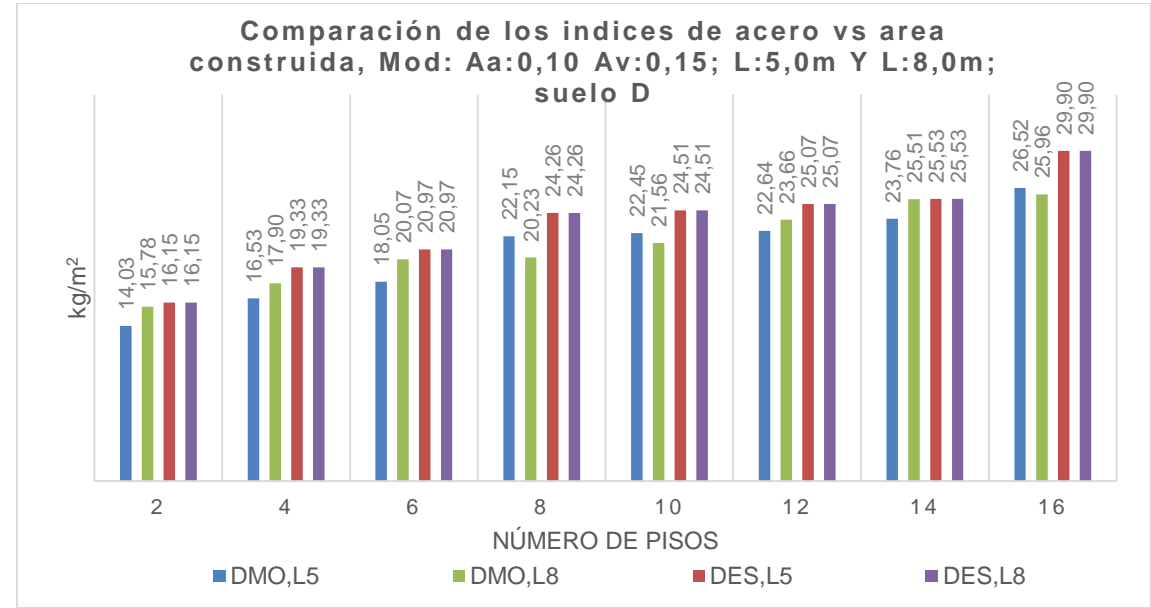


Figura 4-41: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C.

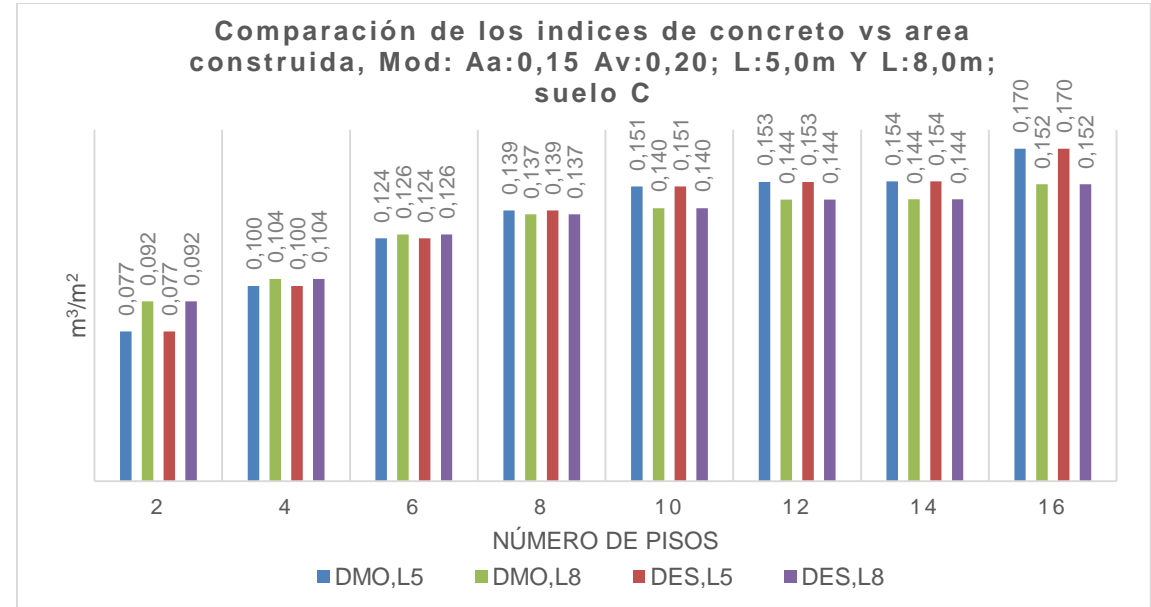


Figura 4-42: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D.

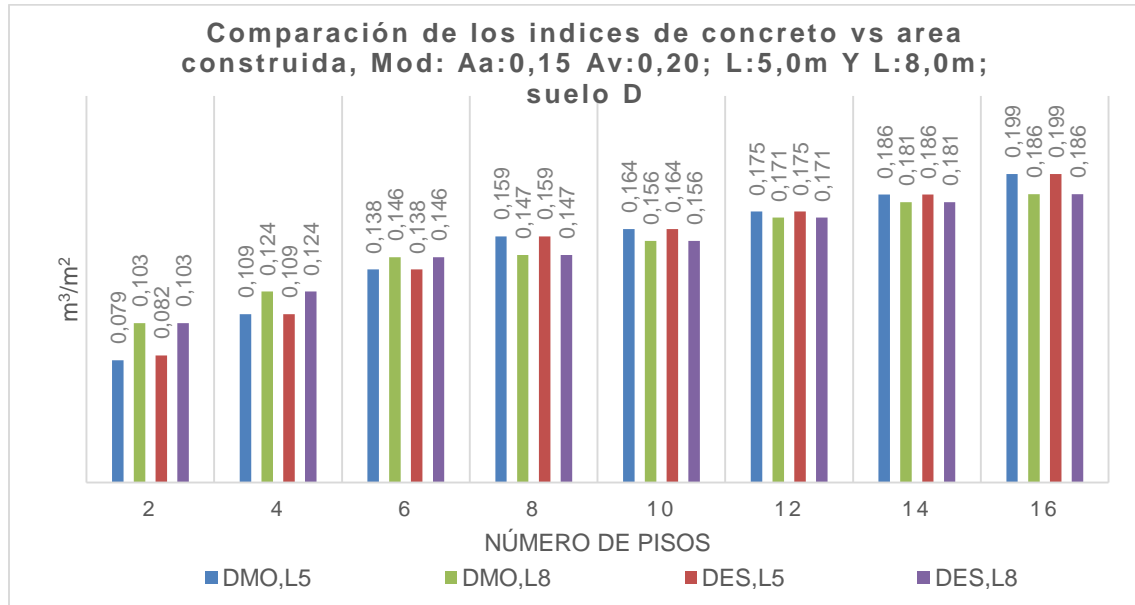


Figura 4-43: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C.

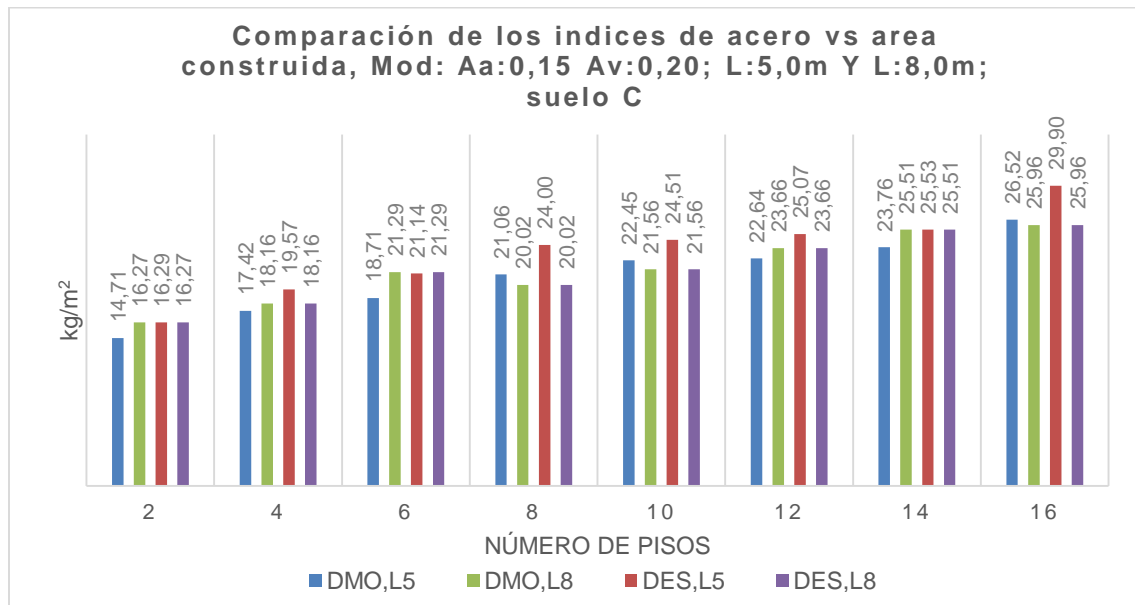


Figura 4-44: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D.

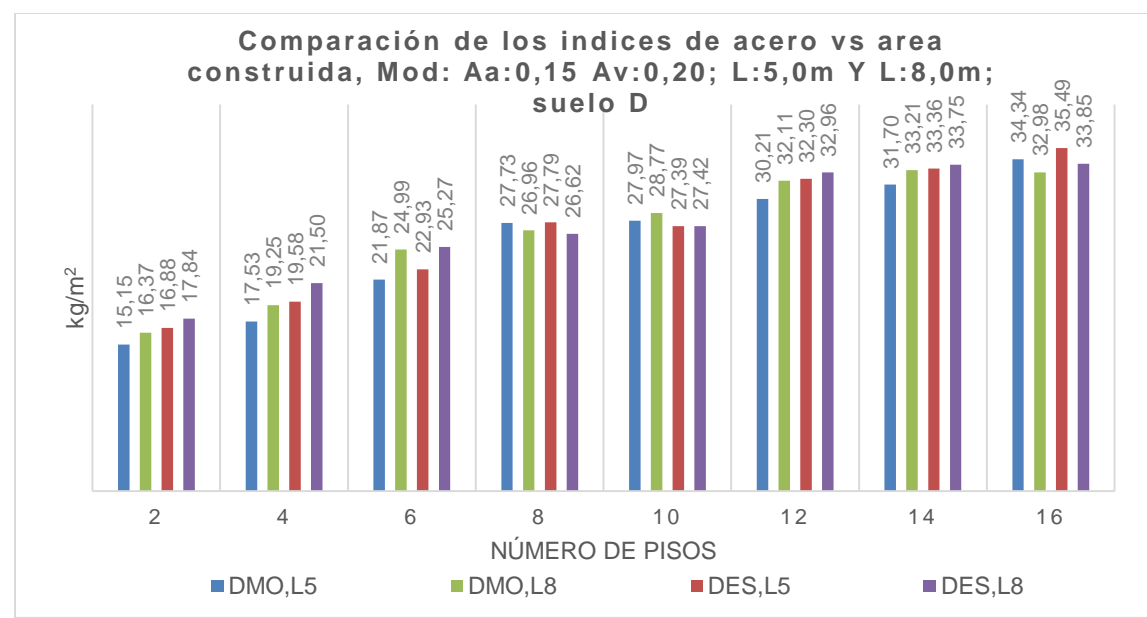


Figura 4-45: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C.

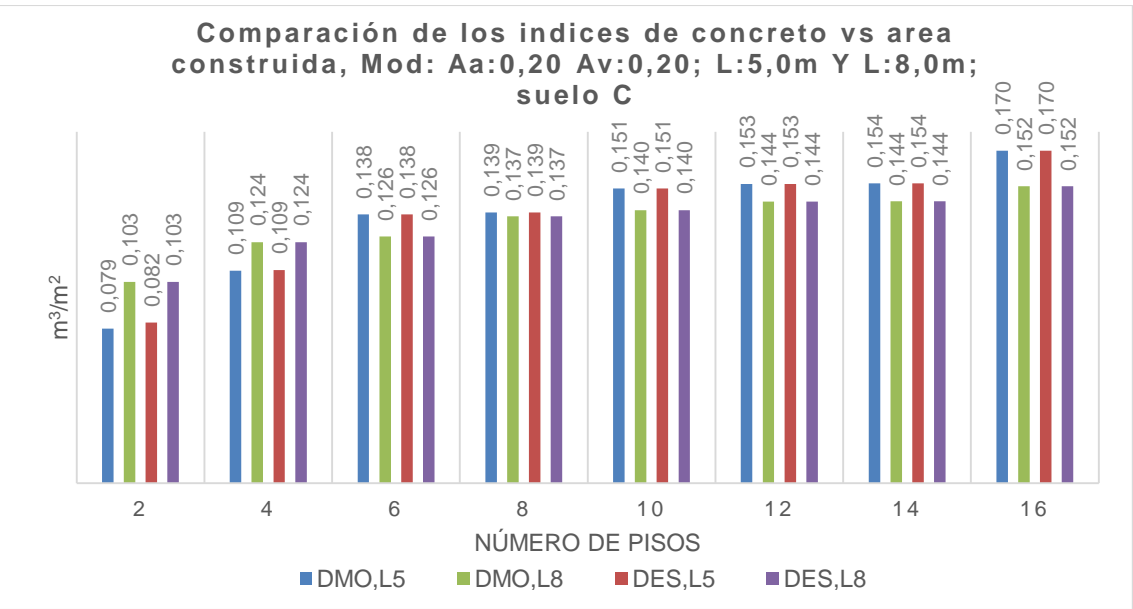


Figura 4-46: Comparación del índice de cantidad de concreto vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D.

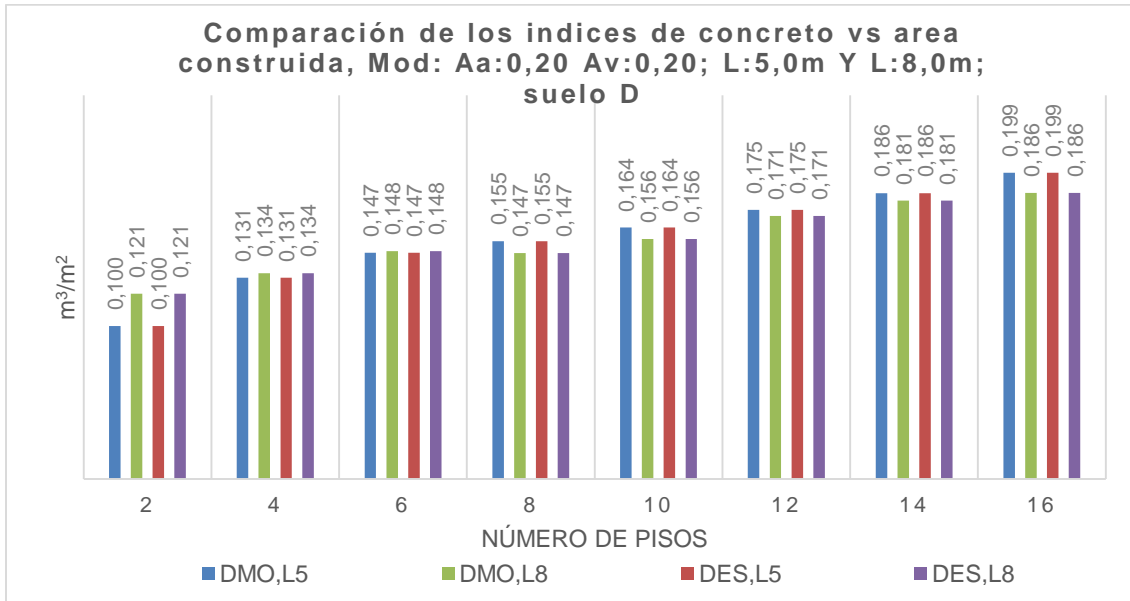


Figura 4-47: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo C.

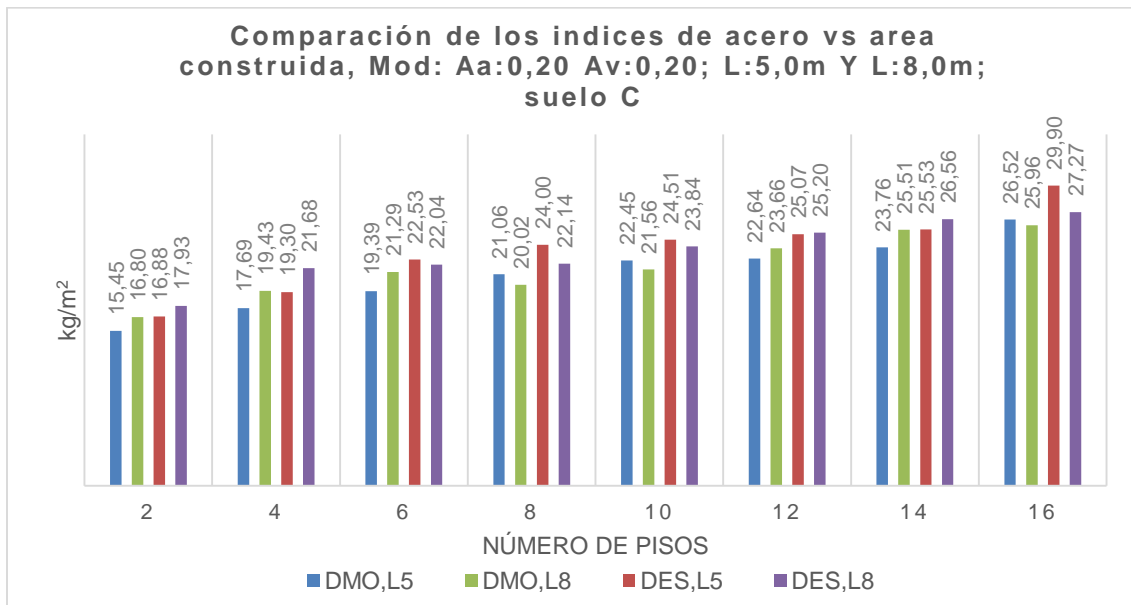
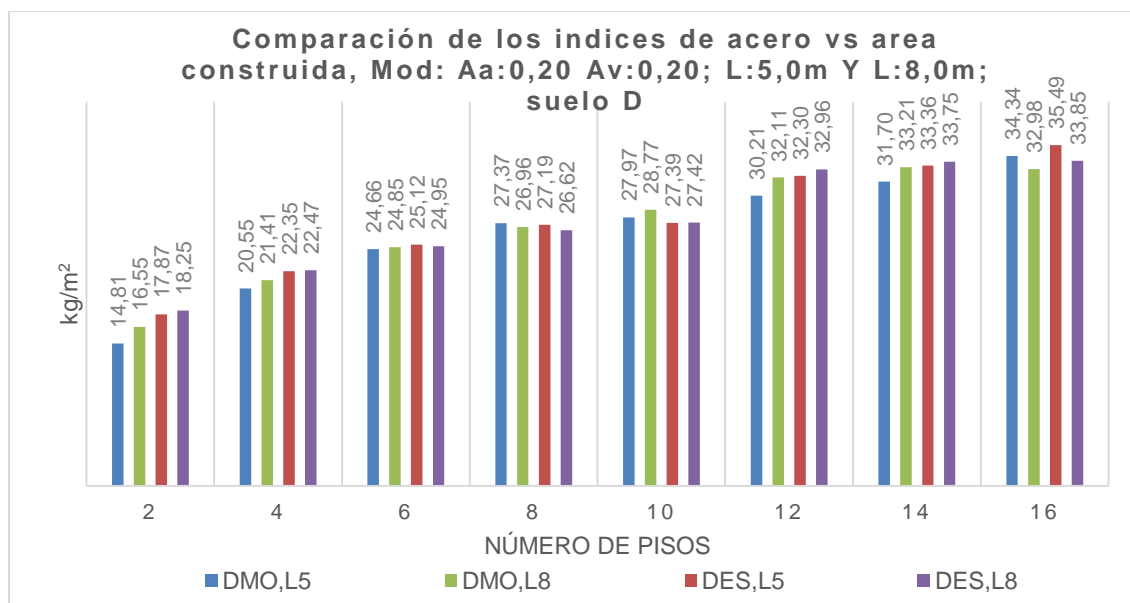


Figura 4-48: Comparación del índice de cantidad de acero vs área construida de los elementos primarios en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m y 8,0m; perfil de suelo tipo D.



En las 16 graficas se evidencia el aumento en las cantidades de concreto y acero al aumentar la luz de diseño de 5,0m a 8,0m, esta tendencia se mantiene al aumentar el número de pisos y al variar el tipo de perfil de suelo. También se puede observar claramente el efecto del perfil de suelo en las cantidades de concreto y acero, que aumentaron entre un 10% y un 20% al cambiar el perfil del tipo C al tipo D.

4.3 Análisis del efecto del número de pisos

En todas las gráficas anteriores se ha visto el efecto del número de pisos en las cantidades de concreto y acero; en este numeral se quiere hacer énfasis en este efecto mediante, las dos gráficas siguientes, para mostrar que existe una tendencia ascendente en las cantidades a medida que se aumenta el número de pisos, como es de esperarse.

Figura 4-49: Variación de la cantidad de concreto de los elementos primarios con relación al número de pisos para los modelos con luz de diseño $L=8,0\text{m}$, diseñados como DMO, en suelo tipo C y D.

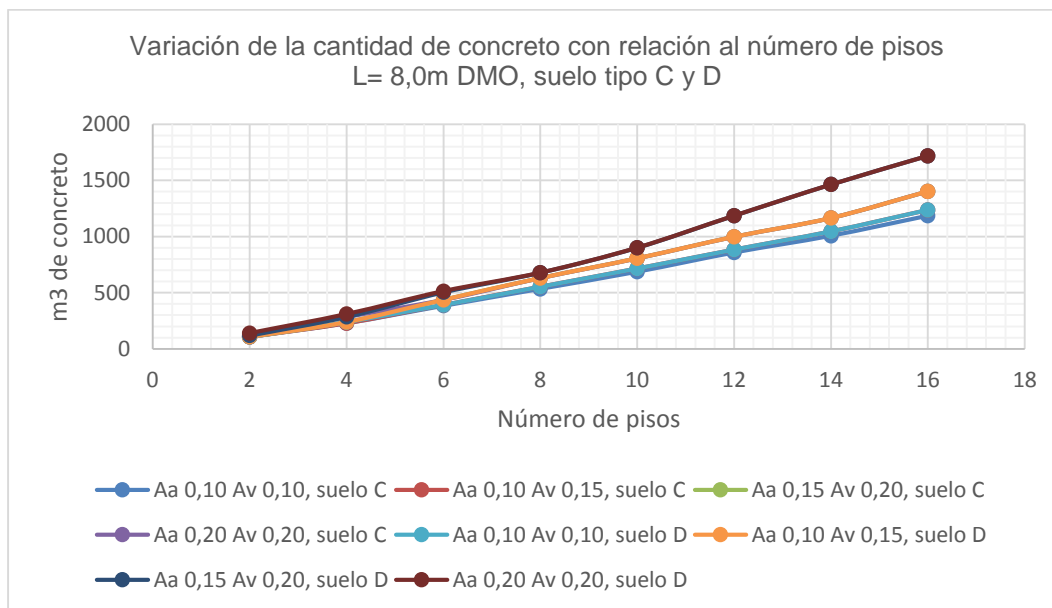
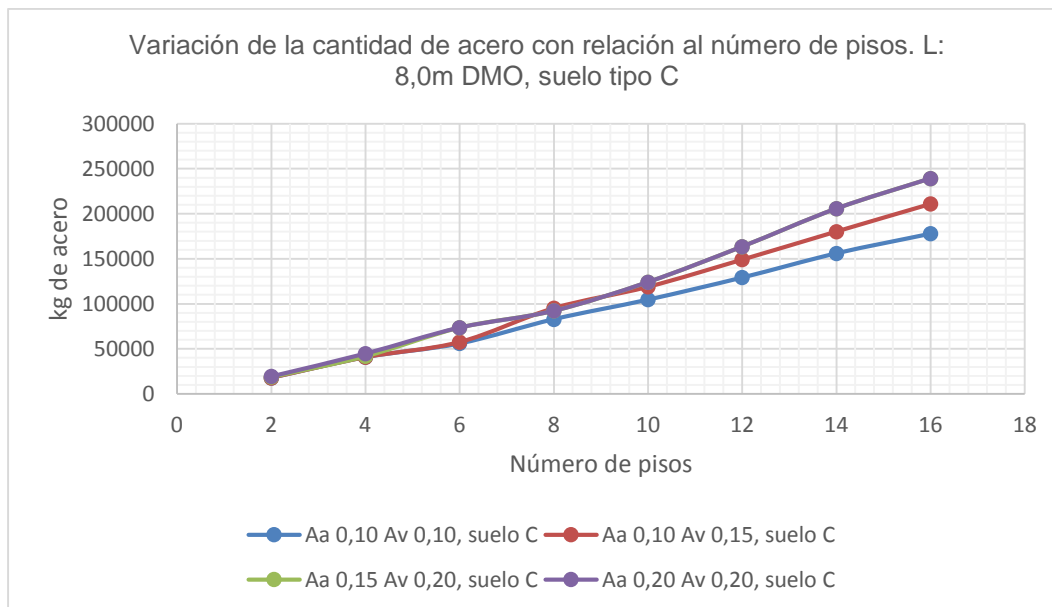


Figura 4-50: Variación de la cantidad de acero de los elementos primarios con relación al número de pisos para los modelos con luz de diseño $L=8,0\text{m}$, diseñados como DMO, en suelo tipo C.



4.4 Análisis de la variación del valor de R_o de 7 a 6 y de 7 a 5 en estructuras detalladas con los requisitos de disipación especial

Los coeficientes de referencia establecidos en los reglamentos para representar la capacidad de disipación de energía (R_o) tienen valores de 7.0 y 5.0 para disipación especial y moderada, respectivamente. Estos valores se perciben como muy altos con base en estudios basados en análisis no lineales llevados a cabo sobre estructuras de acero y de concreto, que muestran cómo una estructura diseñada cumpliendo con los requisitos normativos no tiene esos niveles de capacidad de disipación global (Gómez, 2015, Valencia, 2008). Por esta razón, se decidió escoger dos zonas de estudio y modificar el valor de R_o de 7 a 6 y luego de 7 a 5, para conocer los efectos en las cantidades de concreto y acero a los que se puede llegar por la disminución del valor de R_o , pero cumpliendo con todos los requisitos correspondientes a estructuras DES.

Las estructuras escogidas en la primera zona de estudio (Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C), estaban cumpliendo las derivas con porcentajes de 0.6% a 0.9% en sus pisos y las estructuras escogidas en la segunda zona de estudio (Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D), estaban cumpliendo las derivas con porcentajes de 0.8% a 0.98% en sus pisos.

Figura 4-51: Variación de la cantidad de concreto en los elementos primarios de estructuras detalladas como “DES”, con valor de R_o igual a 5 y 6, con respecto a la estructuras con R_o de 7, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

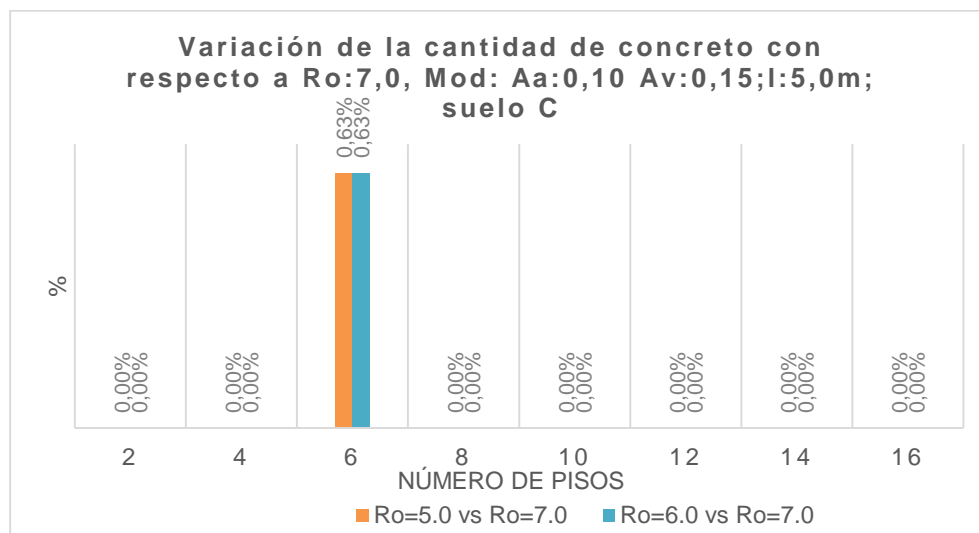


Figura 4-52: Variación de la cantidad de acero en estructuras detalladas como “DES”, con valor de R_o igual a 5 y 6, con respecto a la estructuras con R_o de 7, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

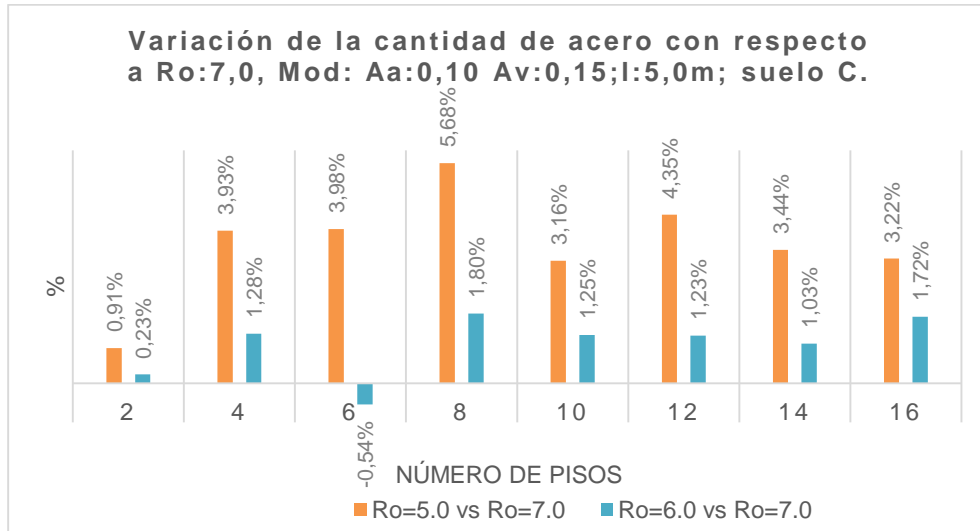


Figura 4-53: Variación de la cantidad de concreto en estructuras detalladas como “DES”, con valor de R_o igual a 5 y 6, con respecto a la estructuras con R_o de 7, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

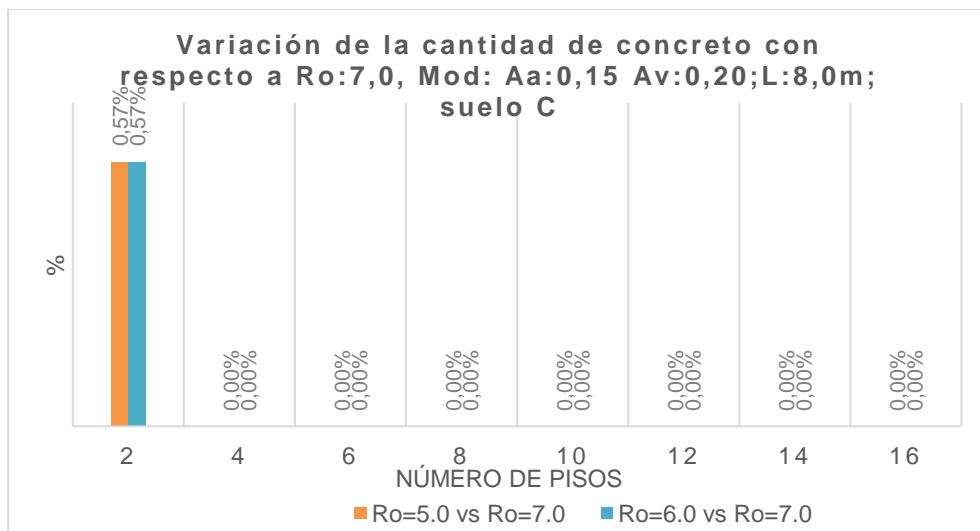
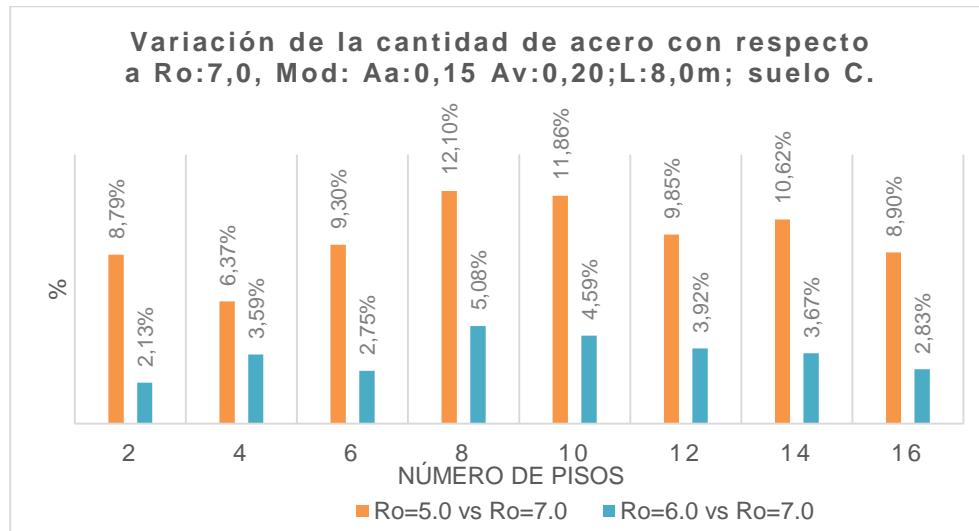


Figura 4-54: Variación de la cantidad de acero en los elementos primarios de estructuras detalladas como “DES”, con valor de R_o igual a 5 y 6, con respecto a la estructuras con R_o de 7, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.



De las gráficas se puede observar que el efecto sobre las cantidades de concreto fue poco o nulo en las estructuras de las dos zonas de estudio, pero si hubo un efecto sobre las cantidades de acero al disminuir el valor de R_o , entre mayor sea esa reducción mayor es el aumento en las cantidades de este material.

Al pasar de un valor de R_o de 7 a 6 se está aumentando la fuerza sísmica de diseño en 16% aproximadamente, en cambio al pasar de un valor de R_o de 7 a 5, el aumento es del 40%, la relación entre estos dos valores de aumento es de 2.5, relación que aproximadamente se mantiene entre las cantidades de acero mostradas en la figura 4-52 y 4-54.

Lo importante de este resultado es conocer que la disminución en el valor de R_o de estructuras con capacidad de disipación energía especial, genera un aumento relativamente pequeño en las cantidades de concreto y acero, con relación al posible aumento en la seguridad estructural que se lograría por dicha modificación.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Este trabajo buscaba establecer los cambios en las cantidades de concreto y acero al utilizar una mayor capacidad de disipación de energía en el diseño de edificaciones de pórticos en concreto reforzado: DES en zonas de amenaza sísmica intermedia y DMO en zonas de amenaza sísmica baja. Con este fin, se analizaron las siguientes variables a través de una comparación de diseños de acuerdo con el reglamento NSR-10: Número de pisos (8 alturas de 2 a 16 pisos), perfil de suelo (C y D), nivel de amenaza representado en los parámetros Aa y Av.

A continuación, se presentan las conclusiones por cada variable estudiada, dando respuesta al objetivo principal de este estudio:

Los datos muestran que hay una disminución en las cantidades de concreto y/o acero de los elementos principales al aumentar de mínima a moderada la capacidad de disipación de energía sísmica en zona de amenaza sísmica baja. La reducción en las cantidades de concreto es muy pequeña, con valores cercanos a 0.5% y en el caso del acero, la tendencia es relativamente uniforme, con una disminución entre 5 y 10%.

Del efecto de la modificación de la capacidad de disipación de energía moderada a capacidad especial en zona de amenaza sísmica intermedia, se observó que las dimensiones obtenidas en las estructuras DMO pueden ser utilizadas en estructuras DES, y consecuentemente se presentó poca o nula variación en las cantidades de concreto. En el caso del acero, hay un aumento en las cantidades de DES con respecto a DMO de entre 6 y 15%. Este aumento relativamente pequeño en las cantidades puede representar un aumento importante en la seguridad de la edificación.

Existe un aumento en las cantidades de concreto y acero al aumentar la luz de diseño de 5,0m a 8,0m; esta tendencia se mantiene al aumentar el número de pisos y al variar el tipo de perfil de suelo de C a D, se detectó un aumento en las cantidades de concreto y acero entre un 10% y un 20%. De igual forma, existe una tendencia linealmente ascendente en las cantidades a medida que se aumenta el número de pisos, como era de esperarse.

El efecto de la variación del valor de R_o de 7 a 6 y de 7 a 5 en pórticos detallados con los requisitos de disipación especial fue poco o nulo en las cantidades de concreto, pero si hubo un efecto sobre las cantidades de acero, ya que entre mayor sea esa reducción mayor es el aumento en las cantidades de este material: el aumento está entre 1% y 5% para el caso de la disminución en R_o de 7 a 6, y entre 1% y 12% para el caso de la disminución en R_o de 7 a 5, lo que se traduce en un aumento en el costo relativamente pequeño comparado con el posible aumento en la seguridad estructural que se lograría por dicha modificación.

5.2 Recomendaciones

El presente trabajo se concentró en las cantidades de materiales con el fin de relacionar los resultados con el costo final de la edificación. Estos resultados abren la ventana a un estudio sobre la conveniencia de utilizar una capacidad de disipación de energía mayor para lograr una mayor seguridad, con el fin de hacer cambios en el uso de estas capacidades de disipación en ciertas zonas del país o dar recomendaciones sobre el aumento en los requisitos de ductilidad conociendo que no tendrían mayores costos a los actualmente obtenidos en el país.

Anexo 1: Evaluación del programa utilizado

Es natural que en las oficinas de diseño se apoye el diseño estructural y el buen juicio ingenieril con programas de cálculo estructural; y es por la facilidad en el cálculo de las cantidades de obra y por el diseño de los elementos conforme a los requisitos de estructuras DMI, DMO y DES, que se decide utilizar el programa CYPECAD de la casa CYPE ingenieros. Este programa tuvo licencia gratuita expedida por dicha empresa en la versión 2018 para este trabajo de grado y se utilizó para las estructuras regulares y básicas que se manejaron en este proyecto.

Se hicieron dos chequeos básicos: el primero, fue modelar dos estructuras típicas y comparar los resultados obtenidos del análisis entre el programa CYPECAD V2018 y ETABS V2016 de la casa CSI Computers and Structures, Inc. Se anota que cada programa utiliza diferente factor en la zona rígida de nodos, y que, aunque estén dentro de lo normalmente utilizado y conocido, esto hace variar un poco los resultados; igualmente el peso de los elementos puede variar porque tienen la opción de tomar el peso con longitudes libres o longitudes totales, pero a nivel general se obtuvieron resultados congruentes. El segundo chequeo fue modelar tres veces una misma estructura en el programa CYPECAD y cambiar únicamente la opción que da el programa para los requisitos de detallado de DMI, a DMO y luego a DES, dejando fijo el valor de R_o , con lo que se detectaron los cambios que se producen en el despiece de los elementos para las mismas solicitaciones, obteniendo resultados favorables.

A.1.1 Primer chequeo del programa utilizado: comparación de resultados de análisis

Se modelaron dos estructuras similares en el programa CYPECAD y ETABS, una estructura de dos pisos y otra estructura de seis pisos obteniendo resultados similares. Los datos de entrada son los siguientes:

- Dimensiones de los elementos: Modelo de dos pisos: Vigas de 30x35cm, columnas de 35x35cm y losa maciza de 10cm; Modelo de seis pisos: Vigas de 30x35cm, 4 columnas de 35x35cm, columnas perimetrales 30x30cm y losa maciza de 10cm
- Materiales: f'_c : 28 Mpa, F_y : 420 MPa E :3900 $\sqrt{f'_c}$
- Modulación: 4 ejes de columnas en cada sentido ortogonal con separación de 5m, altura de entrepiso 3m, pero el primer piso es de 3.3m
- Cargas verticales: Peso propio de vigas, columnas y losa maciza, carga sobreimpuesta de 5 KPa, carga viva de 1.8Kpa
- Cargas horizontales: Sismo de diseño NSR-10 con los siguientes parámetros: A_a :0.15, A_v :0.20 Perfil de suelo C, S_a de meseta 0.45, Coeficiente de disipación de energía sísmico básico R_o :5

En las siguientes imágenes se muestra la comparación de los resultados obtenidos con los dos programas para el modelo de dos pisos, lo propio se hizo con el modelo de seis pisos.

Figura A-1: Modelos 3d en los programas escogidos: CYPECAD y ETABS

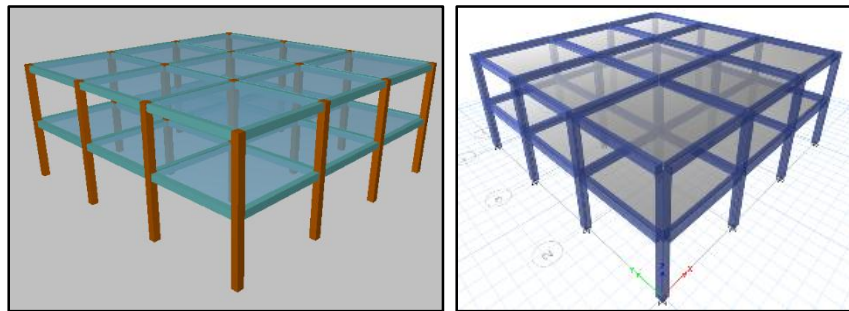


Figura A-2: Periodos y participación modal en CYPECAD y ETABS

| Modo | T | L _x | L _y | L _{gz} | M _x | M _y | Hipótesis X(1) | Hipótesis Y(1) |
|--------|-------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|---|---|
| Modo 1 | 0.498 | 1 | 0 | 0 | 91.51 % | 0 % | R = 5 A = 0.883 m/s ² D = 5.55593 mm | R = 5 A = 0.883 m/s ² D = 5.55593 mm |
| Modo 2 | 0.498 | 0 | 1 | 0 | 0 % | 91.51 % | R = 5 A = 0.883 m/s ² D = 5.55593 mm | R = 5 A = 0.883 m/s ² D = 5.55593 mm |
| Modo 3 | 0.403 | 0.0186 | 0.0186 | 1 | 0 % | 0 % | R = 5 A = 0.883 m/s ² D = 3.63674 mm | R = 5 A = 0.883 m/s ² D = 3.63674 mm |
| Total | | | | | 91.51 % | 91.51 % | | |

| Modal Participating Mass Ratios | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|------|------------|--------|--------|----|--------|
| de 1 de 6 Reload Apply | | | | | | | |
| | Case | Mode | Period sec | UX | UY | UZ | Sum UX |
| ► | Modal | 1 | 0.497 | 0.3473 | 0.5683 | 0 | 0.3473 |
| | Modal | 2 | 0.497 | 0.5683 | 0.3473 | 0 | 0.9157 |
| | Modal | 3 | 0.426 | 0 | 0 | 0 | 0.9157 |

En la figura A-2 se observa que para los dos programas se obtuvo un periodo en el primer modo de 0.498 segundos y que la participación modal llega al 91.51%

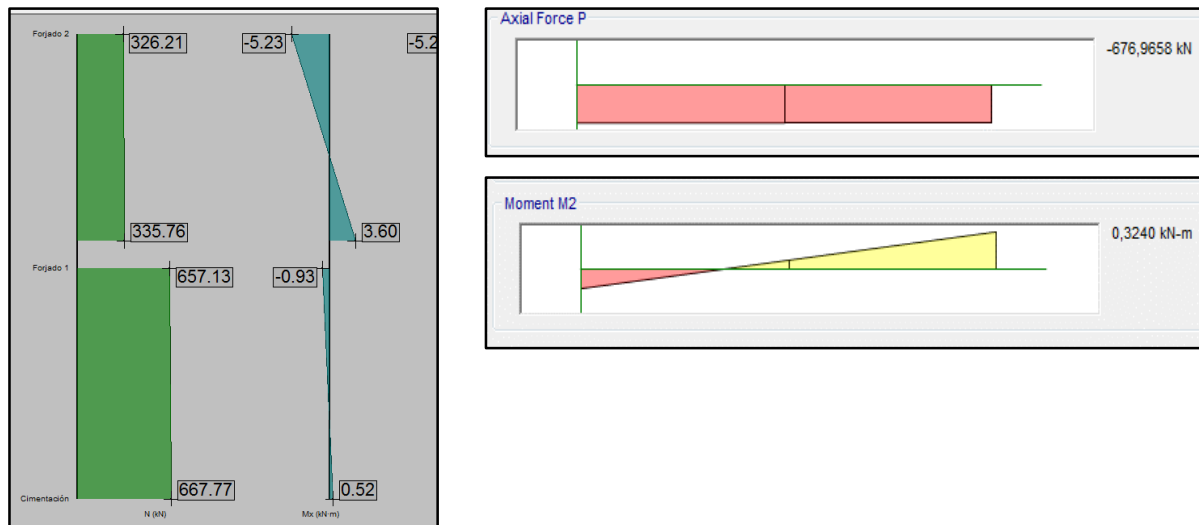
Figura A-3: Fuerza sísmica resultante con el programa CYPECAD Y ETABS

| Hipótesis sísmica | Condición de cortante basal mínimo | |
|-------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Sismo X1 | $V_{d,X1} \geq 0.80 \cdot V_{s,X}$ | 338.340 kN \geq 295.519 kN |
| Sismo Y1 | $V_{d,Y1} \geq 0.80 \cdot V_{s,Y}$ | 338.340 kN \geq 295.519 kN |

| | Load Case/Combo | FX kN | FY kN | FZ kN | MX kN-m | |
|---|-----------------|-----------|-----------|-------|-----------|-----|
| ► | FHE 1 | -1834.794 | 0 | 0 | 0 | -96 |
| | Sdx Max | 1687.9305 | 506.3628 | 0 | 2634.4657 | 878 |
| | Sdy Max | 506.3628 | 1687.9305 | 0 | 8781.8362 | 263 |

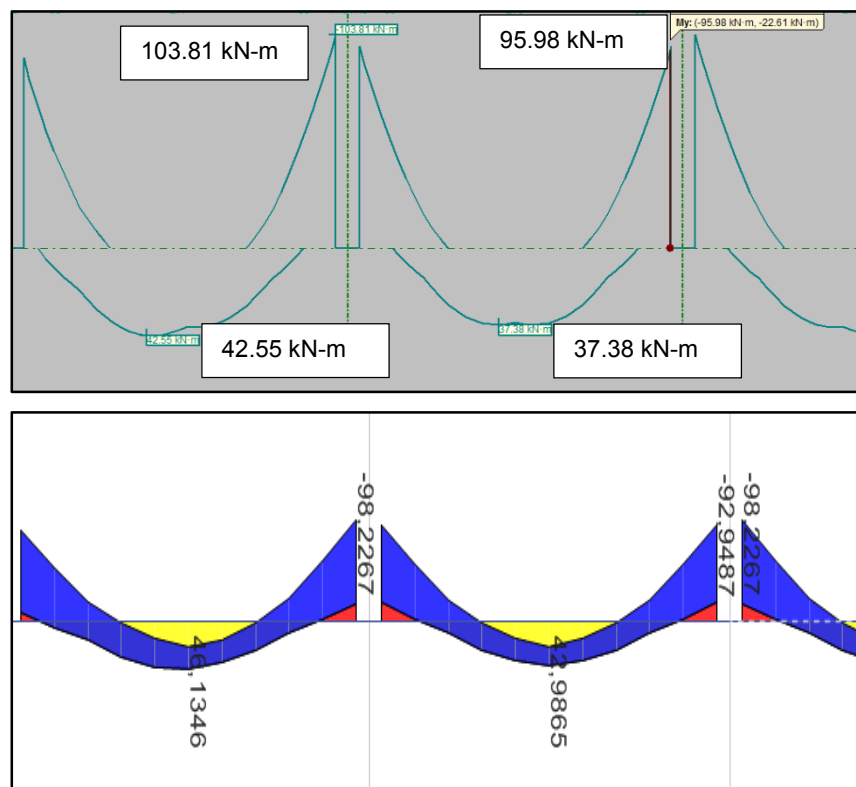
En la figura A-3 se observa que el cortante obtenido por el análisis espectral en CYPECAD es de 338,34 y que el cortante obtenido en ETBAS es 1687.93, aquí se anota que el cortante en el primer programa se encuentra dividido entre R:5,0, por lo que el valor de análisis es de $338,34 \times 5,0 = 1691.7$, siendo muy parecido en los dos programas.

Figura A-4: Solicitaciones en columna interna de primer piso, combinación 1,2Cm+1,6CV con el programa CYPECAD Y ETABS



En la figura A-4 se observa que las cargas en las columnas son muy parecidas obteniendo 667.77 kN en CYPECAD y en ETBAS un valor de 676.96 kN

Figura A-5: Diagrama de momentos en viga interior debido a envolvente de diseño, con los programas CYPECAD Y ETABS



En la figura A-5 se observa un diagrama de momentos similar para los dos programas con valores máximos de -103.81 kN-m y +42.55 kN-m para CYPECAD y -98.22 kN-m y +46.13kN-m en ETABS, por lo que se puede decir que están dentro del mismo orden de magnitud

Al observar que los resultados obtenidos en los dos programas y con los dos modelos eran iguales para efectos prácticos, se procedió a aceptar los valores de análisis del programa CYPECAD y utilizarlo en este estudio, no sin antes hacer el segundo chequeo correspondiente al detallado del acero como se muestra en la siguiente sección.

A.1.2 Segundo chequeo del programa utilizado: comparación del detallado de los elementos con DES, DMO y DMI

Para saber si existe alguna diferencia entre el detallado que el programa aplica con los requisitos de estructuras DES, DMO y DMI que el reglamento NSR-10 recomienda, se generó un modelo de comparación basado en una estructura de dos pisos en la que se hicieron tres cambios en el grado de detallado de los elementos, el valor de R_o no se modificó y se utilizó un valor de 5,0. Los parámetros sísmicos son: A_a 0.10, A_v 0.10, Perfil de suelo tipo C. En las siguientes figuras solo se muestra qué programa varía la forma de detallado en vigas y columnas.

En cuanto a los requisitos necesarios para alcanzar una capacidad especial de disipación de energía sísmica en vigas, se detectó que el programa no considera la adición de estribos en los traslapes separados máximo cada $d/4$ o 10cm, de acuerdo con C.21.5.2.3; pero dado que por la longitud de las vigas empleadas en este proyecto, solo se genera un traslape y los estribos adicionales necesarios para cumplir este requisito son mínimos, puede continuarse con las conclusiones ya establecidas sobre el uso del programa.

Seguidamente, se muestra la variación del despiece de las vigas al utilizar criterios de detallado diferentes

Figura A-6: Despiece de viga intermedia con detallado correspondiente a estructuras DES

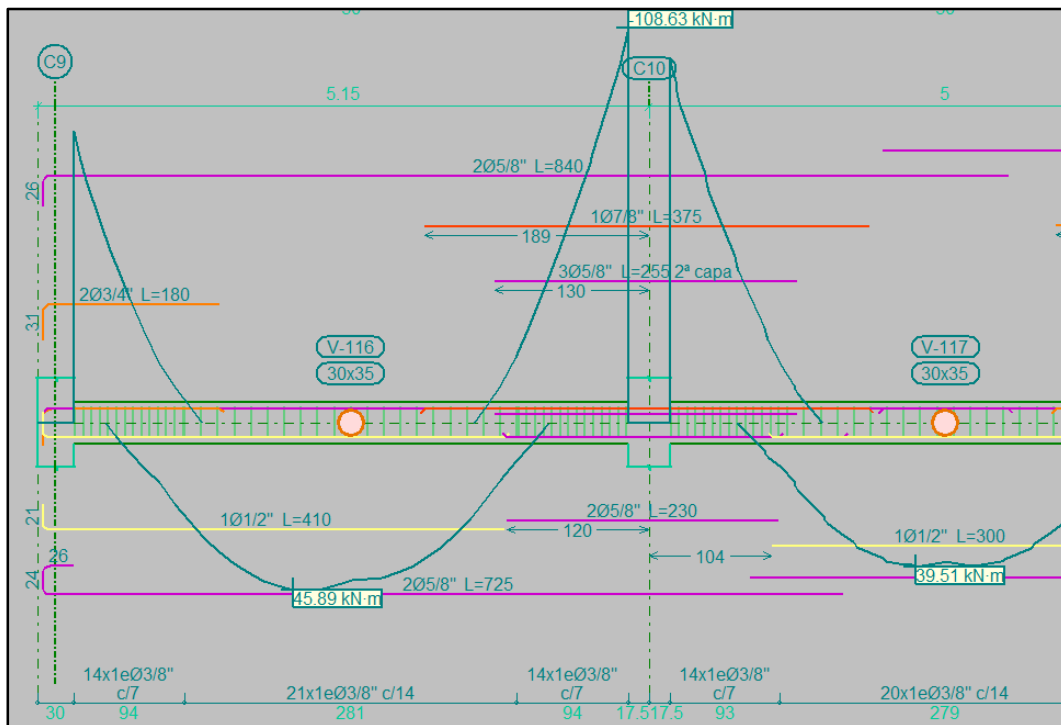
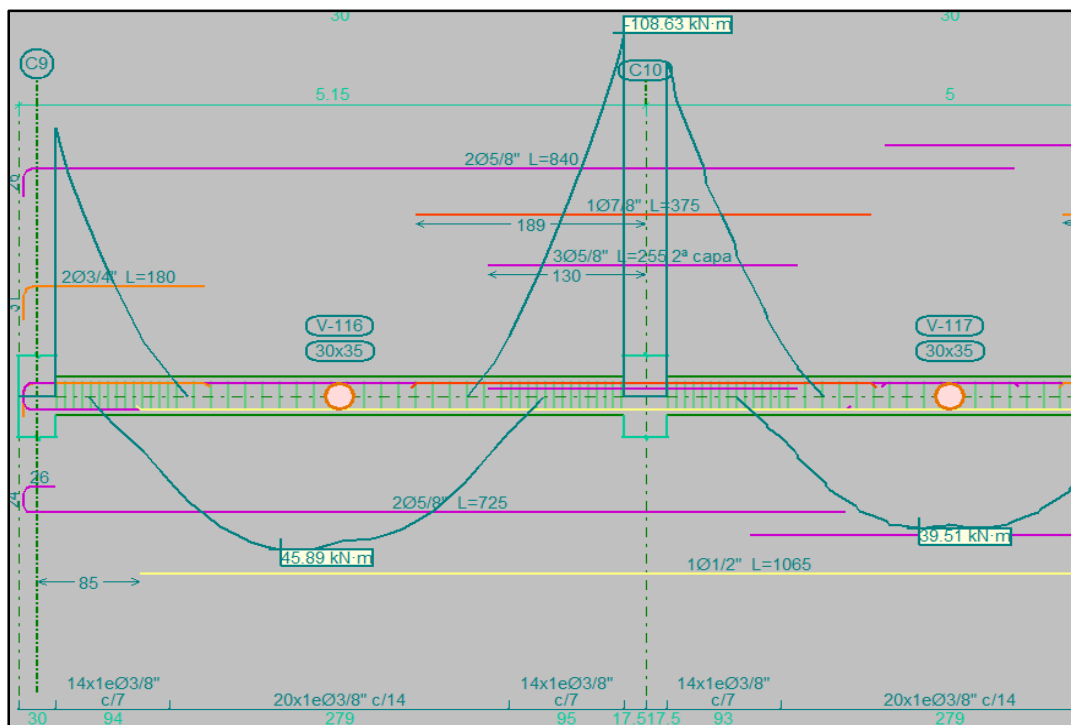
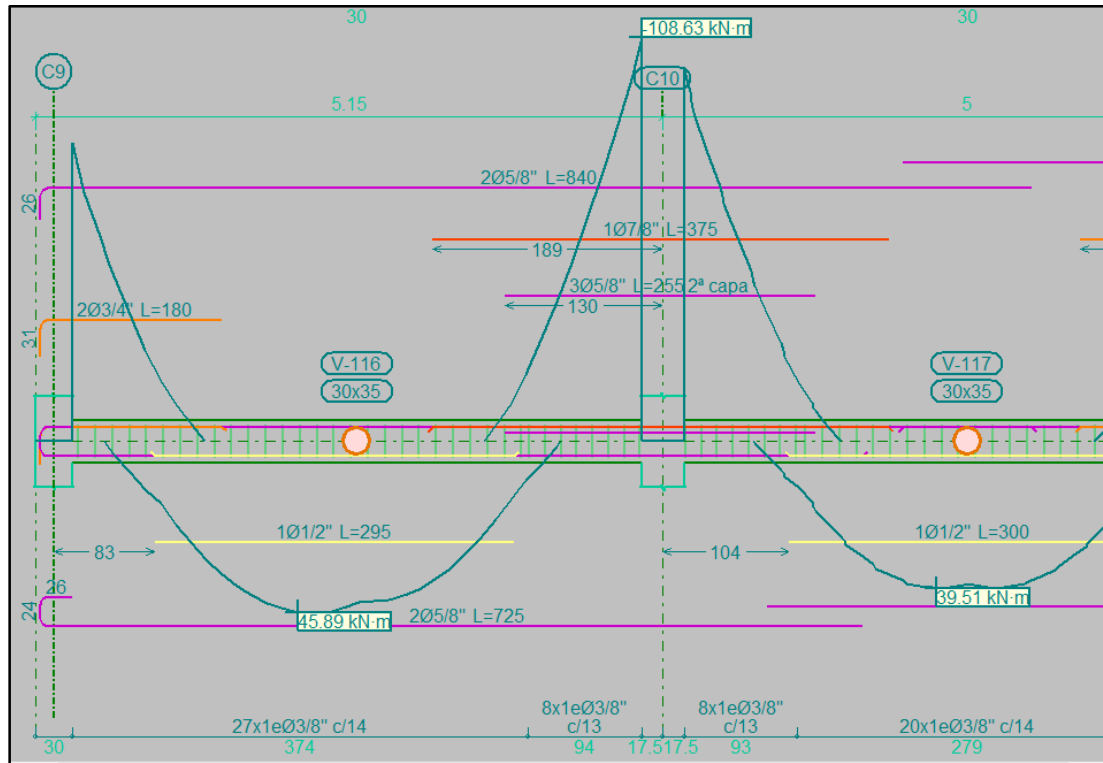


Figura A-7: Despiece de viga intermedia con detallado correspondiente a estructuras DMO



Entre el detallado DMO de la figura A-7 y el detallado DES de la figura A-6, se logra evidenciar el cambio en el acero para momento positivo que hay en los nodos, siendo el de DES mucho mayor que al de DMO.

Figura A-8: Despiece de viga intermedia con detallado correspondiente a estructuras DMI



Entre el detallado DMI de la figura A-8 y el detallado DMO de la figura A-7, se logra evidenciar el cambio en el acero para momento positivo que hay en los nodos, siendo el de DMO mucho mayor que al de DMI, como también se logra evidenciar que las zonas de confinamiento con estribos a $d/4$ no existen en la viga DMI.

Ahora se escoge una columna intermedia y se evalúa los cambios que existen en el armado para cumplir los criterios de detallado DES, DMO, y DMI.

Figura A-9: Despiece de columna con detallado correspondiente a estructuras DES

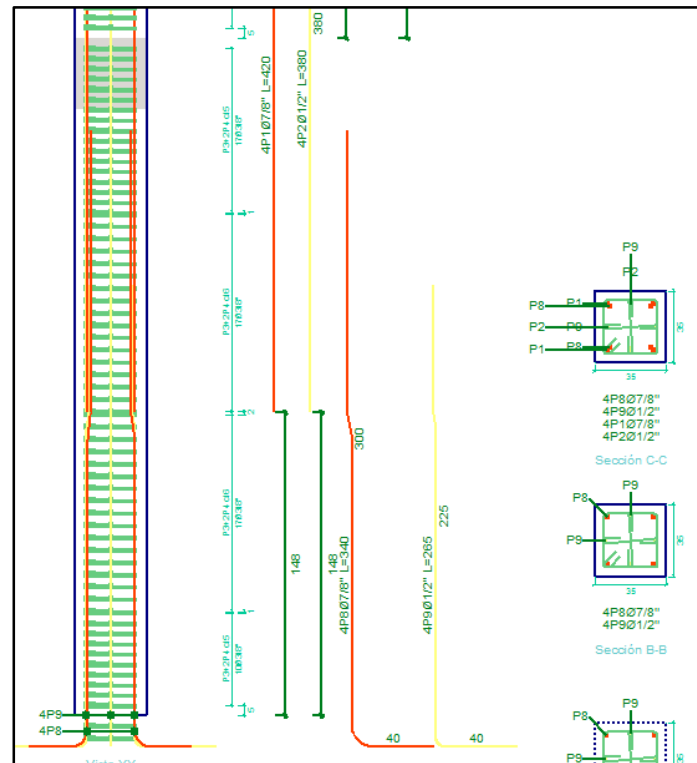
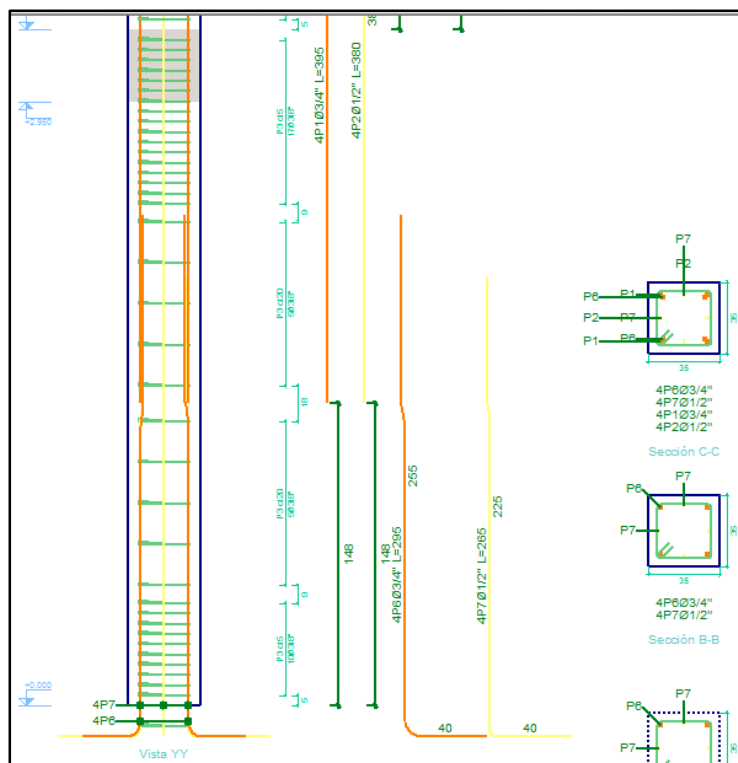
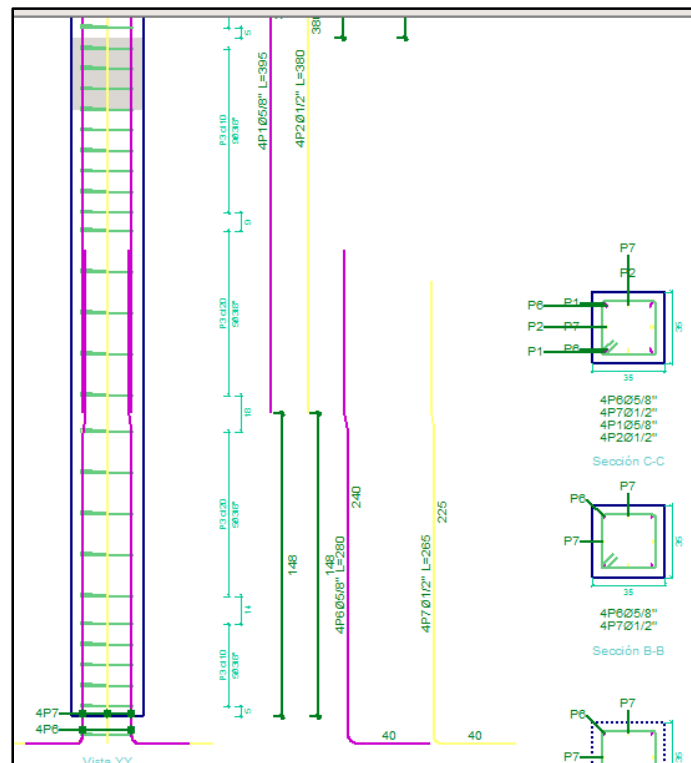


Figura A-10: Despiece de columna con detallado correspondiente a estructuras DMO



Entre el detallado DES de la figura A-9 y el detallado DMO de la figura A-10, se logra evidenciar el cambio en la separación de estribos y el fleje necesario en la sección de la estructura DES, para cumplir con lo indicado en la sección C.21.6.4.4 del reglamento NSR-10. También se observa que el acero longitudinal de la columna en DES es mayor que el acero de la columna DMO, lo que resulta del diseño de columna fuerte viga débil que, aunque se hace en los dos modelos, el acero positivo en los nodos de las vigas DES es mucho mayor que el acero en los nodos de las vigas DMO, aumentando la resistencia en la viga; por ende, se necesita más acero en la columna DES para satisfacer este requisito.

Figura A-11: Despiece de columna con detallado correspondiente a estructuras DMI



Entre el detallado DMI de la figura A-11 y el detallado DMO de la figura A-10, se logra evidenciar la disminución de la cantidad de estribos y de la cantidad de acero longitudinal; esto último se debe a que en DMI no se tiene en cuenta el concepto de columna fuerte viga débil.

Luego de evidenciar que la mayoría de los requisitos exigidos para alcanzar cada grado de disipación de energía se evalúa y cumple en el cálculo hecho por el programa CYPECAD, se decide utilizarlo plenamente para el estudio que se realizó

Anexo 2: Información de los modelos estudiados

En este anexo se presentan 15 tablas con datos de periodos, derivas y secciones de elementos obtenidas en cada modelo analizado, distribuidas en las siguientes subsecciones. Se recuerda que los datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C, se presentaron en el inciso 2.3.

- A.2.1 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D
- A.2.2 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C
- A.2.3 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

- A.2.4 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C
- A.2.5 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D
- A.2.6 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C
- A.2.7 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

- A.2.8 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C
- A.2.9 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D

- A.2.10 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C
- A.2.11 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D
- A.2.12 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C
- A.2.13 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D
- A.2.14 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C
- A.2.15 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

A.2.1 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D

Tabla A-1. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------|
| 2 | 0,40 | 0,57 | DMO | Todas 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,35m 12 exteriores 0,30mx0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,72% Piso 2: 0,58% | 315,07 |
| 2 | 0,40 | 0,56 | DMI | Todas 0,35mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,35m 12 exteriores 0,30mx0,30m | Piso 1: 0,72% Piso 2: 0,58% | 643,2 |

Tabla A-1: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|---|--|--|----------------|
| | | | | | f'c:28MPa | | |
| 4 | 0,40 | 0,81 | DMO | Las centrales 0,40mx0,35m Exteriores 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,45m último piso 0,40mx0,40m 8 exteriores 0,45mx0,45m último piso 0,35m 4 esquinas 0,40mx0,40m último piso 0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,65% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,79% Piso 4: 0,56% | 598,56 |
| 4 | 0,40 | 0,79 | DMI | Las centrales 0,40mx0,35m Exteriores 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,45m último piso 0,40mx0,40m 8 exteriores 0,45mx0,45m último piso 0,35m 4 esquinas 0,40mx0,40m último piso 0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,62% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,72% Piso 4: 0,52% | 1146 |
| 6 | 0,31 | 1,09 | DMO | General Piso 1 a 4 0,40mx0,40m piso 5 y 6 0,40mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,45m piso 2 a 6 0,35mx0,45m 8 exteriores 0,35mx0,45m piso 5 y 6 0,35mx0,40m 4 de esquinas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,67% Piso 2: 0,87% Piso 3: 0,80% Piso 4: 0,69% Piso 5: 0,59% Piso 6: 0,41% | 680,81 |

Tabla A-1: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| 6 | 0,31 | 1,03 | DMI | General Piso 1 a 4 0,40mx0,40m piso 5 y 6 0,40mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,45m so 2 a 6 0,35mx0,45m 8 exteriores 0,35mx0,45m piso 5 y 6 0,35mx0,40m 4 de esquinas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,60% Piso 2: 0,76% Piso 3: 0,72% Piso 4: 0,67% Piso 5: 0,63% Piso 6: 0,43% | 1438,56 |
| 8 | 0,24 | 1,40 | DMO | Todas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,40mx0,55m Piso 2 a 5 0,35mx0,55m Pisos 6 a 8 0,35mx0,50m 8 exteriores 0,35mx0,55m Pisos 6 a 8 0,35mx0,45m 4 esquina 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,64% Piso 2: 0,88% Piso 3: 0,87% Piso 4: 0,80% Piso 5: 0,70% Piso 6: 0,61% Piso 7: 0,44% Piso 8: 0,263% | 719,032 |
| 8 | 0,24 | 1,38 | DMI | Todas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,55m Piso 3 a 5 0,35mx0,55m Pisos 6 a 8 0,35mx0,50m 8 exteriores 0,35mx0,55m Pisos 6 a 8 0,35mx0,45m 4 esquina 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,60% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,87% Piso 4: 0,81% Piso 5: 0,71% Piso 6: 0,71% Piso 7: 0,45% Piso 8: 0,26% | 1450,57 |

Tabla A-1: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--|---|----------------|
| 10 | 0,20 | 1,63 | DMO | Todas de 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,55m piso 8 a 10 0,45mx0,45m 8 exteriores 0,40mx0,50m piso 8 a 10 0,40mx0,40m 4 esquina 0,45mx0,45m piso 8 a 10 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,60% Piso 2: 0,81% Piso 3: 0,81% Piso 4: 0,76% Piso 5: 0,71% Piso 6: 0,64% Piso 7: 0,57% Piso 8: 0,52% Piso 9: 0,38% Piso 10: 0,23% | 785,246 |
| 10 | 0,20 | 1,62 | DMI | Todas de 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,55m Piso 4 a 7 0,45mx0,55m piso 8 a 10 0,45mx0,45m 8 exteriores 0,40mx0,50m piso 8 a 10 0,40mx0,40m 4 esquina 0,45mx0,45m piso 8 a 10 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,57% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,80% Piso 4: 0,77% Piso 5: 0,71% Piso 6: 0,65% Piso 7: 0,57% Piso 8: 0,52% Piso 9: 0,39% Piso 10: 0,24% | 1576,05 |
| 12 | 0,17 | 1,99 | DMO | Todas 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,50m Piso 9 a 12 0,45mx0,45m 8 exteriores 0,40mx0,50m piso 9 a 12 0,40mx0,45m 4 esquina 0,45mx0,45m piso 9 a 12 0,40mx0,40m | Piso 1: 0,64% Piso 2: 0,87% Piso 3: 0,88% Piso 4: 0,85% Piso 5: 0,81% Piso 6: 0,75% Piso 7: 0,69% Piso 8: 0,63% Piso 9: 0,57% Piso 10: 0,47% Piso 11: 0,35% Piso 12: 0,22% | 784,307 |

Tabla A-1: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--|---|----------------|
| | | | | | f'c:28MPa | | |
| 12 | 0,17 | 1,99 | DMI | Todas 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,55m Piso 5 a 8 0,45mx0,50m Piso 9 a 12 0,45mx0,45m 8 exteriores 0,45mx0,50m Piso 4 a 8 0,40mx0,50m piso 9 a 12 0,40mx0,45m 4 esquina 0,45mx0,45m piso 9 a 12 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,55% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,80% Piso 4: 0,80% Piso 5: 0,78% Piso 6: 0,73% Piso 7: 0,68% Piso 8: 0,63% Piso 9: 0,59% Piso 10: 0,49% Piso 11: 0,37% Piso 12: 0,23% | 1592,57 |
| 14 | 0,14 | 2,15 | DMO | Todas 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,60m Piso 5 a 10 0,60mx0,45m Piso 10 a 14 0,50mx0,45m 8 exteriores 0,45mx0,50m piso 10 a 14 0,45mx0,45m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 10 a 14 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,49% Piso 2: 0,72% Piso 3: 0,76% Piso 4: 0,75% Piso 5: 0,74% Piso 6: 0,71% Piso 7: 0,68% Piso 8: 0,64% Piso 9: 0,61% Piso 10: 0,60% Piso 11: 0,53% Piso 12: 0,45% Piso 13: 0,34% Piso 14: 0,22% | 850,35 |
| 14 | 0,14 | 2,14 | DMI | Todas 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,60m Piso 5 a 10 0,60mx0,45m Piso 10 a 14 0,50mx0,45m | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,70% Piso 3: 0,76% Piso 4: 0,75% Piso 5: 0,75% Piso 6: 0,71% Piso 7: 0,68% | 1700,71 |

Tabla A-1: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| | | | | | 8 exteriores 0,50mx0,50m Piso 3 a 9 0,45mx0,50m piso 10 a 14 0,45mx0,45m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 10 a 14 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 8: 0,65% Piso 9: 0,61% Piso 10: 0,61% Piso 11: 0,54% Piso 12: 0,46% Piso 13: 0,35% Piso 14: 0,23% | |
| 16 | 0,14 | 2,141 | DMO | Piso 1 a 10 0,50mx0,45m Piso 11 a 16 0,40mx0,45m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx0,65m Piso 5 a 11 0,50mx0,60m Piso 12 a 16 0,45mx0,55m 8 exteriores 0,45mx0,60m piso 11 a 16 0,40mx0,50m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 11 a 16 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,45% Piso 2: 0,63% Piso 3: 0,66% Piso 4: 0,66% Piso 5: 0,66% Piso 6: 0,63% Piso 7: 0,61% Piso 8: 0,58% Piso 9: 0,56% Piso 10: 0,54% Piso 11: 0,60% Piso 12: 0,61% Piso 13: 0,55% Piso 14: 0,46% Piso 15: 0,36% Piso 16: 0,25% | 1025,91 |
| 16 | 0,14 | 2,141 | DMI | piso 1 a 10 0,50mx0,45m piso 11 a 16 0,40mx0,45m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,65m Piso 4 0,55mx0,65m Piso 5 a 11 0,50mx0,60m Piso 12 a 16 0,45mx0,55m 8 exteriores 0,45mx0,60m piso 11 a 16 0,40mx0,50m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 11 a 16 | Piso 1: 0,44% Piso 2: 0,62% Piso 3: 0,65% Piso 4: 0,65% Piso 5: 0,65% Piso 6: 0,65% Piso 7: 0,61% Piso 8: 0,58% Piso 9: 0,56% Piso 10: 0,54% Piso 11: 0,60% Piso 12: 0,61% Piso 13: 0,55% Piso 14: 0,47% Piso 15: 0,36% Piso 16: 0,25% | 2055,03 |

Tabla A-1: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------|----------------|
| | | | | | 0,40mx0,40m f'c:28MPa | | |

A.2.2 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C

Tabla A-2. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|---|--|--------------------------------|----------------|
| 2 | 0,30 | 0,51 | DMO | 4 internas 0,50mx0,50m Externas 0,40mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,50m 8 exteriores 0,40mx0,45m 4 de esquina 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,42% Piso 2: 0,38% | 659,3 |
| 2 | 0,30 | 0,51 | DMI | 4 internas 0,50mx0,50m Externas 0,40mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,50m 8 exteriores 0,40mx0,45m 4 de esquina 0,45mx0,45m | Piso 1: 0,42% Piso 2: 0,38% | 1318,6 |

Tabla A-2: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|--|--|----------------|
| | | | | | f'c:28MPa | | |
| 4 | 0,30 | 0,90 | DMO | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 y 2 0,65mx0,50m pisos 3 y 4 0,55mx0,50m 8 exteriores 0,45mx0,55m 4 de esquinas 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,70% Piso 2: 0,88% Piso 3: 0,72% Piso 4: 0,43% | 1263,48 |
| 4 | 0,30 | 0,90 | DMI | Pisos 1 y 2 Internas 0,60mx0,50m Externas 0,50mx0,50m Pisos 3 y 4 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 y 2 0,65mx0,50m pisos 3 y 4 0,55mx0,50m 8 exteriores 0,45mx0,55m 4 de esquinas 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,70% Piso 2: 0,88% Piso 3: 0,72% Piso 4: 0,43% | 2526,96 |
| 6 | 0,21 | 1,19 | DMO | Pisos 1 a 3 0,50mx0,55m Pisos 4 y 5 0,55mx0,50m Piso 6 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx0,60m piso 4 a 6 0,65mx0,50m 8 exteriores 0,55mx0,45m 4 de esquinas 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,55% Piso 2: 0,70% Piso 3: 0,67% Piso 4: 0,61% Piso 5: 0,49% Piso 6: 0,32% | 1243 |
| 6 | 0,21 | 1,16 | DMI | Pisos 1 a 3 0,50mx0,55m Pisos 4 y 5 | Las 4 centrales 0,55mx0,70m | Piso 1: 0,50% Piso 2: 0,66% Piso 3: 0,64% | 2488,9 |

Tabla A-2: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|---|---|--|----------------|
| | | | | 0,55mx0,50m Piso 6 0,50mx0,50m f'c:28MPa | piso 4 a 6 0,45mx0,60m 8 exteriores 0,65mx0,50m Pisos 4 a 6 0,55mx0,45m 4 de esquinas 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 4: 0,64% Piso 5: 0,52% Piso 6: 0,33% | |
| 8 | 0,16 | 1,54 | DMO | Pisos 1 a 7 V. interiores 0,55mx0,50m V. exteriores 0,50mx0,50m Piso 8 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx1,10m Pisos 6 a 8 0,45mx0,90m 8 exteriores 0,45mx0,90m Pisos 6 a 8 0,40mx0,80m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,45% Piso 2: 0,71% Piso 3: 0,76% Piso 4: 0,73% Piso 5: 0,67% Piso 6: 0,59% Piso 7: 0,45% Piso 8: 0,30% | 1294,3 |
| 8 | 0,16 | 1,54 | DMI | Pisos 1 a 7 V. interiores 0,55mx0,50m V. exteriores 0,50mx0,50m Piso 8 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx1,10m Pisos 6 a 8 0,45mx0,90m 8 exteriores 0,45mx0,90m Pisos 6 a 8 0,40mx0,80m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,45% Piso 2: 0,71% Piso 3: 0,76% Piso 4: 0,73% Piso 5: 0,67% Piso 6: 0,59% Piso 7: 0,45% Piso 8: 0,30% | 2588,81 |
| 10 | 0,13 | 1,76 | DMO | Pisos 1 a 6 0,50mx0,55m Pisos 7 a 10 0,50mx0,50m | Las 4 centrales 0,55mx1,00m Piso 7 a 10 0,45mx0,90m | Piso 1: 0,37% Piso 2: 0,57% Piso 3: 0,62% Piso 4: 0,61% Piso 5: 0,57% | 1338,9 |

Tabla A-2: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| | | | | f'c:28MPa | 8 exteriores 0,50mx0,95m Piso 7 a 10 0,40mx0,80m 4 de esquinas 0,55mx0,55m f'c:28MPa | Piso 6: 0,54% Piso 7: 0,56% Piso 8: 0,53% Piso 9: 0,42% Piso 10: 0,29% | |
| 10 | 0,13 | 1,75 | DMI | Pisos 1 a 6 0,50mx0,55m Pisos 7 a 10 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60x1,05 Piso 4 a 6 0,55mx1,00m Piso 7 a 10 0,45mx0,90m 8 exteriores 0,50mx0,95m Piso 7 a 10 0,40mx0,80m 4 de esquinas 0,55mx0,55m f'c:28MPa | Piso 1: 0,36% Piso 2: 0,56% Piso 3: 0,51% Piso 4: 0,61% Piso 5: 0,57% Piso 6: 0,54% Piso 7: 0,56% Piso 8: 0,53% Piso 9: 0,43% Piso 10: 0,29% | 2681,46 |
| 12 | 0,11 | 2,06 | DMO | Pisos 1 a 8 0,50mx0,55m Pisos 9 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,05m piso 9 a 12 0,50mx1,05m 8 exteriores 0,55mx1,00m piso 9 a 12 0,50mx0,85m 4 de esquinas 0,55mx0,55m Pisos 9 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,35% Piso 2: 0,57% Piso 3: 0,63% Piso 4: 0,63% Piso 5: 0,60% Piso 6: 0,57% Piso 7: 0,53% Piso 8: 0,50% Piso 9: 0,51% Piso 10: 0,48% Piso 11: 0,39% Piso 12: 0,27% | 1453,43 |
| 12 | 0,11 | 2,05 | DMI | Pisos 1 a 8 0,50mx0,55m Pisos 9 a 12 | Las 4 centrales 0,70mx1,20m | Piso 1: 0,35% Piso 2: 0,56% Piso 3: 0,63% | 2800 |

Tabla A-2: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| | | | | 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 4 0,65mx1,05m Piso 5 a 8 0,60mx1,05m piso 9 a 12 0,50mx0,90m 8 exteriores 0,55mx1,00m piso 9 a 12 0,50mx0,85m 4 de esquinas 0,55mx0,55m Pisos 9 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 4: 0,63% Piso 5: 0,60% Piso 6: 0,57% Piso 7: 0,53% Piso 8: 0,50% Piso 9: 0,51% Piso 10: 0,48% Piso 11: 0,39% Piso 12: 0,27% | |
| 14 | 0,10 | 2,45 | DMO | Pisos 1 a 8 0,50mx0,55m Pisos 9 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,10m piso 10 a 14 0,50mx1,00m 8 exteriores 0,55mx1,00m piso 10 a 14 0,45mx0,90m 4 de esquinas 0,60mx0,60m Piso 8 a 14 0,55mx0,55m f'c:28MPa | Piso 1: 0,31% Piso 2: 0,52% Piso 3: 0,58% Piso 4: 0,59% Piso 5: 0,57% Piso 6: 0,55% Piso 7: 0,53% Piso 8: 0,51% Piso 9: 0,52% Piso 10: 0,53% Piso 11: 0,49% Piso 12: 0,42% Piso 13: 0,33% Piso 14: 0,24% | 1410 |
| 14 | 0,10 | 2,43 | DMI | Pisos 1 a 8 0,50mx0,55m Pisos 9 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,20m Piso 5 a 9 0,60mx1,10m piso 10 a 14 0,50mx1,00m 8 exteriores 0,55mx1,00m piso 10 a 14 0,45mx0,90m | Piso 1: 0,31% Piso 2: 0,52% Piso 3: 0,58% Piso 4: 0,59% Piso 5: 0,57% Piso 6: 0,55% Piso 7: 0,53% Piso 8: 0,51% Piso 9: 0,52% Piso 10: 0,53% Piso 11: 0,49% Piso 12: 0,42% | 2815 |

Tabla A-2: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| | | | | | 4 de esquinas 0,60mx0,60m Piso 8 a 14 0,55mx0,55m f'c:28MPa | Piso 13: 0,33% Piso 14: 0,24% | |
| 16 | 0,09 | 2,73 | DMO | Pisos 1 a 12 0,50mx0,55m Pisos 13 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,20m Piso 8 a 11 0,55mx1,10m piso 12 a 16 0,45mx0,90m 8 exteriores 0,60mx1,05m piso 12 a 16 0,50mx0,90m 4 de esquinas 0,60mx0,60m Piso 12 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,32% Piso 2: 0,54% Piso 3: 0,63% Piso 4: 0,65% Piso 5: 0,65% Piso 6: 0,63% Piso 7: 0,61% Piso 8: 0,58% Piso 9: 0,56% Piso 10: 0,53% Piso 11: 0,50% Piso 12: 0,50% Piso 13: 0,48% Piso 14: 0,43% Piso 15: 0,34% Piso 16: 0,25% | 1440 |
| 16 | 0,09 | 2,57 | DMI | Pisos 1 a 12 0,50mx0,55m Pisos 13 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,80mx1,45m Piso 4 a 7 0,70mx1,30m Piso 8 a 11 0,65mx1,10m piso 12 a 16 0,45mx0,90m 8 exteriores 0,60mx1,05m piso 12 a 16 0,50mx0,90m 4 de esquinas 0,60mx0,60m Piso 12 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,27% Piso 2: 0,48% Piso 3: 0,57% Piso 4: 0,61% Piso 5: 0,61% Piso 6: 0,60% Piso 7: 0,58% Piso 8: 0,57% Piso 9: 0,55% Piso 10: 0,52% Piso 11: 0,49% Piso 12: 0,49% Piso 13: 0,47% Piso 14: 0,42% Piso 15: 0,33% Piso 16: 0,25% | 2927 |

A.2.3 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D

Tabla A-3. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|---|--|--|----------------|
| 2 | 0,40 | 0,50 | DMO | 4 internas 0,50mx0,50m Externas 0,40mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,50m 12 exteriores 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,53% Piso 2: 0,48% | 878,2 |
| 2 | 0,40 | 0,50 | DMI | 4 internas 0,50mx0,50m Externas 0,40mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,50m 12 exteriores 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,53% Piso 2: 0,48% | 1756,41 |
| 4 | 0,40 | 0,83 | DMO | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 y 2 0,65mx0,65m pisos 3 y 4 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,65m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,71% Piso 2: 0,99% Piso 3: 0,85% Piso 4: 0,55% | 1670 |

Tabla A-3: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|---|--|--|----------------|
| 4 | 0,40 | 0,83 | DMI | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 y 2 0,65mx0,65m pisos 3 y 4 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,65m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,71% Piso 2: 0,99% Piso 3: 0,85% Piso 4: 0,55% | 3171 |
| 6 | 0,31 | 1,11 | DMO | Pisos 1 a 4 0,50mx0,55m Pisos 5 y 6 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,75m piso 4 a 6 0,50mx0,75m 8 exteriores 0,60mx0,50m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,67% Piso 2: 0,91% Piso 3: 0,88% Piso 4: 0,77% Piso 5: 0,63% Piso 6: 0,45% | 1866,62 |
| 6 | 0,31 | 1,11 | DMI | Pisos 1 a 4 0,50mx0,55m Pisos 5 y 6 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,70mx0,75m Piso 3 0,60mx0,75m piso 4 a 6 0,50mx0,75m 8 exteriores 0,60mx0,60m Piso 4 a 6 0,60mx0,50m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,60% Piso 2: 0,85% Piso 3: 0,85% Piso 4: 0,78% Piso 5: 0,65% Piso 6: 0,46% | 3808,17 |
| 8 | 0,24 | 1,40 | DMO | Pisos 1 a 4 0,50mx0,55m Pisos 5 a 8 | Las 4 centrales 0,50mx1,10m | Piso 1: 0,51% Piso 2: 0,79% Piso 3: 0,85% | 1953,58 |

Tabla A-3: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| | | | | 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Pisos 6 a 8 0,50mx0,90m 8 exteriores 0,45mx1,00m Pisos 6 a 8 0,45mx0,80m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 4: 0,83% Piso 5: 0,82% Piso 6: 0,76% Piso 7: 0,61% Piso 8: 0,43% | |
| 8 | 0,24 | 1,40 | DMI | Pisos 1 a 4 0,50mx0,55m Pisos 5 a 8 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx1,10m Pisos 6 a 8 0,50mx0,90m 8 exteriores 0,45mx1,00m Pisos 6 a 8 0,45mx0,80m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,51% Piso 2: 0,79% Piso 3: 0,85% Piso 4: 0,83% Piso 5: 0,82% Piso 6: 0,76% Piso 7: 0,61% Piso 8: 0,43% | 3918,38 |
| 10 | 0,20 | 1,67 | DMO | Pisos 1 a 7 0,50mx0,55m Pisos 8 a 10 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx1,15m Piso 8 a 10 0,50mx0,90m 8 exteriores 0,50mx1,05m Piso 8 a 10 0,45mx0,80m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,49% Piso 2: 0,79% Piso 3: 0,87% Piso 4: 0,85% Piso 5: 0,81% Piso 6: 0,74% Piso 7: 0,68% Piso 8: 0,65% Piso 9: 0,55% Piso 10: 0,39% | 2020,41 |
| 10 | 0,20 | 1,67 | DMI | Pisos 1 a 7 0,50mx0,55m Pisos 8 a 10 0,50mx0,50m | Las 4 centrales 0,60mx1,15m Piso 4 a 7 0,50mx1,15m | Piso 1: 0,49% Piso 2: 0,79% Piso 3: 0,87% Piso 4: 0,85% Piso 5: 0,81% | 4074,34 |

Tabla A-3: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| | | | | f'c:28MPa | Piso 8 a 10 0,50mx0,90m 8 exteriores 0,50mx1,05m Piso 8 a 10 0,45mx0,80m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 6: 0,74% Piso 7: 0,68% Piso 8: 0,65% Piso 9: 0,55% Piso 10: 0,39% | |
| 12 | 0,17 | 2,68 | DMO | Pisos 1 a 8 0,50mx0,55m Pisos 9 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,10m piso 9 a 12 0,60mx0,90m 8 exteriores 0,55mx1,10m piso 9 a 12 0,55mx0,90m 4 de esquinas 0,60mx0,60m Pisos 9 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,77% Piso 3: 0,87% Piso 4: 0,88% Piso 5: 0,85% Piso 6: 0,80% Piso 7: 0,75% Piso 8: 0,70% Piso 9: 0,70% Piso 10: 0,65% Piso 11: 0,53% Piso 12: 0,39% | 2105,67 |
| 12 | 0,17 | 2,68 | DMI | Pisos 1 a 8 0,50mx0,55m Pisos 9 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,70mx1,10m Piso 4 a 8 0,60mx1,10m piso 9 a 12 0,60mx0,90m 8 exteriores 0,55mx1,10m piso 9 a 12 0,55mx0,90m 4 de esquinas 0,60mx0,60m Pisos 9 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,77% Piso 3: 0,87% Piso 4: 0,88% Piso 5: 0,85% Piso 6: 0,80% Piso 7: 0,75% Piso 8: 0,70% Piso 9: 0,70% Piso 10: 0,65% Piso 11: 0,53% Piso 12: 0,39% | 4213,07 |

Tabla A-3: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| 14 | 0,14 | 2,41 | DMO | Pisos 1 a 8 0,50mx0,55m Pisos 9 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,20m piso 10 a 14 0,60mx1,10m 8 exteriores 0,55mx1,10m piso 10 a 14 0,55mx1,00m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,91% Piso 4: 0,94% Piso 5: 0,92% Piso 6: 0,88% Piso 7: 0,84% Piso 8: 0,82% Piso 9: 0,82% Piso 10: 0,80% Piso 11: 0,74% Piso 12: 0,63% Piso 13: 0,51% Piso 14: 0,39% | 2147,83 |
| 14 | 0,14 | 2,39 | DMI | Pisos 1 a 8 0,50mx0,55m Pisos 9 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,75mx1,20m Piso 4 0,70mx1,20m Piso 5 a 9 0,60mx1,20m piso 10 a 14 0,60mx1,10m 8 exteriores 0,60mx1,10m Piso 4 a 9 0,55mx1,10m piso 10 a 14 0,55mx1,00m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,44% Piso 2: 0,76% Piso 3: 0,88% Piso 4: 0,92% Piso 5: 0,91% Piso 6: 0,88% Piso 7: 0,85% Piso 8: 0,82% Piso 9: 0,82% Piso 10: 0,81% Piso 11: 0,74% Piso 12: 0,64% Piso 13: 0,51% Piso 14: 0,39% | 4330,18 |
| 16 | 0,13 | 2,686 | DMO | Pisos 1 a 12 0,50mx0,55m Pisos 13 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,30m Piso 8 a 11 0,65mx1,15m piso 12 a 16 0,60mx1,00m 8 exteriores 0,60mx1,10m piso 14 a 16 | Piso 1: 0,44% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,91% Piso 4: 0,95% Piso 5: 0,94% Piso 6: 0,93% Piso 7: 0,89% Piso 8: 0,85% Piso 9: 0,81% Piso 10: 0,76% Piso 11: 0,72% | 2239,51 |

Tabla A-3: Continuación

| Nº de pisos | Sa FHE | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|--------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| | | | | | 0,55mx1,00m 4 de esquinas 0,65mx0,65m Piso 12 a 16 0,55mx0,55m f'c:28MPa | Piso 12: 0,68% Piso 13: 0,65% Piso 14: 0,59% Piso 15: 0,48% Piso 16: 0,37% | |
| 16 | 0,128 | 2,55 | DMI | Pisos 1 a 12 0,60mx0,55m Pisos 13 a 16 0,60mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,80mx 1,30m Piso 5 a 7 0,65mx1,30m Piso 8 a 11 0,65mx1,15m piso 12 a 16 0,60mx1,00m 8 exteriores 0,70mx1,10m Piso 4 a 13 0,60mx1,10m piso 14 a 16 0,55mx1,00m 4 de esquinas 0,65mx0,65m Piso 12 a 16 0,55mx0,55m f'c:28MPa | Piso 1: 0,40% Piso 2: 0,70% Piso 3: 0,84% Piso 4: 0,90% Piso 5: 0,90% Piso 6: 0,89% Piso 7: 0,86% Piso 8: 0,83% Piso 9: 0,78% Piso 10: 0,74% Piso 11: 0,70% Piso 12: 0,67% Piso 13: 0,63% Piso 14: 0,58% Piso 15: 0,47% Piso 16: 0,35% | 4759,38 |

A.2.4 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C

Tabla A-4. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|--|----------------|
| 2 | 0,30 | 0,57 | DMO | Todas 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,35m 12 exteriores 0,30mx0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,54% Piso 2: 0,44% | 236,3 |
| 2 | 0,30 | 0,57 | DES | Todas 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,35m 12 exteriores 0,30mx0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,54% Piso 2: 0,44% | 168,786 |
| 4 | 0,30 | 0,88 | DMO | Las centrales 0,40mx0,35m Exteriores 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,45m Piso 4 0,35mx0,40m 8 exteriores 0,45mx0,45m último piso 0,35m 4 esquinas 0,40mx0,40múltimo piso 0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,66% Piso 2: 0,82% Piso 3: 0,68% Piso 4: 0,43% | 453,866 |
| 4 | 0,30 | 0,88 | DES | Las centrales 0,40mx0,35m Exteriores 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,45m Piso 4 0,35mx0,40m 8 exteriores 0,45mx0,45m último piso 0,35m 4 esquinas 0,40mx0,40múltimo piso 0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,66% Piso 2: 0,82% Piso 3: 0,68% Piso 4: 0,43% | 324,19 |

Tabla A-4: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|---|--|----------------|
| 6 | 0,30 | 1,10 | DMO | General Piso 1 a 4 0,40mx0,40m piso 5 y 6 0,40mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,45m piso 2 a 6 0,35mx0,45m 8 exteriores 0,35mx0,45m piso 5 y 6 0,35mx0,40m 4 de esquinas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,71% Piso 2: 0,85% Piso 3: 0,78% Piso 4: 0,67% Piso 5: 0,57% Piso 6: 0,38% | 666,46 |
| 6 | 0,30 | 1,10 | DES | General Piso 1 a 4 0,40mx0,40m piso 5 y 6 0,40mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,45m piso 2 a 6 0,35mx0,45m 8 exteriores 0,35mx0,45m piso 5 y 6 0,35mx0,40m 4 de esquinas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,71% Piso 2: 0,85% Piso 3: 0,78% Piso 4: 0,67% Piso 5: 0,57% Piso 6: 0,38% | 476,326 |
| 8 | 0,25 | 1,40 | DMO | Todas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,40mx0,55m Piso 2 a 5 0,35mx0,55m Pisos 6 a 8 0,35mx0,50m 8 exteriores 0,35mx0,55m Pisos 6 a 8 0,35mx0,45m 4 esquina 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,70% Piso 2: 0,93% Piso 3: 0,91% Piso 4: 0,83% Piso 5: 0,73% Piso 6: 0,63% Piso 7: 0,46% Piso 8: 0,27% | 743,3 |
| 8 | 0,25 | 1,40 | DES | Todas 0,40mx0,40m | Las 4 centrales 0,40mx0,55m | Piso 1: 0,70% Piso 2: 0,93% | 530,929 |

Tabla A-4: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| | | | | f'c:28MPa | Piso 2 a 5 0,35mx0,55m Pisos 6 a 8 0,35mx0,50m 8 exteriores 0,35mx0,55m Pisos 6 a 8 0,35mx0,45m 4 esquina 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 3: 0,91% Piso 4: 0,83% Piso 5: 0,73% Piso 6: 0,63% Piso 7: 0,46% Piso 8: 0,27% | |
| 10 | 0,20 | 1,63 | DMO | Todas de 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,55m piso 8 a 10 0,45mx0,45m 8 exteriores 0,40mx0,50m piso 8 a 10 0,40mx0,40m 4 esquina 0,45mx0,45m piso 8 a 10 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,60% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,83% Piso 4: 0,78% Piso 5: 0,73% Piso 6: 0,65% Piso 7: 0,57% Piso 8: 0,51% Piso 9: 0,37% Piso 10: 0,23% | 781,4 |
| 10 | 0,20 | 1,63 | DES | Todas de 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,55m piso 8 a 10 0,45mx0,45m 8 exteriores 0,40mx0,50m piso 8 a 10 0,40mx0,40m 4 esquina 0,45mx0,45m piso 8 a 10 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,60% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,83% Piso 4: 0,78% Piso 5: 0,73% Piso 6: 0,65% Piso 7: 0,57% Piso 8: 0,51% Piso 9: 0,37% Piso 10: 0,23% | 558,143 |

Tabla A-4: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--|---|----------------|
| 12 | 0,17 | 1,99 | DMO | Todas 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,50m Piso 9 a 12 0,45mx0,45m 8 exteriores 0,40mx0,50m piso 9 a 12 0,40mx0,45m 4 esquina 0,45mx0,45m piso 9 a 12 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,64% Piso 2: 0,87% Piso 3: 0,88% Piso 4: 0,85% Piso 5: 0,81% Piso 6: 0,75% Piso 7: 0,69% Piso 8: 0,63% Piso 9: 0,57% Piso 10: 0,47% Piso 11: 0,35% Piso 12: 0,22% | 800,2 |
| 12 | 0,17 | 1,99 | DES | Todas 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,50m Piso 9 a 12 0,45mx0,45m 8 exteriores 0,40mx0,50m piso 9 a 12 0,40mx0,45m 4 esquina 0,45mx0,45m piso 9 a 12 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,64% Piso 2: 0,87% Piso 3: 0,88% Piso 4: 0,85% Piso 5: 0,81% Piso 6: 0,75% Piso 7: 0,69% Piso 8: 0,63% Piso 9: 0,57% Piso 10: 0,47% Piso 11: 0,35% Piso 12: 0,22% | 571,571 |
| 14 | 0,15 | 2,15 | DMO | Todas 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,60m Piso 5 a 10 0,60mx0,45m Piso 10 a 14 0,50mx0,45m 8 exteriores 0,45mx0,50m piso 10 a 14 0,45mx0,45m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 10 a 14 0,40mx0,40m | Piso 1: 0,51% Piso 2: 0,76% Piso 3: 0,80% Piso 4: 0,78% Piso 5: 0,78% Piso 6: 0,76% Piso 7: 0,72% Piso 8: 0,68% Piso 9: 0,63% Piso 10: 0,61% Piso 11: 0,53% Piso 12: 0,43% Piso 13: 0,33% Piso 14: 0,22% | 840 |

Tabla A-4: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| | | | | | f'c:28MPa | | |
| 14 | 0,15 | 2,15 | DES | Todas 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,60m Piso 5 a 10 0,60mx0,45m Piso 10 a 14 0,50mx0,45m 8 exteriores 0,45mx0,50m piso 10 a 14 0,45mx0,45m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 10 a 14 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,51% Piso 2: 0,76% Piso 3: 0,80% Piso 4: 0,78% Piso 5: 0,78% Piso 6: 0,76% Piso 7: 0,72% Piso 8: 0,68% Piso 9: 0,63% Piso 10: 0,61% Piso 11: 0,53% Piso 12: 0,43% Piso 13: 0,33% Piso 14: 0,22% | 600 |
| 16 | 0,14 | 2,15 | DMO | piso 1 a 10 0,50mx0,45m piso 11 a 16 0,40mx0,45m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx0,65m Piso 5 a 11 0,50mx0,60m Piso 12 a 16 0,45mx0,55m 8 exteriores 0,45mx0,60m piso 11 a 16 0,40mx0,50m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 11 a 16 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,45% Piso 2: 0,63% Piso 3: 0,67% Piso 4: 0,66% Piso 5: 0,67% Piso 6: 0,65% Piso 7: 0,63% Piso 8: 0,60% Piso 9: 0,57% Piso 10: 0,54% Piso 11: 0,58% Piso 12: 0,58% Piso 13: 0,52% Piso 14: 0,44% Piso 15: 0,34% Piso 16: 0,23% | 905 |
| 16 | 0,14 | 2,15 | DES | piso 1 a 10 0,50mx0,45m piso 11 a 16 0,40mx0,45m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx0,65m Piso 5 a 11 0,50mx0,60m Piso 12 a 16 0,45mx0,55m 8 exteriores 0,45mx0,60m | Piso 1: 0,45% Piso 2: 0,63% Piso 3: 0,67% Piso 4: 0,66% Piso 5: 0,67% Piso 6: 0,65% Piso 7: 0,63% Piso 8: 0,60% Piso 9: 0,57% | 646,429 |

Tabla A-4: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|----|-----------------------|------------------------------------|--------------------|--|---|----------------|
| | | | | | <p>piso 11 a 16 0,40mx0,50m</p> <p>4 esquina 0,50mx0,50m piso 11 a 16 0,40mx0,40m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 10: 0,54%</p> <p>Piso 11: 0,58%</p> <p>Piso 12: 0,58%</p> <p>Piso 13: 0,52%</p> <p>Piso 14: 0,44%</p> <p>Piso 15: 0,34%</p> <p>Piso 16: 0,23%</p> | |

A.2.5 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D

Tabla A-5. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--|---|----------------|
| 2 | 0,40 | 0,57 | DMO | Todas 0,30mx0,35m f'c:28MPa | <p>Las 4 centrales 0,35mx0,35m</p> <p>12 exteriores 0,30mx0,30m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,72%</p> <p>Piso 2: 0,58%</p> | 315,076 |
| 2 | 0,40 | 0,57 | DES | Todas 0,30mx0,35m f'c:28MPa | <p>Las 4 centrales 0,35mx0,35m</p> <p>12 exteriores 0,30mx0,30m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,72%</p> <p>Piso 2: 0,58%</p> | 225,053 |

Tabla A-5: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|--|----------------|
| 4 | 0,40 | 0,81 | DMO | Las centrales 0,40mx0,35m Exteriores 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,45m último piso 0,40mx0,40m 8 exteriores 0,45mx0,45m último piso 0,35m 4 esquinas 0,40mx0,40múltimo piso 0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,65% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,79% Piso 4: 0,56% | 598,56 |
| 4 | 0,40 | 0,81 | DES | Las centrales 0,40mx0,35m Exteriores 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,45m último piso 0,40mx0,40m 8 exteriores 0,45mx0,45m último piso 0,35m 4 esquinas 0,40mx0,40múltimo piso 0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,65% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,79% Piso 4: 0,56% | 426,667 |
| 6 | 0,40 | 0,97 | DMO | General 0,40mx0,40m Exteriores del piso 6 0,35mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,50mpis o 1 y 4 0,45mx0,45m piso 5 y 6 12 exteriores 0,45mx0,45m piso 1 y 4 0,40mx0,40m piso 5 y 6 f'c:28MPa | Piso 1: 0,70% Piso 2: 0,93% Piso 3: 0,87% Piso 4: 0,74% Piso 5: 0,60% Piso 6: 0,35% | 909,333 |
| 6 | 0,40 | 0,97 | DES | General 0,40mx0,40m Exteriores del | Las 4 centrales 0,50mx0,50mpis o 1 y 4 0,45mx0,45m | Piso 1: 0,70% Piso 2: 0,93% Piso 3: 0,87% Piso 4: 0,74% | 649,778 |

Tabla A-5: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|---|----------------|
| | | | | piso 6 0,35mx0,40m f'c:28MPa | piso 5 y 6 12 exteriores 0,45mx0,45m piso 1 y 4 0,40mx0,40m piso 5 y 6 f'c:28MPa | Piso 5: 0,60% Piso 6: 0,35% | |
| 8 | 0,35 | 1,23 | DMO | piso 1 a 6 0,45mx0,40m piso 7 a 8 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,60m 8 exteriores 0,40mx0,60m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 7 a 8 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,71% Piso 2: 1,01% Piso 3: 1,01% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,82% Piso 6: 0,67% Piso 7: 0,50% Piso 8: 0,33% | 1100,9 |
| 8 | 0,35 | 1,23 | DES | piso 1 a 6 0,45mx0,40m piso 7 a 8 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,60m 8 exteriores 0,40mx0,60m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 7 a 8 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,71% Piso 2: 1,01% Piso 3: 1,01% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,82% Piso 6: 0,67% Piso 7: 0,50% Piso 8: 0,33% | 786,357 |
| 10 | 0,29 | 1,51 | DMO | Todas de 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,65% Piso 2: 0,94% Piso 3: 0,97% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,86% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,68% Piso 8: 0,57% Piso 9: 0,42% Piso 10: 0,26% | 1076,2 |
| 10 | 0,29 | 1,51 | DES | Todas de 0,45mx0,40m | Las 4 centrales 0,55mx0,55m | Piso 1: 0,65% Piso 2: 0,94% Piso 3: 0,97% | 768,714 |

Tabla A-5: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| | | | | f'c:28MPa | 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,86% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,68% Piso 8: 0,57% Piso 9: 0,42% Piso 10: 0,26% | |
| 12 | 0,25 | 1,80 | DMO | Todas 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,60m Piso 10 a 12 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,95% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,88% Piso 6: 0,83% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,70% Piso 9: 0,63% Piso 10: 0,53% Piso 11: 0,40% Piso 12: 0,27% | 1097,8 |
| 12 | 0,25 | 1,80 | DES | Todas 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,60m Piso 10 a 12 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,95% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,88% Piso 6: 0,83% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,70% Piso 9: 0,63% Piso 10: 0,53% Piso 11: 0,40% Piso 12: 0,27% | 784,143 |
| 14 | 0,21 | 1,95 | DMO | piso 1 a 8 0,40mx0,45m piso 9 a 14 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx0,55m Piso 10 a 14 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,58% Piso 2: 0,85% Piso 3: 0,90% Piso 4: 0,88% Piso 5: 0,85% Piso 6: 0,81% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,74% Piso 9: 0,73% Piso 10: 0,72% Piso 11: 0,66% Piso 12: 0,55% Piso 13: 0,42% Piso 14: 0,28% | 1195,53 |

Tabla A-5: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|--|--|----------------|
| 14 | 0,21 | 1,95 | DES | <p>piso 1 a 8 0,40mx0,45m</p> <p>piso 9 a 14 0,45mx0,40m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales 0,65mx0,55m Piso 10 a 14 0,55mx0,55m</p> <p>8 exteriores 0,50mx0,55m</p> <p>4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 14 0,50mx0,50m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,58%</p> <p>Piso 2: 0,85%</p> <p>Piso 3: 0,90%</p> <p>Piso 4: 0,88%</p> <p>Piso 5: 0,85%</p> <p>Piso 6: 0,81%</p> <p>Piso 7: 0,77%</p> <p>Piso 8: 0,74%</p> <p>Piso 9: 0,73%</p> <p>Piso 10: 0,72%</p> <p>Piso 11: 0,66%</p> <p>Piso 12: 0,55%</p> <p>Piso 13: 0,42%</p> <p>Piso 14: 0,28%</p> | 853,95 |
| 16 | 0,19 | 2,09 | DMO | <p>piso 1 a 10 0,50mx0,45m</p> <p>piso 11 a 16 0,40mx0,45m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales 0,55mx0,65m Piso 11 a 16 0,55mx0,55m</p> <p>8 exteriores 0,45mx0,65m</p> <p>4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 16 0,50mx0,50m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,55%</p> <p>Piso 2: 0,80%</p> <p>Piso 3: 0,84%</p> <p>Piso 4: 0,83%</p> <p>Piso 5: 0,81%</p> <p>Piso 6: 0,78%</p> <p>Piso 7: 0,75%</p> <p>Piso 8: 0,72%</p> <p>Piso 9: 0,70%</p> <p>Piso 10: 0,68%</p> <p>Piso 11: 0,69%</p> <p>Piso 12: 0,67%</p> <p>Piso 13: 0,61%</p> <p>Piso 14: 0,51%</p> <p>Piso 15: 0,40%</p> <p>Piso 16: 0,28%</p> | 1303 |
| 16 | 0,19 | 2,09 | DES | <p>piso 1 a 10 0,50mx0,45m</p> <p>piso 11 a 16 0,40mx0,45m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales 0,55mx0,65m Piso 11 a 16 0,55mx0,55m</p> <p>8 exteriores 0,45mx0,65m</p> <p>4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 16 0,50mx0,50m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,55%</p> <p>Piso 2: 0,80%</p> <p>Piso 3: 0,84%</p> <p>Piso 4: 0,83%</p> <p>Piso 5: 0,81%</p> <p>Piso 6: 0,78%</p> <p>Piso 7: 0,75%</p> <p>Piso 8: 0,72%</p> <p>Piso 9: 0,70%</p> <p>Piso 10: 0,68%</p> <p>Piso 11: 0,69%</p> <p>Piso 12: 0,67%</p> <p>Piso 13: 0,61%</p> <p>Piso 14: 0,51%</p> <p>Piso 15: 0,40%</p> <p>Piso 16: 0,28%</p> | 930,714 |

A.2.6 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C

Tabla A-6. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|--|----------------|
| 2 | 0,30 | 0,51 | DMO | 4 internas 0,50mx0,50m Externas 0,40mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,50m 8 exteriores 0,40mx0,45m 4 de esquina 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,42% Piso 2: 0,38% | 659,3 |
| 2 | 0,30 | 0,51 | DES | 4 internas 0,50mx0,50m Externas 0,40mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,50m 8 exteriores 0,40mx0,45m 4 de esquina 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,42% Piso 2: 0,38% | 470,96 |
| 4 | 0,30 | 0,90 | DMO | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 y 2 0,65mx0,50m pisos 3 y 4 0,55mx0,50m 8 exteriores 0,45mx0,55m 4 de esquinas | Piso 1: 0,70% Piso 2: 0,88% Piso 3: 0,72% Piso 4: 0,43% | 1263,48 |

Tabla A-6: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|--|--|----------------|
| | | | | | 0,45mx0,45m f'c:28MPa | | |
| 4 | 0,30 | 0,90 | DES | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 y 2 0,65mx0,50m pisos 3 y 4 0,55mx0,50m 8 exteriores 0,45mx0,55m 4 de esquinas 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,70% Piso 2: 0,88% Piso 3: 0,72% Piso 4: 0,43% | 902,486 |
| 6 | 0,30 | 1,11 | DMO | Pisos 1 a 4 0,50mx0,55m Pisos 5 y 6 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,75m piso 4 a 6 0,50mx0,75m 8 exteriores 0,60mx0,50m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,66% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,86% Piso 4: 0,75% Piso 5: 0,61% Piso 6: 0,43% | 1825,69 |
| 6 | 0,30 | 1,11 | DES | Pisos 1 a 4 0,50mx0,55m Pisos 5 y 6 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,75m piso 4 a 6 0,50mx0,75m 8 exteriores 0,60mx0,50m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,66% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,86% Piso 4: 0,75% Piso 5: 0,61% Piso 6: 0,43% | 1304,06 |
| 8 | 0,25 | 1,40 | DMO | Pisos 1 a 4 0,50mx0,55m Pisos 5 a 8 | Las 4 centrales 0,50mx1,10m | Piso 1: 0,58% Piso 2: 0,92% Piso 3: 1,00% | 2554,16 |

Tabla A-6: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| | | | | 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Pisos 6 a 8 0,50mx0,90m 8 exteriores 0,45mx1,00m Pisos 6 a 8 0,45mx0,80m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 4: 0,97% Piso 5: 0,94% Piso 6: 0,87% Piso 7: 0,68% Piso 8: 0,48% | |
| 8 | 0,25 | 1,40 | DES | Pisos 1 a 4 0,50mx0,55m Pisos 5 a 8 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx1,10m Pisos 6 a 8 0,50mx0,90m 8 exteriores 0,45mx1,00m Pisos 6 a 8 0,45mx0,80m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,58% Piso 2: 0,92% Piso 3: 1,00% Piso 4: 0,97% Piso 5: 0,94% Piso 6: 0,87% Piso 7: 0,68% Piso 8: 0,48% | 1824,4 |
| 10 | 0,20 | 1,69 | DMO | Pisos 1 a 7 0,50mx0,55m Pisos 8 a 10 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx1,15m Piso 8 a 10 0,50mx0,90m 8 exteriores 0,50mx1,05m Piso 8 a 10 0,45mx0,80m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,51% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,91% Piso 5: 0,86% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,71% Piso 8: 0,66% Piso 9: 0,55% Piso 10: 0,38% | 2096,45 |
| 10 | 0,20 | 1,69 | DES | Pisos 1 a 7 0,50mx0,55m Pisos 8 a 10 0,50mx0,50m | Las 4 centrales 0,50mx1,15m Piso 8 a 10 0,50mx0,90m | Piso 1: 0,51% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,91% Piso 5: 0,86% | 1497,46 |

Tabla A-6: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| | | | | f'c:28MPa | 8 exteriores 0,50mx1,05m Piso 8 a 10 0,45mx0,80m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,71% Piso 8: 0,66% Piso 9: 0,55% Piso 10: 0,38% | |
| 12 | 0,17 | 2,02 | DMO | Pisos 1 a 8 0,50mx0,55m Pisos 9 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,10m piso 9 a 12 0,60mx0,90m 8 exteriores 0,55mx1,10m piso 9 a 12 0,55mx0,90m 4 de esquinas 0,60mx0,60m Pisos 9 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,49% Piso 2: 0,81% Piso 3: 0,92% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,90% Piso 6: 0,85% Piso 7: 0,78% Piso 8: 0,73% Piso 9: 0,71% Piso 10: 0,64% Piso 11: 0,51% Piso 12: 0,37% | 2156,6 |
| 12 | 0,17 | 2,02 | DMO | Pisos 1 a 8 0,50mx0,55m Pisos 9 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,10m piso 9 a 12 0,60mx0,90m 8 exteriores 0,55mx1,10m piso 9 a 12 0,55mx0,90m 4 de esquinas 0,60mx0,60m Pisos 9 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,49% Piso 2: 0,81% Piso 3: 0,92% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,90% Piso 6: 0,85% Piso 7: 0,78% Piso 8: 0,73% Piso 9: 0,71% Piso 10: 0,64% Piso 11: 0,51% Piso 12: 0,37% | 1540,43 |
| 14 | 0,15 | 2,41 | DMO | Pisos 1 a 8 0,50mx0,55m Pisos 9 a 14 | Las 4 centrales 0,60mx1,20m | Piso 1: 0,49% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,96% | 2202,23 |

Tabla A-6: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| | | | | 0,50mx0,50m f'c:28MPa | piso 10 a 14 0,60mx1,10m 8 exteriores 0,55mx1,10m piso 10 a 14 0,55mx1,00m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 4: 0,99% Piso 5: 0,97% Piso 6: 0,93% Piso 7: 0,89% Piso 8: 0,86% Piso 9: 0,85% Piso 10: 0,83% Piso 11: 0,74% Piso 12: 0,63% Piso 13: 0,50% Piso 14: 0,38% | |
| 14 | 0,15 | 2,41 | DMO | Pisos 1 a 8 0,50mx0,55m Pisos 9 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,20m piso 10 a 14 0,60mx1,10m 8 exteriores 0,55mx1,10m piso 10 a 14 0,55mx1,00m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,49% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,96% Piso 4: 0,99% Piso 5: 0,97% Piso 6: 0,93% Piso 7: 0,89% Piso 8: 0,86% Piso 9: 0,85% Piso 10: 0,83% Piso 11: 0,74% Piso 12: 0,63% Piso 13: 0,50% Piso 14: 0,38% | 1573,02 |
| 16 | 0,13 | 2,686 | DMO | Pisos 1 a 12 0,50mx0,55m Pisos 13 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,30m Piso 18 a 13 0,65mx1,15m piso 14 a 16 0,60mx1,00m 8 exteriores 0,60mx1,10m piso 14 a 16 0,55mx1,00m 4 de esquinas 0,65mx0,65m Piso 12 a 16 0,55mx0,55m f'c:28MPa | Piso 1: 0,45% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,97% Piso 5: 0,97% Piso 6: 0,94% Piso 7: 0,91% Piso 8: 0,87% Piso 9: 0,83% Piso 10: 0,78% Piso 11: 0,73% Piso 12: 0,68% Piso 13: 0,64% Piso 14: 0,58% Piso 15: 0,46% Piso 16: 0,35% | 2255,7 |

Tabla A-6: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| 16 | 0,13 | 2,686 | DMO | Pisos 1 a 12 0,50mx0,55m Pisos 13 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,30m Piso 18 a 13 0,65mx1,15m piso 14 a 16 0,60mx1,00m 8 exteriores 0,60mx1,10m piso 14 a 16 0,55mx1,00m 4 de esquinas 0,65mx0,65m Piso 12 a 16 0,55mx0,55m f'c:28MPa | Piso 1: 0,45% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,97% Piso 5: 0,97% Piso 6: 0,94% Piso 7: 0,91% Piso 8: 0,87% Piso 9: 0,83% Piso 10: 0,78% Piso 11: 0,73% Piso 12: 0,68% Piso 13: 0,64% Piso 14: 0,58% Piso 15: 0,46% Piso 16: 0,35% | 1611,21 |

A.2.7 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D

Tabla A-7. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|--------------------------------|----------------|
| 2 | 0,40 | 0,50 | DMO | 4 internas 0,50mx0,50m Externas 0,40mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,50m 12 exteriores 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,53% Piso 2: 0,48% | 878,2 |

Tabla A-7: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|--|----------------|
| 2 | 0,40 | 0,48 | DES | 4 internas 0,50mx0,50m Externas 0,40mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx0,55m 12 exteriores 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,53% Piso 2: 0,48% | 627,286 |
| 4 | 0,40 | 0,83 | DMO | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 y 2 0,65mx0,65m pisos 3 y 4 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,65m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,71% Piso 2: 0,99% Piso 3: 0,85% Piso 4: 0,55% | 1670 |
| 4 | 0,40 | 0,83 | DES | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 y 2 0,65mx0,65m pisos 3 y 4 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,65m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,71% Piso 2: 0,99% Piso 3: 0,85% Piso 4: 0,55% | 1192,86 |
| 6 | 0,40 | 0,99 | DMO | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 a 4 0,80mx0,80m pisos 5 y 6 0,70mx0,70m 8 exteriores 0,70mx0,75m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,90% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,84% Piso 5: 0,71% Piso 6: 0,55% | 2499 |

Tabla A-7: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| 6 | 0,40 | 0,99 | DES | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 a 4 0,80mx0,80m pisos 5 y 6 0,70mx0,70m 8 exteriores 0,70mx0,75m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,90% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,84% Piso 5: 0,71% Piso 6: 0,55% | 1434,18 |
| 8 | 0,35 | 1,20 | DMO | Pisos 1 a 6 0,50mx0,60m Pisos 7 a 8 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx1,10m 8 exteriores 0,55mx1,00m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,60% Piso 2: 0,93% Piso 3: 1,00% Piso 4: 0,95% Piso 5: 0,85% Piso 6: 0,72% Piso 7: 0,63% Piso 8: 0,52% | 3002,01 |
| 8 | 0,35 | 1,20 | DES | Pisos 1 a 6 0,50mx0,60m Pisos 7 a 8 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx1,10m 8 exteriores 0,55mx1,00m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,60% Piso 2: 0,93% Piso 3: 1,00% Piso 4: 0,95% Piso 5: 0,85% Piso 6: 0,72% Piso 7: 0,63% Piso 8: 0,52% | 2144,29 |
| 10 | 0,29 | 1,50 | DMO | Pisos 1 a 6 0,50mx0,60m Pisos 7 a 10 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,55% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,99% Piso 4: 0,99% Piso 5: 0,93% Piso 6: 0,87% Piso 7: 0,81% Piso 8: 0,74% Piso 9: 0,63% Piso 10: 0,52% | 3118,77 |
| 10 | 0,29 | 1,50 | DES | Pisos 1 a 6 0,50mx0,60m Pisos 7 a 10 | Las 4 centrales 0,60mx1,20m | Piso 1: 0,55% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,99% | 2227,69 |

Tabla A-7: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| | | | | 0,50mx0,50m f'c:28MPa | 8 exteriores 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 4: 0,99% Piso 5: 0,93% Piso 6: 0,87% Piso 7: 0,81% Piso 8: 0,74% Piso 9: 0,63% Piso 10: 0,52% | |
| 12 | 0,25 | 1,77 | DMO | Pisos 1 a 7 0,55mx0,60m Pisos 8 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,55mx1,20m piso 10 a 12 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,88% Piso 4: 0,89% Piso 5: 0,87% Piso 6: 0,82% Piso 7: 0,76% Piso 8: 0,73% Piso 9: 0,72% Piso 10: 0,70% Piso 11: 0,60% Piso 12: 0,48% | 2869,3 |
| 12 | 0,25 | 1,77 | DES | Pisos 1 a 7 0,55mx0,60m Pisos 8 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,55mx1,20m piso 10 a 12 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,88% Piso 4: 0,89% Piso 5: 0,87% Piso 6: 0,82% Piso 7: 0,76% Piso 8: 0,73% Piso 9: 0,72% Piso 10: 0,70% Piso 11: 0,60% Piso 12: 0,48% | 2049,51 |
| 14 | 0,21 | 2,09 | DMO | Pisos 1 a 8 0,55mx0,60m Pisos 9 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,30m piso 11 a 14 0,55mx1,20m 8 exteriores 0,60mx1,20m piso 11 a 14 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,84% Piso 3: 0,97% Piso 4: 1,00% Piso 5: 0,98% Piso 6: 0,94% Piso 7: 0,92% Piso 8: 0,91% Piso 9: 0,96% Piso 10: 1,01% Piso 11: 0,97% Piso 12: 0,85% Piso 13: 0,70% Piso 14: 0,55% | 3242 |

Tabla A-7: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|--|----------------|
| 14 | 0,21 | 2,09 | DES | <p>Pisos 1 a 8 0,55mx0,60m Pisos 9 a 14 0,50mx0,50m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales 0,60mx1,30m piso 11 a 14 0,55mx1,20m</p> <p>8 exteriores 0,60mx1,20m piso 11 a 14 0,55mx1,10m</p> <p>4 de esquinas 0,70mx0,70m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,84% Piso 3: 0,97% Piso 4: 1,00% Piso 5: 0,98% Piso 6: 0,94% Piso 7: 0,92% Piso 8: 0,91% Piso 9: 0,96% Piso 10: 1,01% Piso 11: 0,97% Piso 12: 0,85% Piso 13: 0,70% Piso 14: 0,55%</p> | 2315 |
| 16 | 0,19 | 2,306 | DMO | <p>Pisos 1 a 8 0,55mx0,60m Pisos 9 a 14 0,50mx0,50m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales 0,65mx1,30m piso 14 a 16 0,60mx1,20m</p> <p>8 exteriores 0,65mx1,25m piso 14 a 16 0,55mx1,10m</p> <p>4 de esquinas 0,70mx0,70m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,48% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,97% Piso 4: 1,01% Piso 5: 1,01% Piso 6: 0,98% Piso 7: 0,934% Piso 8: 0,89% Piso 9: 0,84% Piso 10: 0,78% Piso 11: 0,74% Piso 12: 0,71% Piso 13: 0,71% Piso 14: 0,71% Piso 15: 0,60% Piso 16: 0,49%</p> | 3338,87 |
| 16 | 0,19 | 2,306 | DES | <p>Pisos 1 a 12 0,55mx0,60m Pisos 13 a 16 0,50mx0,50m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales 0,65mx1,30m piso 14 a 16 0,60mx1,20m</p> <p>8 exteriores 0,65mx1,25m piso 14 a 16 0,55mx1,10m</p> <p>4 de esquinas 0,70mx0,70m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,48% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,97% Piso 4: 1,01% Piso 5: 1,01% Piso 6: 0,98% Piso 7: 0,934% Piso 8: 0,89% Piso 9: 0,84% Piso 10: 0,78% Piso 11: 0,74% Piso 12: 0,71% Piso 13: 0,71% Piso 14: 0,71% Piso 15: 0,60% Piso 16: 0,49%</p> | 2384,91 |

A.2.8 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C

Tabla A-8. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| 2 | 0,45 | 0,57 | DMO | Todas 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,35m 12 exteriores 0,30mx0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,81% Piso 2: 0,65% | 354,46 |
| 2 | 0,45 | 0,57 | DES | Todas 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,35m 12 exteriores 0,30mx0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,81% Piso 2: 0,65% | 253,185 |
| 4 | 0,45 | 0,81 | DMO | Las centrales 0,40mx0,35m Exteriores 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,45m último piso 0,40mx0,40m 8 exteriores 0,45mx0,45m último piso 0,35m 4 esquinas 0,40mx0,40m último piso 0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,74% Piso 2: 1,0% Piso 3: 0,89% Piso 4: 0,63% | 673,38 |
| 4 | 0,45 | 0,81 | DES | Las centrales 0,40mx0,35m | Las 4 centrales 0,45mx0,45m último piso | Piso 1: 0,74% Piso 2: 1,0% | 480 |

Tabla A-8: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|--|----------------|
| | | | | Exteriores 0,30mx0,35m f'c:28MPa | 0,40m 8 exteriores 0,45mx0,45m último piso 0,35m 4 esquinas 0,40mx0,40m último piso 0,30m f'c:28MPa | Piso 3: 0,89% Piso 4: 0,63% | |
| 6 | 0,45 | 0,97 | DMO | General 0,40mx0,40m Exteriores del piso 6 0,35mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,50m piso 1 y 4 0,45mx0,45m piso 5 y 6 12 exteriores 0,45mx0,45m piso 1 y 4 0,40mx0,40m piso 5 y 6 f'c:28MPa | Piso 1: 0,75% Piso 2: 1,00% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,80% Piso 5: 0,64% Piso 6: 0,38% | 1023 |
| 6 | 0,45 | 0,97 | DES | General 0,40mx0,40m Exteriores del piso 6 0,35mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,50m piso 1 y 4 0,45mx0,45m piso 5 y 6 12 exteriores 0,45mx0,45m piso 1 y 4 0,40mx0,40m piso 5 y 6 f'c:28MPa | Piso 1: 0,75% Piso 2: 1,00% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,80% Piso 5: 0,64% Piso 6: 0,38% | 731 |
| 8 | 0,34 | 1,23 | DMO | piso 1 a 6 0,45mx0,40m piso 7 a 8 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,60m 8 exteriores 0,40mx0,60m 4 esquina 0,50mx0,50m | Piso 1: 0,65% Piso 2: 0,93% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,85% Piso 5: 0,75% Piso 6: 0,62% Piso 7: 0,48% Piso 8: 0,32% | 1027,38 |

Tabla A-8: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|---|----------------|
| | | | | | piso 7 a 8 0,45mx0,45m f'c:28MPa | | |
| 8 | 0,34 | 1,23 | DES | piso 1 a 6 0,45mx0,40m piso 7 a 8 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,60m 8 exteriores 0,40mx0,60m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 7 a 8 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,65% Piso 2: 0,93% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,85% Piso 5: 0,75% Piso 6: 0,62% Piso 7: 0,48% Piso 8: 0,32% | 733,843 |
| 10 | 0,28 | 1,51 | DMO | Todas de 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,65% Piso 2: 0,94% Piso 3: 0,97% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,86% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,68% Piso 8: 0,57% Piso 9: 0,42% Piso 10: 0,26% | 1076,2 |
| 10 | 0,28 | 1,51 | DES | Todas de 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,65% Piso 2: 0,94% Piso 3: 0,97% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,86% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,68% Piso 8: 0,57% Piso 9: 0,42% Piso 10: 0,26% | 768,714 |
| 12 | 0,24 | 1,80 | DMO | Todas 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,60m Piso 10 a 12 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,50mx0,50m | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,95% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,88% Piso 6: 0,83% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,70% Piso 9: 0,63% Piso 10: 0,53% | 1097,8 |

Tabla A-8: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| | | | | | f'c:28MPa | Piso 11: 0,40% Piso 12: 0,27% | |
| 12 | 0,24 | 1,80 | DES | Todas 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,60m Piso 10 a 12 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,95% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,88% Piso 6: 0,83% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,70% Piso 9: 0,63% Piso 10: 0,53% Piso 11: 0,40% Piso 12: 0,27% | 784,143 |
| 14 | 0,21 | 1,95 | DMO | piso 1 a 8 0,40mx0,45m piso 9 a 14 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx0,55m Piso 10 a 14 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,58% Piso 2: 0,85% Piso 3: 0,90% Piso 4: 0,88% Piso 5: 0,85% Piso 6: 0,81% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,74% Piso 9: 0,73% Piso 10: 0,72% Piso 11: 0,66% Piso 12: 0,55% Piso 13: 0,42% Piso 14: 0,28% | 1195,53 |
| 14 | 0,21 | 1,95 | DES | piso 1 a 8 0,40mx0,45m piso 9 a 14 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx0,55m Piso 10 a 14 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,58% Piso 2: 0,85% Piso 3: 0,90% Piso 4: 0,88% Piso 5: 0,85% Piso 6: 0,81% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,74% Piso 9: 0,73% Piso 10: 0,72% Piso 11: 0,66% Piso 12: 0,55% Piso 13: 0,42% Piso 14: 0,28% | 853,95 |
| 16 | 0,18 | 2,09 | DMO | piso 1 a 10 0,50mx0,45m piso 11 a 16 | Las 4 centrales 0,55mx0,65m Piso 11 a 16 0,55mx0,55m | Piso 1: 0,55% Piso 2: 0,80% Piso 3: 0,84% Piso 4: 0,83% | 1303 |

Tabla A-8: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| | | | | 0,40mx0,45m f'c:28MPa | 8 exteriores 0,45mx0,65m 4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 5: 0,81% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,75% Piso 8: 0,72% Piso 9: 0,70% Piso 10: 0,68% Piso 11: 0,69% Piso 12: 0,67% Piso 13: 0,61% Piso 14: 0,51% Piso 15: 0,40% Piso 16: 0,28% | |
| 16 | 0,18 | 2,09 | DES | piso 1 a 10 0,50mx0,45m piso 11 a 16 0,40mx0,45m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx0,65m Piso 11 a 16 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,45mx0,65m 4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,55% Piso 2: 0,80% Piso 3: 0,84% Piso 4: 0,83% Piso 5: 0,81% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,75% Piso 8: 0,72% Piso 9: 0,70% Piso 10: 0,68% Piso 11: 0,69% Piso 12: 0,67% Piso 13: 0,61% Piso 14: 0,51% Piso 15: 0,40% Piso 16: 0,28% | 930,714 |

A.2.9 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D

Tabla A-9. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|--|----------------|
| 2 | 0,56 | 0,53 | DMO | Todas 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,40m 8 exteriores 0,30mx0,35m 4 de esquinas 0,30mx0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,88% Piso 2: 0,76% | 441,73 |
| 2 | 0,56 | 0,53 | DES | Todas 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,40m 8 exteriores 0,30mx0,35m 4 de esquinas 0,30mx0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,88% Piso 2: 0,76% | 315,521 |
| 4 | 0,56 | 0,71 | DMO | Las centrales 0,40mx0,40m Piso 3 y 4 0,40mx0,35m Exteriores 0,30mx0,40m Piso 3 y 4 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,40mx0,55m 8 exteriores 0,45mx0,45m 4 esquinas 0,40mx0,40múltim o piso 0,30mx0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,74% Piso 2: 0,95% Piso 3: 0,88% Piso 4: 0,66% | 859,7 |
| 4 | 0,56 | 0,71 | DES | Las centrales 0,40mx0,40m Piso 3 y 4 0,40mx0,35m Exteriores 0,30mx0,40m Piso 3 y 4 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,40mx0,55m 8 exteriores 0,45mx0,45m 4 esquinas 0,40mx0,40múltim o piso 0,30mx0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,74% Piso 2: 0,95% Piso 3: 0,88% Piso 4: 0,66% | 614,071 |

Tabla A-9: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|---|--|----------------|
| | | | | f'c:28MPa | f'c:28MPa | | |
| 6 | 0,59 | 0,84 | DMO | General 0,40mx0,45m Piso 5 y 6 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,50m 8 exteriores 0,40mx0,55m 4 de esquinas 0,45mx0,45m piso 5 y 6 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,78% Piso 2: 1,00% Piso 3: 0,95% Piso 4: 0,80% Piso 5: 0,67% Piso 6: 0,45% | 1384,62 |
| 6 | 0,59 | 0,84 | DES | General 0,40mx0,45m Piso 5 y 6 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,50m 8 exteriores 0,40mx0,55m 4 de esquinas 0,45mx0,45m piso 5 y 6 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,78% Piso 2: 1,00% Piso 3: 0,95% Piso 4: 0,80% Piso 5: 0,67% Piso 6: 0,45% | 989,01 |
| 8 | 0,46 | 1,05 | DMO | piso 1 a 4 0,45mx0,45m piso 5 y 6 0,45mx0,40m Piso 7 y 8 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,80m Pisos 7 y 8 0,45mx0,60m 8 exteriores 0,40mx0,75m Pisos 7 y 8 0,40mx0,60m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 7 a 8 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,68% Piso 2: 0,97% Piso 3: 1,00% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,88% Piso 6: 0,79% Piso 7: 0,67% Piso 8: 0,43% | 1590 |
| 8 | 0,46 | 1,05 | DES | piso 1 a 4 0,45mx0,45m piso 5 y 6 | Las 4 centrales 0,45mx0,80m Pisos 7 y 8 0,45mx0,60m | Piso 1: 0,68% Piso 2: 0,97% Piso 3: 1,00% Piso 4: 0,93% | 1135,71 |

Tabla A-9: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|--|---|----------------|
| | | | | 0,45mx0,40m Piso 7 y 8 0,40mx0,40m f'c:28MPa | 8 exteriores 0,40mx0,75m Pisos 7 y 8 0,40mx0,60m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 7 a 8 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 5: 0,88% Piso 6: 0,79% Piso 7: 0,67% Piso 8: 0,43% | |
| 10 | 0,38 | 1,27 | DMO | Piso 1 a 6 0,45mx0,45m Piso 7 a 9 0,45mx0,40m Piso 10 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,80m Piso 8 a 10 0,45mx0,60m 8 exteriores 0,45mx0,80m Piso 8 a 10 0,45mx0,60m 4 esquina 0,50mx0,50m Piso 8 a 10 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,88% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,89% Piso 5: 0,83% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,75% Piso 9: 0,58% Piso 10: 0,38% | 1549,02 |
| 10 | 0,38 | 1,27 | DES | Piso 1 a 6 0,45mx0,45m Piso 7 a 9 0,45mx0,40m Piso 10 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,80m Piso 8 a 10 0,45mx0,60m 8 exteriores 0,45mx0,80m Piso 8 a 10 0,45mx0,60m 4 esquina 0,50mx0,50m Piso 8 a 10 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,88% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,89% Piso 5: 0,83% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,75% Piso 9: 0,58% Piso 10: 0,38% | 1106,44 |
| 12 | 0,32 | 1,51 | DMO | Piso 1 a 8 0,45mx0,45m Piso 9 a 11 | Las 4 centrales 0,45mx0,90m Piso 10 a 12 | Piso 1: 0,56% Piso 2: 0,88% Piso 3: 0,95% | 1632 |

Tabla A-9: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|---|----------------|
| | | | | V. exteriores 0,45mx0,40m V. interiores 0,50mx0,40m Piso 12 0,45mx0,40m f'c:28MPa | 0,45mx0,65m 8 exteriores 0,45mx0,90m Piso 10 a 12 0,45mx0,65m 4 esquina 0,55mx0,55m Piso 10 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 4: 0,95% Piso 5: 0,91% Piso 6: 0,85% Piso 7: 0,78% Piso 8: 0,73% Piso 9: 0,70% Piso 10: 0,67% Piso 11: 0,52% Piso 12: 0,35% | |
| 12 | 0,32 | 1,51 | DES | Piso 1 a 8 0,45mx0,45m Piso 9 a 11 V. exteriores 0,45mx0,40m V. interiores 0,50mx0,40m Piso 12 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,90m Piso 10 a 12 0,45mx0,65m 8 exteriores 0,45mx0,90m Piso 10 a 12 0,45mx0,65m 4 esquina 0,55mx0,55m Piso 10 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,56% Piso 2: 0,88% Piso 3: 0,95% Piso 4: 0,95% Piso 5: 0,91% Piso 6: 0,85% Piso 7: 0,78% Piso 8: 0,73% Piso 9: 0,70% Piso 10: 0,67% Piso 11: 0,52% Piso 12: 0,35% | 1165,71 |
| 14 | 0,29 | 1,70 | DMO | Piso 1 a 8 V. interiores 0,50mx0,45m V. exteriores 0,40mx0,45m Piso 9 a 13 V. interiores 0,50mx0,40m V. exteriores 0,45mx0,40m Piso 14 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx1,00m Piso 11 a 14 0,45mx0,85m 8 exteriores 0,50mx1,00m Piso 11 a 14 0,40mx0,85m 4 esquina 0,55mx0,55m Piso 10 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,49% Piso 2: 0,81% Piso 3: 0,92% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,92% Piso 6: 0,88% Piso 7: 0,84% Piso 8: 0,81% Piso 9: 0,78% Piso 10: 0,78% Piso 11: 0,75% Piso 12: 0,63% Piso 13: 0,49% Piso 14: 0,35% | 1711 |
| 14 | 0,29 | 1,70 | DES | Piso 1 a 8 V. interiores | Las 4 centrales 0,50mx1,00m | Piso 1: 0,49% Piso 2: 0,81% | 1222,14 |

Tabla A-9: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|---|----------------|
| | | | | 0,50mx0,45m V. exteriores 0,40mx0,45m Piso 9 a 13 V. interiores 0,50mx0,40m V. exteriores 0,45mx0,40m Piso 14 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Piso 11 a 14 0,45mx0,85m 8 exteriores 0,50mx1,00m Piso 11 a 14 0,40mx0,85m 4 esquina 0,55mx0,55m Piso 10 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 3: 0,92% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,92% Piso 6: 0,88% Piso 7: 0,84% Piso 8: 0,81% Piso 9: 0,78% Piso 10: 0,78% Piso 11: 0,75% Piso 12: 0,63% Piso 13: 0,49% Piso 14: 0,35% | |
| 16 | 0,26 | 1,866 | DMO | piso 1 a 10 0,50mx0,45m piso 11 a 16 0,40mx0,45m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx1,10m Piso 12 a 16 0,45mx0,95m 8 exteriores 0,50mx1,10m Piso 12 a 16 0,45mx0,95m 4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,45% Piso 2: 0,76% Piso 3: 0,87% Piso 4: 0,90% Piso 5: 0,89% Piso 6: 0,87% Piso 7: 0,83% Piso 8: 0,81% Piso 9: 0,77% Piso 10: 0,74% Piso 11: 0,74% Piso 12: 0,73% Piso 13: 0,67% Piso 14: 0,56% Piso 15: 0,45% Piso 16: 0,34% | 1846 |
| 16 | 0,26 | 1,866 | DES | piso 1 a 10 0,50mx0,45m piso 11 a 16 0,40mx0,45m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx1,10m Piso 12 a 16 0,45mx0,95m 8 exteriores 0,50mx1,10m Piso 12 a 16 0,45mx0,95m 4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,45% Piso 2: 0,76% Piso 3: 0,87% Piso 4: 0,90% Piso 5: 0,89% Piso 6: 0,87% Piso 7: 0,83% Piso 8: 0,81% Piso 9: 0,77% Piso 10: 0,74% Piso 11: 0,74% Piso 12: 0,73% Piso 13: 0,67% Piso 14: 0,56% Piso 15: 0,45% Piso 16: 0,34% | 1318,57 |

A.2.10 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

Tabla A-10. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|--|----------------|
| 2 | 0,45 | 0,50 | DMO | 4 internas 0,50mx0,50m Externas 0,40mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx0,50m 12 exteriores 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,58% Piso 2: 0,54% | 987,98 |
| 2 | 0,45 | 0,48 | DES | 4 internas 0,50mx0,50m Externas 0,40mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx0,55m 12 exteriores 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,58% Piso 2: 0,54% | 703,47 |
| 4 | 0,45 | 0,83 | DMO | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 y 2 0,65mx0,65m pisos 3 y 4 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,65m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,80% Piso 2: 1,11% Piso 3: 0,96% Piso 4: 0,62% | 1879,4 |
| 4 | 0,45 | 0,83 | DES | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 y 2 0,65mx0,65m pisos 3 y 4 | Piso 1: 0,80% Piso 2: 1,11% Piso 3: 0,96% Piso 4: 0,62% | 1342,46 |

Tabla A-10: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|--|----------------|
| | | | | | 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,65m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | | |
| 6 | 0,45 | 0,99 | DMO | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 a 4 0,80mx0,80m pisos 5 y 6 0,70mx0,70m 8 exteriores 0,70mx0,75m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,66% Piso 2: 1,01% Piso 3: 1,00% Piso 4: 0,94% Piso 5: 0,80% Piso 6: 0,62% | 2810,99 |
| 6 | 0,45 | 0,99 | DES | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 a 4 0,80mx0,80m pisos 5 y 6 0,70mx0,70m 8 exteriores 0,70mx0,75m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,66% Piso 2: 1,01% Piso 3: 1,00% Piso 4: 0,94% Piso 5: 0,80% Piso 6: 0,62% | 2007,85 |
| 8 | 0,35 | 1,20 | DMO | Pisos 1 a 6 0,50mx0,60m Pisos 7 a 8 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx1,10m 8 exteriores 0,55mx1,00m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,58% Piso 2: 0,90% Piso 3: 0,96% Piso 4: 0,92% Piso 5: 0,82% Piso 6: 0,71% Piso 7: 0,61% Piso 8: 0,52% | 3007,8 |

Tabla A-10: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| 8 | 0,35 | 1,20 | DES | Pisos 1 a 6 0,50mx0,60m Pisos 7 a 8 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx1,10m 8 exteriores 0,55mx1,00m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,58% Piso 2: 0,90% Piso 3: 0,96% Piso 4: 0,92% Piso 5: 0,82% Piso 6: 0,71% Piso 7: 0,61% Piso 8: 0,52% | 2148,45 |
| 10 | 0,29 | 1,50 | DMO | Pisos 1 a 6 0,50mx0,60m Pisos 7 a 10 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,55% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,99% Piso 4: 0,99% Piso 5: 0,93% Piso 6: 0,87% Piso 7: 0,81% Piso 8: 0,74% Piso 9: 0,63% Piso 10: 0,52% | 3118,77 |
| 10 | 0,29 | 1,50 | DES | Pisos 1 a 6 0,50mx0,60m Pisos 7 a 10 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,55% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,99% Piso 4: 0,99% Piso 5: 0,93% Piso 6: 0,87% Piso 7: 0,81% Piso 8: 0,74% Piso 9: 0,63% Piso 10: 0,52% | 2227,69 |
| 12 | 0,25 | 1,77 | DMO | Pisos 1 a 7 0,55mx0,60m Pisos 8 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,55mx1,20m piso 10 a 12 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,88% Piso 4: 0,89% Piso 5: 0,87% Piso 6: 0,82% Piso 7: 0,76% Piso 8: 0,73% Piso 9: 0,72% Piso 10: 0,70% Piso 11: 0,60% Piso 12: 0,48% | 2869,3 |
| 12 | 0,25 | 1,77 | DES | Pisos 1 a 7 0,55mx0,60m Pisos 8 a 12 0,50mx0,50m | Las 4 centrales 0,60mx1,20m 8 exteriores | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,88% Piso 4: 0,89% | 2049,51 |

Tabla A-10: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| | | | | f'c:28MPa | 0,55mx1,20m piso 10 a 12 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 5: 0,87% Piso 6: 0,82% Piso 7: 0,76% Piso 8: 0,73% Piso 9: 0,72% Piso 10: 0,70% Piso 11: 0,60% Piso 12: 0,48% | |
| 14 | 0,21 | 2,09 | DMO | Pisos 1 a 8 0,55mx0,60m Pisos 9 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,30m piso 11 a 14 0,55mx1,20m 8 exteriores 0,60mx1,20m piso 11 a 14 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,84% Piso 3: 0,97% Piso 4: 1,00% Piso 5: 0,98% Piso 6: 0,94% Piso 7: 0,92% Piso 8: 0,91% Piso 9: 0,96% Piso 10: 1,01% Piso 11: 0,97% Piso 12: 0,85% Piso 13: 0,70% Piso 14: 0,55% | 3242 |
| 14 | 0,21 | 2,09 | DES | Pisos 1 a 8 0,55mx0,60m Pisos 9 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,30m piso 11 a 14 0,55mx1,20m 8 exteriores 0,60mx1,20m piso 11 a 14 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,84% Piso 3: 0,97% Piso 4: 1,00% Piso 5: 0,98% Piso 6: 0,94% Piso 7: 0,92% Piso 8: 0,91% Piso 9: 0,96% Piso 10: 1,01% Piso 11: 0,97% Piso 12: 0,85% Piso 13: 0,70% Piso 14: 0,55% | 2315 |
| 16 | 0,19 | 2,306 | DMO | Pisos 1 a 8 0,55mx0,60m Pisos 9 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,30m piso 14 a 16 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,65mx1,25m piso 14 a 16 0,55mx1,10m 4 de esquinas | Piso 1: 0,48% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,97% Piso 4: 1,01% Piso 5: 1,01% Piso 6: 0,98% Piso 7: 0,934% Piso 8: 0,89% Piso 9: 0,84% Piso 10: 0,78% Piso 11: 0,74% | 3338,87 |

Tabla A-10: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|--|----------------|
| | | | | | 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 12: 0,71% Piso 13: 0,71% Piso 14: 0,71% Piso 15: 0,60% Piso 16: 0,49% | |
| 16 | 0,19 | 2,306 | DES | Pisos 1 a 12 0,55mx0,60m Pisos 13 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,30m piso 14 a 16 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,65mx1,25m piso 14 a 16 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,48% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,97% Piso 4: 1,01% Piso 5: 1,01% Piso 6: 0,98% Piso 7: 0,934% Piso 8: 0,89% Piso 9: 0,84% Piso 10: 0,78% Piso 11: 0,74% Piso 12: 0,71% Piso 13: 0,71% Piso 14: 0,71% Piso 15: 0,60% Piso 16: 0,49% | 2384,91 |

A.2.11 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

Tabla A-11. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|
| 2 | 0,56 | 0,44 | DMO | 4 internas 0,50mx0,50m Externas | Las 4 centrales 0,45mx0,65m | Piso 1: 0,52% Piso 2: 0,54% | 1248,73 |

Tabla A-11: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|--|----------------|
| | | | | 0,40mx0,50m f'c:28MPa | 8 exteriores 0,40mx0,60m 4 de esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | | |
| 2 | 0,56 | 0,44 | DES | 4 internas 0,50mx0,50m Externas 0,40mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,65m 8 exteriores 0,40mx0,60m 4 de esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,52% Piso 2: 0,54% | 891,953 |
| 4 | 0,56 | 0,68 | DMO | Piso 1 a 3 0,50mx0,55m Piso 4 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx1,20m 8 exteriores 0,45mx0,90m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,85% Piso 3: 0,80% Piso 4: 0,64% | 2382,6 |
| 4 | 0,56 | 0,68 | DES | Piso 1 a 3 0,50mx0,55m Piso 4 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx1,20m 8 exteriores 0,45mx0,90m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,85% Piso 3: 0,80% Piso 4: 0,64% | 1701,86 |
| 6 | 0,56 | 0,82 | DMO | Pisos 1 a 4 V. internas 0,60mx0,60m V. externas 0,50mx0,60m Piso 5 y 6 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 a 4 0,60mx1,35m pisos 5 y 6 0,50mx1,10m 8 exteriores 0,60mx1,20mPi so 5 y 6 0,50mx1,00m 4 de esquinas 0,60mx0,60m | Piso 1: 0,57% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,96% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,92% Piso 6: 0,79% | 3635,64 |

Tabla A-11: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|--|----------------|
| | | | | | f'c:28MPa | | |
| 6 | 0,56 | 0,82 | DES | <p>Pisos 1 a 4 V. internas 0,60mx0,60m V. externas 0,50mx0,60m</p> <p>Piso 5 y 6 0,50mx0,50m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales pisos 1 a 4 0,60mx1,35m pisos 5 y 6 0,50mx1,10m</p> <p>8 exteriores 0,60mx1,20mPi so 5 y 6 0,50mx1,00m</p> <p>4 de esquinas 0,60mx0,60m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,57% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,96% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,92% Piso 6: 0,79%</p> | 2596,89 |
| 8 | 0,46 | 1,10 | DMO | <p>Pisos 1 a 5 V. internas 0,60mx0,60m V. externas 0,50mx0,60m</p> <p>Piso 6 a 8 0,50mx0,50m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales pisos 1 a 4 0,60mx1,45m pisos 5 y 6 0,50mx1,20m</p> <p>8 exteriores 0,60mx1,30mPi so 5 y 6 0,50mx1,10m</p> <p>4 de esquinas 0,60mx0,60m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,57% Piso 2: 0,93% Piso 3: 1,05% Piso 4: 1,05% Piso 5: 1,00% Piso 6: 1,05% Piso 7: 0,99% Piso 8: 0,79%</p> | 4018,3 |
| 8 | 0,46 | 1,10 | DES | <p>Pisos 1 a 5 V. internas 0,60mx0,60m V. externas 0,50mx0,60m</p> <p>Piso 6 a 8 0,50mx0,50m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales pisos 1 a 4 0,60mx1,45m pisos 5 y 6 0,50mx1,20m</p> <p>8 exteriores 0,60mx1,30mPi so 5 y 6 0,50mx1,10m</p> <p>4 de esquinas 0,60mx0,60m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,57% Piso 2: 0,93% Piso 3: 1,05% Piso 4: 1,05% Piso 5: 1,00% Piso 6: 1,05% Piso 7: 0,99% Piso 8: 0,79%</p> | 2870,21 |
| 10 | 0,37 | 1,33 | DMO | <p>Pisos 1 a 7 0,60mx0,60m Pisos 8 a 10</p> | <p>Las 4 centrales 0,65mx1,55m Piso 8 a 10</p> | <p>Piso 1: 0,53% Piso 2: 0,89% Piso 3: 1,04%</p> | 4135,81 |

Tabla A-11: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|--|---|----------------|
| | | | | 0,50mx0,55m f'c:28MPa | 0,50mx1,20m 8 exteriores 0,60mx1,45m Piso 8 a 10 0,50mx1,10m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 4: 1,07% Piso 5: 1,03% Piso 6: 0,97% Piso 7: 0,89% Piso 8: 0,85% Piso 9: 0,73% Piso 10: 0,55% | |
| 10 | 0,37 | 1,33 | DES | Pisos 1 a 7 0,60mx0,60m Pisos 8 a 10 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,55m Piso 8 a 10 0,50mx1,20m 8 exteriores 0,60mx1,45m Piso 8 a 10 0,50mx1,10m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,53% Piso 2: 0,89% Piso 3: 1,04% Piso 4: 1,07% Piso 5: 1,03% Piso 6: 0,97% Piso 7: 0,89% Piso 8: 0,85% Piso 9: 0,73% Piso 10: 0,55% | 2954,15 |
| 12 | 0,32 | 1,56 | DMO | Pisos 1 a 9 0,60mx0,60m Pisos 10 a 12 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,65m Pisos 10 a 12 0,65mx1,30m 8 exteriores 0,65mx1,50m piso 10 a 12 0,65mx1,30m 4 de esquinas 0,90mx0,90m Pisos 9 a 12 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,48% Piso 2: 0,84% Piso 3: 1,00% Piso 4: 1,07% Piso 5: 1,07% Piso 6: 1,00% Piso 7: 0,95% Piso 8: 0,88% Piso 9: 0,80% Piso 10: 0,72% Piso 11: 0,62% Piso 12: 0,51% | 4404,88 |
| 12 | 0,32 | 1,56 | DES | Pisos 1 a 9 0,60mx0,60m Pisos 10 a 12 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,65m Pisos 10 a 12 0,65mx1,30m 8 exteriores 0,65mx1,50m piso 10 a 12 0,65mx1,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,48% Piso 2: 0,84% Piso 3: 1,00% Piso 4: 1,07% Piso 5: 1,07% Piso 6: 1,00% Piso 7: 0,95% Piso 8: 0,88% Piso 9: 0,80% | 3146,34 |

Tabla A-11: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| | | | | | 4 de esquinas 0,90mx0,90m Pisos 9 a 12 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 10: 0,72% Piso 11: 0,62% Piso 12: 0,51% | |
| 14 | 0,28 | 1,72 | DMO | Pisos 1 a 9 0,55mx0,65m Pisos 10 a 13 0,60mx0,60m Piso 14 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,65m piso 11 a 14 0,65mx1,30m 8 exteriores 0,65mx1,50m piso 11 a 14 0,65mx1,30m 4 de esquinas 0,95mx0,95m Pisos 11 a 14 0,75mx0,75m f'c:28MPa | Piso 1: 0,46% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,99% Piso 5: 1,00% Piso 6: 0,96% Piso 7: 0,92% Piso 8: 0,87% Piso 9: 0,82% Piso 10: 0,75% Piso 11: 0,73% Piso 12: 0,62% Piso 13: 0,51% Piso 14: 0,41% | 4580 |
| 14 | 0,28 | 1,72 | DES | Pisos 1 a 9 0,55mx0,65m Pisos 10 a 13 0,60mx0,60m Piso 14 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,65m piso 11 a 14 0,65mx1,30m 8 exteriores 0,65mx1,50m piso 11 a 14 0,65mx1,30m 4 de esquinas 0,95mx0,95m Pisos 11 a 14 0,75mx0,75m f'c:28MPa | Piso 1: 0,46% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,99% Piso 5: 1,00% Piso 6: 0,96% Piso 7: 0,92% Piso 8: 0,87% Piso 9: 0,82% Piso 10: 0,75% Piso 11: 0,73% Piso 12: 0,62% Piso 13: 0,51% Piso 14: 0,41% | 3271,43 |
| 16 | 0,25 | 1,926 | DMO | Pisos 1 a 10 0,55mx0,65m Pisos 11 a 15 V interiores 0,60mx0,60m V. exteriores 0,50mx0,60m Piso 16 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,75mx1,80m Piso 7 a12 0,65mx1,65m piso 13 a 16 0,65mx1,30m 8 exteriores 0,70mx1,70m Piso 7 a12 0,65mx1,50m | Piso 1: 0,38% Piso 2: 0,67% Piso 3: 0,83% Piso 4: 0,90% Piso 5: 0,93% Piso 6: 0,93% Piso 7: 0,92% Piso 8: 0,89% Piso 9: 0,85% Piso 10: 0,82% Piso 11: 0,80% | 4699 |

Tabla A-11: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|--|---|----------------|
| | | | | | <p>piso 13 a 16 0,65mx1,30m</p> <p>4 de esquinas 0,95mx0,95m Pisos 14 a 16 0,75mx0,75m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 12: 0,77% Piso 13: 0,70% Piso 14: 0,59% Piso 15: 0,48% Piso 16: 0,89%</p> | |
| 16 | 0,25 | 1,926 | DES | <p>Pisos 1 a 10 0,55mx0,65m Pisos 11 a 15 V interiores 0,60mx0,60m V. exteriores 0,50mx0,60m Piso 16 0,50mx0,55m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales 0,75mx1,80m Piso 7 a12 0,65mx1,65m piso 13 a 16 0,65mx1,30m</p> <p>8 exteriores 0,70mx1,70m Piso 7 a12 0,65mx1,50m piso 13 a 16 0,65mx1,30m</p> <p>4 de esquinas 0,95mx0,95m Pisos 14 a 16 0,75mx0,75m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,38% Piso 2: 0,67% Piso 3: 0,83% Piso 4: 0,90% Piso 5: 0,93% Piso 6: 0,93% Piso 7: 0,92% Piso 8: 0,89% Piso 9: 0,85% Piso 10: 0,82% Piso 11: 0,80% Piso 12: 0,77% Piso 13: 0,70% Piso 14: 0,59% Piso 15: 0,48% Piso 16: 0,89%</p> | 3356,43 |

A.2.12 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

Tabla A-12. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|---|--|----------------|
| 2 | 0,60 | 0,53 | DMO | Todas 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,40m 8 exteriores 0,30mx0,35m 4 de esquinas 0,30mx0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,94% Piso 2: 0,81% | 471,2 |
| 2 | 0,60 | 0,53 | DES | Todas 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,35mx0,40m 8 exteriores 0,30mx0,35m 4 de esquinas 0,30mx0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,94% Piso 2: 0,81% | 336,557 |
| 4 | 0,60 | 0,71 | DMO | Las centrales 0,40mx0,40m Piso 3 y 4 0,40mx0,35m Exteriores 0,30mx0,40m Piso 3 y 4 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,40mx0,55m 8 exteriores 0,45mx0,45m 4 esquinas 0,40mx0,40m último piso 0,30mx0,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,76% Piso 2: 0,97% Piso 3: 0,89% Piso 4: 0,67% | 873,99 |
| 4 | 0,60 | 0,71 | DES | Las centrales 0,40mx0,40m Piso 3 y 4 0,40mx0,35m Exteriores 0,30mx0,40m Piso 3 y 4 0,30mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,40mx0,55m 8 exteriores 0,45mx0,45m 4 esquinas 0,40mx0,40m último piso 0,35mx0,35m f'c:28MPa | Piso 1: 0,76% Piso 2: 0,97% Piso 3: 0,89% Piso 4: 0,67% | 624,88 |

Tabla A-12: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|--|----------------|
| 6 | 0,46 | 0,84 | DMO | General 0,40mx0,45m Piso 5 y 6 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,50m 8 exteriores 0,40mx0,55m 4 de esquinas 0,45mx0,45m piso 5 y 6 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,64% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,78% Piso 4: 0,65% Piso 5: 0,54% Piso 6: 0,37% | 1122 |
| 6 | 0,46 | 0,84 | DES | General 0,40mx0,45m Piso 5 y 6 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,50m 8 exteriores 0,40mx0,55m 4 de esquinas 0,45mx0,45m piso 5 y 6 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,64% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,78% Piso 4: 0,65% Piso 5: 0,54% Piso 6: 0,37% | 801,429 |
| 8 | 0,34 | 1,23 | DMO | piso 1 a 6 0,45mx0,40m piso 7 a 8 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,60m 8 exteriores 0,40mx0,60m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 7 a 8 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,65% Piso 2: 0,93% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,85% Piso 5: 0,75% Piso 6: 0,62% Piso 7: 0,48% Piso 8: 0,32% | 1027,38 |
| 8 | 0,34 | 1,23 | DES | piso 1 a 6 0,45mx0,40m piso 7 a 8 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,60m 8 exteriores 0,40mx0,60m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 7 a 8 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,65% Piso 2: 0,93% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,85% Piso 5: 0,75% Piso 6: 0,62% Piso 7: 0,48% Piso 8: 0,32% | 733,843 |

Tabla A-12: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|---|----------------|
| | | | | | f'c:28MPa | | |
| 10 | 0,28 | 1,51 | DMO | Todas de 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,65% Piso 2: 0,94% Piso 3: 0,97% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,86% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,68% Piso 8: 0,57% Piso 9: 0,42% Piso 10: 0,26% | 1076,2 |
| 10 | 0,28 | 1,51 | DES | Todas de 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,65% Piso 2: 0,94% Piso 3: 0,97% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,86% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,68% Piso 8: 0,57% Piso 9: 0,42% Piso 10: 0,26% | 768,714 |
| 12 | 0,24 | 1,80 | DMO | Todas 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,60m Piso 10 a 12 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,89% Piso 3: 1,95% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,88% Piso 6: 0,83% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,70% Piso 9: 0,63% Piso 10: 0,53% Piso 11: 0,40% Piso 12: 0,27% | 1097,8 |
| 12 | 0,24 | 1,80 | DES | Todas 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx0,60m Piso 10 a 12 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,50mx0,55m 4 esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,95% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,88% Piso 6: 0,83% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,70% Piso 9: 0,63% Piso 10: 0,53% Piso 11: 0,40% Piso 12: 0,27% | 784,143 |

Tabla A-12: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|--|---|----------------|
| 14 | 0,21 | 1,95 | DMO | <p>piso 1 a 8 0,40mx0,45m</p> <p>piso 9 a 14 0,45mx0,40m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales 0,65mx0,55m Piso 10 a 14 0,55mx0,55m</p> <p>8 exteriores 0,50mx0,55m</p> <p>4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 14 0,50mx0,50m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,58% Piso 2: 0,85% Piso 3: 0,90% Piso 4: 0,88% Piso 5: 0,85% Piso 6: 0,81% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,74% Piso 9: 0,73% Piso 10: 0,72% Piso 11: 0,66% Piso 12: 0,55% Piso 13: 0,42% Piso 14: 0,28%</p> | 1195,53 |
| 14 | 0,21 | 1,95 | DES | <p>piso 1 a 8 0,40mx0,45m</p> <p>piso 9 a 14 0,45mx0,40m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales 0,65mx0,55m Piso 10 a 14 0,55mx0,55m</p> <p>8 exteriores 0,50mx0,55m</p> <p>4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 14 0,50mx0,50m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,58% Piso 2: 0,85% Piso 3: 0,90% Piso 4: 0,88% Piso 5: 0,85% Piso 6: 0,81% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,74% Piso 9: 0,73% Piso 10: 0,72% Piso 11: 0,66% Piso 12: 0,55% Piso 13: 0,42% Piso 14: 0,28%</p> | 853,95 |
| 16 | 0,18 | 2,09 | DMO | <p>piso 1 a 10 0,50mx0,45m</p> <p>piso 11 a 16 0,40mx0,45m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales 0,55mx0,65m Piso 11 a 16 0,55mx0,55m</p> <p>8 exteriores 0,45mx0,65m</p> <p>4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 16 0,50mx0,50m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,55% Piso 2: 0,80% Piso 3: 0,84% Piso 4: 0,83% Piso 5: 0,81% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,75% Piso 8: 0,72% Piso 9: 0,70% Piso 10: 0,68% Piso 11: 0,69% Piso 12: 0,67% Piso 13: 0,61% Piso 14: 0,51% Piso 15: 0,40% Piso 16: 0,28%</p> | 1303 |
| 16 | 0,18 | 2,09 | DES | <p>piso 1 a 10 0,50mx0,45m</p> | <p>Las 4 centrales 0,55mx0,65m Piso 11 a 16</p> | <p>Piso 1: 0,55% Piso 2: 0,80% Piso 3: 0,84%</p> | 930,714 |

Tabla A-12: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|----|-----------------------|------------------------------------|--|--|--|----------------|
| | | | | piso 11 a 16 0,40mx0,45m f'c:28MPa | 0,55mx0,55m 8 exteriores 0,45mx0,65m 4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 4: 0,83% Piso 5: 0,81% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,75% Piso 8: 0,72% Piso 9: 0,70% Piso 10: 0,68% Piso 11: 0,69% Piso 12: 0,67% Piso 13: 0,61% Piso 14: 0,51% Piso 15: 0,40% Piso 16: 0,28% | |

A.2.13 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

Tabla A-13. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|---|--------------------------------|----------------|
| 2 | 0,70 | 0,45 | DMO | Todas V. interiores 0,40mx0,35m V. exteriores 0,35mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,40mx0,40m 8 exteriores 0,35mx0,40m 4 de esquinas 0,35mx0,35m f'c:28MPa | Piso 1: 0,76% Piso 2: 0,67% | 568,578 |
| 2 | 0,70 | 0,45 | DES | Todas V. interiores 0,40mx0,35m | Las 4 centrales 0,40mx0,40m | Piso 1: 0,76% Piso 2: 0,67% | 406,127 |

Tabla A-13: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|---|--|----------------|
| | | | | V. exteriores 0,35mx0,35m f'c:28MPa | 8 exteriores 0,35mx0,40m 4 de esquinas 0,35mx0,35m f'c:28MPa | | |
| 4 | 0,70 | 0,64 | DMO | Pisos 1 a 3 V. exteriores 0,40mx0,40m V. interiores 0,45mx0,40m Piso 4 V. exteriores 0,40mx0,35m V. interiores 0,45mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,40mx0,60m 8 exteriores 0,45mx0,50m 4 esquinas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,81% Piso 2: 1,00% Piso 3: 0,83% Piso 4: 0,56% | 1135,57 |
| 4 | 0,70 | 0,64 | DES | Pisos 1 a 3 V. exteriores 0,40mx0,40m V. interiores 0,45mx0,40m Piso 4 V. exteriores 0,40mx0,35m V. interiores 0,45mx0,35m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,40mx0,60m 8 exteriores 0,45mx0,50m 4 esquinas 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,81% Piso 2: 1,00% Piso 3: 0,83% Piso 4: 0,56% | 811,121 |
| 6 | 0,59 | 0,81 | DMO | Pisos 1 a 4 V. exteriores 0,40mx0,45m V. interiores 0,45mx0,45m Piso 5 y 6 V. exteriores 0,40mx0,40m V. interiores 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,70m Piso 5 y 6 0,45mx0,65m 8 exteriores 0,40mx0,65m Piso 5 y 6 0,40mx0,55m 4 esquinas | Piso 1: 0,73% Piso 2: 0,97% Piso 3: 0,92% Piso 4: 0,79% Piso 5: 0,68% Piso 6: 0,46% | 1466 |

Tabla A-13: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|--|----------------|
| | | | | | 0,45mx0,50m Piso 5 y 6 0,40mx0,40m f'c:28MPa | | |
| 6 | 0,59 | 0,81 | DES | Pisos 1 a 4 V. exteriores 0,40mx0,45m V. interiores 0,45mx0,45m Piso 5 y 6 V. exteriores 0,40mx0,40m V. interiores 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,70m Piso 5 y 6 0,45mx0,65m 8 exteriores 0,40mx0,65m Piso 5 y 6 0,40mx0,55m 4 esquinas 0,45mx0,50m Piso 5 y 6 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Piso 1: 0,73% Piso 2: 0,97% Piso 3: 0,92% Piso 4: 0,79% Piso 5: 0,68% Piso 6: 0,46% | 1047,14 |
| 8 | 0,47 | 1,03 | DMO | Pisos 1 a 6 V. exteriores 0,40mx0,45m V. interiores 0,45mx0,45m Piso 7 y 8 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,80m Pisos 7 y 8 0,45mx0,60m 8 exteriores 0,40mx0,75m Pisos 7 y 8 0,40mx0,60m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 7 a 8 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,66% Piso 2: 0,95% Piso 3: 0,96% Piso 4: 0,89% Piso 5: 0,78% Piso 6: 0,67% Piso 7: 0,60% Piso 8: 0,43% | 1541 |
| 8 | 0,47 | 1,03 | DES | Pisos 1 a 6 V. exteriores 0,40mx0,45m V. interiores 0,45mx0,45m Piso 7 y 8 | Las 4 centrales 0,45mx0,80m Pisos 7 y 8 0,45mx0,60m 8 exteriores | Piso 1: 0,66% Piso 2: 0,95% Piso 3: 0,96% Piso 4: 0,89% Piso 5: 0,78% Piso 6: 0,67% | 1100,71 |

Tabla A-13: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|--|---|----------------|
| | | | | 0,40mx0,40m f'c:28MPa | 0,40mx0,75m Pisos 7 y 8 0,40mx0,60m 4 esquina 0,50mx0,50m piso 7 a 8 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 7: 0,60% Piso 8: 0,43% | |
| 10 | 0,38 | 1,27 | DMO | Piso 1 a 6 0,45mx0,45m Piso 7 a 9 0,45mx0,40m Piso 10 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,80m Piso 8 a 10 0,45mx0,60m 8 exteriores 0,45mx0,80m Piso 8 a 10 0,45mx0,60m 4 esquina 0,50mx0,50m Piso 8 a 10 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,88% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,89% Piso 5: 0,83% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,75% Piso 9: 0,58% Piso 10: 0,38% | 1549,02 |
| 10 | 0,38 | 1,27 | DES | Piso 1 a 6 0,45mx0,45m Piso 7 a 9 0,45mx0,40m Piso 10 0,40mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,80m Piso 8 a 10 0,45mx0,60m 8 exteriores 0,45mx0,80m Piso 8 a 10 0,45mx0,60m 4 esquina 0,50mx0,50m Piso 8 a 10 0,45mx0,45m f'c:28MPa | Piso 1: 0,59% Piso 2: 0,88% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,89% Piso 5: 0,83% Piso 6: 0,78% Piso 7: 0,77% Piso 8: 0,75% Piso 9: 0,58% Piso 10: 0,38% | 1106,44 |
| 12 | 0,32 | 1,51 | DMO | Piso 1 a 8 0,45mx0,45m Piso 9 a 11 | Las 4 centrales 0,45mx0,90m | Piso 1: 0,56% Piso 2: 0,88% Piso 3: 0,95% | 1632 |

Tabla A-13: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|---|----------------|
| | | | | V. exteriores 0,45mx0,40m V. interiores 0,50mx0,40m Piso 12 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Piso 10 a 12 0,45mx0,65m 8 exteriores 0,45mx0,90m Piso 10 a 12 0,45mx0,65m 4 esquina 0,55mx0,55m Piso 10 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 4: 0,95% Piso 5: 0,91% Piso 6: 0,85% Piso 7: 0,78% Piso 8: 0,73% Piso 9: 0,70% Piso 10: 0,67% Piso 11: 0,52% Piso 12: 0,35% | |
| 12 | 0,32 | 1,51 | DES | Piso 1 a 8 0,45mx0,45m Piso 9 a 11 V. exteriores 0,45mx0,40m V. interiores 0,50mx0,40m Piso 12 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,90m Piso 10 a 12 0,45mx0,65m 8 exteriores 0,45mx0,90m Piso 10 a 12 0,45mx0,65m 4 esquina 0,55mx0,55m Piso 10 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,56% Piso 2: 0,88% Piso 3: 0,95% Piso 4: 0,95% Piso 5: 0,91% Piso 6: 0,85% Piso 7: 0,78% Piso 8: 0,73% Piso 9: 0,70% Piso 10: 0,67% Piso 11: 0,52% Piso 12: 0,35% | 1165,71 |
| 14 | 0,29 | 1,70 | DMO | Piso 1 a 8 V. interiores 0,50mx0,45m V. exteriores 0,40mx0,45m Piso 9 a 13 V. interiores 0,50mx0,40m V. exteriores 0,45mx0,40m Piso 14 0,45mx0,40m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx1,00m Piso 11 a 14 0,45mx0,85m 8 exteriores 0,50mx1,00m Piso 11 a 14 0,40mx0,85m 4 esquina 0,55mx0,55m Piso 10 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,49% Piso 2: 0,81% Piso 3: 0,92% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,92% Piso 6: 0,88% Piso 7: 0,84% Piso 8: 0,81% Piso 9: 0,78% Piso 10: 0,78% Piso 11: 0,75% Piso 12: 0,63% Piso 13: 0,49% Piso 14: 0,35% | 1711 |

Tabla A-13: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|----------------|
| 14 | 0,29 | 1,70 | DES | <p>Piso 1 a 8 V. interiores 0,50mx0,45m V. exteriores 0,40mx0,45m</p> <p>Piso 9 a 13 V. interiores 0,50mx0,40m V. exteriores 0,45mx0,40m</p> <p>Piso 14 0,45mx0,40m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales 0,50mx1,00m Piso 11 a 14 0,45mx0,85m</p> <p>8 exteriores 0,50mx1,00m Piso 11 a 14 0,40mx0,85m</p> <p>4 esquina 0,55mx0,55m Piso 10 a 14 0,50mx0,50m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,49% Piso 2: 0,81% Piso 3: 0,92% Piso 4: 0,93% Piso 5: 0,92% Piso 6: 0,88% Piso 7: 0,84% Piso 8: 0,81% Piso 9: 0,78% Piso 10: 0,78% Piso 11: 0,75% Piso 12: 0,63% Piso 13: 0,49% Piso 14: 0,35%</p> | 1222,14 |
| 16 | 0,26 | 1,866 | DMO | <p>piso 1 a 10 0,50mx0,45m</p> <p>piso 11 a 16 0,40mx0,45m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales 0,50mx1,10m Piso 12 a 16 0,45mx0,95m</p> <p>8 exteriores 0,50mx1,10m Piso 12 a 16 0,45mx0,95m</p> <p>4 esquina 0,55mx0,55m piso 10 a 16 0,50mx0,50m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Piso 1: 0,45% Piso 2: 0,76% Piso 3: 0,87% Piso 4: 0,90% Piso 5: 0,89% Piso 6: 0,87% Piso 7: 0,83% Piso 8: 0,81% Piso 9: 0,77% Piso 10: 0,74% Piso 11: 0,74% Piso 12: 0,73% Piso 13: 0,67% Piso 14: 0,56% Piso 15: 0,45% Piso 16: 0,34%</p> | 1846 |
| 16 | 0,26 | 1,866 | DES | <p>piso 1 a 10 0,50mx0,45m</p> <p>piso 11 a 16 0,40mx0,45m</p> <p>f'c:28MPa</p> | <p>Las 4 centrales 0,50mx1,10m Piso 12 a 16 0,45mx0,95m</p> <p>8 exteriores 0,50mx1,10m Piso 12 a 16 0,45mx0,95m</p> <p>4 esquina 0,55mx0,55m</p> | <p>Piso 1: 0,45% Piso 2: 0,76% Piso 3: 0,87% Piso 4: 0,90% Piso 5: 0,89% Piso 6: 0,87% Piso 7: 0,83% Piso 8: 0,81% Piso 9: 0,77% Piso 10: 0,74% Piso 11: 0,74% Piso 12: 0,73% Piso 13: 0,67%</p> | 1318,57 |

Tabla A-13: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|----|-----------------------|------------------------------------|--------------------|--|--|----------------|
| | | | | | piso 10 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 14: 0,56% Piso 15: 0,45% Piso 16: 0,34% | |

A.2.14 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

Tabla A-14. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|--------------------------------|----------------|
| 2 | 0,60 | 0,44 | DMO | 4 internas 0,50mx0,50m Externas 0,40mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,65m 8 exteriores 0,40mx0,60m 4 de esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,56% Piso 2: 0,58% | 1330,8 |
| 2 | 0,60 | 0,44 | DES | 4 internas 0,50mx0,50m Externas 0,40mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,65m 8 exteriores 0,40mx0,60m 4 de esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,56% Piso 2: 0,58% | 950,571 |

Tabla A-14: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|---|--|----------------|
| 4 | 0,60 | 0,68 | DMO | Piso 1 a 3 0,50mx0,55m Piso 4 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx1,20m 8 exteriores 0,45mx0,90m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,62% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,83% Piso 4: 0,67% | 2499 |
| 4 | 0,60 | 0,68 | DES | Piso 1 a 3 0,50mx0,55m Piso 4 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,50mx1,20m 8 exteriores 0,45mx0,90m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,62% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,83% Piso 4: 0,67% | 1785 |
| 6 | 0,44 | 0,99 | DMO | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 a 4 0,80mx0,80m pisos 5 y 6 0,70mx0,70m 8 exteriores 0,70mx0,75m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,66% Piso 2: 1,01% Piso 3: 1,00% Piso 4: 0,94% Piso 5: 0,80% Piso 6: 0,62% | 2810,99 |
| 6 | 0,44 | 0,99 | DES | Todas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 a 4 0,80mx0,80m pisos 5 y 6 0,70mx0,70m 8 exteriores 0,70mx0,75m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,66% Piso 2: 1,01% Piso 3: 1,00% Piso 4: 0,94% Piso 5: 0,80% Piso 6: 0,62% | 2007,85 |

Tabla A-14: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| 8 | 0,34 | 1,20 | DMO | Pisos 1 a 6 0,50mx0,60m Pisos 7 a 8 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx1,10m 8 exteriores 0,55mx1,00m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,58% Piso 2: 0,90% Piso 3: 0,96% Piso 4: 0,92% Piso 5: 0,82% Piso 6: 0,71% Piso 7: 0,61% Piso 8: 0,52% | 3007,8 |
| 8 | 0,34 | 1,20 | DES | Pisos 1 a 6 0,50mx0,60m Pisos 7 a 8 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,55mx1,10m 8 exteriores 0,55mx1,00m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,58% Piso 2: 0,90% Piso 3: 0,96% Piso 4: 0,92% Piso 5: 0,82% Piso 6: 0,71% Piso 7: 0,61% Piso 8: 0,52% | 2148,45 |
| 10 | 0,28 | 1,50 | DMO | Pisos 1 a 6 0,50mx0,60m Pisos 7 a 10 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,55% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,99% Piso 4: 0,99% Piso 5: 0,93% Piso 6: 0,87% Piso 7: 0,81% Piso 8: 0,74% Piso 9: 0,63% Piso 10: 0,52% | 3118,77 |
| 10 | 0,28 | 1,50 | DES | Pisos 1 a 6 0,50mx0,60m Pisos 7 a 10 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,55% Piso 2: 0,89% Piso 3: 0,99% Piso 4: 0,99% Piso 5: 0,93% Piso 6: 0,87% Piso 7: 0,81% Piso 8: 0,74% Piso 9: 0,63% Piso 10: 0,52% | 2227,69 |
| 12 | 0,24 | 1,77 | DMO | Pisos 1 a 7 0,55mx0,60m Pisos 8 a 12 0,50mx0,50m | Las 4 centrales 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,55mx1,20m | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,88% Piso 4: 0,89% Piso 5: 0,87% | 2869,3 |

Tabla A-14: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| | | | | f'c:28MPa | piso 10 a 12 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 6: 0,82% Piso 7: 0,76% Piso 8: 0,73% Piso 9: 0,72% Piso 10: 0,70% Piso 11: 0,60% Piso 12: 0,48% | |
| 12 | 0,24 | 1,77 | DES | Pisos 1 a 7 0,55mx0,60m Pisos 8 a 12 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,55mx1,20m piso 10 a 12 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,88% Piso 4: 0,89% Piso 5: 0,87% Piso 6: 0,82% Piso 7: 0,76% Piso 8: 0,73% Piso 9: 0,72% Piso 10: 0,70% Piso 11: 0,60% Piso 12: 0,48% | 2049,51 |
| 14 | 0,21 | 2,09 | DMO | Pisos 1 a 8 0,55mx0,60m Pisos 9 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,30m piso 11 a 14 0,55mx1,20m 8 exteriores 0,60mx1,20m piso 11 a 14 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,84% Piso 3: 0,97% Piso 4: 1,00% Piso 5: 0,98% Piso 6: 0,94% Piso 7: 0,92% Piso 8: 0,91% Piso 9: 0,96% Piso 10: 1,01% Piso 11: 0,97% Piso 12: 0,85% Piso 13: 0,70% Piso 14: 0,55% | 3242 |
| 14 | 0,21 | 2,09 | DES | Pisos 1 a 8 0,55mx0,60m Pisos 9 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,30m piso 11 a 14 0,55mx1,20m 8 exteriores 0,60mx1,20m piso 11 a 14 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,47% Piso 2: 0,84% Piso 3: 0,97% Piso 4: 1,00% Piso 5: 0,98% Piso 6: 0,94% Piso 7: 0,92% Piso 8: 0,91% Piso 9: 0,96% Piso 10: 1,01% Piso 11: 0,97% Piso 12: 0,85% Piso 13: 0,70% Piso 14: 0,55% | 2315 |

Tabla A-14: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|--|----------------|
| 16 | 0,18 | 2,306 | DMO | Pisos 1 a 8 0,55mx0,60m Pisos 9 a 14 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,30m piso 14 a 16 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,65mx1,25m piso 14 a 16 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,48% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,97% Piso 4: 1,01% Piso 5: 1,01% Piso 6: 0,98% Piso 7: 0,934% Piso 8: 0,89% Piso 9: 0,84% Piso 10: 0,78% Piso 11: 0,74% Piso 12: 0,71% Piso 13: 0,71% Piso 14: 0,71% Piso 15: 0,60% Piso 16: 0,49% | 3338,87 |
| 16 | 0,18 | 2,306 | DES | Pisos 1 a 12 0,55mx0,60m Pisos 13 a 16 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,30m piso 14 a 16 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,65mx1,25m piso 14 a 16 0,55mx1,10m 4 de esquinas 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,48% Piso 2: 0,83% Piso 3: 0,97% Piso 4: 1,01% Piso 5: 1,01% Piso 6: 0,98% Piso 7: 0,934% Piso 8: 0,89% Piso 9: 0,84% Piso 10: 0,78% Piso 11: 0,74% Piso 12: 0,71% Piso 13: 0,71% Piso 14: 0,71% Piso 15: 0,60% Piso 16: 0,49% | 2384,91 |

A.2.15 Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

En la siguiente tabla se muestran los datos que se utilizaron para modelar las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

Tabla A-15. Datos con que se analizaron los modelos ubicados en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|---|--|----------------|
| 2 | 0,70 | 0,38 | DMO | V. internas 0,60mx0,55m V. Externas 0,45mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,75m 8 exteriores 0,45mx0,75m 4 de esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,51% Piso 2: 0,51% | 1424,9 |
| 2 | 0,70 | 0,38 | DMO | V. internas 0,60mx0,55m V. Externas 0,45mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,45mx0,75m 8 exteriores 0,45mx0,75m 4 de esquina 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,51% Piso 2: 0,51% | 1424,9 |
| 4 | 0,70 | 0,63 | DMO | Piso 1 a 3 V. interiores 0,60mx0,55m V. exteriores 0,55mx0,55m Piso 4 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,45mx0,90m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,70% Piso 2: 0,99% Piso 3: 0,92% Piso 4: 0,74% | 3023,16 |
| 4 | 0,70 | 0,63 | DES | Piso 1 a 3 V. interiores 0,60mx0,55m V. exteriores 0,55mx0,55m Piso 4 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,60mx1,20m 8 exteriores 0,45mx0,90m 4 de esquinas 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Piso 1: 0,70% Piso 2: 0,99% Piso 3: 0,92% Piso 4: 0,74% | 2159,4 |
| 6 | 0,59 | 0,81 | DMO | Pisos 1 a 4 V. internas 0,60mx0,60m | Las 4 centrales pisos 1 a 4 0,60mx1,35m | Piso 1: 0,61% Piso 2: 0,95% Piso 3: 1,02% | 4089,54 |

Tabla A-15: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|--|--|----------------|
| | | | | V. externas 0,50mx0,60m Piso 5 y 6 0,50mx0,55m f'c:28MPa | pisos 5 y 6 0,50mx1,10m 8 exteriores 0,60mx1,20mPi so 5 y 6 0,50mx1,00m 4 de esquinas 0,60mx0,60m | Piso 4: 0,96% Piso 5: 0,88% Piso 6: 0,70% | |
| 6 | 0,59 | 0,81 | DES | Pisos 1 a 4 V. internas 0,60mx0,60m V. externas 0,50mx0,60m Piso 5 y 6 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 a 4 0,60mx1,35m pisos 5 y 6 0,50mx1,10m 8 exteriores 0,60mx1,20mPi so 5 y 6 0,50mx1,00m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,61% Piso 2: 0,95% Piso 3: 1,02% Piso 4: 0,96% Piso 5: 0,88% Piso 6: 0,70% | 2921,1 |
| 8 | 0,46 | 1,10 | DMO | Pisos 1 a 5 V. internas 0,60mx0,60m V. externas 0,50mx0,60m Piso 6 a 8 0,50mx0,50m f'c:28MPa | Las 4 centrales pisos 1 a 4 0,60mx1,45m pisos 5 y 6 0,50mx1,20m 8 exteriores 0,60mx1,30mPi so 5 y 6 0,50mx1,10m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,57% Piso 2: 0,93% Piso 3: 1,05% Piso 4: 1,05% Piso 5: 1,00% Piso 6: 1,05% Piso 7: 0,99% Piso 8: 0,79% | 4018,3 |
| 8 | 0,46 | 1,10 | DES | Pisos 1 a 5 V. internas 0,60mx0,60m V. externas 0,50mx0,60m Piso 6 a 8 | Las 4 centrales pisos 1 a 4 0,60mx1,45m pisos 5 y 6 0,50mx1,20m 8 exteriores | Piso 1: 0,57% Piso 2: 0,93% Piso 3: 1,05% Piso 4: 1,05% Piso 5: 1,00% Piso 6: 1,05% | 2870,21 |

Tabla A-15: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|--|---|----------------|
| | | | | 0,50mx0,50m f'c:28MPa | 0,60mx1,30m Piso 5 y 6 0,50mx1,10m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 7: 0,99% Piso 8: 0,79% | |
| 10 | 0,37 | 1,33 | DMO | Pisos 1 a 7 0,60mx0,60m Pisos 8 a 10 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,55m Piso 8 a 10 0,50mx1,20m 8 exteriores 0,60mx1,45m Piso 8 a 10 0,50mx1,10m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,53% Piso 2: 0,89% Piso 3: 1,04% Piso 4: 1,07% Piso 5: 1,03% Piso 6: 0,97% Piso 7: 0,89% Piso 8: 0,85% Piso 9: 0,73% Piso 10: 0,55% | 4135,81 |
| 10 | 0,37 | 1,33 | DES | Pisos 1 a 7 0,60mx0,60m Pisos 8 a 10 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,55m Piso 8 a 10 0,50mx1,20m 8 exteriores 0,60mx1,45m Piso 8 a 10 0,50mx1,10m 4 de esquinas 0,60mx0,60m f'c:28MPa | Piso 1: 0,53% Piso 2: 0,89% Piso 3: 1,04% Piso 4: 1,07% Piso 5: 1,03% Piso 6: 0,97% Piso 7: 0,89% Piso 8: 0,85% Piso 9: 0,73% Piso 10: 0,55% | 2954,15 |
| 12 | 0,32 | 1,56 | DMO | Pisos 1 a 9 0,60mx0,60m Pisos 10 a 12 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,65m Pisos 10 a 12 0,65mx1,30m 8 exteriores 0,65mx1,50m Piso 10 a 12 0,65mx1,30m 4 de esquinas | Piso 1: 0,48% Piso 2: 0,84% Piso 3: 1,00% Piso 4: 1,07% Piso 5: 1,07% Piso 6: 1,00% Piso 7: 0,95% Piso 8: 0,88% Piso 9: 0,80% Piso 10: 0,72% | 4404,88 |

Tabla A-15: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|---|--|---|----------------|
| | | | | | 0,90mx0,90m Pisos 9 a 12 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 11: 0,62% Piso 12: 0,51% | |
| 12 | 0,32 | 1,56 | DES | Pisos 1 a 9 0,60mx0,60m Pisos 10 a 12 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,65m Pisos 10 a 12 0,65mx1,30m 8 exteriores 0,65mx1,50m piso 10 a 12 0,65mx1,30m 4 de esquinas 0,90mx0,90m Pisos 9 a 12 0,70mx0,70m f'c:28MPa | Piso 1: 0,48% Piso 2: 0,84% Piso 3: 1,00% Piso 4: 1,07% Piso 5: 1,07% Piso 6: 1,00% Piso 7: 0,95% Piso 8: 0,88% Piso 9: 0,80% Piso 10: 0,72% Piso 11: 0,62% Piso 12: 0,51% | 3146,34 |
| 14 | 0,28 | 1,72 | DMO | Pisos 1 a 9 0,55mx0,65m Pisos 10 a 13 0,60mx0,60m Piso 14 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,65m piso 11 a 14 0,65mx1,30m 8 exteriores 0,65mx1,50m piso 11 a 14 0,65mx1,30m 4 de esquinas 0,95mx0,95m Pisos 11 a 14 0,75mx0,75m f'c:28MPa | Piso 1: 0,46% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,99% Piso 5: 1,00% Piso 6: 0,96% Piso 7: 0,92% Piso 8: 0,87% Piso 9: 0,82% Piso 10: 0,75% Piso 11: 0,73% Piso 12: 0,62% Piso 13: 0,51% Piso 14: 0,41% | 4580 |
| 14 | 0,28 | 1,72 | DES | Pisos 1 a 9 0,55mx0,65m Pisos 10 a 13 0,60mx0,60m Piso 14 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,65mx1,65m piso 11 a 14 0,65mx1,30m 8 exteriores 0,65mx1,50m piso 11 a 14 0,65mx1,30m f'c:28MPa | Piso 1: 0,46% Piso 2: 0,78% Piso 3: 0,93% Piso 4: 0,99% Piso 5: 1,00% Piso 6: 0,96% Piso 7: 0,92% Piso 8: 0,87% Piso 9: 0,82% Piso 10: 0,75% | 3271,43 |

Tabla A-15: Continuación

| Nº de pisos | Sa | Período natural Tn(s) | Capacidad de disipación de energía | Secciones de vigas | Secciones de columnas | Derivas de piso | Vb diseño (kN) |
|-------------|------|-----------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| | | | | | 4 de esquinas 0,95mx0,95m Pisos 11 a 14 0,75mx0,75m f'c:28MPa | Piso 11: 0,73% Piso 12: 0,62% Piso 13: 0,51% Piso 14: 0,41% | |
| 16 | 0,25 | 1,926 | DMO | Pisos 1 a 10 0,55mx0,65m Pisos 11 a 15 V interiores 0,60mx0,60m V. exteriores 0,50mx0,60m Piso 16 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,75mx1,80m Piso 7 a12 0,65mx1,65m piso 13 a 16 0,65mx1,30m 8 exteriores 0,70mx1,70m Piso 7 a12 0,65mx1,50m piso 13 a 16 0,65mx1,30m 4 de esquinas 0,95mx0,95m Pisos 14 a 16 0,75mx0,75m f'c:28MPa | Piso 1: 0,38% Piso 2: 0,67% Piso 3: 0,83% Piso 4: 0,90% Piso 5: 0,93% Piso 6: 0,93% Piso 7: 0,92% Piso 8: 0,89% Piso 9: 0,85% Piso 10: 0,82% Piso 11: 0,80% Piso 12: 0,77% Piso 13: 0,70% Piso 14: 0,59% Piso 15: 0,48% Piso 16: 0,89% | 4699 |
| 16 | 0,25 | 1,926 | DES | Pisos 1 a 10 0,55mx0,65m Pisos 11 a 15 V interiores 0,60mx0,60m V. exteriores 0,50mx0,60m Piso 16 0,50mx0,55m f'c:28MPa | Las 4 centrales 0,75mx1,80m Piso 7 a12 0,65mx1,65m piso 13 a 16 0,65mx1,30m 8 exteriores 0,70mx1,70m Piso 7 a12 0,65mx1,50m piso 13 a 16 0,65mx1,30m 4 de esquinas 0,95mx0,95m Pisos 14 a 16 0,75mx0,75m f'c:28MPa | Piso 1: 0,38% Piso 2: 0,67% Piso 3: 0,83% Piso 4: 0,90% Piso 5: 0,93% Piso 6: 0,93% Piso 7: 0,92% Piso 8: 0,89% Piso 9: 0,85% Piso 10: 0,82% Piso 11: 0,80% Piso 12: 0,77% Piso 13: 0,70% Piso 14: 0,59% Piso 15: 0,48% Piso 16: 0,89% | 3356,43 |

Anexo 3: Resultados

En este anexo se presentan 102 figuras mostrando los resultados obtenidos de las modelaciones. Se recuerda que los resultados de la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C se presentaron en el inciso 3.1

A.3.1 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Barranquilla y Cartagena utilizando un perfil de suelo tipo D y luz de diseño de 5.0m

Figura A-12: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

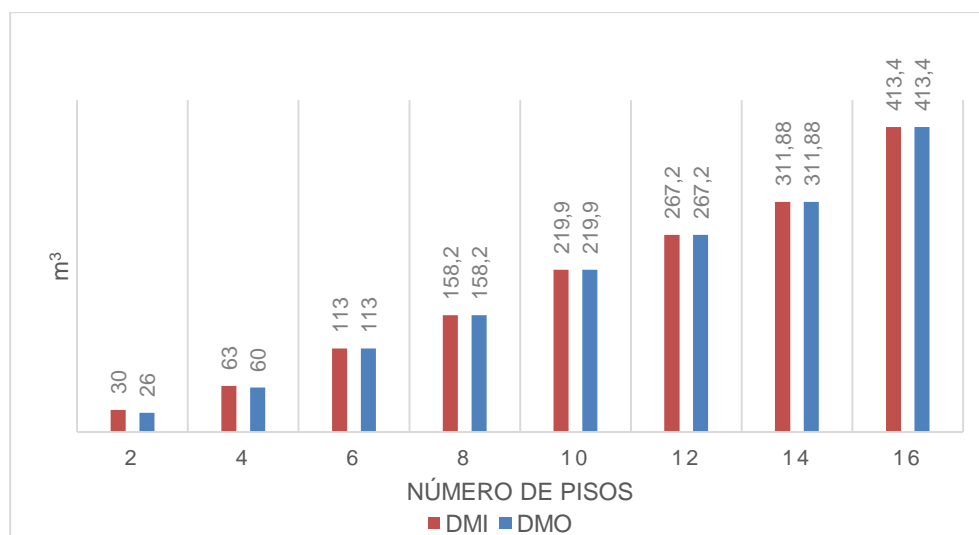


Figura A-13: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

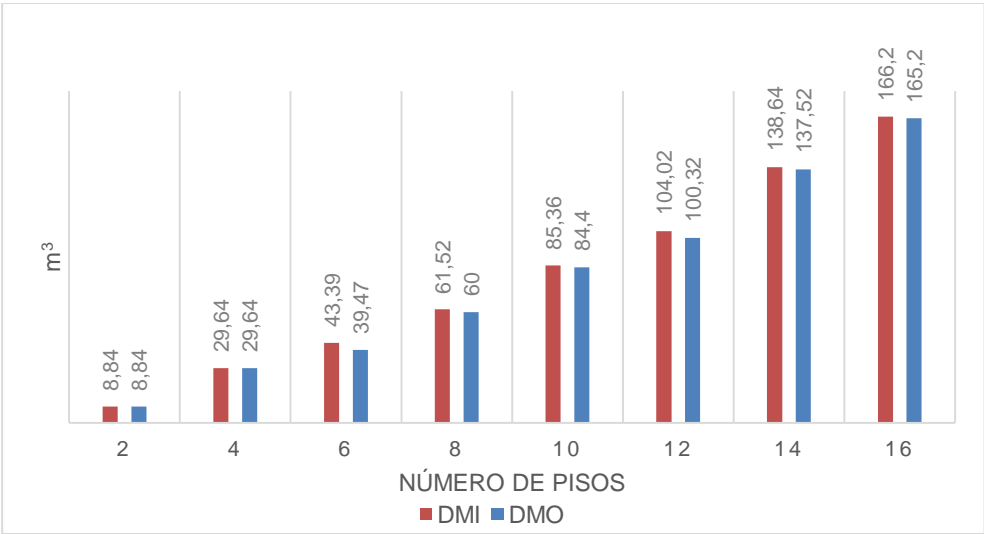


Figura A-14: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

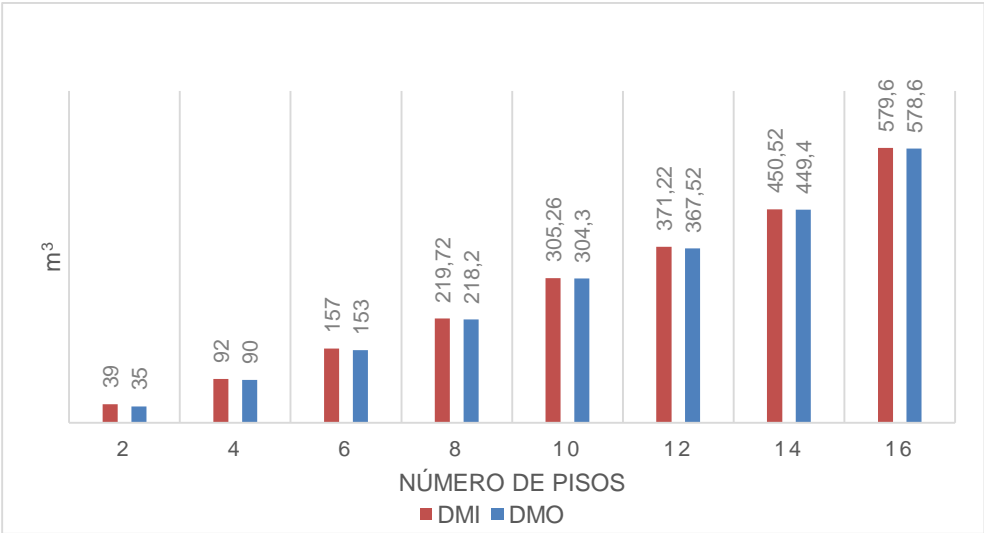


Figura A-15: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D

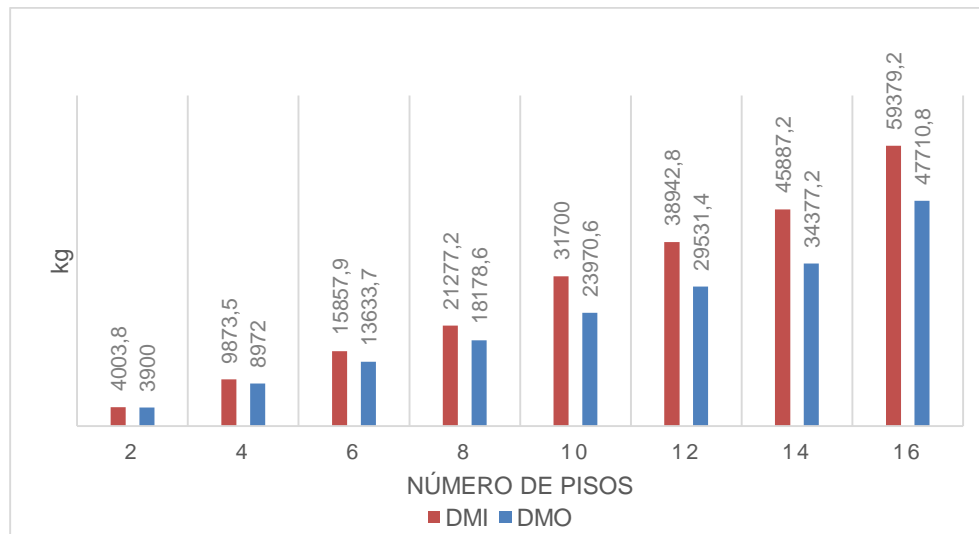


Figura A-16: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D

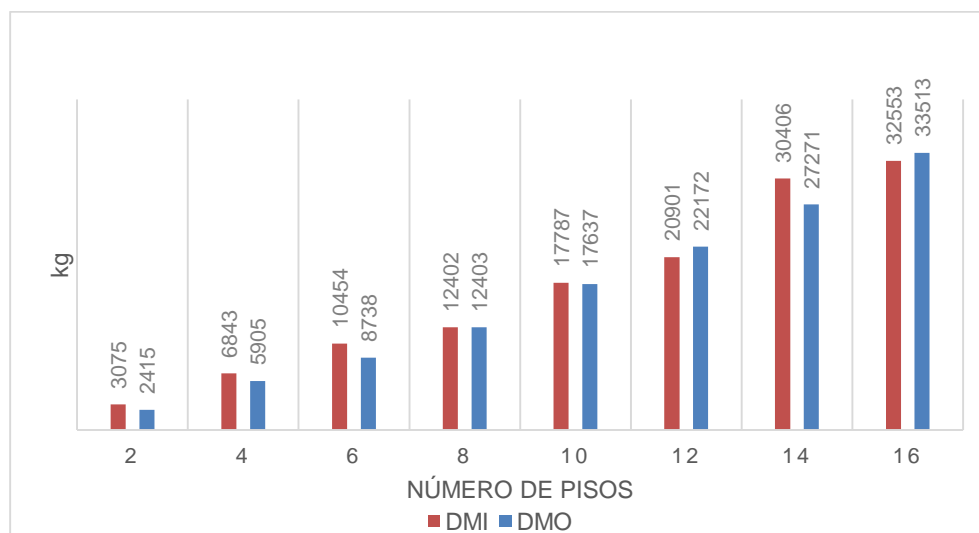
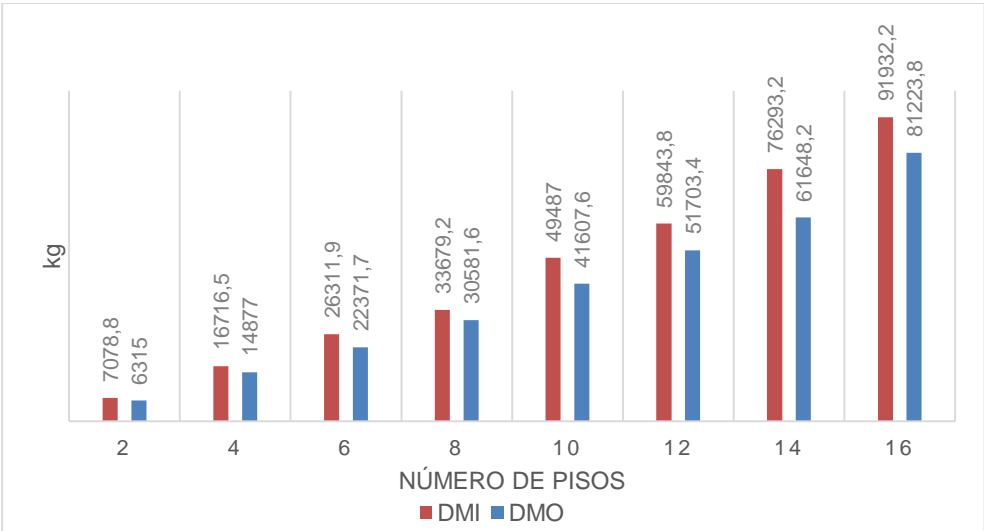


Figura A-17: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.



A.3.2 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Barranquilla y Cartagena utilizando un perfil de suelo tipo C y luz de diseño de 8.0m

Figura A-18: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

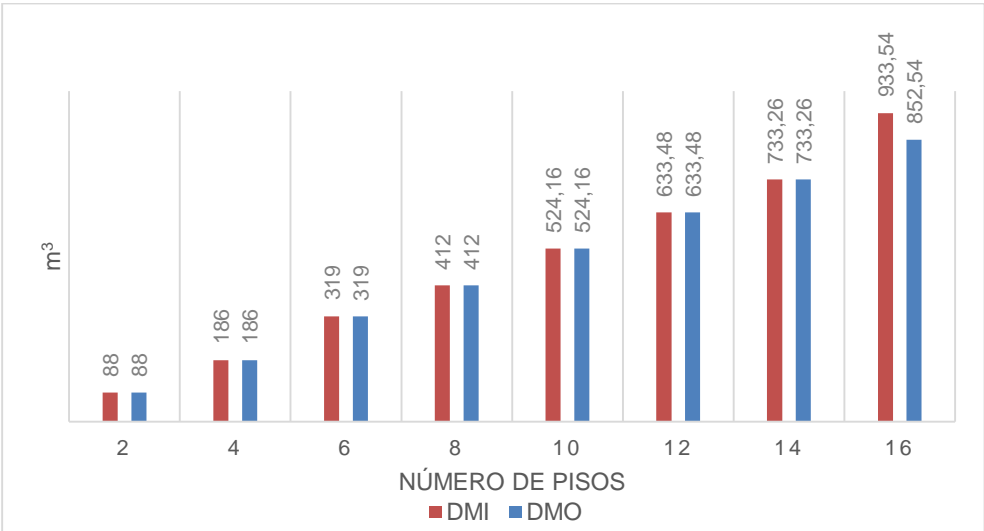


Figura A-19: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

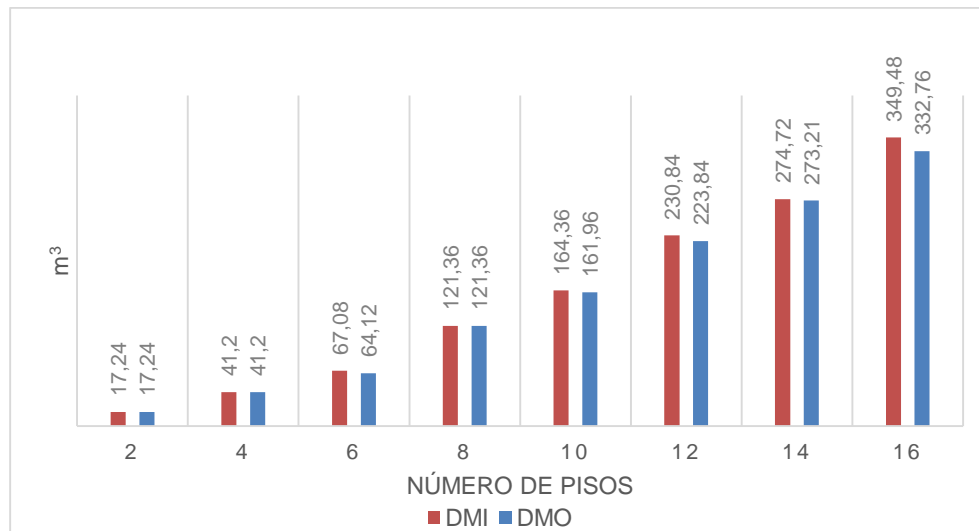


Figura A-20: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

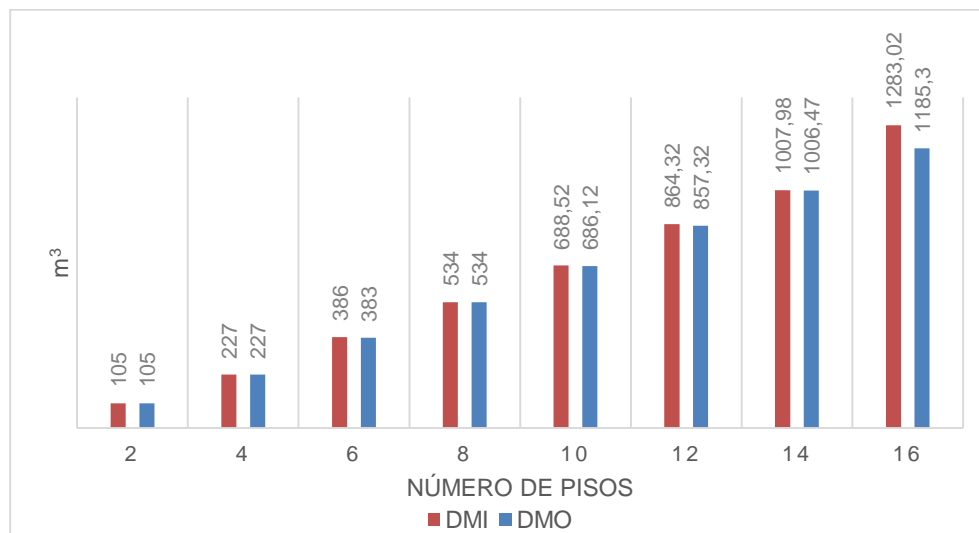


Figura A-21: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

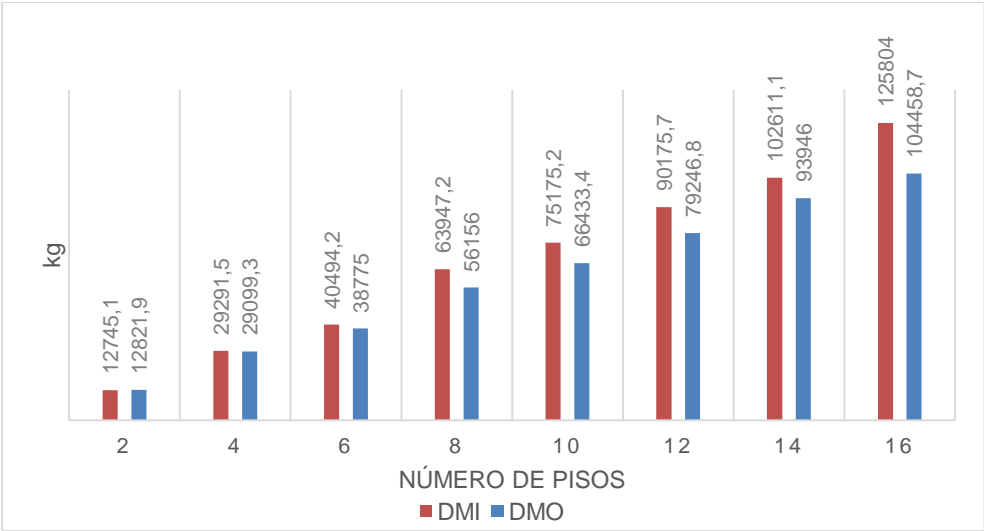


Figura A-22: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

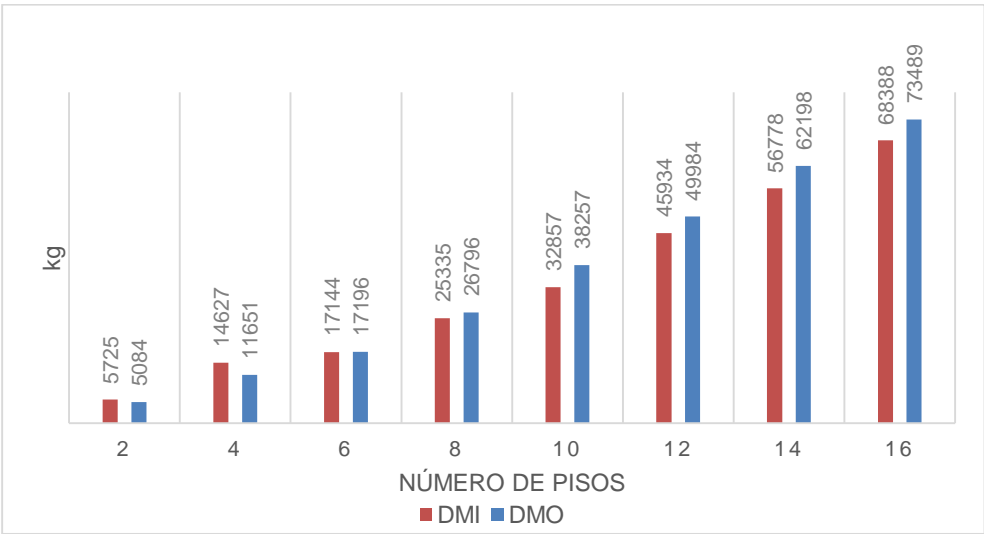
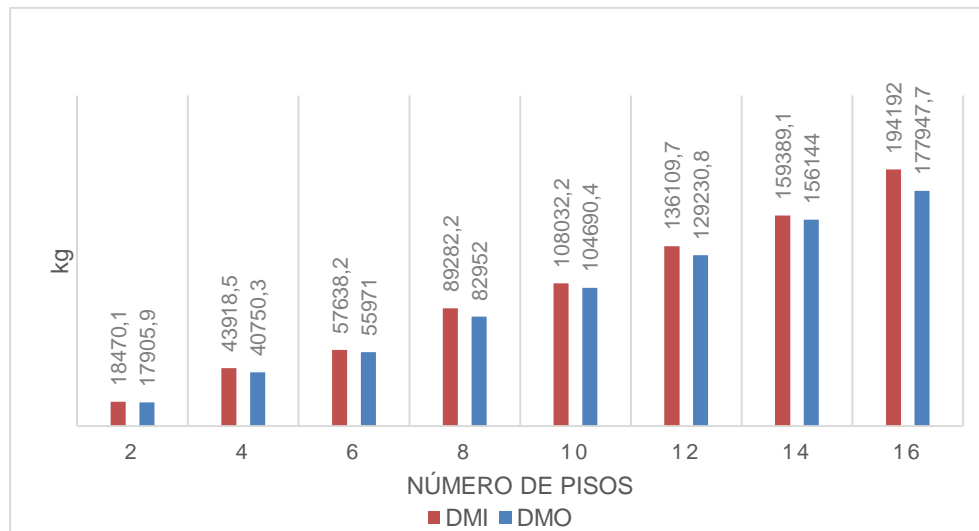


Figura A-23: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.



A.3.3 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.10, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Barranquilla y Cartagena utilizando un perfil de suelo tipo D y luz de diseño de 8.0m

Figura A-24: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D

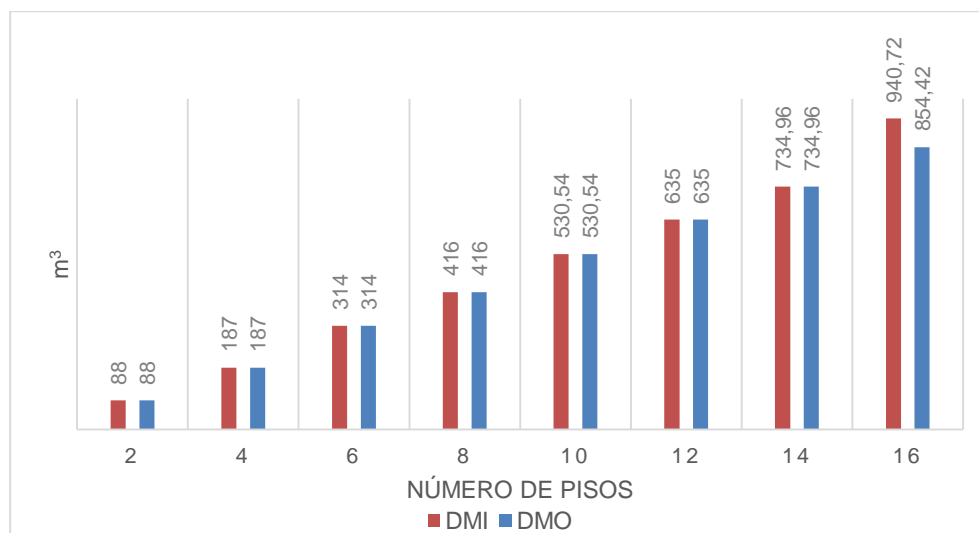


Figura A-25: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

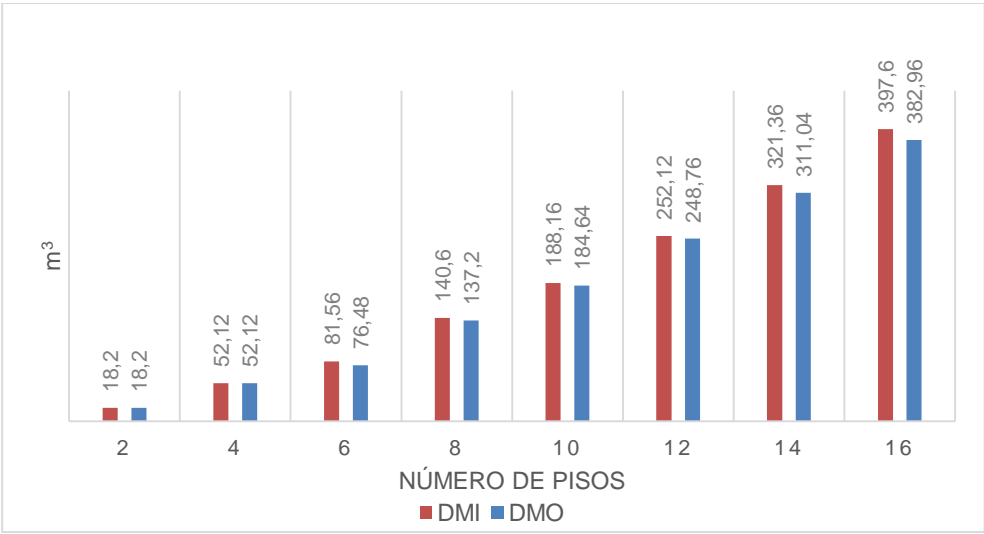


Figura A-26: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

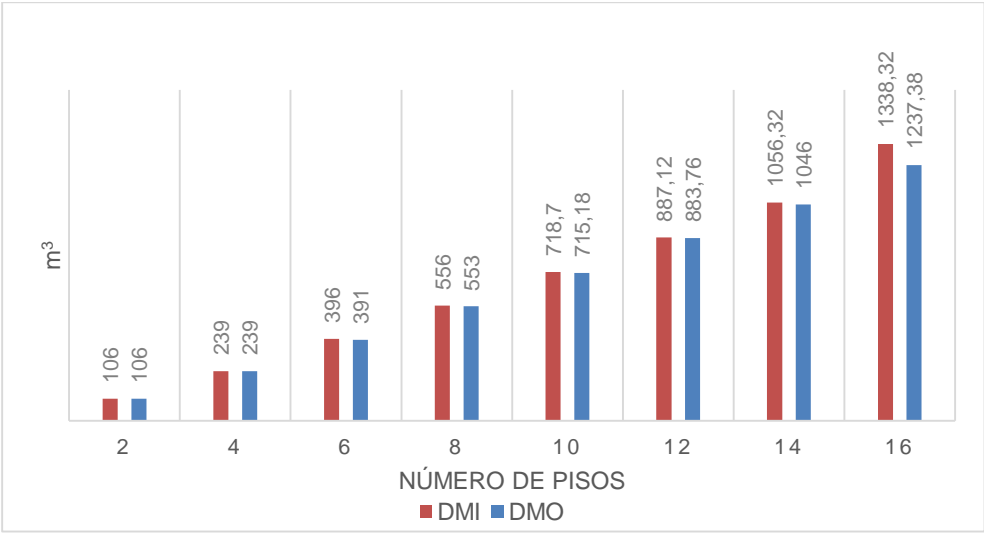


Figura A-27: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

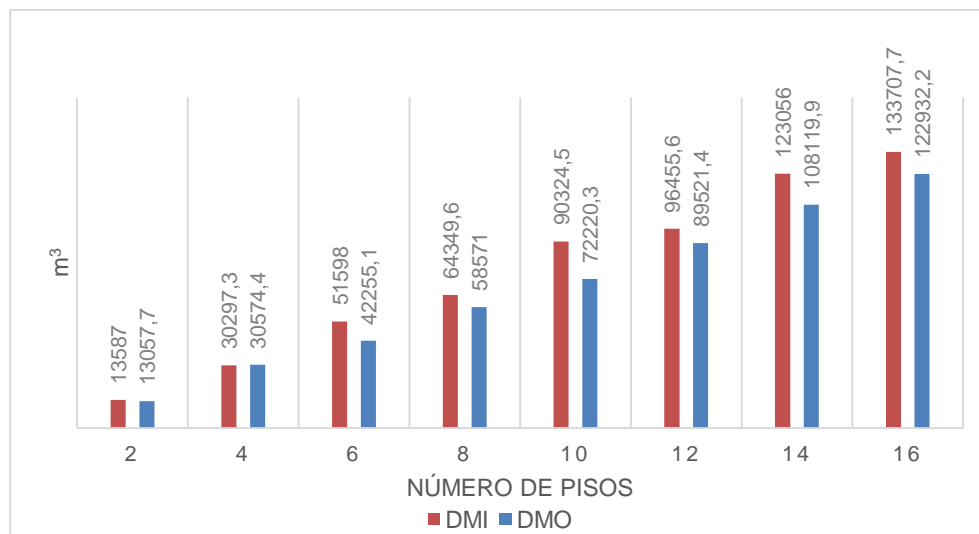


Figura A-28: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

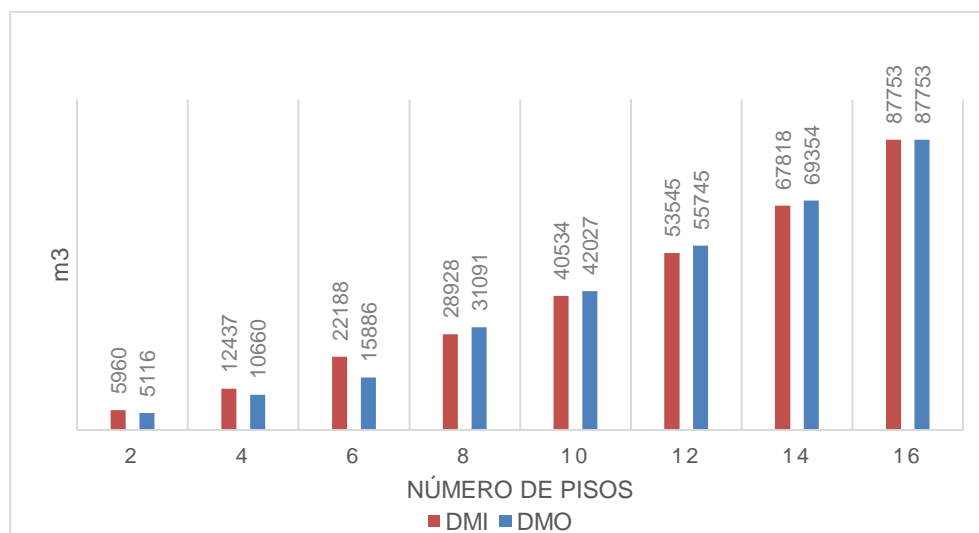
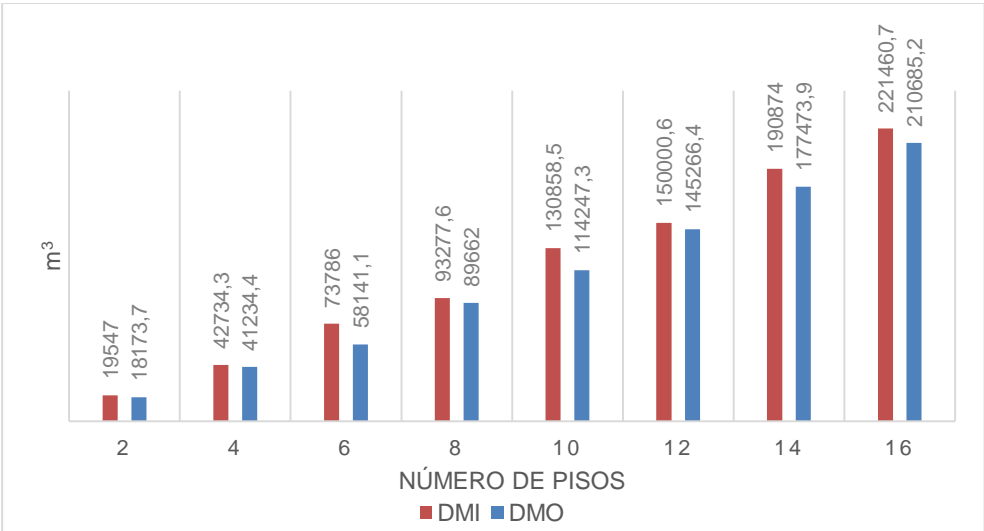


Figura A-29: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,10; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.



A.3.4 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Montería, Riohacha y Sincelejo utilizando un perfil de suelo tipo C y luz de diseño de 5.0m

Figura A-30: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

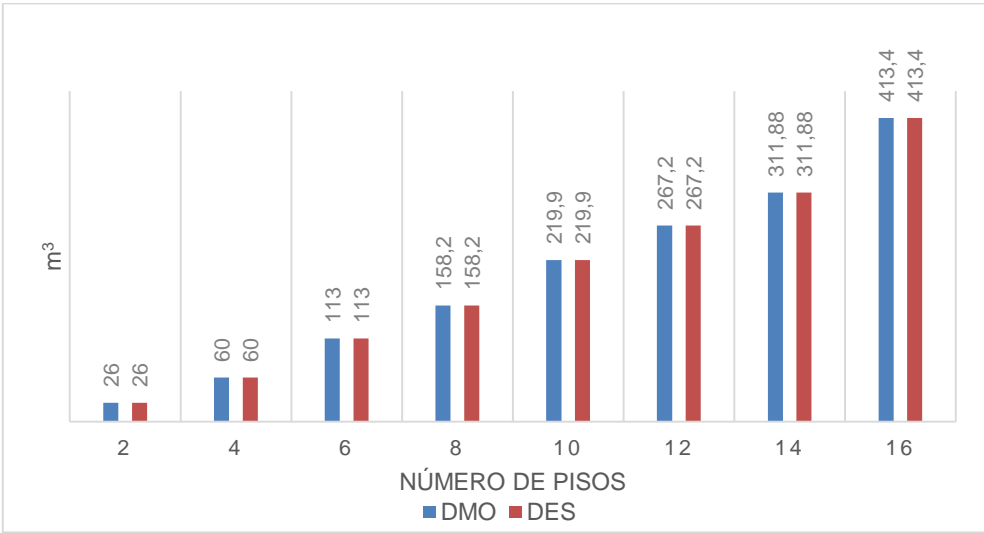


Figura A-31: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

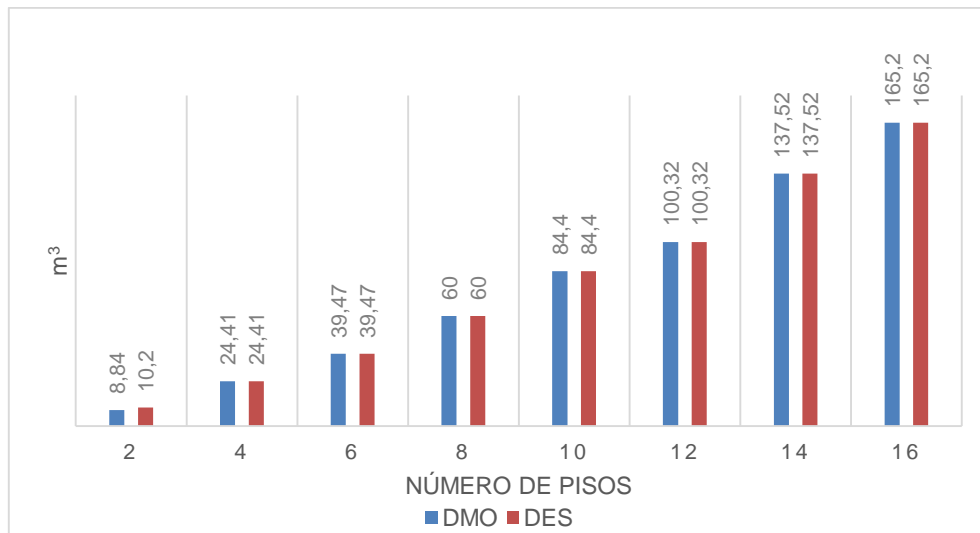


Figura A-32: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

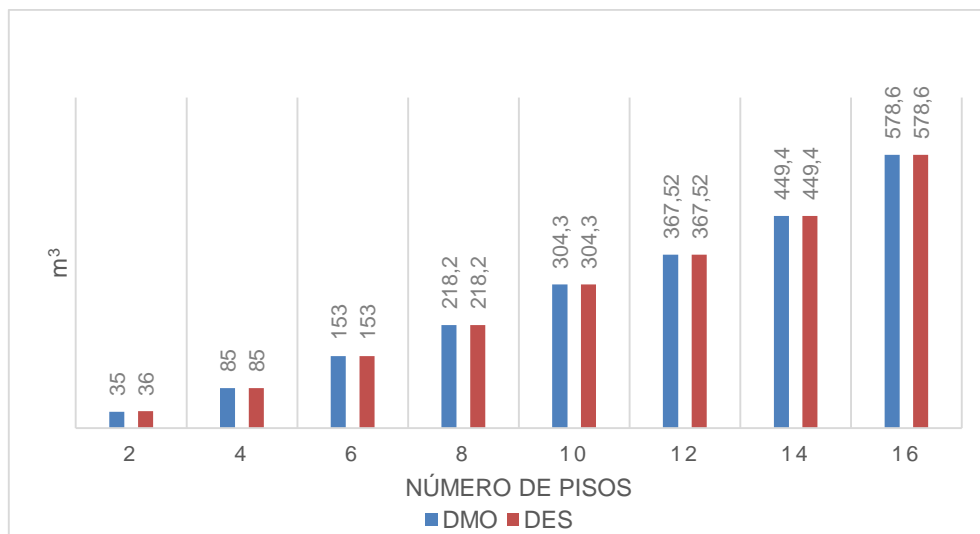


Figura A-33: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

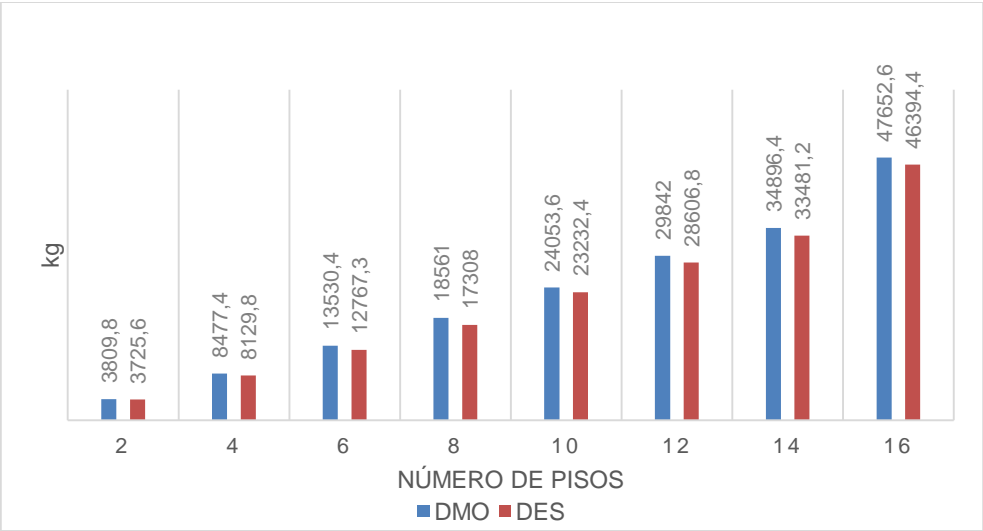


Figura A-34: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

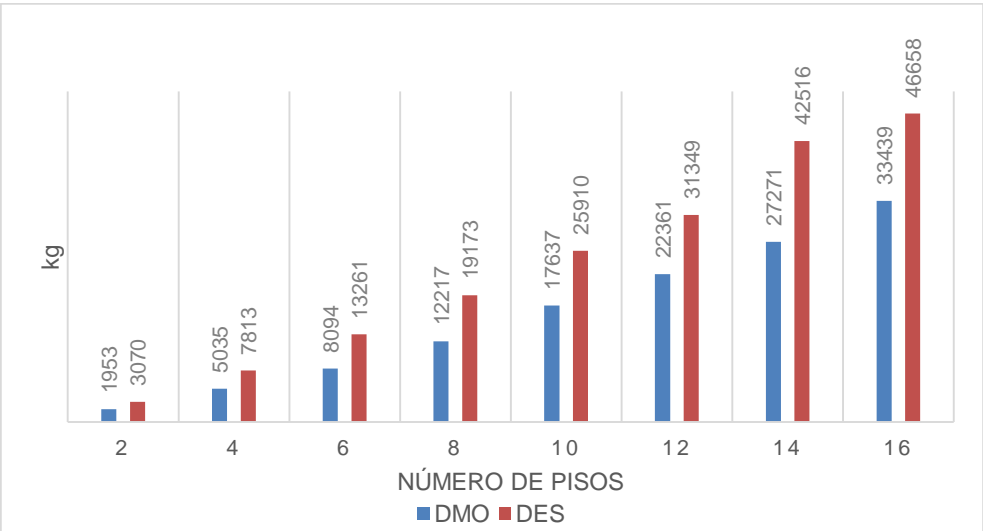
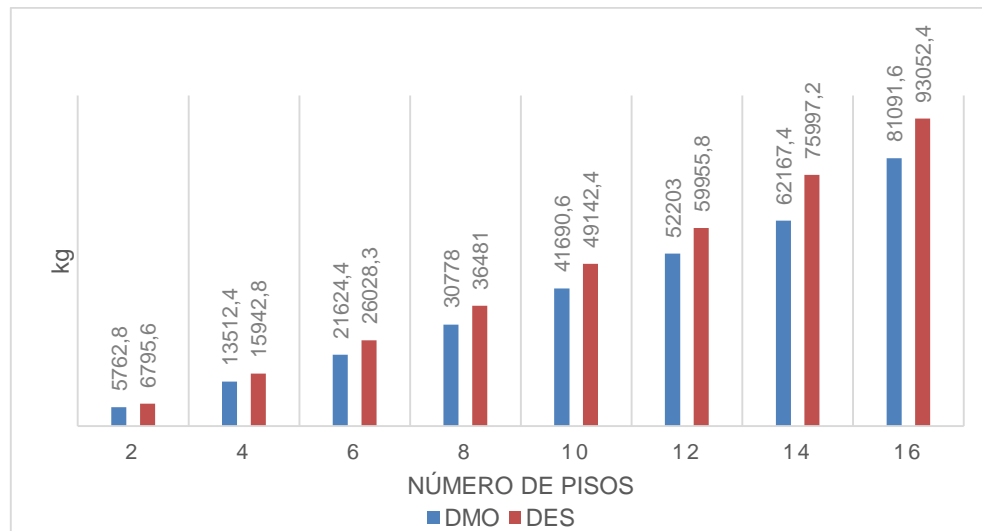


Figura A-35: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.



A.3.5 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Montería, Riohacha y Sincelejo utilizando un perfil de suelo tipo D y luz de diseño de 5.0m

Figura A-36: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

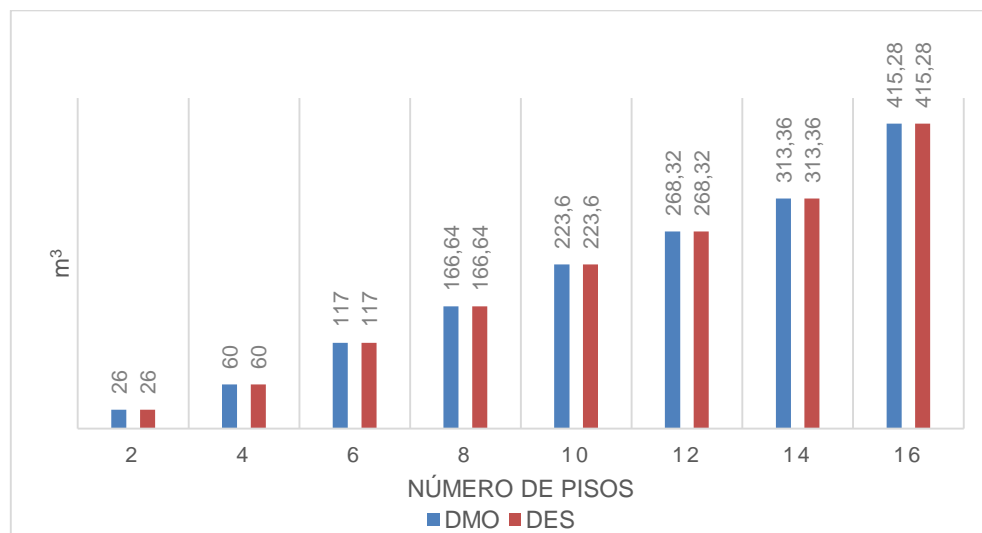


Figura A-37: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

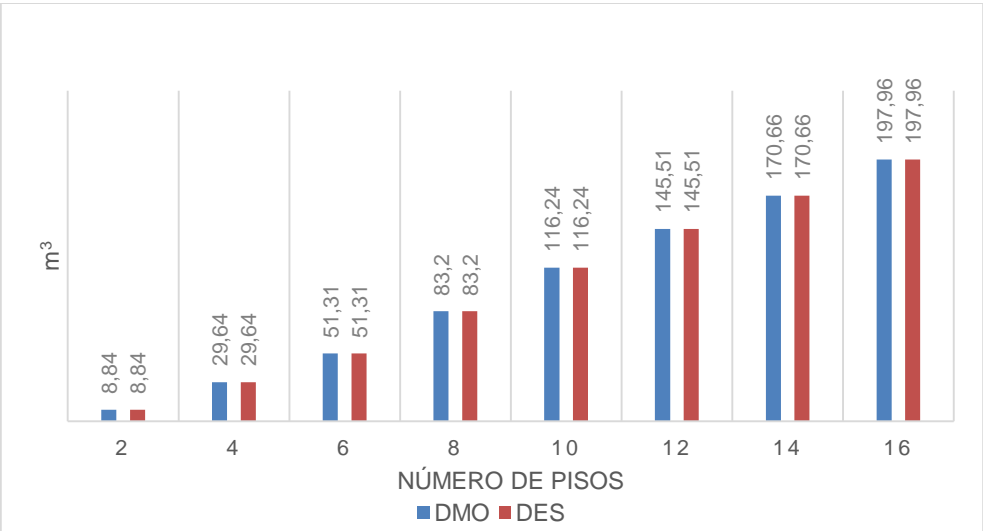


Figura A-38: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

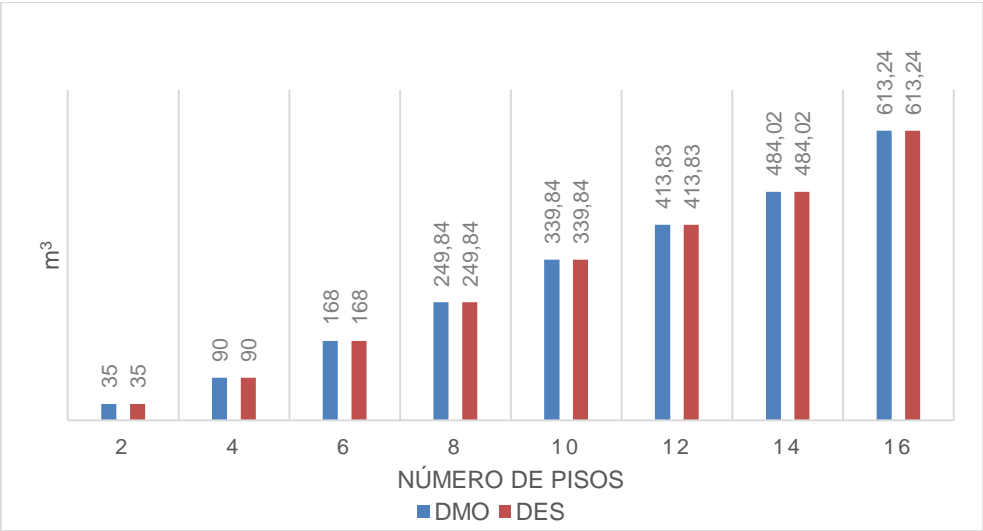


Figura A-39: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

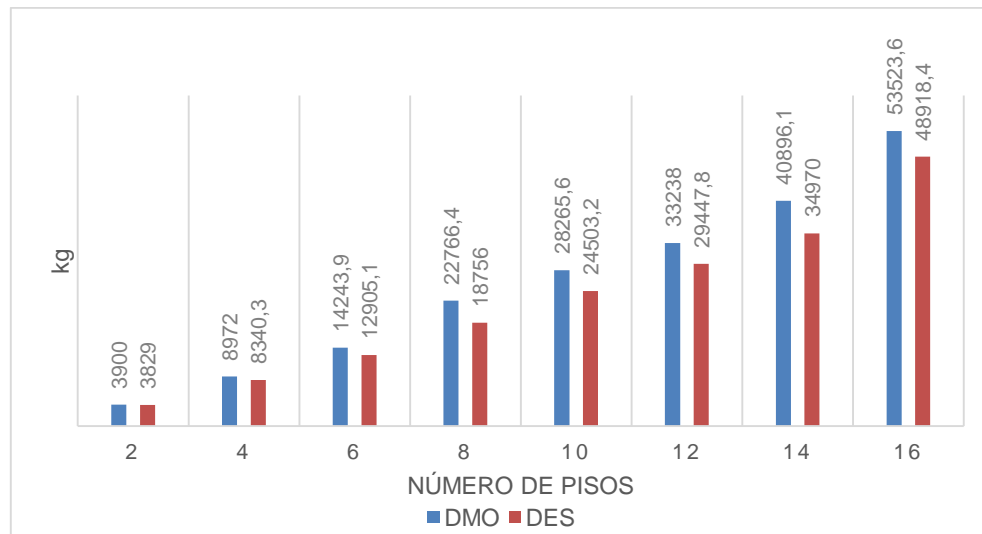


Figura A-40: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

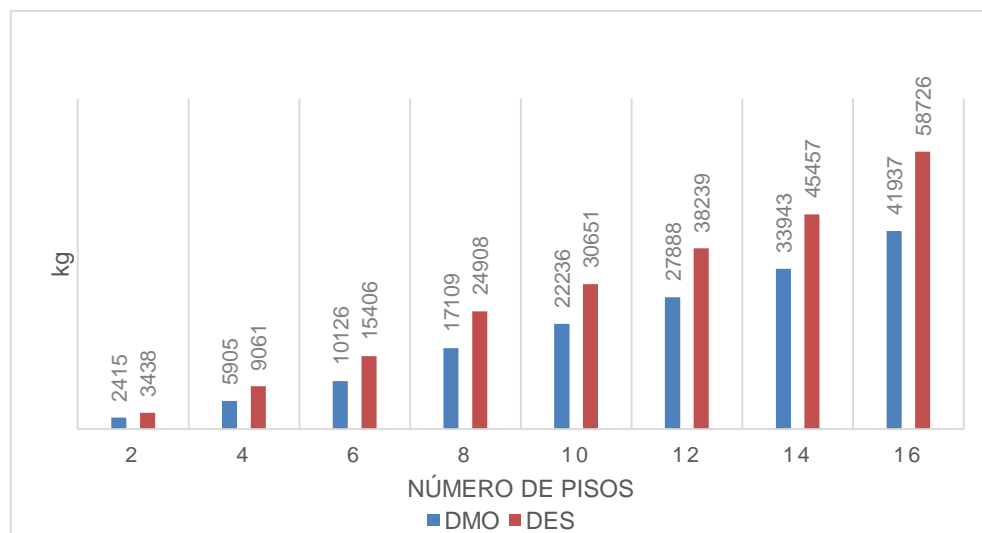
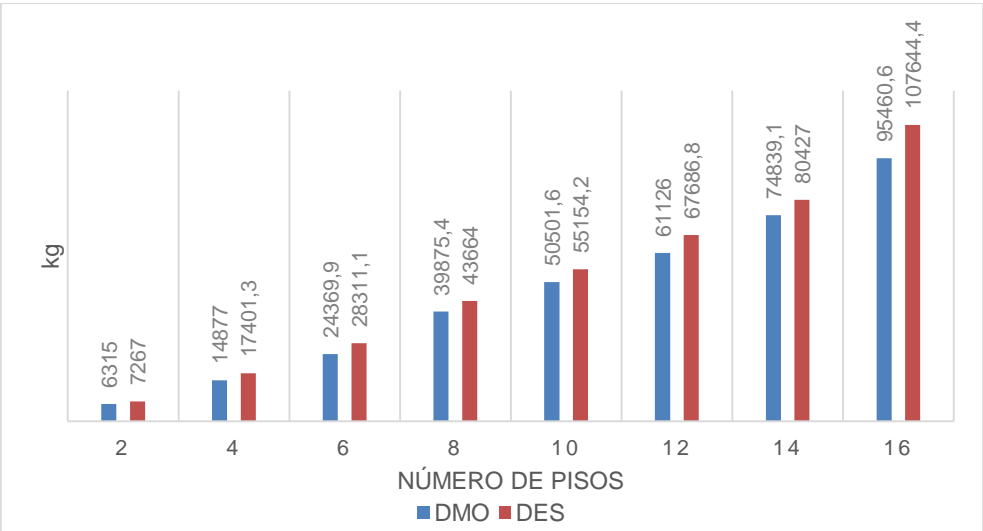


Figura A-41: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.



A.3.6 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Montería, Riohacha y Sincelejo utilizando un perfil de suelo tipo C y luz de diseño de 8.0m

Figura A-42: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

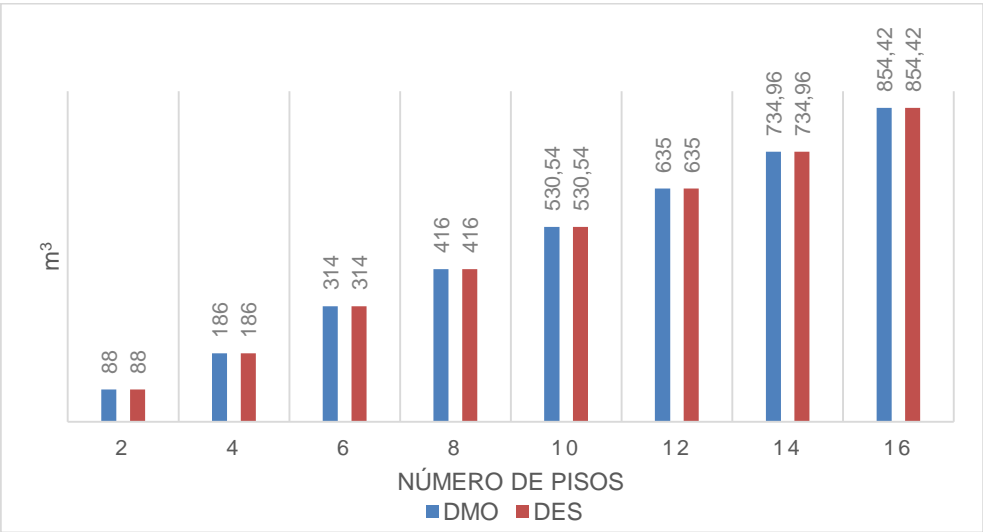


Figura A-43: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

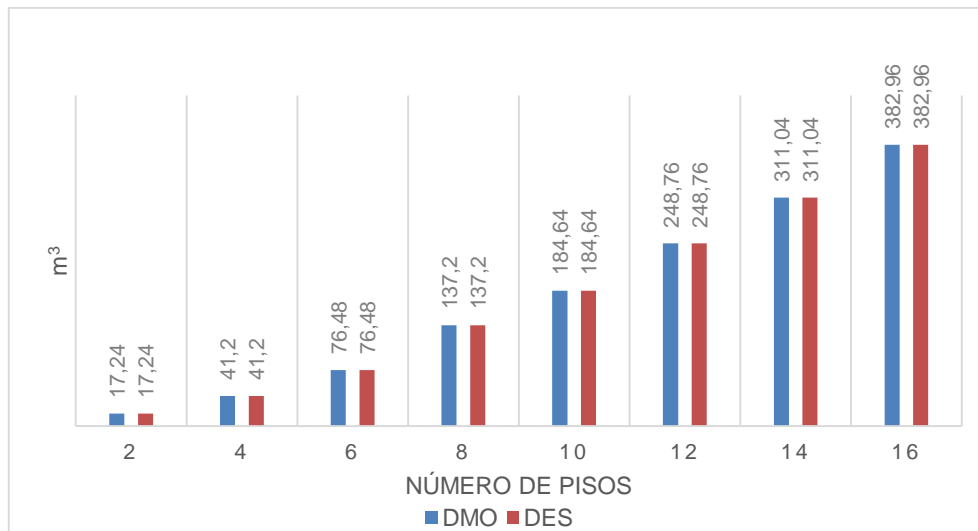


Figura A-44: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

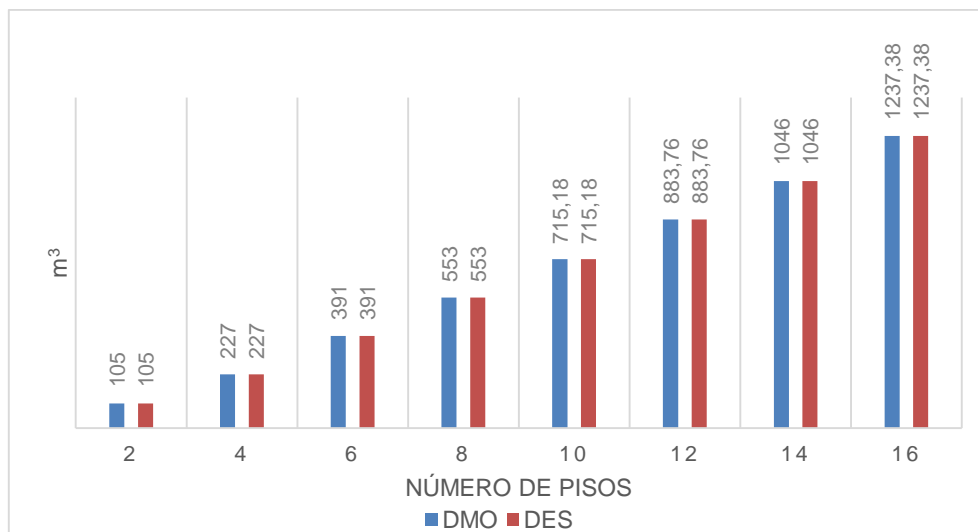


Figura A-45: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

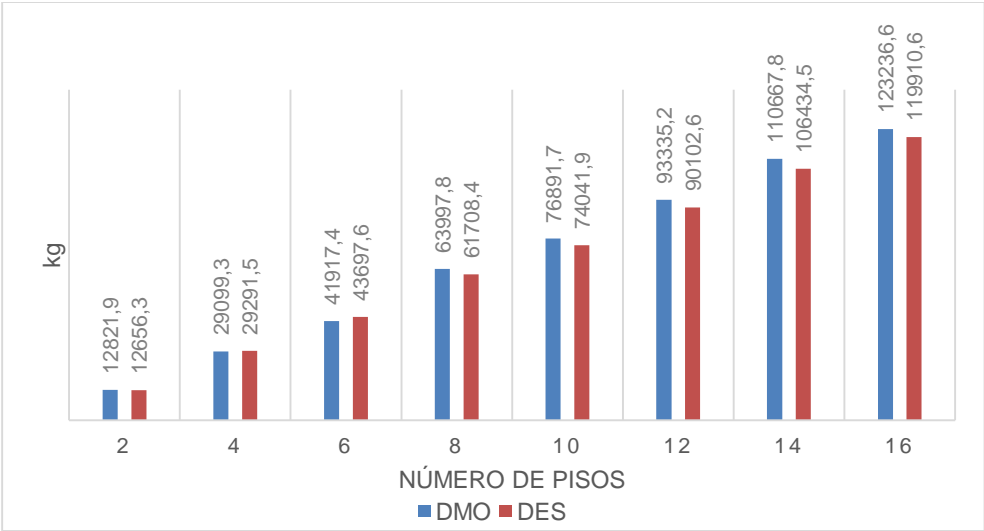


Figura A-46: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

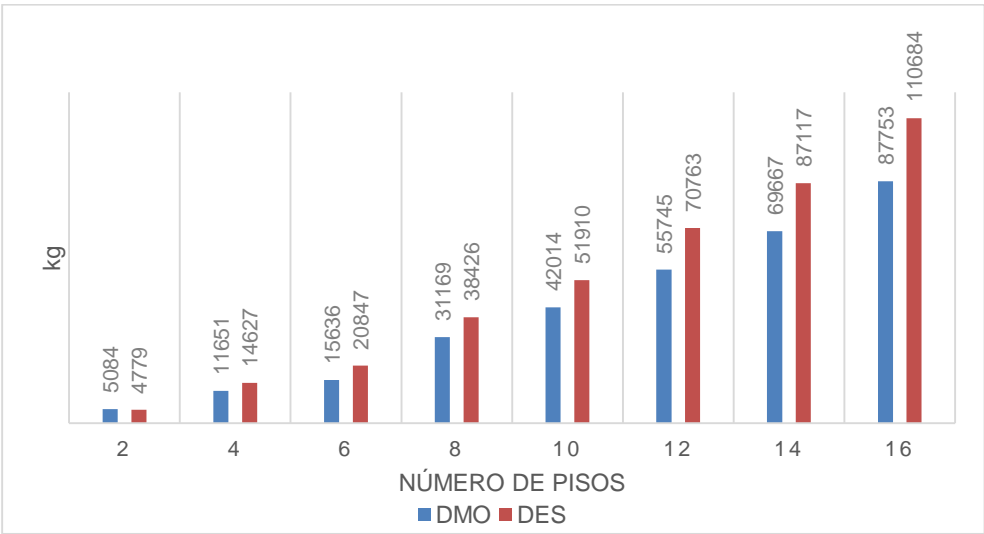
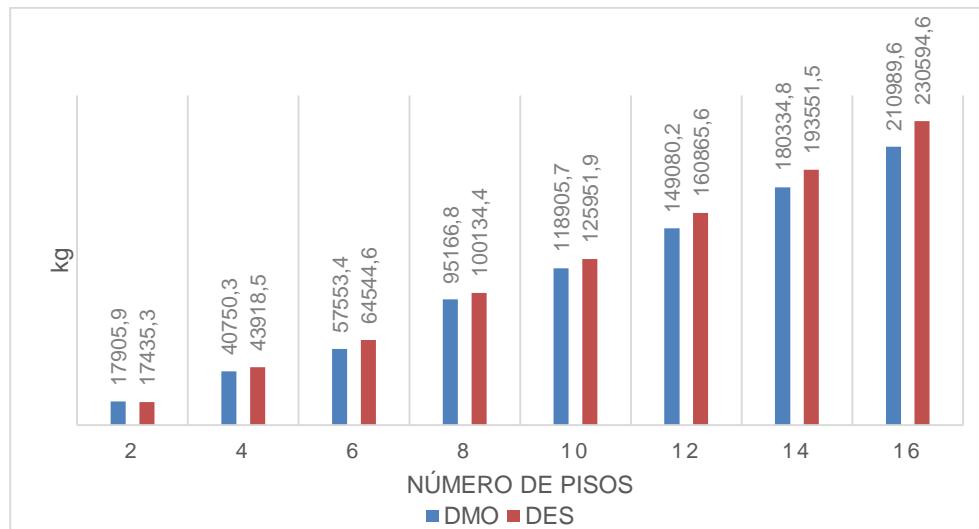


Figura A-47: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.



A.3.7 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Montería, Riohacha y Sincelejo utilizando un perfil de suelo tipo D y luz de diseño de 8.0m

Figura A-48: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

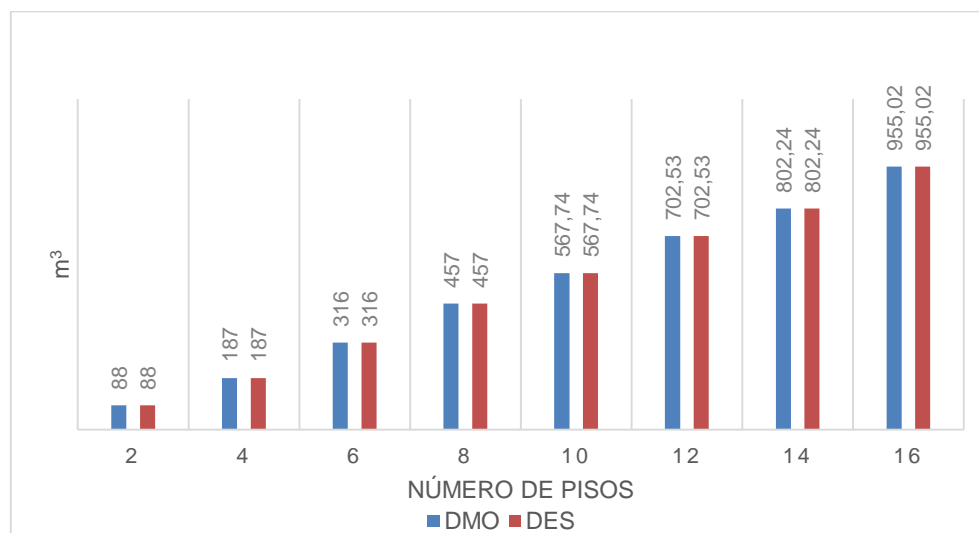


Figura A-49: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

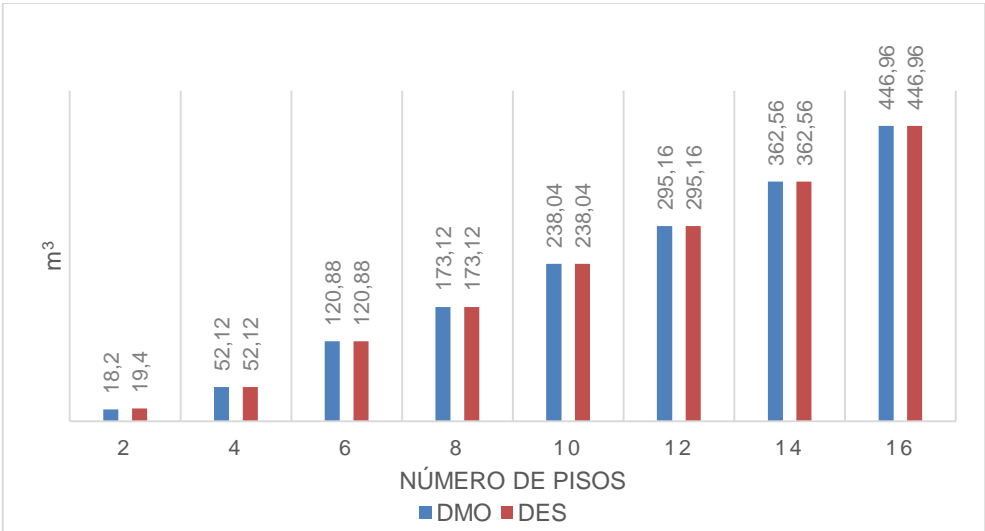


Figura A-50: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

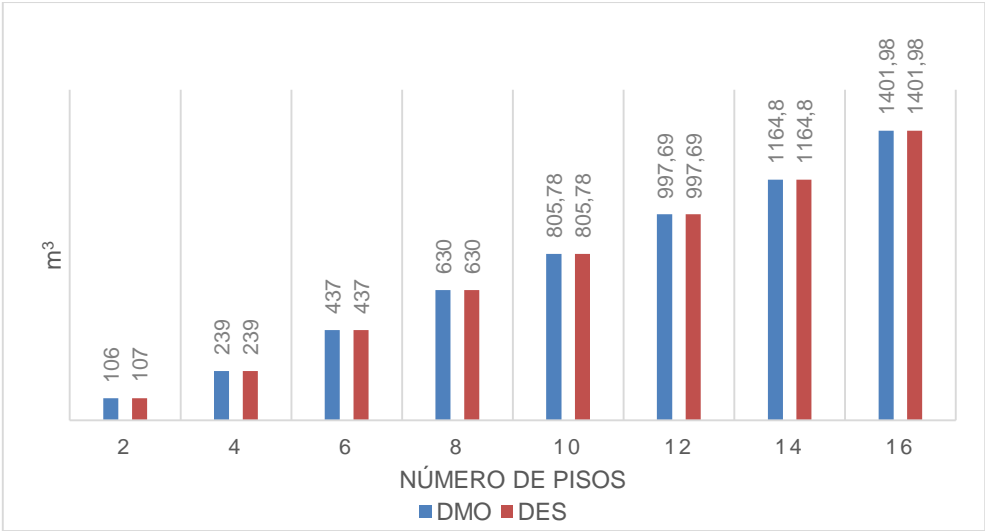


Figura A-51: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D

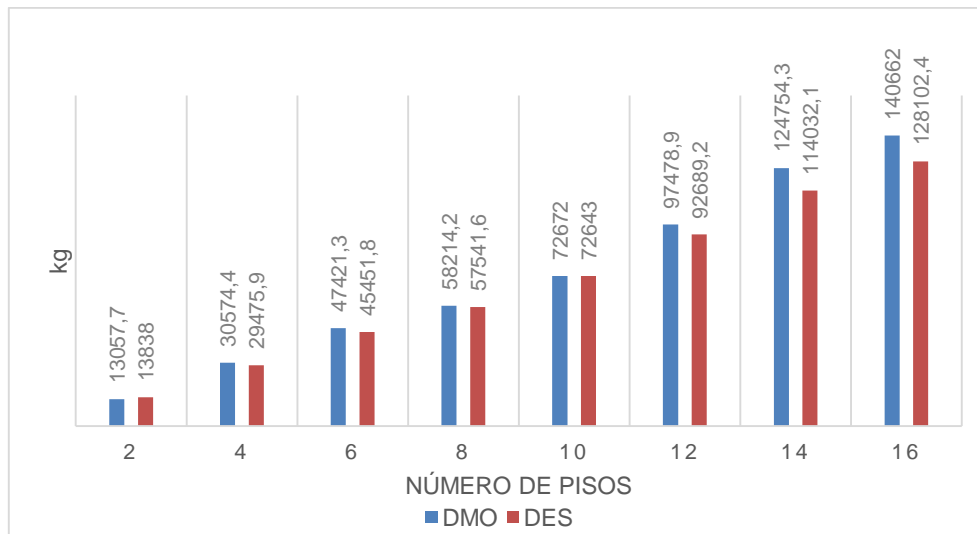


Figura A-52: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

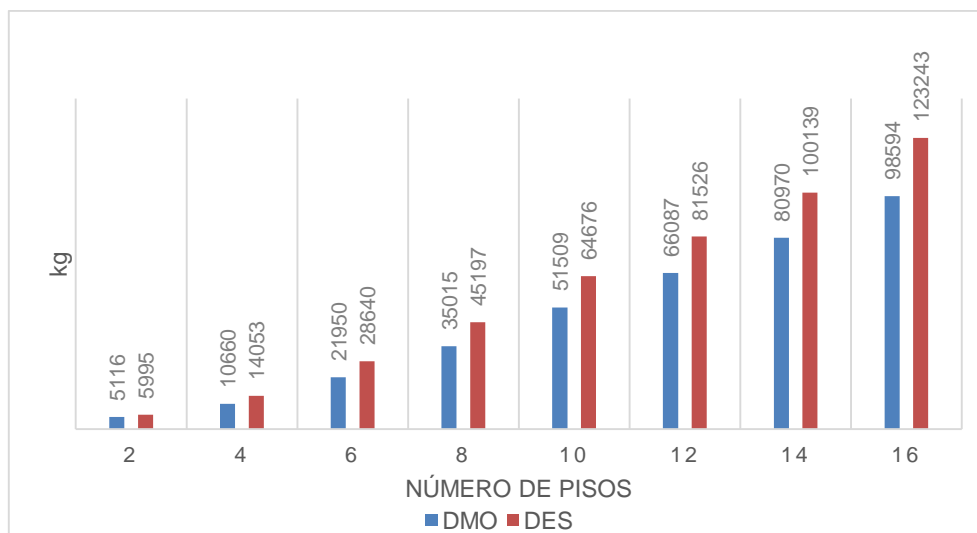
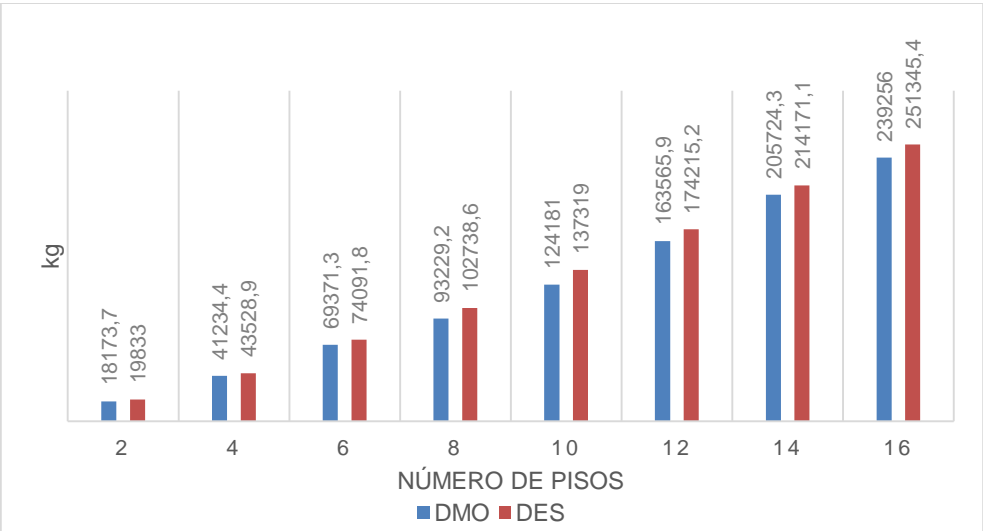


Figura A-53: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.



A.3.8 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Bogotá y Medellín utilizando un perfil de suelo tipo C y luz de diseño de 5.0m

Figura A-54: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

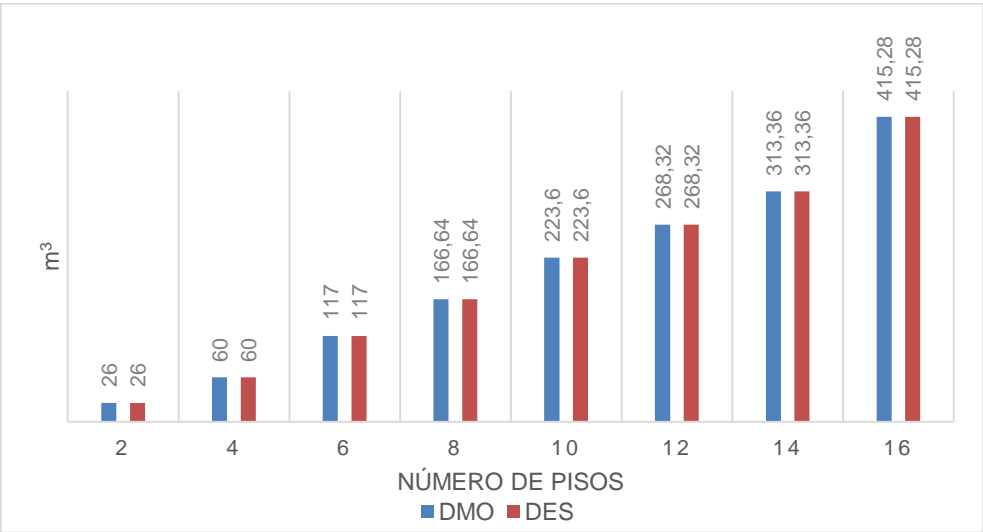


Figura A-55: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

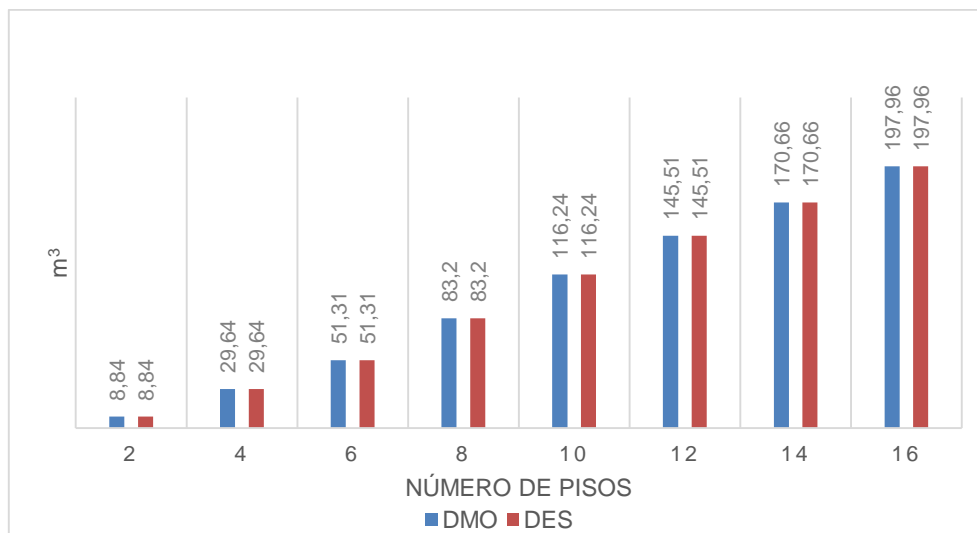


Figura A-56: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

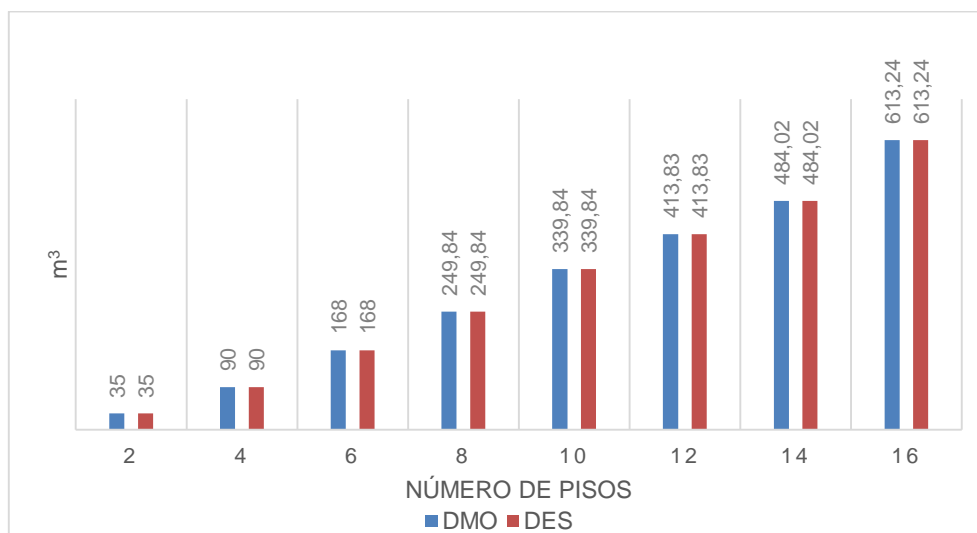


Figura A-57: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

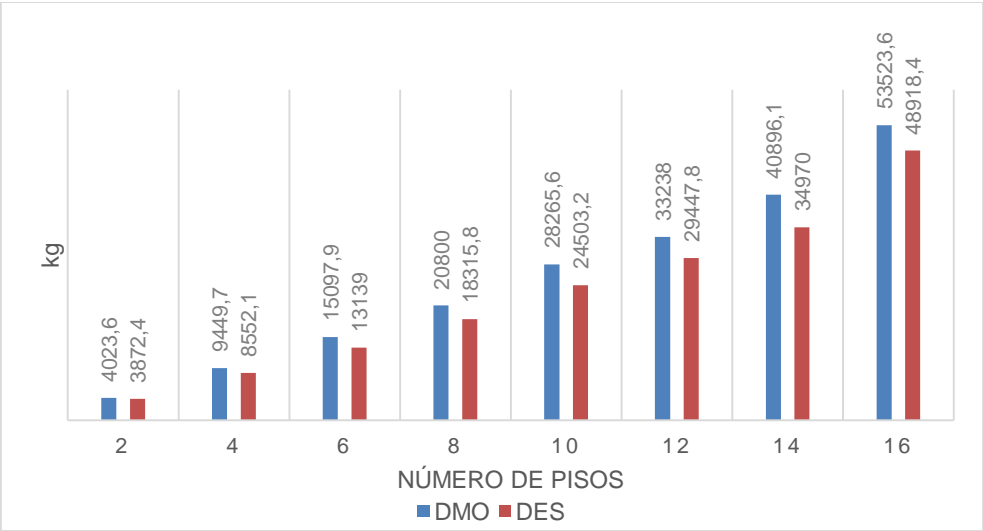


Figura A-58: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

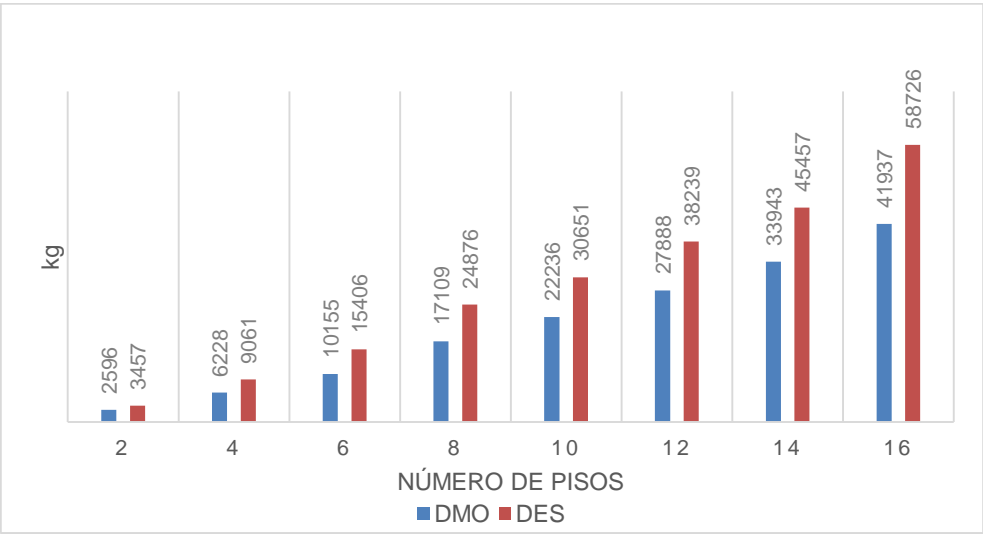
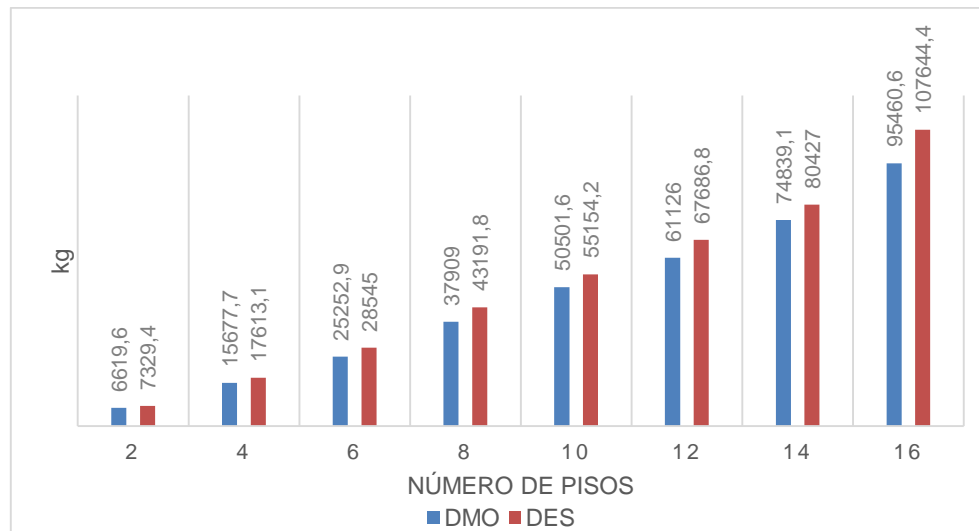


Figura A-59: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.



A.3.9 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Bogotá y Medellín utilizando un perfil de suelo tipo D y luz de diseño de 5.0m

Figura A-60: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

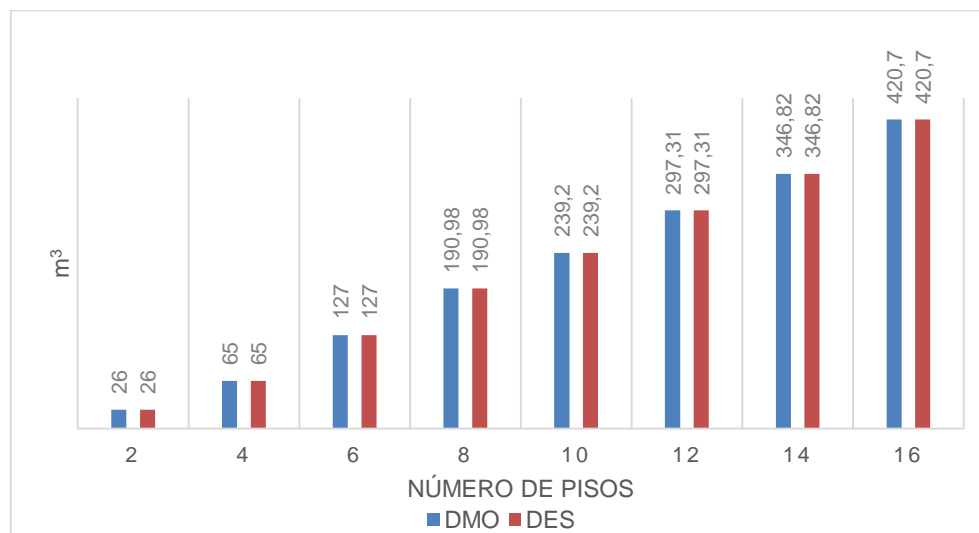


Figura A-61: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

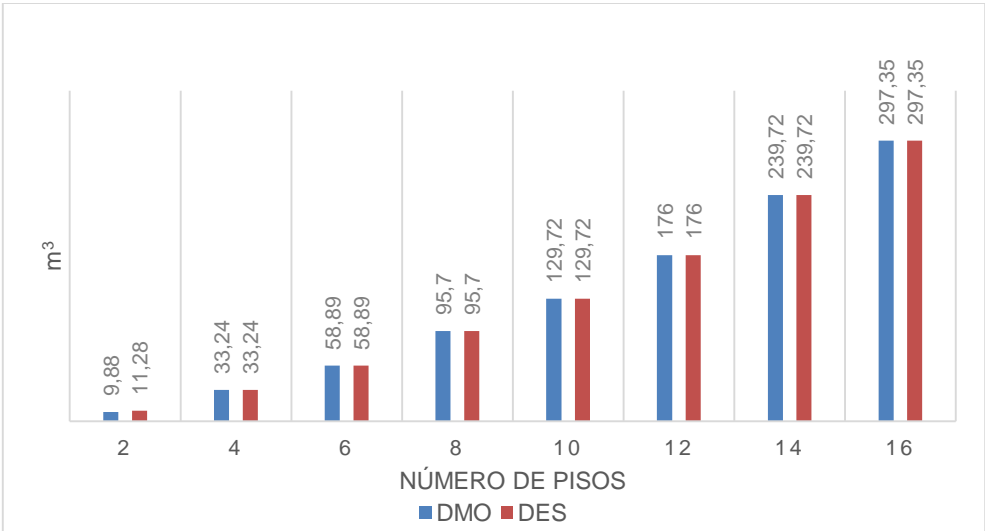


Figura A-62: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

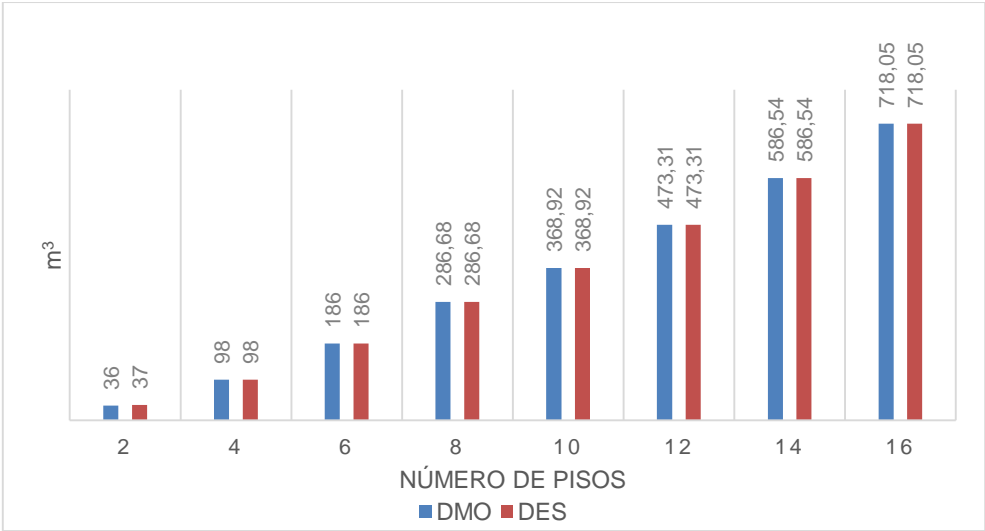


Figura A-63: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

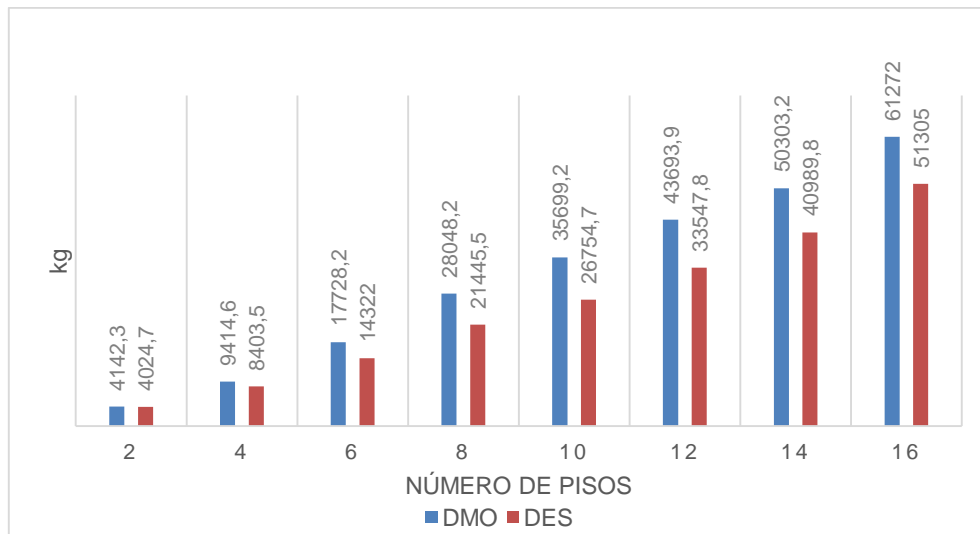


Figura A-64: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

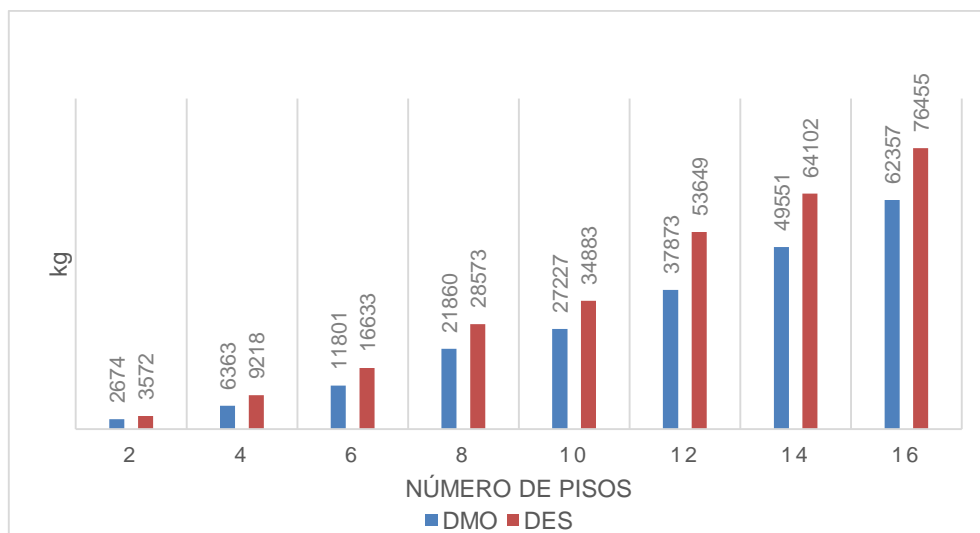
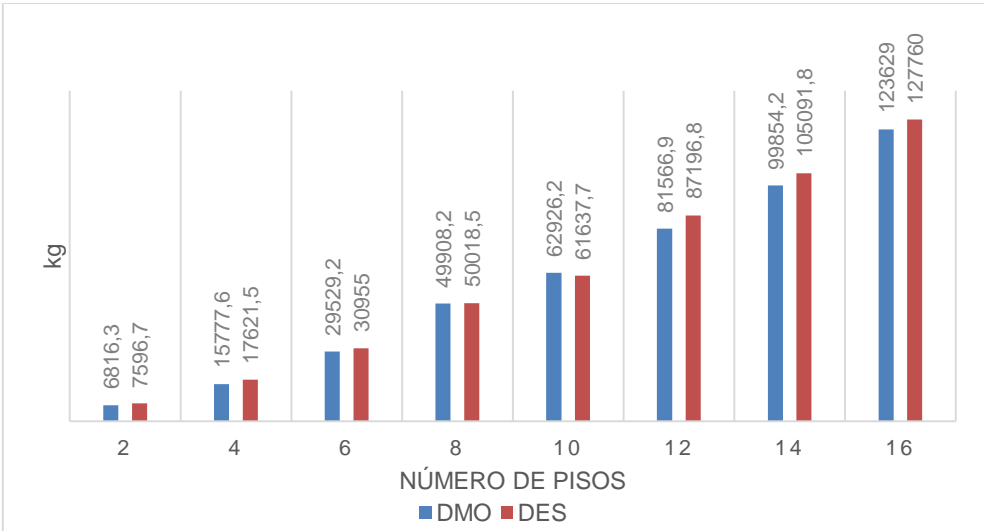


Figura A-65: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.



A.3.10 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Bogotá y Medellín utilizando un perfil de suelo tipo C y luz de diseño de 8.0m

Figura A-66: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

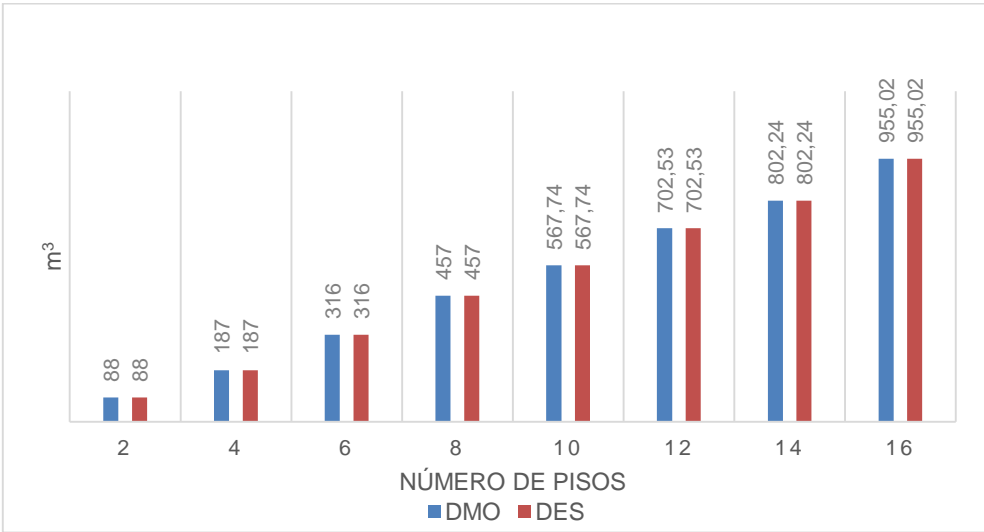


Figura A-67: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

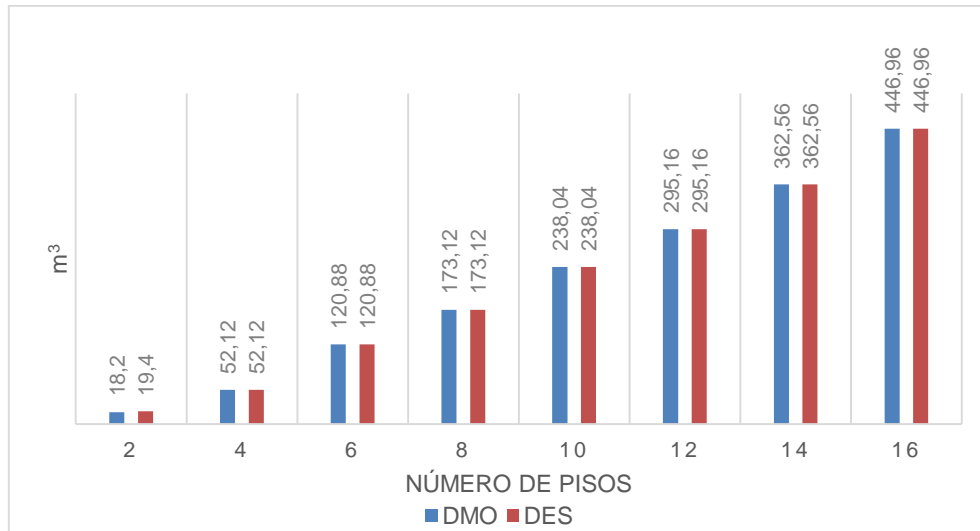


Figura A-68: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

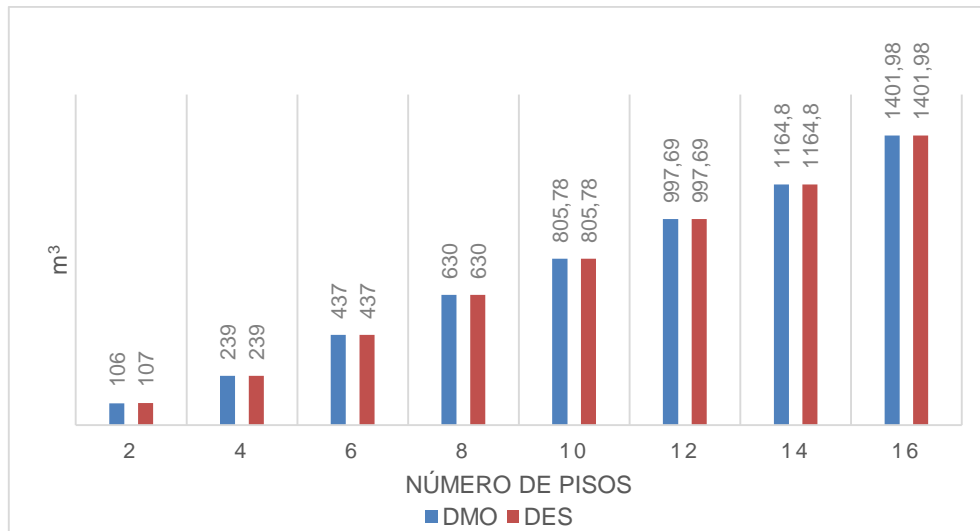


Figura A-69: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

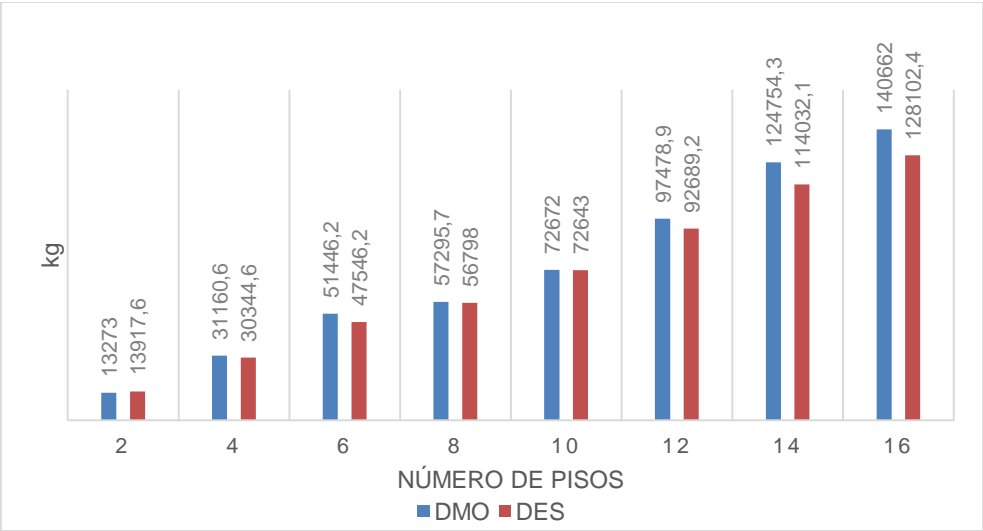


Figura A-70: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C

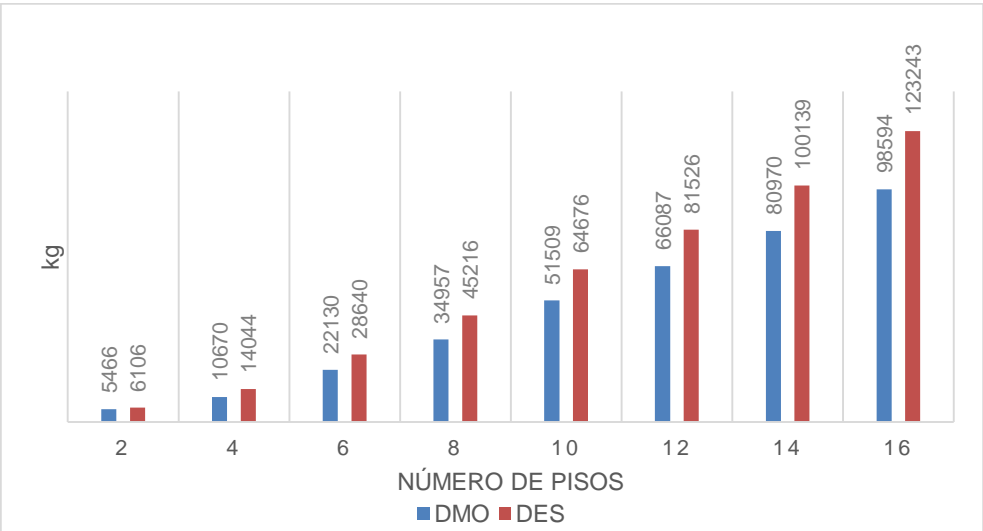
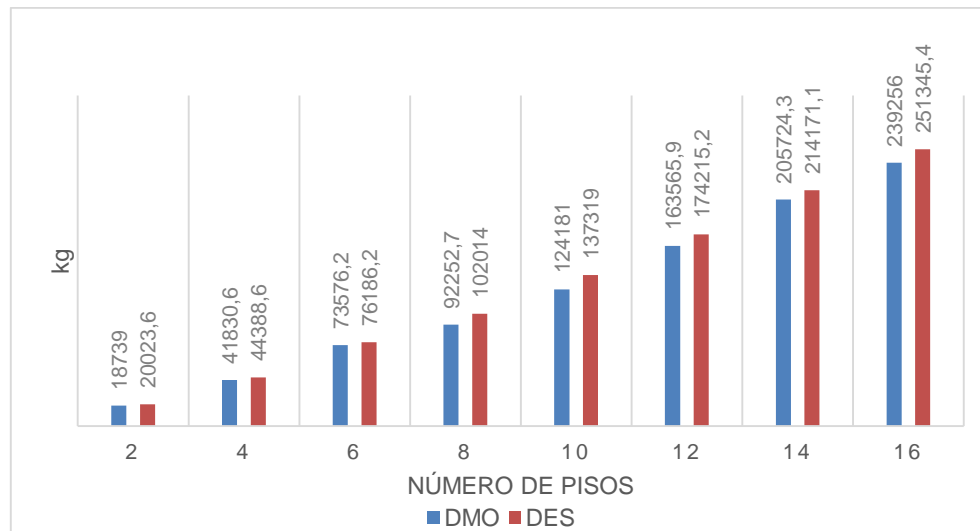


Figura A-71: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.



A.3.11 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Bogotá y Medellín utilizando un perfil de suelo tipo D y luz de diseño de 8.0m

Figura A-72: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

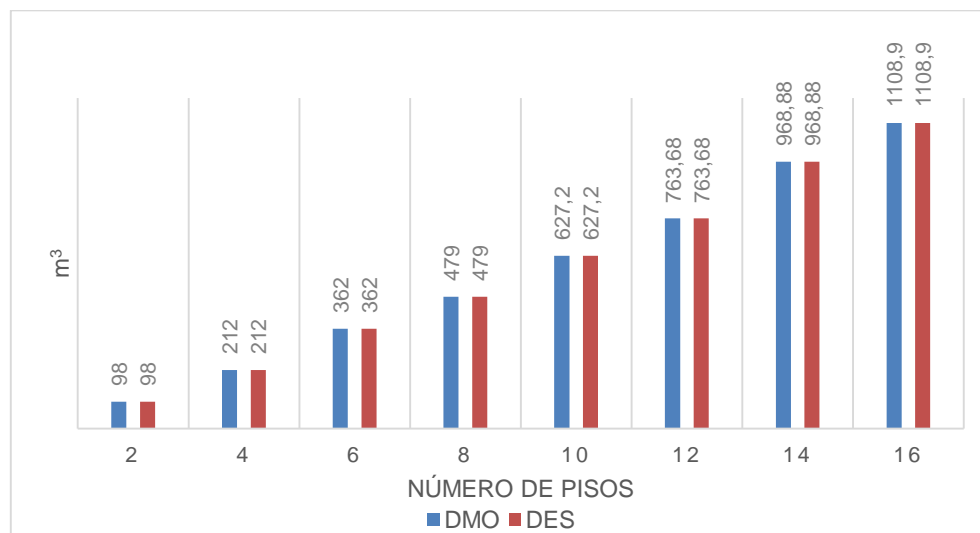


Figura A-73: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

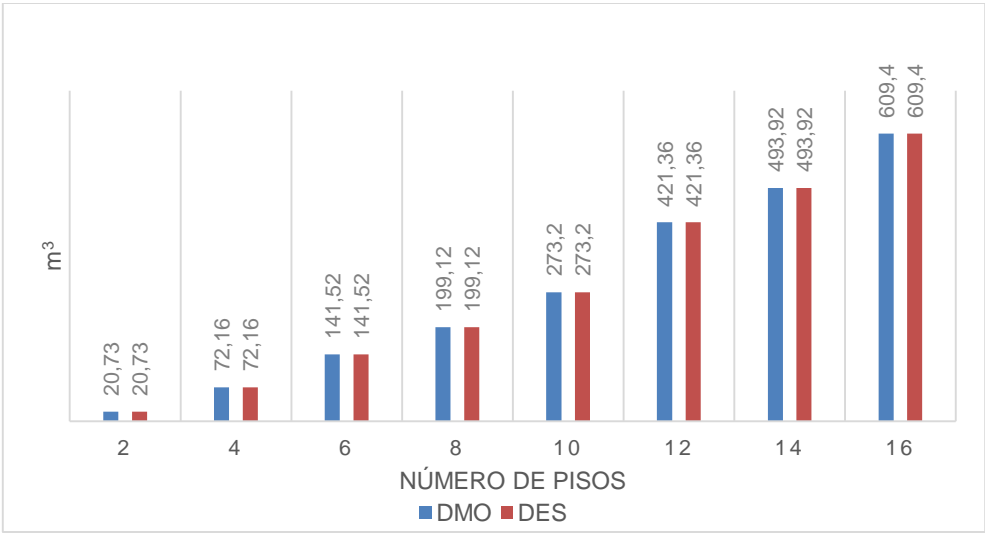


Figura A-74: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

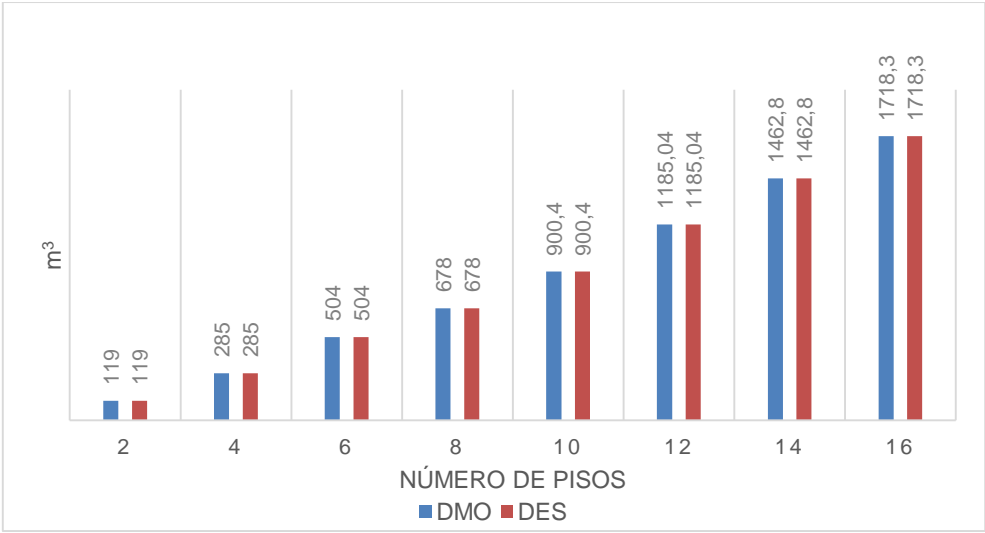


Figura A-75: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

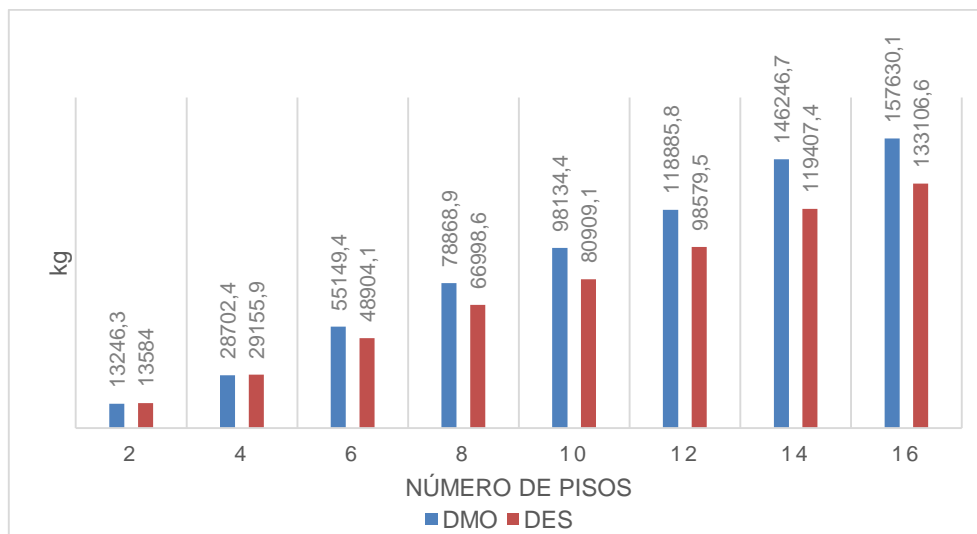


Figura A-76: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

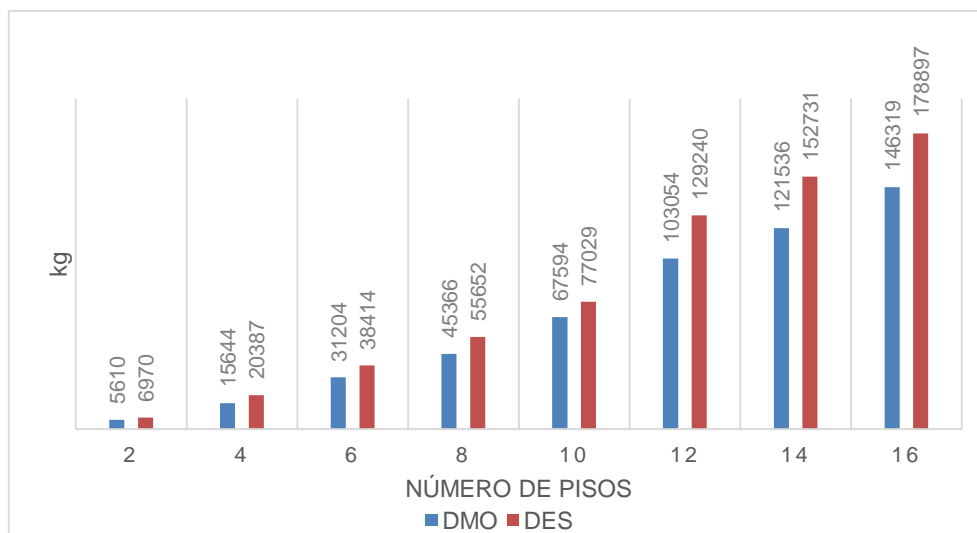
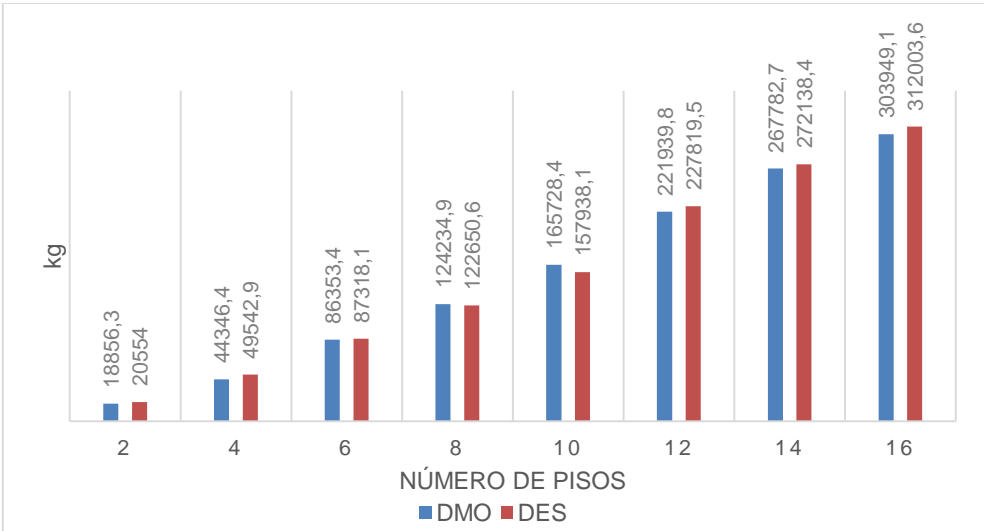


Figura A-77: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.



A.3.12 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Ibagué y Tunja utilizando un perfil de suelo tipo C y luz de diseño de 5.0m

Figura A-78: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

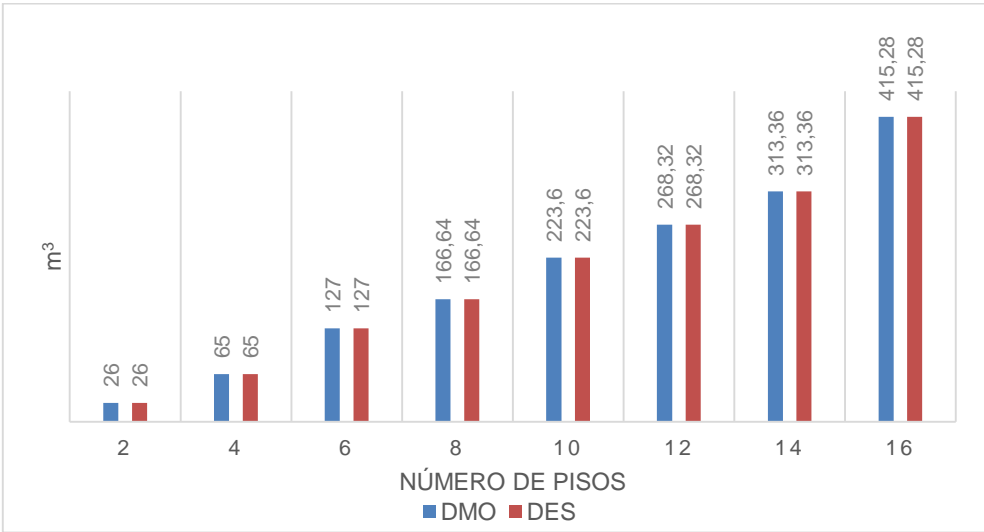


Figura A-79: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

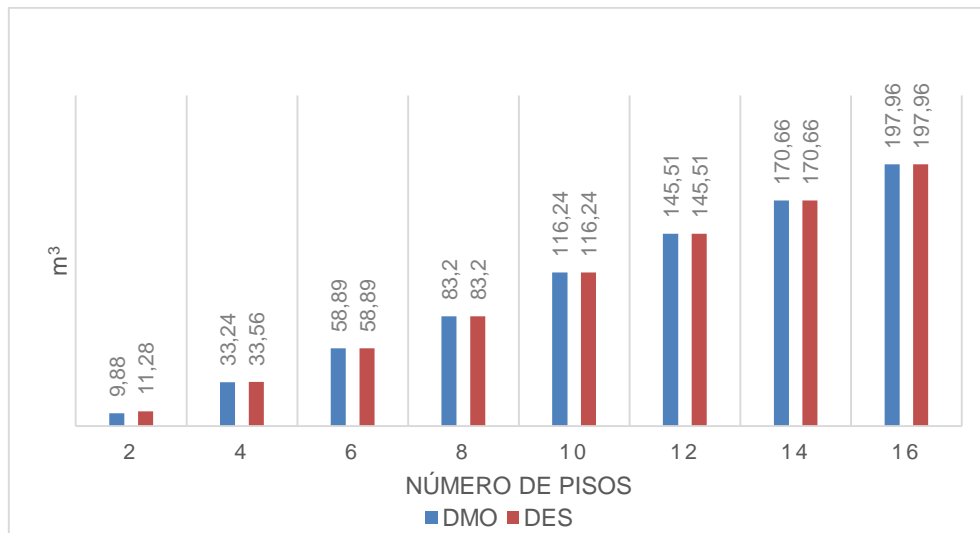


Figura A-80: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

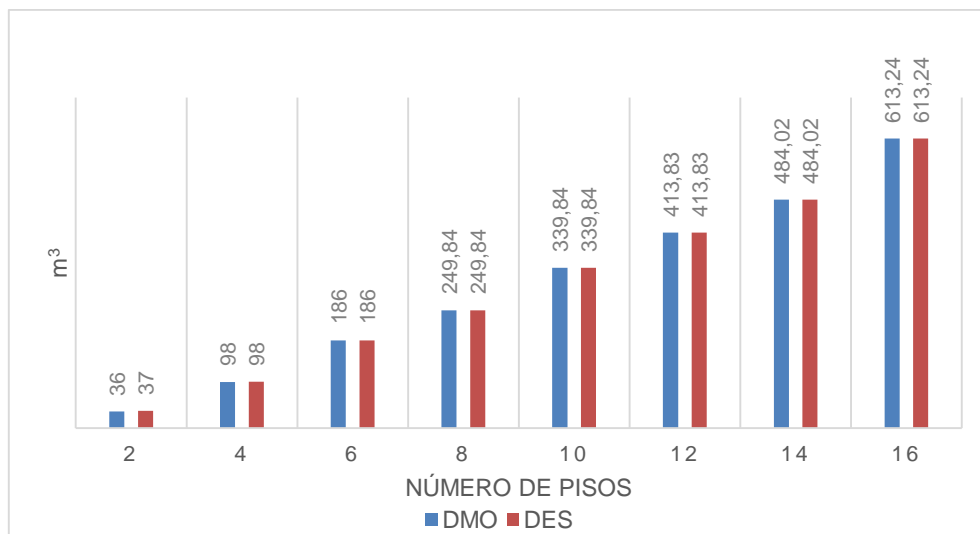


Figura A-81: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

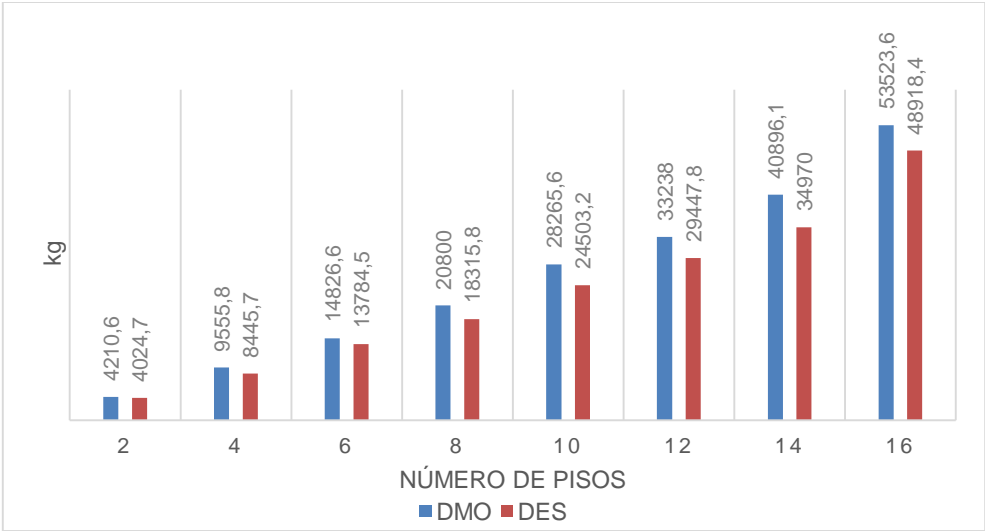


Figura A-82: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.

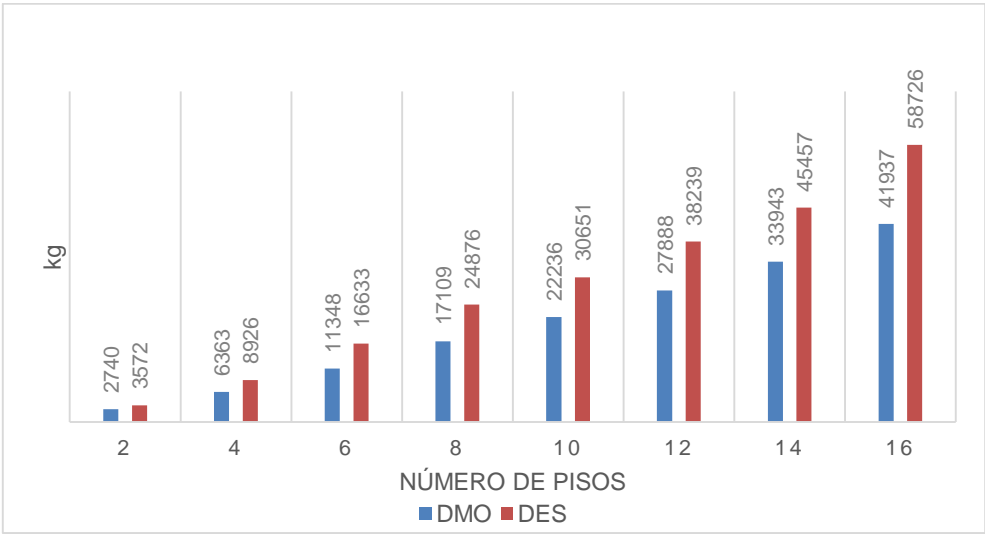
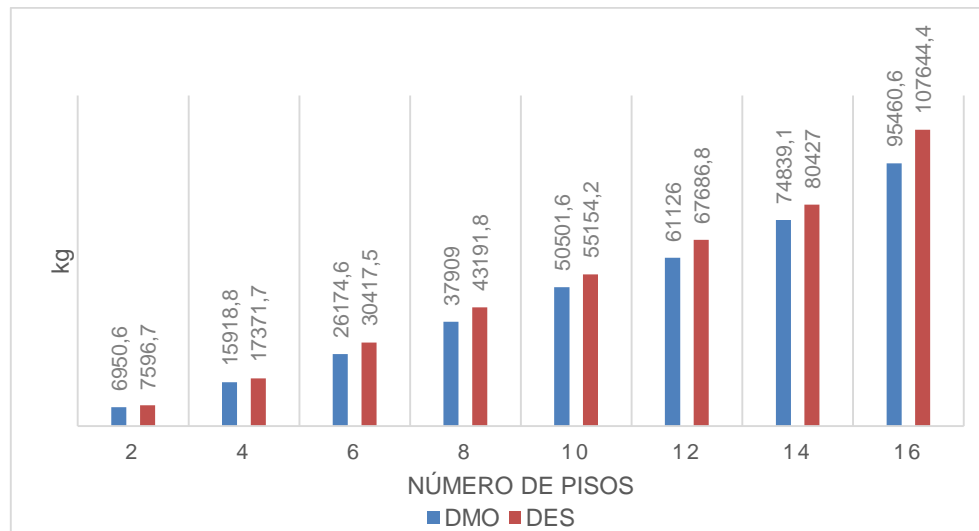


Figura A-83: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo C.



A.3.13 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo D

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Ibagué y Tunja utilizando un perfil de suelo tipo D y luz de diseño de 5.0m

Figura A-84: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

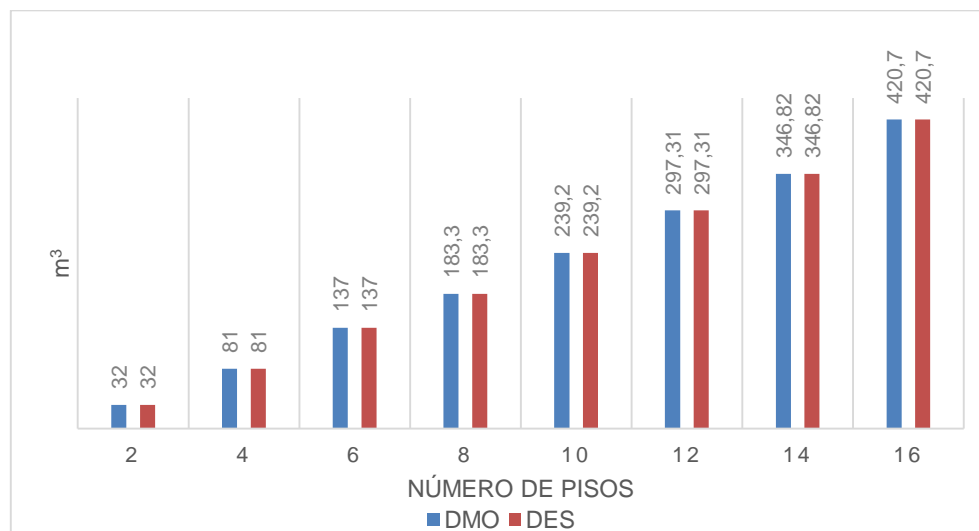


Figura A-85: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

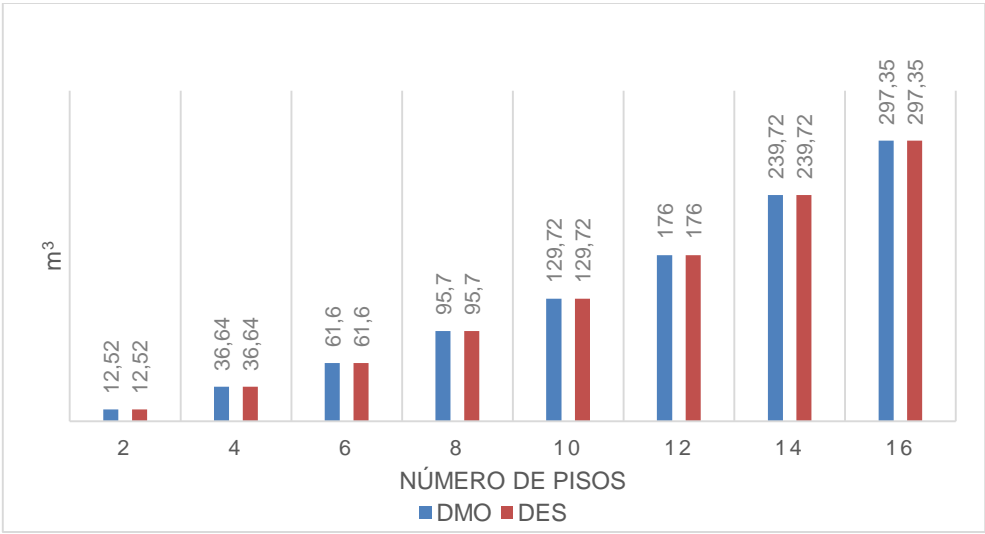


Figura A-86: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

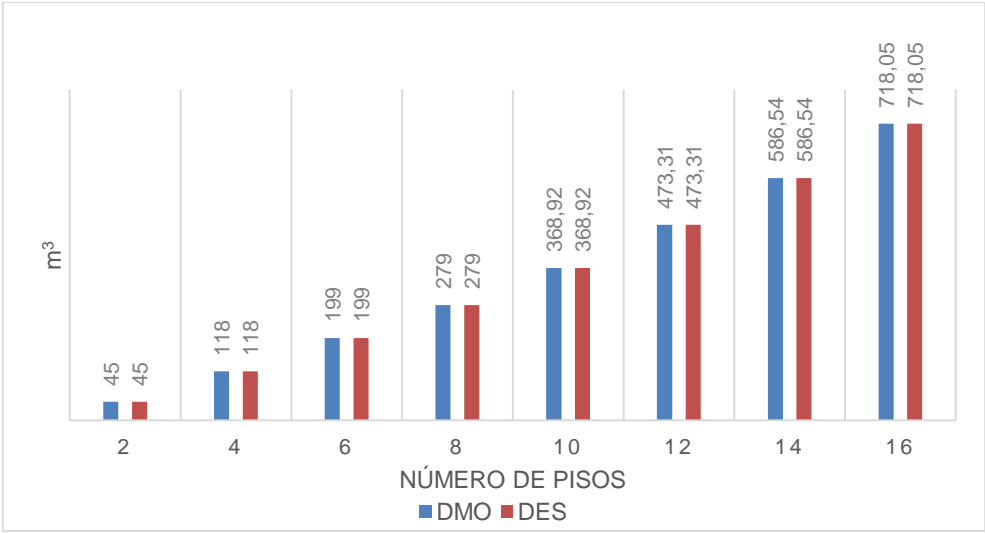


Figura A-87: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

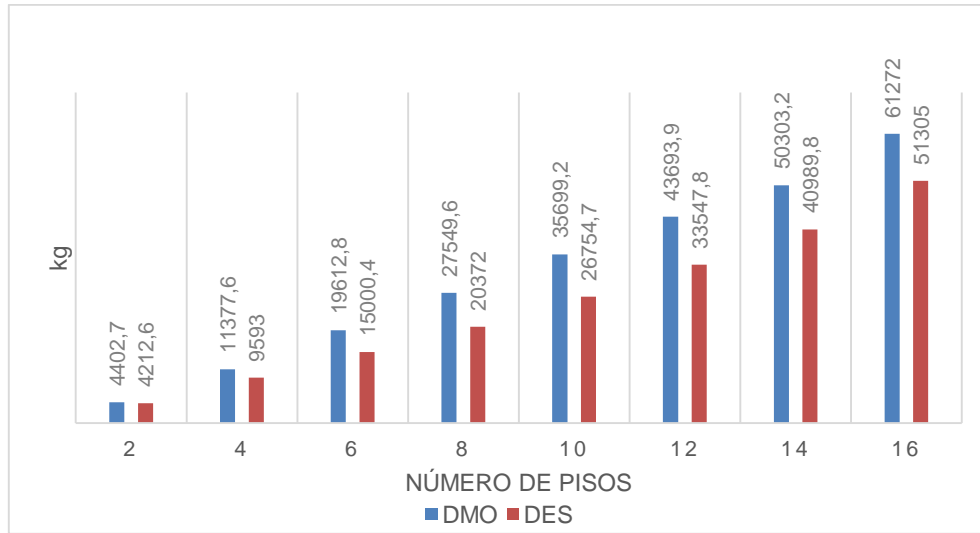


Figura A-88: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.

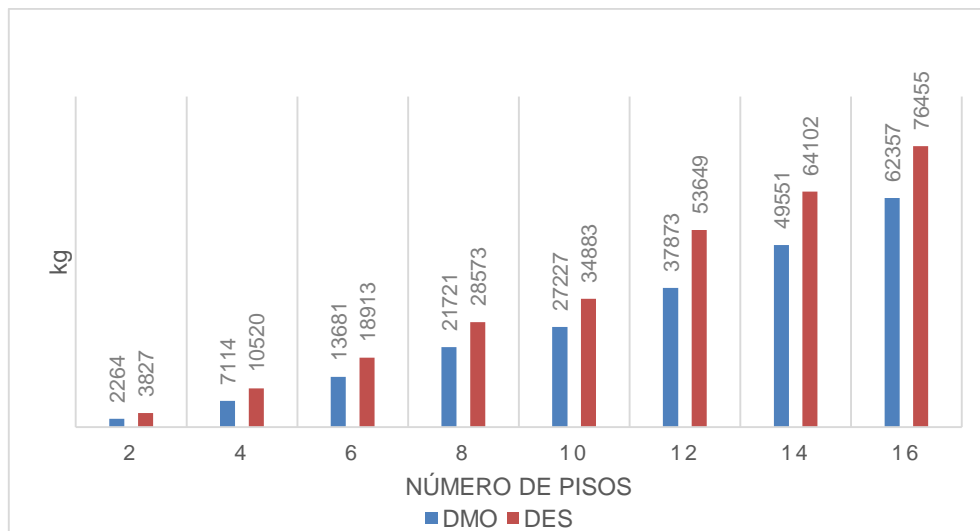
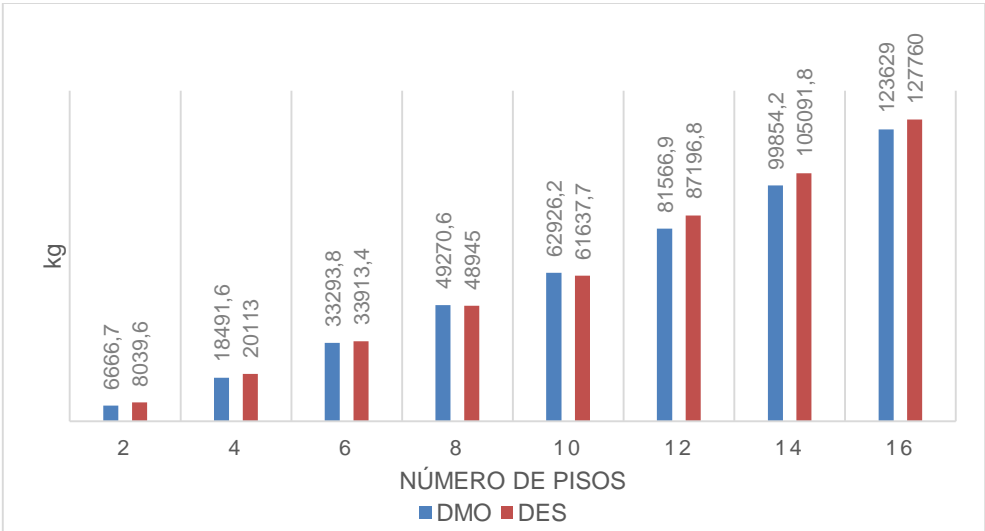


Figura A-89: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 5,0m; y perfil de suelo tipo D.



A.3.14 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo C

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Ibagué y Tunja utilizando un perfil de suelo tipo C y luz de diseño de 8.0m

Figura A-90: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.



Figura A-91: Cantidad de concreto en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

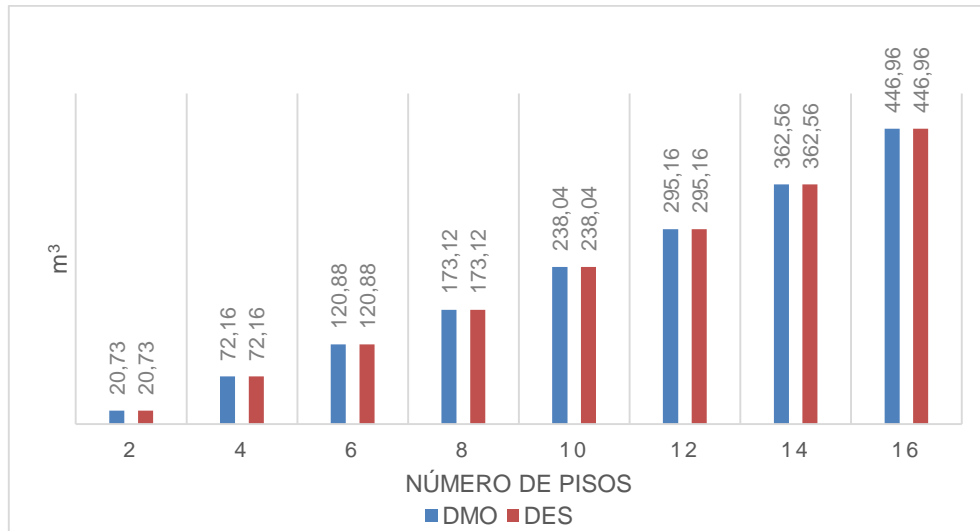


Figura A-92: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

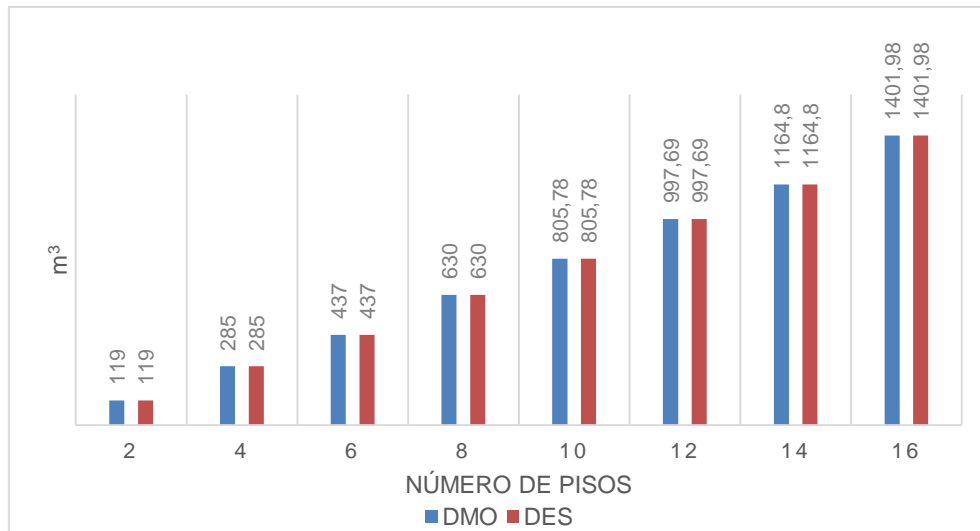


Figura A-93: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

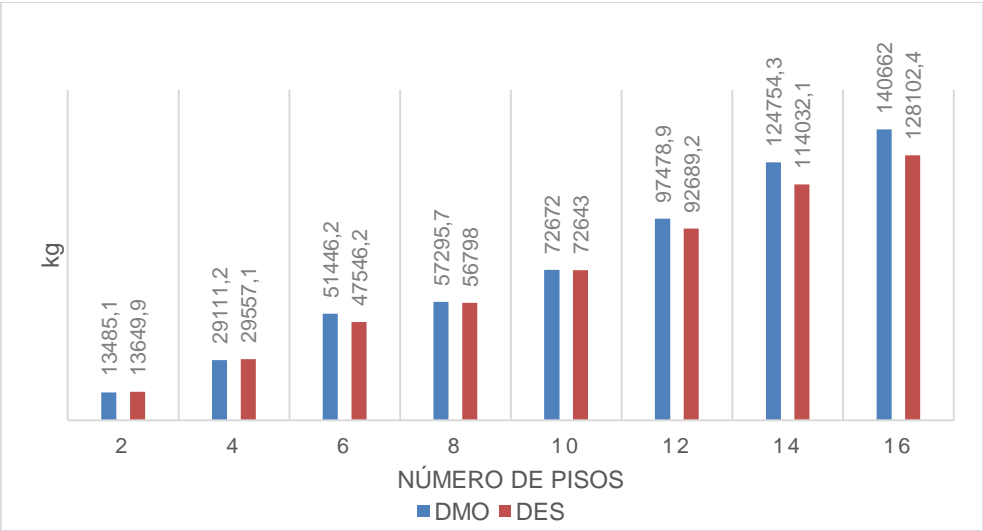


Figura A-94: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.

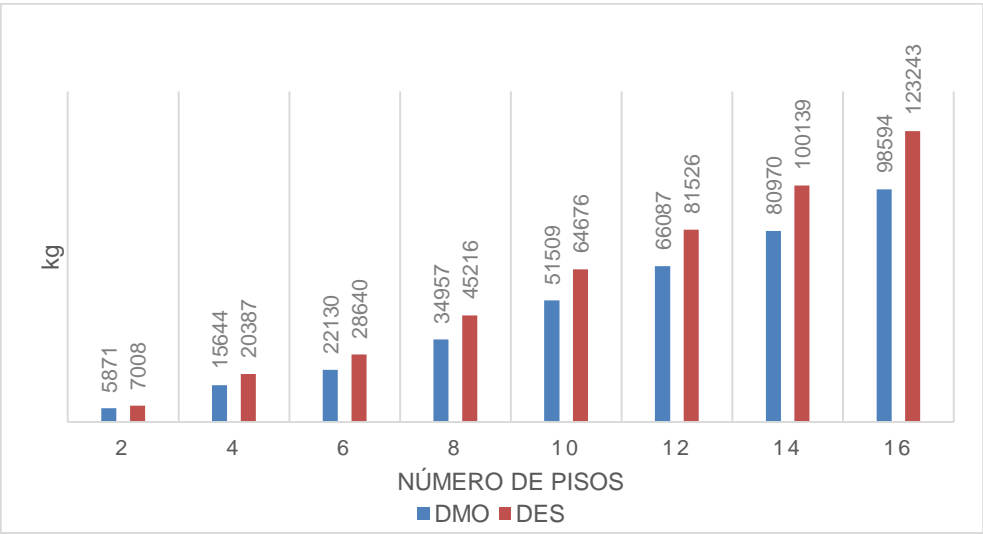
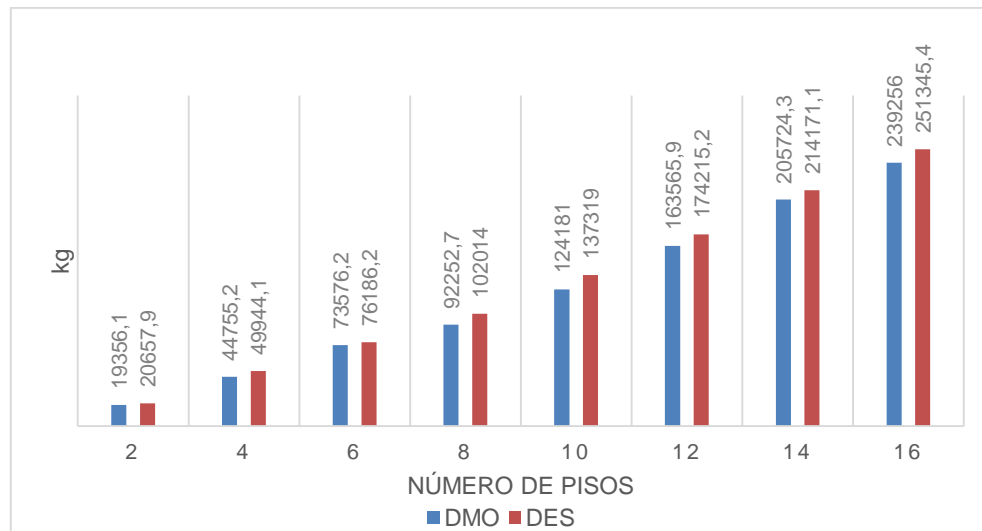


Figura A-95: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo C.



A.3.15 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.20, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en las ciudades de Ibagué y Tunja utilizando un perfil de suelo tipo D y luz de diseño de 8.0m

Figura A-96: Cantidad de concreto en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

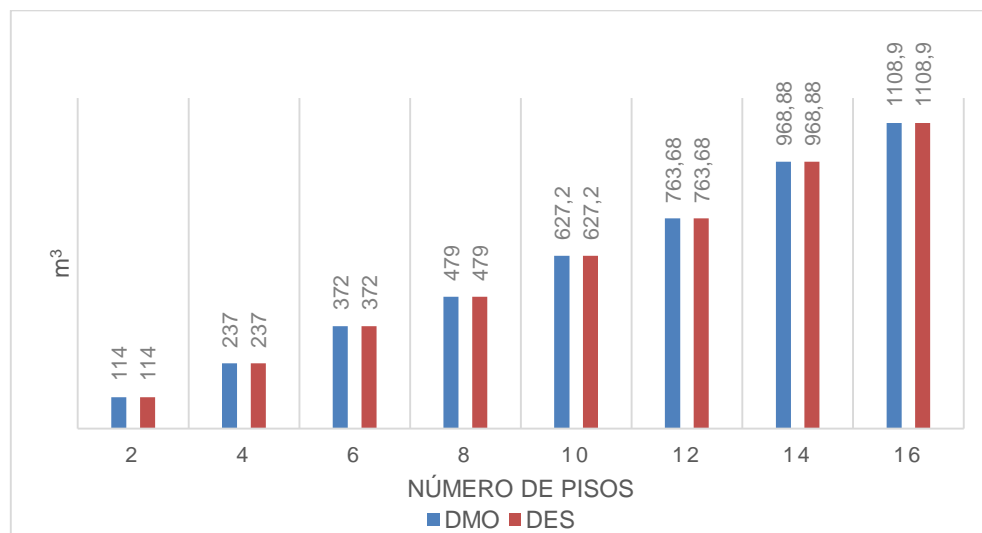


Figura A-97: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

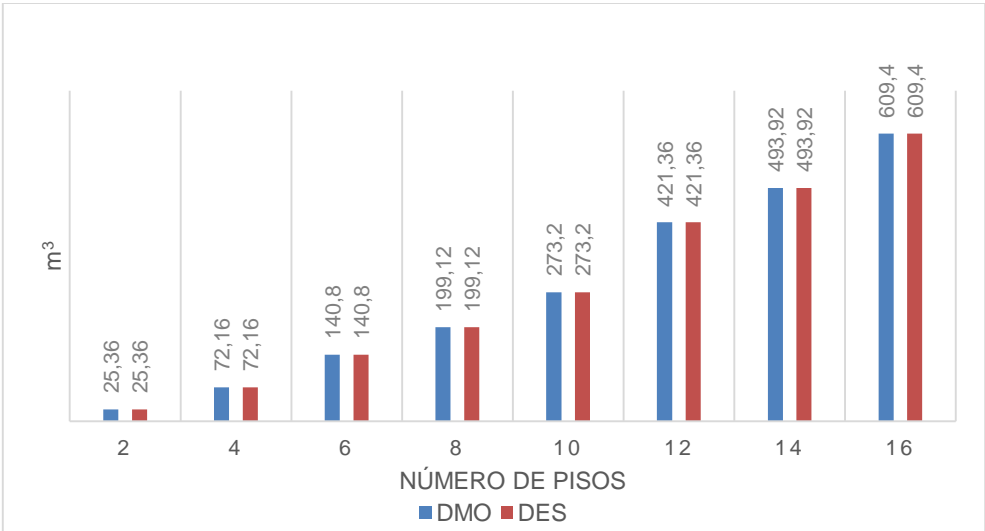


Figura A-98: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

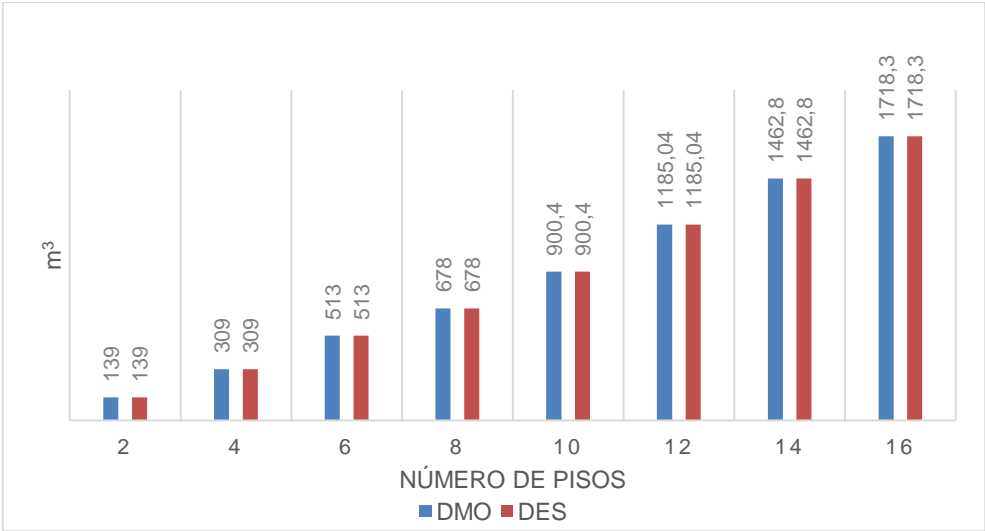


Figura A-99: Cantidad de acero en las vigas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

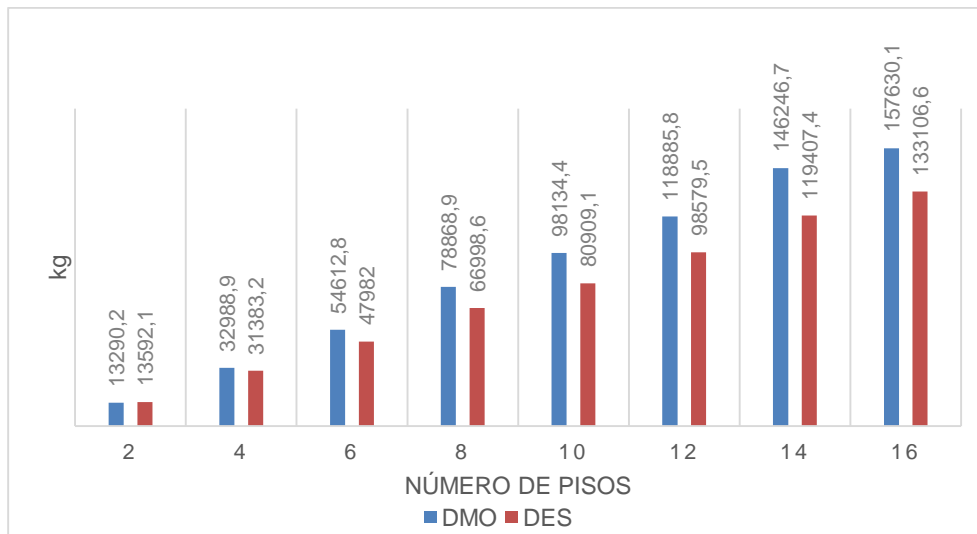


Figura A-100: Cantidad de acero en las columnas de las estructuras, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.

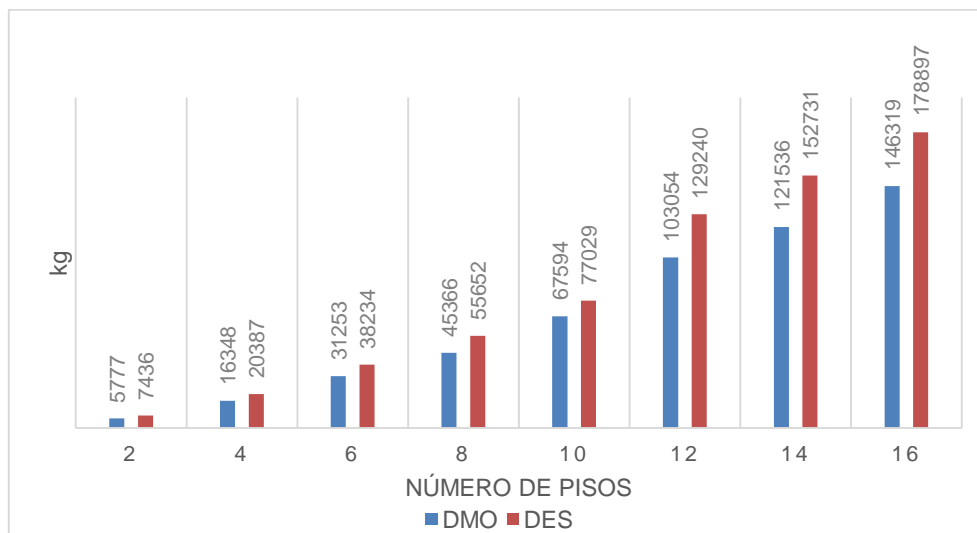
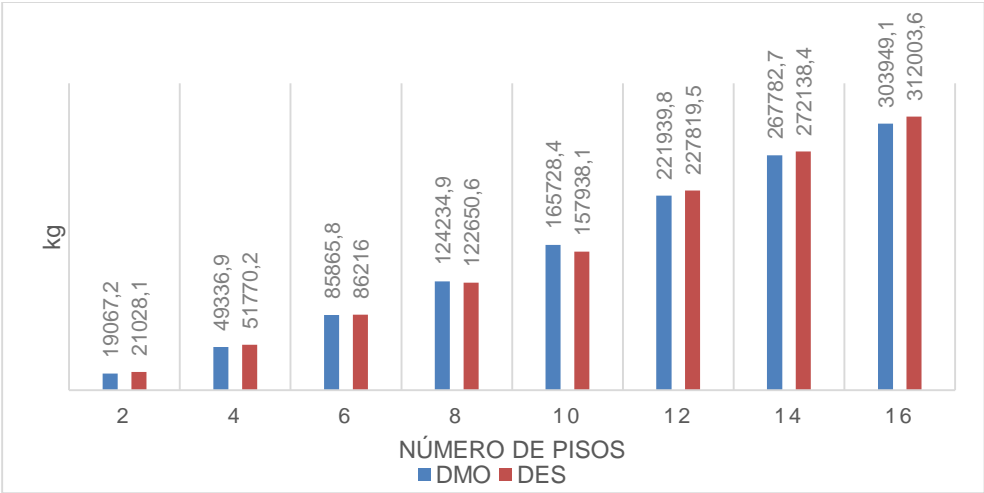


Figura A-101: Cantidad de acero en las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,20 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m; y perfil de suelo tipo D.



A.3.16 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.10, Av: 0.15, con luz de diseño de 5.0m y perfil de suelo tipo C, a los que se les mantuvo el detallado DES, pero se les vario el valor de Ro

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en una zona representada por Aa: 0.10 y Av: 0.15 utilizando un perfil de suelo tipo C y luz de diseño de 5.0m, a los que se les mantuvo el detallado de disipación especial, pero el valor de Ro se varió de 7 a 6 y luego 7 a 5.

Figura A-102: Cantidad de concreto en las vigas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de Ro de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m, perfil de suelo tipo C.

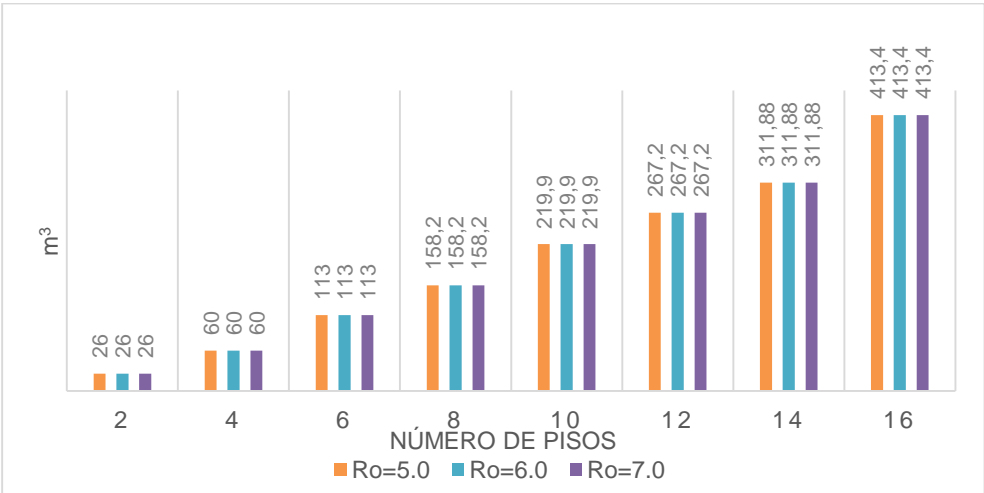


Figura A-103: Cantidad de concreto en las columnas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m, perfil de suelo tipo C.

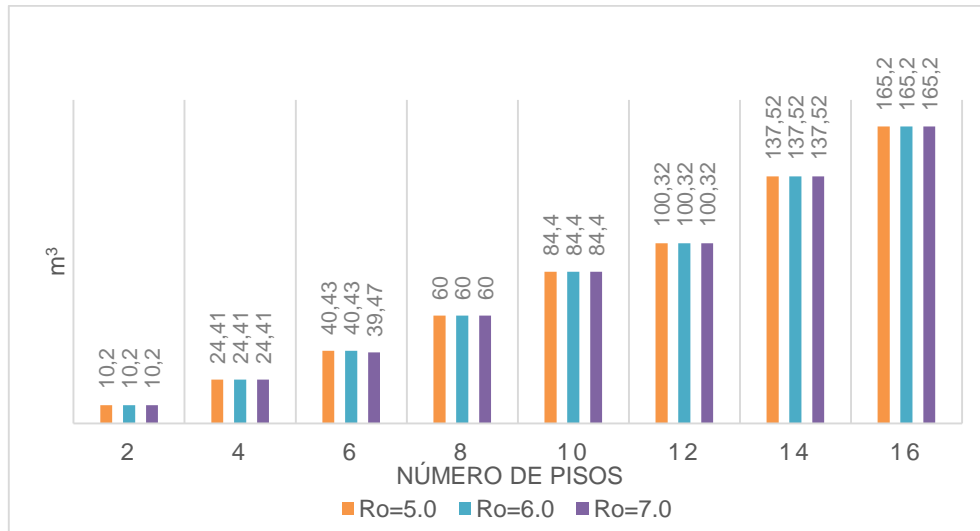


Figura A-104: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o , ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m, perfil de suelo tipo C.

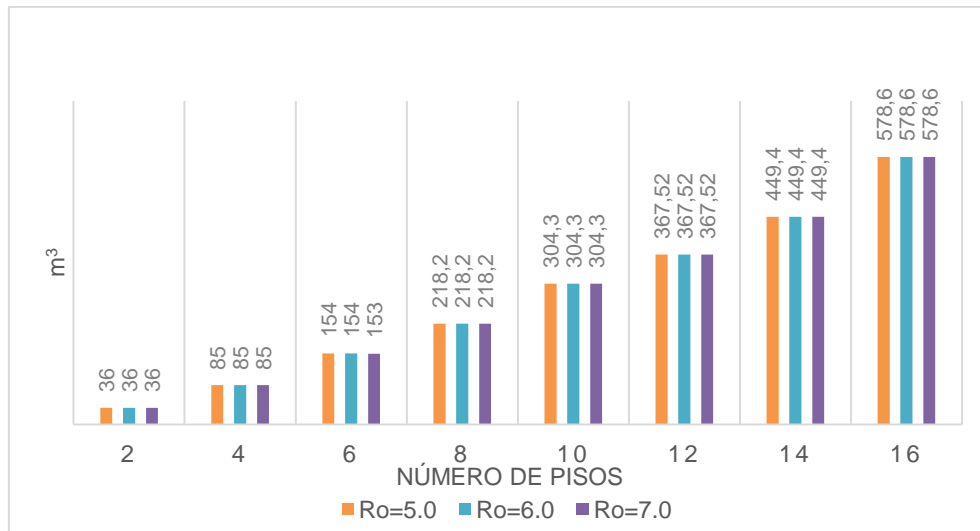


Figura A-105: Cantidad de acero en las vigas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de Ro de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m, perfil de suelo tipo C.

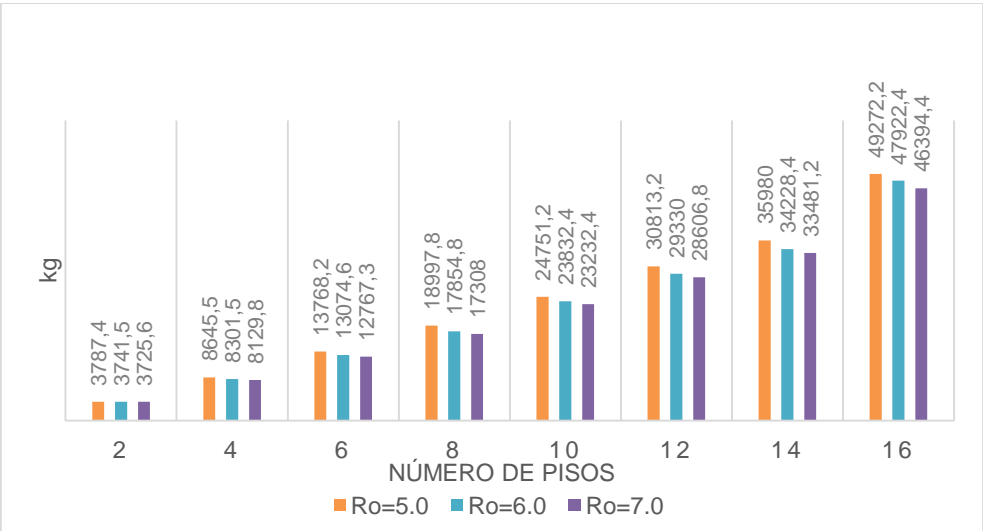


Figura A-106: Cantidad de acero en las columnas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de Ro de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m, perfil de suelo tipo C.

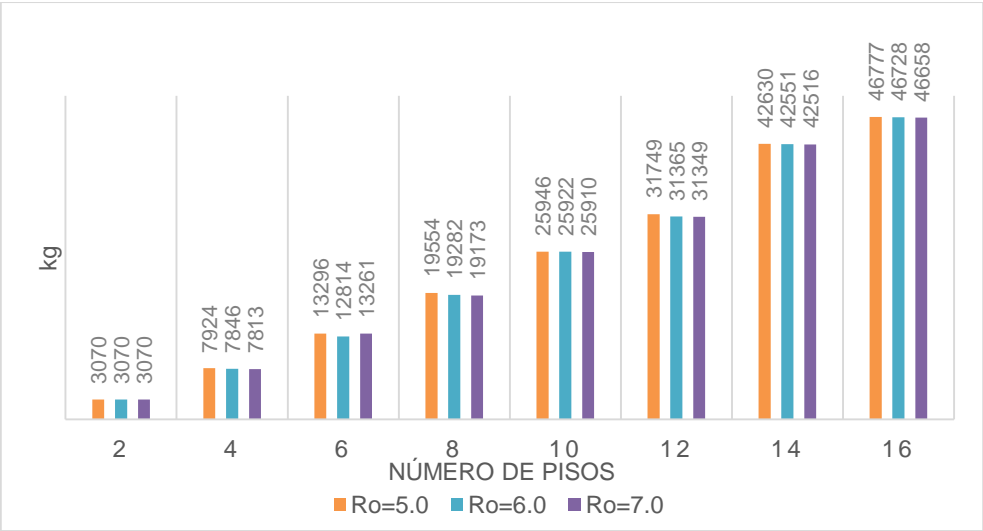
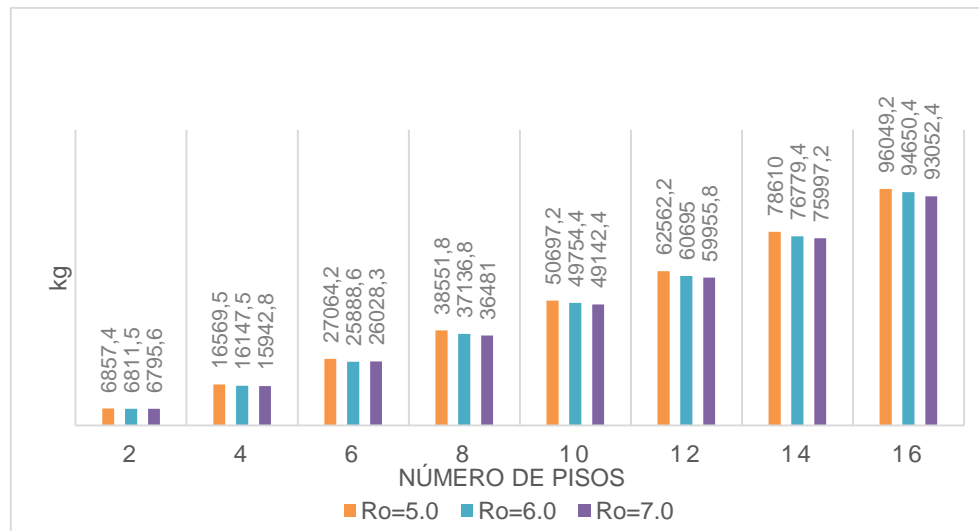


Figura A-107: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o , ubicadas en la zona representada por Aa: 0,10 Av: 0,15; con luz de diseño de 5,0m, perfil de suelo tipo C.



A.3.17 Resultados de los modelos ubicados en la zona representada por Aa 0.15, Av: 0.20, con luz de diseño de 8.0m y perfil de suelo tipo D, a los que se les mantuvo el detallado DES, pero se les varió el valor de R_o

En las siguientes 6 figuras se muestran los resultados obtenidos en los modelos ubicados en una zona representada por Aa: 0.15 y Av: 0.20 utilizando un perfil de suelo tipo D y luz de diseño de 8.0m, a los que se les mantuvo el detallado de disipación especial, pero el valor de R_o se varió de 7 a 6 y luego de 7 a 5.

Figura A-108: Cantidad de concreto en las vigas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de Ro de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m, perfil de suelo tipo D.

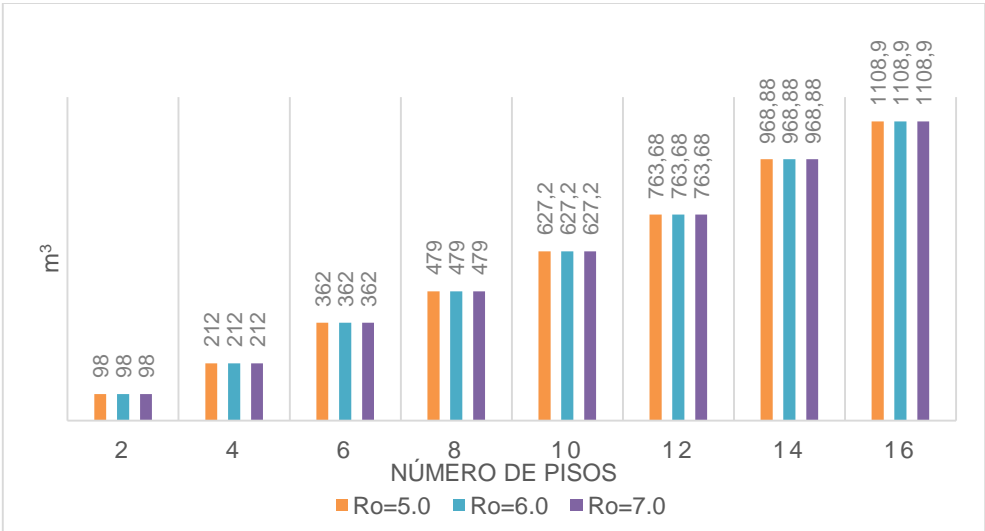


Figura A-109: Cantidad de concreto en las columnas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de Ro de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m, perfil de suelo tipo D.

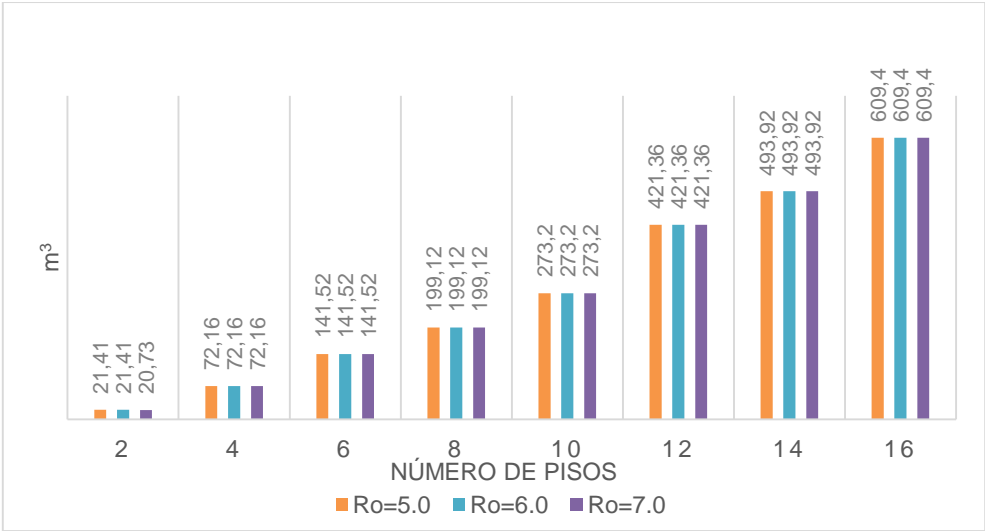


Figura A-110: Cantidad de concreto en los elementos primarios de las estructuras, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o , ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m, perfil de suelo tipo D.

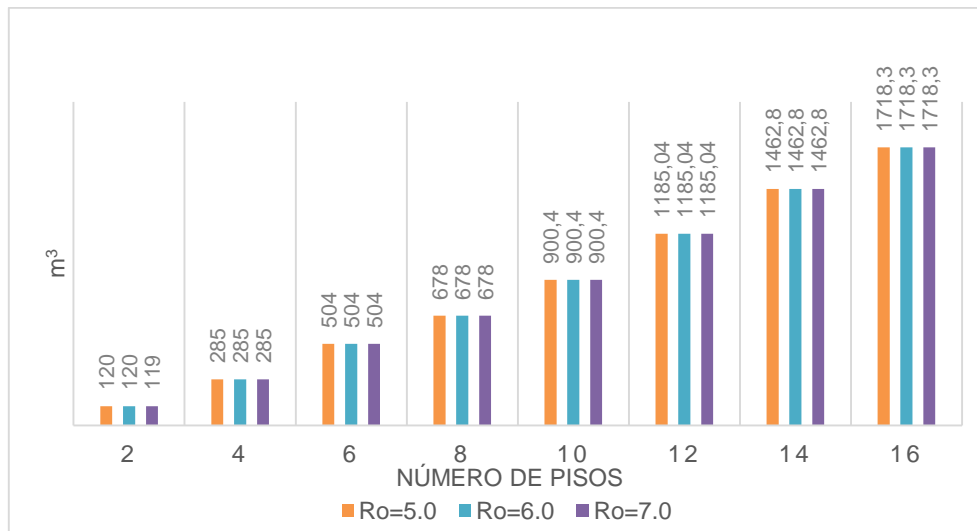


Figura A-111: Cantidad de acero en las vigas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de R_o de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m, perfil de suelo tipo D.

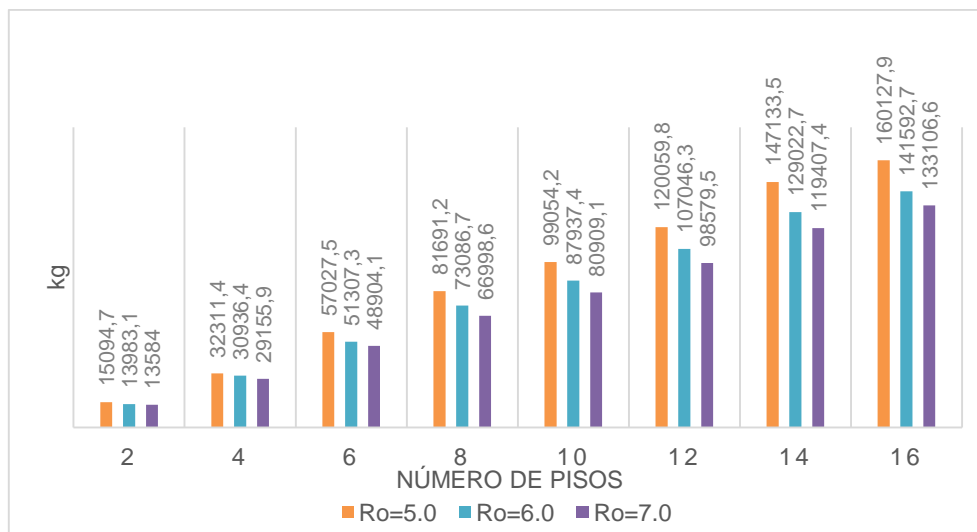


Figura A-112: Cantidad de acero en las columnas, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de Ro de las estructuras ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m, perfil de suelo tipo D.

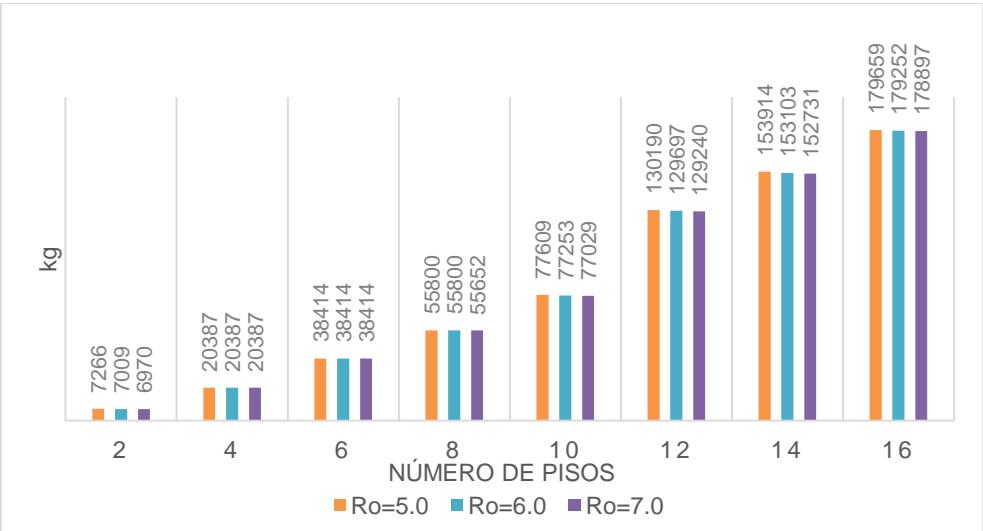
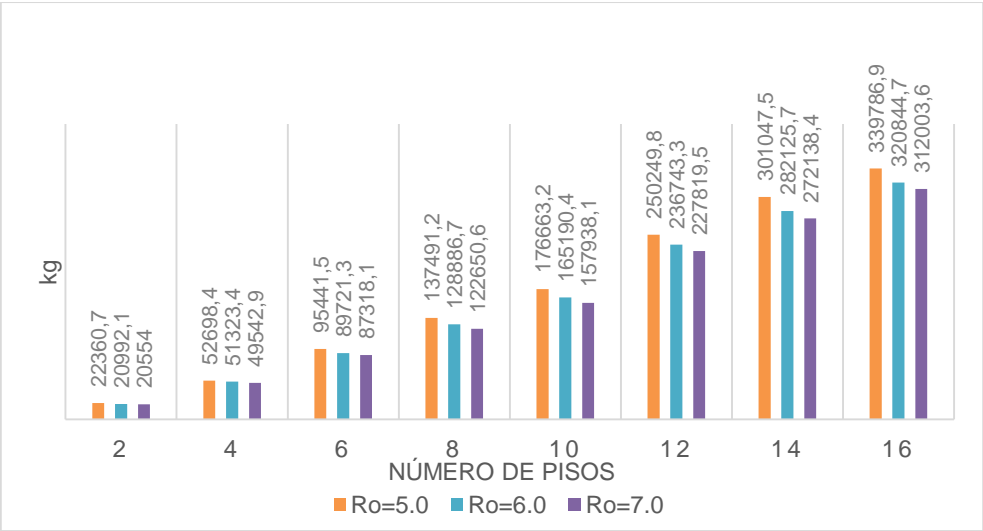


Figura A-113: Cantidad de acero en los elementos primarios de las estructuras, manteniendo el detallado “DES”, pero variando el valor de Ro, ubicadas en la zona representada por Aa: 0,15 Av: 0,20; con luz de diseño de 8,0m, perfil de suelo tipo D.



Bibliografía

[1] ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA, Decreto 523 de 2010. Por medio del cual se adopta la microzonificación sísmica de Bogotá. Bogotá.

[2] ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA. Decreto 926 de 2010. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Bogotá.

[3] ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA. Manual sobre Sismo Resistencia. Bogotá. AIS, 2007. 4p

[4] BENJUMEA, J.M.; SOTELO, F.S.; CELIS, C.E. Y CHIO, G. (2016). Efecto del grado de capacidad de disipación de energía sísmica seleccionado en las cantidades de obra de muros de concreto reforzado. Revista Tecnura, 20(50), 15-28. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016. 4.a01

5] GÓMEZ H, Carlos, (2015). Análisis comparativo entre la metodología de diseño basada en fuerzas y la metodología de diseño basada en desplazamientos para sistemas combinados. Trabajo de maestría. Maestría en Ingeniería Civil. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

[6] SALGADO, N.R; RODRÍGUEZ, H, R (2017). Análisis comparativo de cantidades y acero en los pórticos de un edificio de 6 pisos con sistema losa aligerada en una dirección en la ciudad de Cartagena bajo las condiciones DMO vs DMI, Trabajo de grado, Universidad de Cartagena.

[7] VALENCIA, G; VALENCIA, D (2008). Evaluación del coeficiente de disipación de energía, R, para algunos tipos de estructuras de acero. Revista ingeniería e investigación, vol. 28 No. 1, abril de 2008 (41-49)

[8] Enlaces informativos:

<http://cypecad.cype.es/>

<https://www.csiamerica.com/products/etabs>