

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN CONSULTORÍAS PARA DISEÑO ESTRUCTURAL Y  
PRESUPUESTOS**

**JUAN SEBASTIÁN RIVERA LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN - CAUCA  
2024**

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN CONSULTORÍAS PARA DISEÑO ESTRUCTURAL Y  
PRESUPUESTOS**

**JUAN SEBASTIÁN RIVERA LÓPEZ**

**Informe final de trabajo de grado  
modalidad: Práctica profesional**

**Director:  
Hernán Nope Rodríguez  
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN - CAUCA  
2024**

**Nota de aceptación:**

El director y el jurado han evaluado este documento titulado: "Auxiliar de Ingeniería en consultorías para diseño estructural y presupuestos", escuchando la sustentación de este por su autor y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al estudiante, Juan Sebastián Rivera López para que desarrolle las gestiones administrativas para optar al título de Ingeniera Civil.

---

Director de Pasantía  
Ing. Hernán Nope Rodríguez

---

Jurado

---

Jurado

Popayán, 3 de diciembre de 2024

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                                                                          | pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| INTRODUCCIÓN.....                                                                                                        | 15   |
| 1. OBJETIVOS.....                                                                                                        | 16   |
| 1.1 OBJETIVOS GENERALES .....                                                                                            | 16   |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                                                                          | 16   |
| 2. ENTIDAD RECEPTORA.....                                                                                                | 17   |
| 2.1 DESCRIPCIÓN.....                                                                                                     | 17   |
| 2.2 PROYECTOS A CARGO .....                                                                                              | 17   |
| 2.2.1 Vivienda multifamiliar, Bolívar – Cauca. ....                                                                      | 17   |
| 2.2.2 Casa campestre en ciudad verde, Popayán – Cauca. ....                                                              | 18   |
| 2.2.3 Polideportivo de la vereda la Florida, San Sebastián – Cauca.....                                                  | 19   |
| 2.2.4 Revisión estructural externa de la Torre Azora, Popayán – Cauca. ....                                              | 19   |
| 2.2.5 Centro de diagnóstico automotor, Popayán – Cauca. ....                                                             | 20   |
| 3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS COMO PASANTE .....                                                                          | 21   |
| 3.1 APOYO EN EL CALCULO DE CANTIDADES Y ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS.....                                                 | 21   |
| 3.1.1 Cálculo de cantidades de una vivienda multifamiliar, Bolívar-Cauca. ....                                           | 21   |
| 3.1.2 Cálculo de cantidades acero figurado de casa campestre, Popayán – Cauca.....                                       | 30   |
| 3.1.2 Apoyo en la revisión de APU del Polideportivo de la vereda la Florida del municipio de San Sebastián - Cauca. .... | 36   |
| 3.2 APOYO EN LA REVISIÓN Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....                                                                       | 42   |
| 3.2.1 Revisión estructural de la Torre Azora, Popayán - Cauca.....                                                       | 42   |
| 3.2.2 Centro de diagnóstico automotor, Popayán – Cauca. ....                                                             | 51   |

|                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.2.1 Parámetros de diseño y avalúo de cargas. ....                                                                                                                     | 53 |
| 3.2.2.2 Diseño de cubierta.....                                                                                                                                           | 54 |
| 3.2.2.2.1 Análisis de viento.....                                                                                                                                         | 55 |
| 3.2.2.2.2 Diseño de correas. ....                                                                                                                                         | 56 |
| 3.2.2.2.3 Diseño de la cercha en perlines de acero. ....                                                                                                                  | 58 |
| 3.2.2.3 Diseño de losa de entrepiso. ....                                                                                                                                 | 59 |
| 3.2.2.3.1 Diseño del sistema Metaldeck. ....                                                                                                                              | 59 |
| 3.2.2.3.2 Diseño de viguetas en acero estructural. ....                                                                                                                   | 62 |
| 3.2.2.4 Modelación en Etabs. ....                                                                                                                                         | 64 |
| 3.2.2.4.1 Asignación de códigos de diseño, propiedades de los materiales, grilla,<br>elementos y patrones de carga en Etabs. ....                                         | 65 |
| 3.2.2.4.2 Asignación de elementos, tipo de apoyo y cargas de diseño que<br>conforman el sistema en Etabs. ....                                                            | 69 |
| 3.2.2.5 Análisis estático en Etabs.....                                                                                                                                   | 71 |
| 3.2.2.5.1 Creación del espectro elástico, peso sísmico, patrones de carga<br>sísmica, casos de carga sísmica, combinaciones de carga y tipo de diafragma<br>en Etabs..... | 71 |
| 3.2.2.5.2 Ajuste de las fuerzas sísmicas estáticas. ....                                                                                                                  | 76 |
| 3.2.2.5.3 Chequeo de irregularidades en la estructura.....                                                                                                                | 78 |
| 3.2.2.5.4 Chequeo de deflexiones.....                                                                                                                                     | 83 |
| 3.2.2.6 Análisis dinámico de la estructura Etabs. ....                                                                                                                    | 87 |
| 3.2.2.6.1 Creación del espectro inelástico de aceleraciones y ajuste del cortante<br>basal en Etabs.....                                                                  | 87 |
| 3.2.2.6.2 Análisis modal de la estructura en Etabs.....                                                                                                                   | 89 |
| 3.2.2.6.3 Chequeo de derivas. ....                                                                                                                                        | 90 |
| 3.2.2.6.4 Diseño de los elementos estructurales en Etabs.....                                                                                                             | 91 |
| CONCLUSIONES.....                                                                                                                                                         | 94 |

|                   |    |
|-------------------|----|
| BIBLIOGRAFÍA..... | 96 |
| ANEXOS.....       | 97 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                   | pág. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 1. Localización de vivienda multifamiliar en el municipio de Bolívar, Cauca.....           | 18   |
| Figura 2. Localización de casa campestre Lote 8 en el municipio de Popayán, Cauca.....            | 18   |
| Figura 3. Localización del polideportivo del municipio de San Sebastián, Cauca .                  | 19   |
| Figura 4. Localización de la Torre Azora en el municipio de Popayán, Cauca.....                   | 20   |
| Figura 5. Localización del Centro de diagnóstico automotor en el municipio de Popayán, Cauca..... | 20   |
| Figura 6. Plano arquitectónico en planta del primer y segundo nivel .....                         | 22   |
| Figura 7. Plano arquitectónico en planta del tercer y cuarto nivel .....                          | 22   |
| Figura 8. Plano arquitectónico en alzada .....                                                    | 22   |
| Figura 9. Plano estructural de cimientos y columnas .....                                         | 23   |
| Figura 10. Plano estructural del primer y segundo nivel.....                                      | 23   |
| Figura 11. Plano estructural del tercer nivel y cuarto nivel .....                                | 24   |
| Figura 12. Plano estructural de la cubierta.....                                                  | 24   |
| Figura 13. Plano estructural de viguetas y escaleras .....                                        | 24   |
| Figura 14. Plano estructural de la cimentación.....                                               | 30   |
| Figura 15. Plano estructural de las vigas aéreas.....                                             | 31   |
| Figura 16. Plano estructural de la cubierta.....                                                  | 31   |
| Figura 17. Plano estructural del módulo BBQ y garaje.....                                         | 31   |
| Figura 18. Interfaz de desarrollo de DL-NET .....                                                 | 32   |
| Figura 19. Interfaz para añadir elementos en DL-NET .....                                         | 32   |
| Figura 20. Interfaz de herramientas de DL-NET.....                                                | 32   |
| Figura 21. Procedimiento en la interfaz de herramientas de DL-NET .....                           | 33   |
| Figura 22. Procedimiento para añadir cantidades de elementos en DL-NET .....                      | 33   |

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 23. Procedimiento para crear archivo PDF en DL-NET.....                                                            | 34 |
| Figura 24. Cantidades de acero de refuerzo figurado de la parcela ciudad verde                                            | 35 |
| Figura 25. Cantidades de acero de refuerzo .....                                                                          | 36 |
| Figura 26. Plano arquitectónico en corte .....                                                                            | 42 |
| Figura 27. Plano arquitectónico de las fachadas.....                                                                      | 42 |
| Figura 28. Planos arquitectónicos en planta .....                                                                         | 43 |
| Figura 29. Plano en planta de la cimentación.....                                                                         | 44 |
| Figura 30. Planos de despiece de columnas (parte 1) .....                                                                 | 44 |
| Figura 31. Planos de despiece de columnas (parte 2) .....                                                                 | 45 |
| Figura 32. Datos de entrada en DIAGRAMA DE INTERACCIÓN COLUMNAS –<br>NSR10 V1.0.....                                      | 47 |
| Figura 33. Ubicación del acero de refuerzo en DIAGRAMA DE INTERACCIÓN<br>COLUMNAS – NSR10 V1.0 .....                      | 47 |
| Figura 34. Centroides plásticos en DIAGRAMA DE INTERACCIÓN COLUMNAS –<br>NSR10 V1.0.....                                  | 48 |
| Figura 35. Diagrama de interacción para el eje Y en DIAGRAMA DE<br>INTERACCIÓN COLUMNAS – NSR10 V1.0.....                 | 48 |
| Figura 36. Diagrama de interacción para el eje X en DIAGRAMA DE<br>INTERACCIÓN COLUMNAS – NSR10 V1.0.....                 | 48 |
| Figura 37. Introducir combinación de carga crítica para el eje Y en DIAGRAMA<br>DE INTERACCIÓN COLUMNAS – NSR10 V1.0..... | 49 |
| Figura 38. Introducir combinación de carga crítica para el eje X en DIAGRAMA<br>DE INTERACCIÓN COLUMNAS – NSR10 V1.0..... | 49 |
| Figura 39. Plano arquitectónico en planta del primer nivel.....                                                           | 51 |
| Figura 40. Plano arquitectónico en planta del segundo nivel .....                                                         | 52 |
| Figura 41. Plano arquitectónico en planta del tercer nivel.....                                                           | 52 |
| Figura 42. Plano arquitectónico de la cubierta .....                                                                      | 52 |
| Figura 43. Plano arquitectónico en alzada .....                                                                           | 53 |
| Figura 44. Plano arquitectónico de la fachada principal .....                                                             | 53 |

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 45. Parámetros de entrada para el análisis de viento (Corpasoft 3) .....                                              | 55 |
| Figura 46. Resultados del análisis de viento (Corpasoft 3) .....                                                             | 55 |
| Figura 47. Parámetros de entrada para el diseño de correas (Corpasoft 3) .....                                               | 56 |
| Figura 48. Propiedades físicas y mecánicas del perfil en C (P3-12-12) en Corpasoft 3.....                                    | 57 |
| Figura 49. Parámetros de entrada para el diseño de la cercha metálica (Corpasoft 3).....                                     | 58 |
| Figura 50. Resultado del análisis de la cercha metálica (Corpasoft 3).....                                                   | 59 |
| Figura 51. Distribución de áreas.....                                                                                        | 60 |
| Figura 52. Datos de entrada del sistema Metaldeck (Corpasoft 3).....                                                         | 60 |
| Figura 53. Resultados del análisis estructural para el sistema Metaldeck (Corpasoft 3).....                                  | 61 |
| Figura 54. Datos de entrada para el diseño de perlines (Corpasoft 3) .....                                                   | 62 |
| Figura 55. Propiedades físicas y mecánicas del perfil de acero para el área de las oficinas (2P3-18-12) en Corpasoft 3 ..... | 63 |
| Figura 56. Propiedades físicas y mecánicas del perfil de acero para el área de la cafetería (2P4-18-12) en Corpasoft 3.....  | 64 |
| Figura 57. Códigos de diseño de la NSR-10 en Etabs .....                                                                     | 65 |
| Figura 58. Materiales asignados en Etabs .....                                                                               | 65 |
| Figura 59. Propiedades físicas y mecánicas de los materiales en Etabs .....                                                  | 66 |
| Figura 60. Distribución geométrica de la grilla en Etabs .....                                                               | 67 |
| Figura 61. Creación del elemento del sistema Metaldeck en Etabs .....                                                        | 67 |
| Figura 62. Creación del elemento viguetas de acero en Etabs .....                                                            | 68 |
| Figura 63. Creación de elementos de concreto en Etabs.....                                                                   | 68 |
| Figura 64. Definir patrones de carga en Etabs .....                                                                          | 69 |
| Figura 65. Asignación de elementos en Etabs .....                                                                            | 69 |
| Figura 66. Asignación del tipo de apoyo de la estructura en Etabs.....                                                       | 70 |
| Figura 67. Asignación de cargas de diseño en Etabs .....                                                                     | 70 |

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 68. Asignación de elementos en Etabs .....                                             | 71 |
| Figura 69. Creación del espectro elástico de aceleraciones en Etabs .....                     | 72 |
| Figura 70. Creación del peso sísmico en Etabs .....                                           | 73 |
| Figura 71. Creación de los patrones de carga sísmica en Etabs .....                           | 73 |
| Figura 72. Configuración de los patrones de carga sísmica en Etabs.....                       | 74 |
| Figura 73. Creación de los casos de carga sísmica en Etabs .....                              | 74 |
| Figura 74. Configuración de los casos de carga sísmica estática en Etabs .....                | 75 |
| Figura 75. Configuración de los casos de carga sísmica dinámica en Etabs .....                | 75 |
| Figura 76. Combinaciones de carga en Etabs.....                                               | 76 |
| Figura 77. Tipo de diafragma asignado en Etabs.....                                           | 76 |
| Figura 78. Periodos de vibración en los ejes ortogonales X e Y en Etabs .....                 | 77 |
| Figura 79. Periodos de vibración en los ejes ortogonales X e Y en Etabs .....                 | 78 |
| Figura 80. Puntos de análisis para la irregularidad torsional (1aP) y (1bP).....              | 78 |
| Figura 81. Derivas de los puntos de análisis en Etabs.....                                    | 79 |
| Figura 82. Áreas de análisis de la irregularidad del diafragma (3P) .....                     | 80 |
| Figura 83. Rigidez por piso para el eje X en Etabs .....                                      | 81 |
| Figura 84. Rigidez por piso para el eje Y en Etabs .....                                      | 81 |
| Figura 85. Masa por piso en Etabs.....                                                        | 82 |
| Figura 86. Deflexión máxima de la viga de entrepiso en Etabs.....                             | 85 |
| Figura 87. Deflexión máxima de la viga de cubierta en Etabs.....                              | 85 |
| Figura 88. Deflexión máxima del perfil en cajón 457.2x152.4x2.5 en Etabs .....                | 86 |
| Figura 89. Deflexión máxima del perfil en cajón 457.2X203.2X2.5 en Etabs .....                | 86 |
| Figura 90. Creación del espectro inelástico de aceleraciones en Etabs .....                   | 87 |
| Figura 91. Ajuste de las fuerzas sísmicas dinámicas para el espectro elástico en Etabs.....   | 89 |
| Figura 92. Ajuste de las fuerzas sísmicas dinámicas para el espectro inelástico en Etabs..... | 89 |

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 93. Factores de reducción de resistencia en Etabs.....                    | 92 |
| Figura 94. Chequeos de resistencia de los elementos estructurales en Etabs ..... | 92 |
| Figura 95. Modelación estructural final en Etabs.....                            | 93 |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                                                     | pág. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 1. Dosificación del concreto y mortero.....                                                                   | 25   |
| Tabla 2. Cantidades de obra del primer nivel .....                                                                  | 26   |
| Tabla 3. Cantidades de obra del segundo nivel .....                                                                 | 27   |
| Tabla 4. Cantidades de obra del tercer nivel .....                                                                  | 28   |
| Tabla 5. Cantidades de obra del cuarto nivel .....                                                                  | 29   |
| Tabla 6. Cantidades de obra del nivel de la cubierta.....                                                           | 30   |
| Tabla 7. APU de los ítems no previstos del proyecto .....                                                           | 37   |
| Tabla 8. Valor unitario de materiales de obra que se encuentran en los APU contractuales (parte 1) .....            | 38   |
| Tabla 9. Valor unitario de materiales de obra que se encuentran en los APU contractuales (parte 2) .....            | 39   |
| Tabla 10. Valor del (AIU) del adicional presupuestal.....                                                           | 40   |
| Tabla 11. Valor del (AIU) del presupuesto contractual .....                                                         | 40   |
| Tabla 12. APU de los ítems no previstos corregidos .....                                                            | 41   |
| Tabla 13. Solicitación de carga más crítica de la columna .....                                                     | 45   |
| Tabla 14. Solicitación de carga más crítica de la columna (continuación) .....                                      | 46   |
| Tabla 15. Reporte de chequeo de flexo-compresión .....                                                              | 50   |
| Tabla 16. Parámetros de diseño .....                                                                                | 54   |
| Tabla 17. Avalúo de cargas.....                                                                                     | 54   |
| Tabla 18. Resultado del análisis del diseño de correas (Corpasoft 3).....                                           | 57   |
| Tabla 19. Propiedades físicas y mecánicas del sistema Metaldeck .....                                               | 61   |
| Tabla 20. Resultados del análisis estructural para el diseño de perlines en área de oficinas (Corpasoft 3) .....    | 63   |
| Tabla 21. Resultados del análisis estructural para el diseño de perlines en área de la cafetería (Corpasoft 3)..... | 63   |

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 22. Periodos de vibración del espectro elástico de aceleraciones .....              | 72 |
| Tabla 23. Ajuste de los periodos de vibración de la estructura .....                      | 77 |
| Tabla 24. Resultados del análisis de la irregularidad torsional (1aP) y (1bP) .....       | 79 |
| Tabla 25. Resultados del análisis de la irregularidad del diafragma (3P) .....            | 80 |
| Tabla 26. Resultados del análisis de la irregularidad de piso flexible (1aA) y (1bP)..... | 82 |
| Tabla 27. Resultados del análisis de la irregularidad de distribución de masa (2A).....   | 82 |
| Tabla 28. Resultados del análisis de irregularidad de la estructura .....                 | 83 |
| Tabla 29. Deflexión máxima admisible según la NSR-10.....                                 | 84 |
| Tabla 30. Momento flector máximo de la viga de entrepiso en Etabs .....                   | 84 |
| Tabla 31. Momento máximo de la viga de cubierta en Etabs .....                            | 85 |
| Tabla 32. Momento máximo del perfil en cajón 457.2X152.4X2.5 en Etabs .....               | 85 |
| Tabla 33. Momento máximo del perfil en cajón 457.2X203.2X2.5 en Etabs .....               | 86 |
| Tabla 34. Resultados del análisis de deflexiones.....                                     | 87 |
| Tabla 35. Fuerzas sísmicas estáticas y dinámicas en Etabs .....                           | 88 |
| Tabla 36. Factor de modificación del cortante basal .....                                 | 88 |
| Tabla 37. Modos de vibración de la estructura en Etabs.....                               | 90 |
| Tabla 38. Derivas máximas como porcentaje de $h_{pi}$ según la NSR-10.....                | 90 |
| Tabla 39. Derivas máximas de la estructura en el eje X en Etabs .....                     | 90 |
| Tabla 40. Derivas máximas de la estructura en el eje Y en Etabs .....                     | 91 |
| Tabla 41. Resultados del análisis de derivas .....                                        | 91 |

## LISTA DE ANEXOS

|                                                                | pág. |
|----------------------------------------------------------------|------|
| Anexo 1. Resolución de práctica profesional .....              | 97   |
| Anexo 2. Certificado de horas de la práctica profesional ..... | 99   |
| Anexo 3. Certificado de ARL .....                              | 100  |

## INTRODUCCIÓN

La práctica profesional se desarrolló con el Ingeniero John Jairo Ledezma Solano, especialista en estructuras, contratista y consultor en las áreas de diseño estructural, diseño hidrosanitario, presupuestos y licitaciones. Este proceso formativo permitió al estudiante enriquecer su formación académica y profesional, así como desarrollar nuevas competencias al participar activamente en áreas específicas como el diseño estructural y presupuestos.

El ingeniero John Jairo Ledezma Solano carecía de un apoyo técnico constante que optimizará la gestión de sus proyectos de consultoría y asegurará el cumplimiento de los plazos establecidos. En respuesta a esta necesidad, el estudiante se desempeñó como auxiliar de ingeniería en actividades relacionadas con el diseño estructural y presupuestos. Estas tareas se realizaron empleando programas especializados en diseño estructural como Corpasoft 3 y Etabs, un programa de dibujo como lo es AutoCAD, y herramientas ofimáticas para el procesamiento y condensación de la información como lo es Excel.

El informe documenta las actividades y resultados alcanzados durante la práctica profesional, estructurándose en tres capítulos. El primero expone los objetivos, el segundo describe el perfil profesional de la entidad receptora y los proyectos en los que el estudiante participó como auxiliar de ingeniería, el tercero detalla las actividades realizadas durante la pasantía. Finalmente, se presentan las conclusiones.

# **1. OBJETIVOS**

## **1.1 OBJETIVOS GENERALES**

Apoyar como auxiliar de ingeniería en consultorías para diseño estructural y presupuestos.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desarrollar diseños estructurales que cumplan con las exigencias del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) y que a su vez sean económicamente viables.
- Obtener presupuestos acordes con la realidad y visión integral del proyecto.
- Sintetizar los aspectos relevantes del diseño de acuerdo con las memorias de cálculo generadas con el software especializado.
- Adquirir un hábil manejo de software especializado para diseño estructural.

## **2. ENTIDAD RECEPTORA**

### **2.1 DESCRIPCIÓN**

El Ingeniero John Jairo Ledezma Solano es un destacado profesional en Ingeniería Civil, con especialización en estructuras. Su trayectoria incluye la dirección de proyectos de viviendas de interés social rural y urbano, así como aportes a la infraestructura deportiva y vial en diversos municipios del departamento de Cauca. Además, posee una amplia experiencia en proyectos de consultoría de diseño estructural e hidrosanitario, al igual que de construcción. Actualmente, se desempeña como vicepresidente de la Asociación de Ingenieros Caucanos y es miembro del Consejo Departamental de Planeación de la Gobernación del Cauca, roles que demuestran su vocación por la ingeniería civil y compromiso con el desarrollo nacional, además de su capacidad de liderazgo.

### **2.2 PROYECTOS A CARGO**

**2.2.1 Vivienda multifamiliar, Bolívar – Cauca.** El Ingeniero John Jairo Ledezma Solano prestó sus servicios como consultor de diseño estructural y presupuestos de un proyecto en el municipio de Bolívar – Cauca, desarrollado por Jair Gómez Estas. Este proyecto consiste en un edificio de vivienda multifamiliar de cuatro pisos.

En la Figura 1 se muestra la localización del proyecto a nivel municipal. Las coordenadas correspondientes son: 1°50'3.94" norte, -76°58'1.60" oeste.

**Figura 1. Localización de vivienda multifamiliar en el municipio de Bolívar, Cauca**



Fuente: GOOGLE EARTH PRO. Localización de vivienda multifamiliar en el municipio de Bolívar, Cauca [en línea]. [Consultado: 03 de enero de 2025]

**2.2.2 Casa campestre en ciudad verde, Popayán – Cauca.** El Ingeniero John Jairo Ledezma Solano prestó sus servicios como consultor de diseño estructural, hidrosanitario y presupuestos de un proyecto en el municipio de Popayán - Cauca, denominado Casa Campestre Lote 8 Ciudad Verde, desarrollado por Julián Bermeo Casas. Este proyecto consiste en una estructura para vivienda multifamiliar de un solo nivel.

En la Figura 2 se muestra la localización del proyecto a nivel municipal. Las coordenadas correspondientes son: 2°30'9.04" norte, - 76°35'4.12" oeste.

**Figura 2. Localización de casa campestre Lote 8 en el municipio de Popayán, Cauca**



Fuente: GOOGLE EARTH PRO. Localización de casa campestre Lote 8 en el municipio de Popayán, Cauca [en línea]. [Consultado: 03 de enero de 2025]

**2.2.3 Polideportivo de la vereda la Florida, San Sebastián – Cauca.** El ingeniero John Jairo Ledezma Solano participó como consultor para la interventoría en el área de presupuestos del proyecto “Realizar las obras de construcción polideportivo vereda la Florida, corregimiento de Marmato, municipio de San Sebastián, cauca”. La construcción del polideportivo fue producto de una licitación pública con código BPIN: 2023196930030.

En la Figura 3 se muestra la localización del proyecto a nivel municipal. Las coordenadas correspondientes son: 1°55'5.37" norte, -76°44'42.96" oeste.

**Figura 3. Localización del polideportivo del municipio de San Sebastián, Cauca**



Fuente: GOOGLE EARTH PRO. Localización del polideportivo del municipio de San Sebastián, Cauca [en línea]. [Consultado: 03 de enero de 2025]

**2.2.4 Revisión estructural externa de la Torre Azora, Popayán – Cauca.** El Ingeniero John Jairo Ledezma Solano participó en la revisión estructural externa del proyecto denominado Torre Azora en el municipio de Popayán - Cauca, desarrollado por la Constructora ARINZA. Este proyecto consiste en un edificio de uso mixto de vivienda multifamiliar y comercial de diez niveles, diseñado con un sistema estructural de pórticos de concreto resistente a momentos. El diseño estructural estuvo a cargo de la Compañía Solarte y Cía. S.A.

En la Figura 4 se muestra la localización del proyecto a nivel municipal. Las coordenadas correspondientes son: 2°26'55.28" norte, -76°36'21.46" oeste.



### **3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS COMO PASANTE**

En el desarrollo de la práctica profesional el estudiante se enfocó en el área de diseño estructural y elaboración de presupuestos. Entre sus principales actividades, participó en la revisión de diseños estructurales, colaboró en el análisis estructural estático y dinámico del sistema, asegurando que los diseños cumplieran con los requisitos técnicos asociados a la NSR-10. Además, ayudó en la elaboración de presupuestos mediante el cálculo de cantidades, analizando costos de materiales y tiempos de ejecución. Y como actividad complementaría ayudo en actividades como delineante. Lo anteriormente mencionado fue bajo tutela del ingeniero John Jairo Ledezma Solano, quien compartió su conocimiento y experiencia adquirida en estos campos.

#### **3.1 APOYO EN EL CALCULO DE CANTIDADES Y ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS**

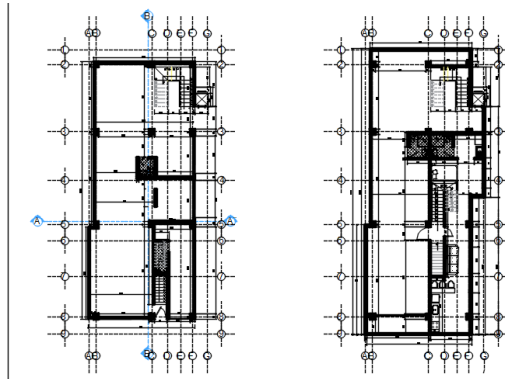
El estudiante participó en la elaboración de memorias cálculo de cantidades de obra y presupuestos de diferentes proyectos, además de colaborar como delineante.

##### **3.1.1 Cálculo de cantidades de una vivienda multifamiliar, Bolívar-Cauca.**

El estudiante fue el encargado de realizar la memoria de cálculo de cantidades de obra del proyecto mencionado en el capítulo 2.2.1 Vivienda multifamiliar, Bolívar – Cauca., a partir de los planos arquitectónicos y estructurales suministrados por el ingeniero John Jairo Ledezma Solano.

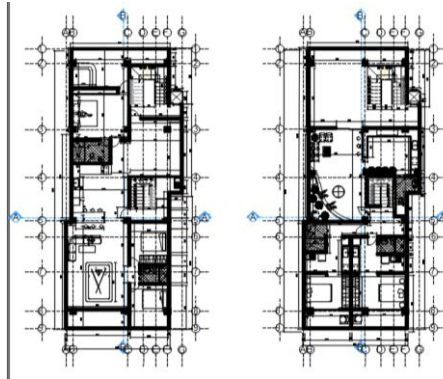
A continuación, se aprecia desde la Figura 6 hasta la Figura 8 los planos arquitectónicos del proyecto.

**Figura 6. Plano arquitectónico en planta del primer y segundo nivel**



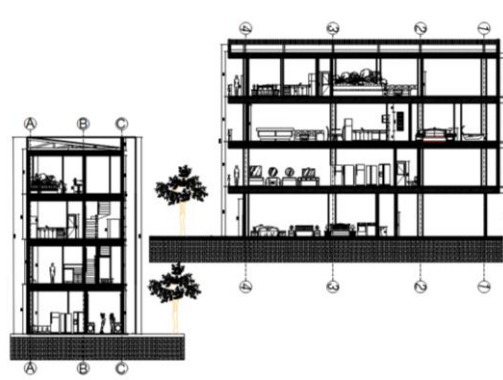
Fuente: SARRIA, Luis Miguel. Plantas arquitectónica primer y segundo nivel vivienda y comercio [Plano]. Escala: 1:100. Abril de 2023.

**Figura 7. Plano arquitectónico en planta del tercer y cuarto nivel**



Fuente: SARRIA, Luis Miguel. Plantas arquitectónica tercer y cuarto nivel apartamentos [Plano]. Escala: 1:100. Abril de 2023.

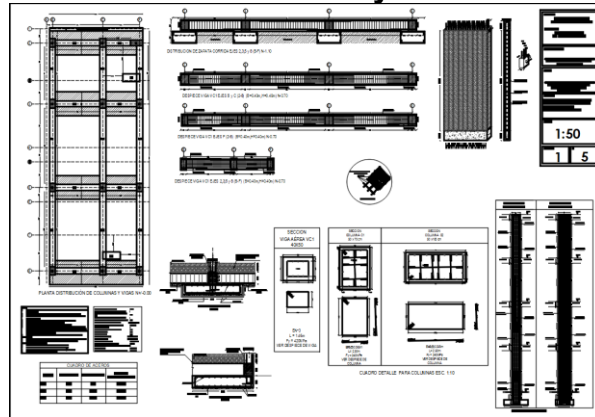
**Figura 8. Plano arquitectónico en alzada**



Fuente: SARRIA, Luis Miguel. Cortes arquitectónicos [Plano]. Escala: 1:100. Abril de 2023.

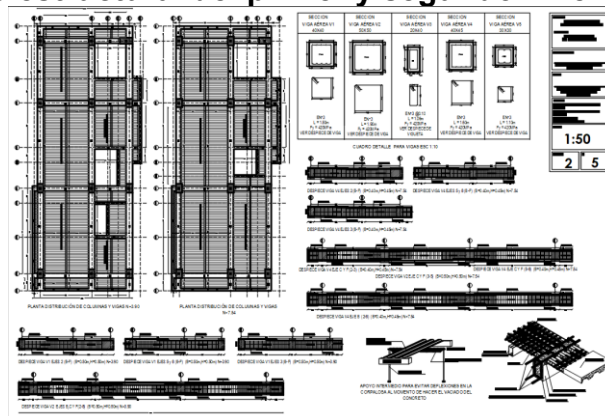
En seguida, se aprecia desde la Figura 9 hasta la Figura 13 los planos estructurales del proyecto.

**Figura 9. Plano estructural de cimientos y columnas**



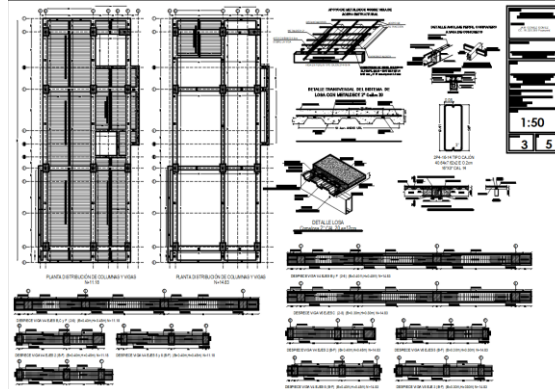
Fuente: LEDEZMA SOLANO, John Jairo. Detalle estructural de cimientos y columnas [Plano]. Escala: 1:50. Febrero de 2024.

**Figura 10. Plano estructural del primer y segundo nivel**



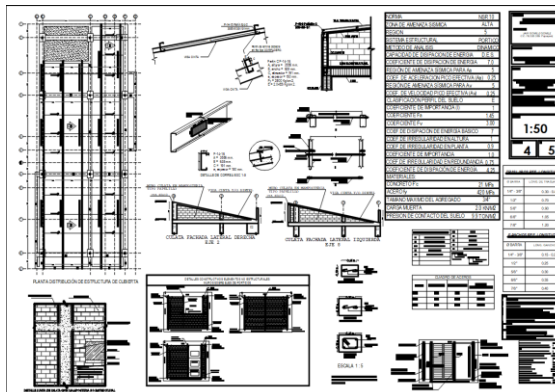
Fuente: LEDEZMA SOLANO, John Jairo. Detalle estructural del primer y segundo nivel [Plano]. Escala: 1:50. Febrero de 2024.

**Figura 11. Plano estructural del tercer nivel y cuarto nivel**



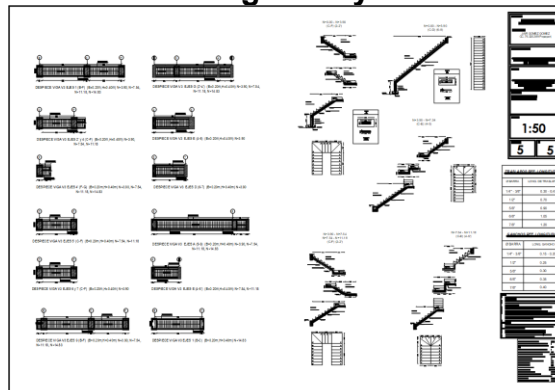
Fuente: LEDEZMA SOLANO, John Jairo. Detalle estructural del tercer y segundo nivel [Plano]. Escala: 1:50. Febrero de 2024.

**Figura 12. Plano estructural de la cubierta**



Fuente: LEDEZMA SOLANO, John Jairo. Detalle estructural de la cubierta [Plano]. Escala: 1:50. Febrero de 2024.

**Figura 13. Plano estructural de viguetas y escaleras**



Fuente: LEDEZMA SOLANO, John Jairo. Detalle estructural de viguetas y escaleras [Plano]. Escala: 1:50. Febrero de 2024.

La memoria de cálculo de cantidades de obra se desarrolló en Excel, organizando y cuantificando los materiales por nivel de piso y clasificándolos por capítulos. Se determinó las cantidades necesarias de bultos de cemento de 50 kg, arena y grava, de acuerdo con la dosificación especificada. Asimismo, se calcularon las unidades de barras de acero de refuerzo considerando su longitud y diámetro, para la losa de entrepiso se determinó el número de láminas de Metaldeck requeridos.

A continuación, en la Tabla 1 se presenta la dosificación empleada y desde la Tabla 2 hasta la Tabla 6 las cantidades de obra calculadas por nivel de piso.

**Tabla 1. Dosificación del concreto y mortero**

| TIPO DE CONCRETO | RESISTENCIA (MPA) | MATERIALES   |            |            |          |
|------------------|-------------------|--------------|------------|------------|----------|
|                  |                   | CEMENTO (KG) | ARENA (M3) | GRAVA (M3) | AGUA (L) |
| 1:2:3            | 21                | 350          | 0.56       | 0.84       | 180      |
| 1:2:4            | 17.5              | 300          | 0.48       | 0.96       | 170      |
| 1:3:6            | 10                | 210          | 0.5        | 1          | 160      |
|                  |                   |              |            |            |          |
| MORTERO          | RESISTENCIA (MPA) | MATERIALES   |            |            |          |
|                  |                   | CEMENTO (KG) | ARENA (M3) |            |          |
| 1:4              | 13                | 361          | 1.16       |            |          |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2. Cantidades de obra del primer nivel**

| ITEM     | CONCEPTO                                                                |                     |                                 |                                |                   |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| <b>1</b> | <b>CIMENTACIONES</b>                                                    |                     |                                 |                                |                   |
|          | <b>CONCRETO</b>                                                         | <b>CEMENTO (KG)</b> | <b>BULTOS DE CEMENTO (50KG)</b> | <b>ARENA (M3)</b>              | <b>GRAVA (M3)</b> |
| 1.1.1    | SOLADO DE LIMPIEZA E=5CM (F'C=10 MPA) - ZAPATA COMBINADA                | 688.8               | 13.776                          | 1.64                           | 3.28              |
| 1.2.1    | SOLADO DE LIMPIEZA E=5CM (F'C=10 MPA) - VIGA DE CIMENTACION             | 218.4               | 4.368                           | 0.52                           | 1.04              |
| 1.3.1    | ZAPATA COMBINADA (F'C=21 MPA)                                           | 9173.5              | 183.47                          | 14.6776                        | 22.0164           |
| 1.4.1    | ZAPATA DE ESCALERA (F'C=21 MPA)                                         | 175                 | 3.5                             | 0.28                           | 0.42              |
| 1.5.1    | VIGAS DE CIMENTACION (F'C=21 MPA)                                       | 5572                | 111.44                          | 8.9152                         | 13.3728           |
| 1.6.1    | MURO DE CONTENCIÓN (F'C=21 MPA)                                         | 3353                | 67.06                           | 5.3648                         | 8.0472            |
| 1.7.1    | PRISO PRIMARIO E=10CM (F'C=21 MPA)                                      | 5904.5              | 118.09                          | 9.4472                         | 14.1708           |
|          | <b>TOTAL</b>                                                            | <b>25085.20</b>     | <b>501.70</b>                   | <b>40.84</b>                   | <b>62.35</b>      |
|          | <b>SUB_BASE</b>                                                         | <b>CANTIDAD</b>     | <b>MEDIDA</b>                   |                                |                   |
| 1.8.1    | CAPA DE SUB-BASE GRANULAR INVIAS SBG-50, CLASE C. E= 20 CM              | 36.94               | M3                              |                                |                   |
| <b>2</b> | <b>ESTRUCTURAS EN CONCRETO</b>                                          | <b>CEMENTO (KG)</b> | <b>BULTOS DE CEMENTO (50KG)</b> | <b>ARENA (M3)</b>              | <b>GRAVA (M3)</b> |
| 2.1.1    | COLUMNAS (F'C=21 MPA)                                                   | 7353.5              | 147.07                          | 11.7656                        | 17.6484           |
| 2.2.1    | COLUMNAS - ESCALERAS (F'C=21 MPA)                                       | 178.5               | 3.57                            | 0.2856                         | 0.4284            |
| 2.3.1    | VIGAS AEREA V1 (F'C=21 MPA)                                             | 2411.5              | 48.23                           | 3.8584                         | 5.7876            |
| 2.4.1    | VIGAS AEREA V2 (F'C=21 MPA)                                             | 5229                | 104.58                          | 8.3664                         | 12.5496           |
| 2.5.1    | VIGAS AEREA V3 (F'C=21 MPA)                                             | 1309                | 26.18                           | 2.0944                         | 3.1416            |
| 2.6.1    | ESCALERAS (F'C=21 MPA)                                                  | 1249.5              | 24.99                           | 1.9992                         | 2.9988            |
|          | <b>TOTAL</b>                                                            | <b>17731.00</b>     | <b>354.62</b>                   | <b>28.37</b>                   | <b>42.55</b>      |
| <b>3</b> | <b>SISTEMA METALDECK</b>                                                |                     |                                 |                                |                   |
|          | <b>ACCESORIOS</b>                                                       | <b>CANTIDAD</b>     | <b>MEDIDA</b>                   |                                |                   |
| 3.1.1    | LAMINAS DE METALDECK CALIBRE 20                                         | 32.00               | UNIDAD                          |                                |                   |
| 3.2.1    | CONECTORES DE CORTANTE @30CM PERLIN - @50 VIGAS                         | 397.00              | UNIDAD                          |                                |                   |
|          | <b>CONCRETO</b>                                                         | <b>CEMENTO (KG)</b> | <b>BULTOS DE CEMENTO (50KG)</b> | <b>ARENA (M3)</b>              | <b>GRAVA (M3)</b> |
| 3.3.1    | CONCRETO CORPALOSA 2" ESPESOR 12CM (F'C=21 MPA)                         | 3832.5              | 76.65                           | 6.132                          | 9.198             |
| <b>4</b> | <b>MAMPOSTERIA</b>                                                      |                     |                                 |                                |                   |
|          | <b>CONCRETO</b>                                                         | <b>CEMENTO (KG)</b> | <b>BULTOS DE CEMENTO (50KG)</b> | <b>ARENA (M3)</b>              | <b>GRAVA (M3)</b> |
| 4.1.1    | COLUMNETAS 20X15CM (F'C=17.5 MPA)                                       | 1125                | 22.5                            | 1.8                            | 3.6               |
| 4.2.1    | DINTEL 15X10CM (F'C=21 MPA)                                             | 210                 | 4.2                             | 0.336                          | 0.504             |
| 4.3.1    | MORTERO (F'C=17.5 MPA)                                                  | 1555.91             | 31.1182                         | 4.9996                         | 0                 |
|          | <b>TOTAL</b>                                                            | <b>2890.91</b>      | <b>57.82</b>                    | <b>7.14</b>                    | <b>4.10</b>       |
|          | <b>MUROS</b>                                                            | <b>CANTIDAD</b>     | <b>MEDIDA</b>                   |                                |                   |
| 4.4.1    | MAMPOSTERIA                                                             | 367.42              | M2                              |                                |                   |
| <b>6</b> | <b>ACERO - CIMENTACIONES</b>                                            |                     |                                 |                                |                   |
|          | <b>CIMENTACIONES</b>                                                    | <b>N° VARILLA</b>   | <b>LONGITUD (M)</b>             | <b>CANTIDAD + DESPERDICIOS</b> | <b>MEDIDA</b>     |
| 6.1.1    |                                                                         | 5                   | 12                              | 95                             | UNIDAD            |
| 6.2.1    |                                                                         | 4                   | 12                              | 125                            | UNIDAD            |
| 6.3.1    | ZAPATA COMBINADA, ZAPATA - ESCALERA, VIGAS DE CIMENTACION               | 4                   | 6                               | 8                              | UNIDAD            |
|          |                                                                         | 3                   | 12                              | 99                             | UNIDAD            |
|          |                                                                         | 3                   | 6                               | 11                             | UNIDAD            |
|          | <b>ENTREPISO</b>                                                        | <b>N° VARILLA</b>   | <b>LONGITUD (M)</b>             | <b>CANTIDAD + DESPERDICIOS</b> | <b>MEDIDA</b>     |
| 6.4.1    |                                                                         | 5                   | 9                               | 140                            | UNIDAD            |
| 6.5.1    |                                                                         | 5                   | 6                               | 298                            | UNIDAD            |
| 6.6.1    | COLUMNAS , MURO DE CONTENCIÓN, VIGAS AEREAS V1 , VIGAS AEREAS V2, VIGAS | 4                   | 6                               | 121                            | UNIDAD            |
| 6.7.1    | AEREAS V3, ESCALERA                                                     | 3                   | 9                               | 322                            | UNIDAD            |
| 6.8.1    |                                                                         | 3                   | 6                               | 636                            | UNIDAD            |
| 6.9.1    |                                                                         | 2                   |                                 | 586                            | ML                |
| <b>7</b> | <b>ACEROS - SISTEMA METALDECK</b>                                       | <b>N° VARILLA</b>   | <b>LONGITUD (M)</b>             | <b>CANTIDAD + DESPERDICIOS</b> | <b>MEDIDA</b>     |
| 7.1.1    | PERLIN 2P-6-14 TIPO CAJÓN CAL 14                                        |                     | 6                               | 6                              | UNIDAD            |
| 7.2.1    | ANCLAJE PARA LA FIJACIÓN DEL PERLIN                                     | 4                   | 6                               | 7                              | UNIDAD            |
| 7.3.1    | REFUERZO DE RETRACCIÓN 1/4" @ 15CM                                      |                     |                                 | 127                            | M2                |
| 7.4.1    | REFUERZO NEGATIVO 5/8" @ 0.5M                                           | 5                   |                                 | 26                             | ML                |
| <b>8</b> | <b>ACEROS - MAMPOSTERIA</b>                                             | <b>N° VARILLA</b>   | <b>LONGITUD (M)</b>             | <b>CANTIDAD + DESPERDICIOS</b> | <b>MEDIDA</b>     |
| 8.1.1    | COLUMNETAS                                                              | 3                   | 6                               | 91                             | UNIDAD            |
|          |                                                                         | 2                   |                                 | 564                            | ML                |
| 8.2.1    | DINTEL                                                                  | 3                   | 6                               | 15                             | UNIDAD            |
| 8.3.1    | GRAFIL 5MM @ 4 HILADAS                                                  |                     |                                 | 1028                           | ML                |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3. Cantidades de obra del segundo nivel**

| ITEM     | CONCEPTO                                             |                     |                     |                     |                   |
|----------|------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| <b>2</b> | <b>ESTRUCTURAS EN CONCRETO</b>                       | <b>CEMENTO (KG)</b> | <b>BULTOS DE C</b>  | <b>ARENA (M3)</b>   | <b>GRAVA (M3)</b> |
| 2.1_2    | COLUMNAS (F'C=21 MPA)                                | 5820.5              | 116.41              | 9.3128              | 13.9692           |
| 2.2_2    | VIGAS AEREA V2 (F'C=21 MPA)                          | 1158.5              | 23.17               | 1.8536              | 2.7804            |
| 2.3_2    | VIGAS AEREA V3 (F'C=21 MPA)                          | 1162                | 23.24               | 1.8592              | 2.7888            |
| 2.4_2    | VIGAS AEREA V4 (F'C=21 MPA)                          | 4665.5              | 93.31               | 7.4648              | 11.1972           |
| 2.5_2    | ESCALERAS (F'C=21 MPA)                               | 1193.5              | 23.87               | 1.9096              | 2.8644            |
|          | <b>TOTAL</b>                                         | <b>14000.00</b>     | <b>280.00</b>       | <b>22.40</b>        | <b>33.60</b>      |
| <b>3</b> | <b>SISTEMA METALDECK</b>                             |                     |                     |                     |                   |
|          | <b>ACCESORIOS</b>                                    | <b>CANTIDAD</b>     | <b>MEDIDA</b>       |                     |                   |
| 3.1_2    | LAMINAS DE METALDECK CALIBRE 20                      | 28.00               | UNIDAD              |                     |                   |
| 3.2_2    | CONECTORES DE CORTANTE @30CM PERLIN - @50 VIGAS      | 412.00              | UNIDAD              |                     |                   |
|          | <b>CONCRETO</b>                                      | <b>CEMENTO (KG)</b> | <b>BULTOS DE C</b>  | <b>ARENA (M3)</b>   | <b>GRAVA (M3)</b> |
| 3.3_2    | CONCRETO CORPALOSA 2" ESPESOR 12CM (F'C=21 MPA)      | 4165                | 83.3                | 6.664               | 9.996             |
| <b>4</b> | <b>MAMPOSTERIA</b>                                   |                     |                     |                     |                   |
|          | <b>CONCRETO</b>                                      | <b>CEMENTO (KG)</b> | <b>BULTOS DE C</b>  | <b>ARENA (M3)</b>   | <b>GRAVA (M3)</b> |
| 4.1_2    | COLUMNETAS 20X15CM (F'C=17.5 MPA)                    | 1569                | 31.38               | 2.5104              | 5.0208            |
| 4.2_2    | DINTEL 15X10CM (F'C=21 MPA)                          | 164.5               | 3.29                | 0.2632              | 0.3948            |
| 4.3_2    | MORTERO (F'C=17.5 MPA)                               | 2003.55             | 40.071              | 6.438               | 0                 |
|          | <b>TOTAL</b>                                         | <b>3737.05</b>      | <b>74.74</b>        | <b>9.21</b>         | <b>5.42</b>       |
|          | <b>MUROS</b>                                         | <b>CANTIDAD</b>     | <b>MEDIDA</b>       |                     |                   |
| 4.4_2    | MAMPOSTERIA                                          | 269.80              | M2                  |                     |                   |
| <b>6</b> | <b>ACEROS - ESTRUCTURAS EN CONCRETO</b>              | <b>N° VARILLA</b>   | <b>LONGITUD (M)</b> | <b>MOD + DESPER</b> | <b>MEDIDA</b>     |
| 6.1_2    | COLUMNAS, VIGAS AEREAS V3, VIGAS AEREAS V4, ESCALERA | 5                   | 9                   | 141                 | UNIDAD            |
| 6.2_2    |                                                      | 5                   | 6                   | 192                 | UNIDAD            |
| 6.3_2    |                                                      | 4                   | 6                   | 17                  | UNIDAD            |
| 6.4_2    |                                                      | 3                   | 9                   | 253                 | UNIDAD            |
|          |                                                      | 3                   | 6                   | 465                 | UNIDAD            |
| <b>7</b> | <b>ACEROS - SISTEMA METALDECK</b>                    | <b>N° VARILLA</b>   | <b>LONGITUD (M)</b> | <b>MOD + DESPER</b> | <b>MEDIDA</b>     |
| 7.1_2    | PERLIN 2P-6-14 TIPO CAJÓN CAL 14                     |                     | 6                   | 6                   | UNIDAD            |
| 7.2_2    | ANCLAJE PARA LA FIJACION DEL PERLIN                  | 4                   | 6                   | 10                  | UNIDAD            |
| 7.3_2    | REFUERZO DE RETRACCION 1/4" @ 15CM                   |                     |                     | 137                 | M2                |
| 7.4_2    | REFUERZO NEGATIVO 5/8" @ 0.5M                        | 5                   |                     | 32                  | ML                |
| <b>8</b> | <b>ACEROS - MAMPOSTERIA</b>                          | <b>N° VARILLA</b>   | <b>LONGITUD (M)</b> | <b>MOD + DESPER</b> | <b>MEDIDA</b>     |
| 8.1_2    | COLUMNETAS                                           | 3                   | 6                   | 140                 | UNIDAD            |
|          |                                                      | 2                   |                     | 840                 | ML                |
| 8.2_2    | DINTEL                                               | 3                   | 6                   | 12                  | UNIDAD            |
| 8.3_2    | GRAFIL 5MM @ 4 HILADAS                               |                     |                     | 1146                | ML                |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4. Cantidades de obra del tercer nivel**

| ITEM     | CONCEPTO                                             |                     |                     |                          |                   |
|----------|------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| <b>2</b> | <b>ESTRUCTURAS EN CONCRETO</b>                       | <b>CEMENTO (KG)</b> | <b>BULTOS DE C</b>  | <b>ARENA (M3)</b>        | <b>GRAVA (M3)</b> |
| 2.1_3    | COLUMNAS (F'C=21 MPA)                                | 5820.5              | 116.41              | 9.3128                   | 13.9692           |
| 2.2_3    | VIGAS AEREA V1 (F'C=21 MPA)                          | 395.5               | 7.91                | 0.6328                   | 0.9492            |
| 2.3_3    | VIGAS AEREA V3 (F'C=21 MPA)                          | 1169                | 23.38               | 1.8704                   | 2.8056            |
| 2.4_3    | VIGAS AEREA V4 (F'C=21 MPA)                          | 5008.5              | 100.17              | 8.0136                   | 12.0204           |
| 2.5_2    | ESCALERAS (F'C=21 MPA)                               | 1172.5              | 23.45               | 1.876                    | 2.814             |
|          | <b>TOTAL</b>                                         | <b>13566.00</b>     | <b>271.32</b>       | <b>21.71</b>             | <b>32.56</b>      |
| <b>3</b> | <b>SISTEMA METALDECK</b>                             |                     |                     |                          |                   |
|          | <b>ACCESORIOS</b>                                    | <b>CANTIDAD</b>     | <b>MEDIDA</b>       |                          |                   |
| 3.1_3    | LAMINAS DE METALDECK CALIBRE 20                      | 36.00               | UNIDAD              |                          |                   |
| 3.2_3    | CONECTORES DE CORTANTE @30CM PERLIN - @50            | 412.00              | UNIDAD              |                          |                   |
|          | <b>CONCRETO</b>                                      | <b>CEMENTO (KG)</b> | <b>BULTOS DE C</b>  | <b>ARENA (M3)</b>        | <b>GRAVA (M3)</b> |
| 3.3_3    | CONCRETO CORPALOSA 2" ESPESOR 12CM (F'C=21           | 4207                | 84.14               | 6.7312                   | 10.0968           |
| <b>4</b> | <b>MAMPOSTERIA</b>                                   |                     |                     |                          |                   |
|          | <b>CONCRETO</b>                                      | <b>CEMENTO (KG)</b> | <b>BULTOS DE C</b>  | <b>ARENA (M3)</b>        | <b>GRAVA (M3)</b> |
| 4.1_3    | COLUMNETAS 20X15CM (F'C=17.5 MPA)                    | 1629                | 32.58               | 2.6064                   | 5.2128            |
| 4.2_3    | DINTEL 15X10CM (F'C=21 MPA)                          | 213.5               | 4.27                | 0.3416                   | 0.5124            |
| 4.3_3    | MORTERO (F'C=17.5 MPA)                               | 2140.73             | 42.8146             | 6.8788                   | 0                 |
|          | <b>TOTAL</b>                                         | <b>3983.23</b>      | <b>79.66</b>        | <b>9.83</b>              | <b>5.73</b>       |
|          | <b>MUROS</b>                                         | <b>CANTIDAD</b>     | <b>MEDIDA</b>       |                          |                   |
| 4.4_3    | MAMPOSTERIA                                          | 288.40              | M2                  |                          |                   |
| <b>6</b> | <b>ACEROS - ESTRUCTURAS EN CONCRETO</b>              | <b>N° VARILLA</b>   | <b>LONGITUD (M)</b> | <b>CANTIDAD + DESPER</b> | <b>MEDIDA</b>     |
| 6.1_3    | COLUMNAS, VIGAS AEREAS V3, VIGAS AEREAS V4, ESCALERA | 5                   | 9                   | 309                      | UNIDAD            |
| 6.2_3    |                                                      | 4                   | 6                   | 27                       | UNIDAD            |
| 6.3_3    |                                                      | 3                   | 9                   | 534                      | UNIDAD            |
| 6.4_3    |                                                      | 3                   | 6                   | 21                       | UNIDAD            |
| <b>7</b> | <b>ACEROS - SISTEMA METALDECK</b>                    | <b>N° VARILLA</b>   | <b>LONGITUD (M)</b> | <b>CANTIDAD + DESPER</b> | <b>MEDIDA</b>     |
| 7.1_3    | PERLIN 2P-6-14 TIPO CAJÓN CAL 14                     |                     | 6                   | 7                        | UNIDAD            |
| 7.2_3    | ANCLAJE PARA LA FIJACION DEL PERLIN                  | 4                   | 6                   | 9                        | UNIDAD            |
| 7.3_3    | REFUERZO RETRACCION 1/4" @ 15CM                      |                     |                     | 138                      | M2                |
| 7.4_3    | REFUERZO NEGATIVO 5/8" @ 0.5M                        | 5                   |                     | 32                       | ML                |
| <b>8</b> | <b>ACEROS - MAMPOSTERIA</b>                          | <b>N° VARILLA</b>   | <b>LONGITUD (M)</b> | <b>CANTIDAD + DESPER</b> | <b>MEDIDA</b>     |
| 8.1_3    | COLUMNETAS                                           | 3                   | 6                   | 147                      | UNIDAD            |
|          |                                                      | 2                   |                     | 912                      | ML                |
| 8.2_3    | DINTEL                                               | 3                   | 6                   | 16                       | UNIDAD            |
| 8.3_3    | GRAFIL 5MM @ 4 HILADAS                               |                     |                     | 1329                     | ML                |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5. Cantidades de obra del cuarto nivel**

| ITEM     | CONCEPTO                                    |                     |                     |                    |                   |
|----------|---------------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| <b>2</b> | <b>ESTRUCTURAS EN CONCRETO</b>              | <b>CEMENTO (KG)</b> | <b>BULTOS DE C</b>  | <b>ARENA (M3)</b>  | <b>GRAVA (M3)</b> |
| 2.1_4    | COLUMNAS (F'C=21 MPA)                       | 5834.5              | 116.69              | 9.3352             | 14.0028           |
| 2.2_4    | VIGAS AEREA V3 (F'C=21 MPA)                 | 976.5               | 19.53               | 1.5624             | 2.3436            |
| 2.3_4    | VIGAS AEREA V4 (F'C=21 MPA)                 | 3339                | 66.78               | 5.3424             | 8.0136            |
| 2.4_4    | VIGAS AEREA V5 (F'C=21 MPA)                 | 1081.5              | 21.63               | 1.7304             | 2.5956            |
|          | <b>TOTAL</b>                                | <b>11231.50</b>     | <b>224.63</b>       | <b>17.97</b>       | <b>26.96</b>      |
| <b>3</b> | <b>SISTEMA METALDECK</b>                    |                     |                     |                    |                   |
|          | <b>ACCESORIOS</b>                           | <b>CANTIDAD</b>     | <b>MEDIDA</b>       |                    |                   |
| 3.1_4    | LAMINAS DE METALDECK CALIBRE 20             | 3.00                | UNIDAD              |                    |                   |
| 3.2_4    | CONECTORES DE CORTANTE @30CM PERLIN         | 29.00               | UNIDAD              |                    |                   |
|          | <b>CONCRETO</b>                             | <b>CEMENTO (KG)</b> | <b>BULTOS DE C</b>  | <b>ARENA (M3)</b>  | <b>GRAVA (M3)</b> |
| 3.3_4    | CONCRETO CORPALOSA 2" ESPESOR 12CM (f       | 367.5               | 7.35                | 0.588              | 0.882             |
| <b>4</b> | <b>MAMPOSTERIA</b>                          |                     |                     |                    |                   |
|          | <b>CONCRETO</b>                             | <b>CEMENTO (KG)</b> | <b>BULTOS DE C</b>  | <b>ARENA (M3)</b>  | <b>GRAVA (M3)</b> |
| 4.1_4    | COLUMNETAS 20X15CM (F'C=17.5 MPA)           | 1755                | 35.1                | 2.808              | 5.616             |
| 4.2_4    | DINTEL 15X10CM (F'C=21 MPA)                 | 143.5               | 2.87                | 0.2296             | 0.3444            |
| 4.3_4    | MORTERO (F'C=17.5 MPA)                      | 2241.81             | 44.8362             | 7.2036             | 0                 |
|          | <b>TOTAL</b>                                | <b>4140.31</b>      | <b>82.81</b>        | <b>10.24</b>       | <b>5.96</b>       |
|          | <b>MUROS</b>                                | <b>CANTIDAD</b>     | <b>MEDIDA</b>       |                    |                   |
| 4.4_4    | MAMPOSTERIA                                 | 302.17              | M2                  |                    |                   |
| <b>6</b> | <b>ACEROS - ESTRUCTURAS EN CONCRETO</b>     | <b>N° VARILLA</b>   | <b>LONGITUD (M)</b> | <b>AD + DESPER</b> | <b>MEDIDA</b>     |
| 6.1_4    | COLUMNAS , VIGAS AEREAS V3, VIGAS AEREAS V4 | 5                   | 9                   | 109                | UNIDAD            |
| 6.2_4    |                                             | 3                   | 9                   | 214                | UNIDAD            |
| 6.3_4    |                                             | 3                   | 6                   | 415                | UNIDAD            |
| <b>7</b> | <b>ACEROS - SISTEMA METALDECK</b>           | <b>N° VARILLA</b>   | <b>LONGITUD (M)</b> | <b>AD + DESPER</b> | <b>MEDIDA</b>     |
| 7.1_4    | PERLIN 2P-6-14 TIPO CAJÓN CAL 14            |                     |                     | 3.6                | ML                |
| 7.2_4    | ANCLAJE PARA LA FIJACION DEL PERLIN         | 4                   | 9                   | 1                  | UNIDAD            |
| 7.3_4    | REFUERZO DE RETRACCION 1/4" @ 15CM          |                     |                     | 12                 | M2                |
| 7.4_4    | REFUERZO NEGATIVO 5/8" @ 0.5M               | 5                   |                     | 2                  | ML                |
| <b>8</b> | <b>ACEROS - MAMPOSTERIA</b>                 | <b>N° VARILLA</b>   | <b>LONGITUD (M)</b> | <b>AD + DESPER</b> | <b>MEDIDA</b>     |
| 8.1_4    | COLUMNETAS                                  | 3                   | 6                   | 147                | UNIDAD            |
|          |                                             | 2                   |                     | 937                | ML                |
| 8.2_4    | DINTEL                                      | 3                   | 6                   | 11                 | UNIDAD            |
| 8.3_4    | GRAFIL 5MM @ 4 HILADAS                      |                     |                     | 1327               | ML                |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6. Cantidades de obra del nivel de la cubierta**

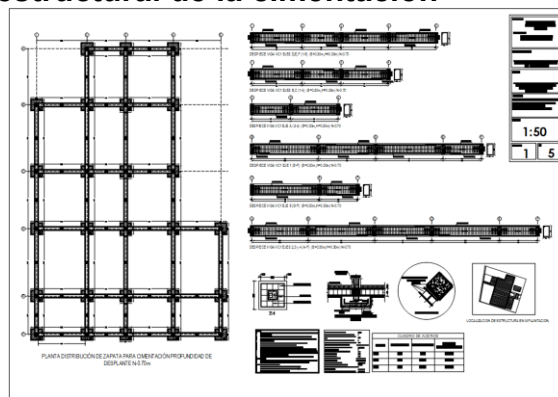
| ITEM     | CONCEPTO                                        |                     |                     |                    |                   |
|----------|-------------------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| <b>4</b> | <b>MAMPOSTERIA</b>                              |                     |                     |                    |                   |
|          | <b>CONCRETO</b>                                 | <b>CEMENTO (KG)</b> | <b>BULTOS DE C</b>  | <b>ARENA (M3)</b>  | <b>GRAVA (M3)</b> |
| 4.1_5    | COLUMNETAS DE CULATAS 10X15CM @2M (F'C= 21 MPA) | 224                 | 4.48                | 0.3584             | 0.5376            |
| 4.2_5    | VIGA CINTA 15X10CM (F'C=21 MPA)                 | 245                 | 4.9                 | 0.392              | 0.588             |
| 4.3_5    | MORTERO (F'C=17.5 MPA)                          | 469.3               | 9.386               | 1.508              | 0                 |
|          | <b>TOTAL</b>                                    | <b>938.30</b>       | <b>18.77</b>        | <b>2.26</b>        | <b>1.13</b>       |
|          | <b>MUROS</b>                                    | <b>CANTIDAD</b>     | <b>MEDIDA</b>       |                    |                   |
| 4.4_5    | MAMPOSTERIA - CULATAS                           | 67.36               | M2                  |                    |                   |
| <b>5</b> | <b>SISTEMA DE CUBIERTA</b>                      | <b>CANTIDAD</b>     | <b>MEDIDA</b>       |                    |                   |
| 5.1_5    | TEJA ETERNIT #6                                 | 113.00              | UNIDAD              |                    |                   |
| 5.2_5    | ELEMENTO DE FIJACION TEJA                       | 226.00              | UNIDAD              |                    |                   |
| <b>8</b> | <b>ACEROS - MAMPOSTERIA</b>                     | <b>N° VARILLA</b>   | <b>LONGITUD (M)</b> | <b>AD + DESPER</b> | <b>MEDIDA</b>     |
| 8.1_5    | DOVELAS 15X10CM @2M , VIGA CINTA 15X10CM        | 3                   | 6                   | 51                 | UNIDAD            |
| 8.2_5    |                                                 | 2                   |                     | 158                | ML                |
| <b>9</b> | <b>ACEROS - SISTEMA DE CUBIERTA</b>             | <b>LONGITUD (M)</b> | <b>AD + DESPER</b>  | <b>MEDIDA</b>      |                   |
| 9.1_5    | PERLIN P-14-16                                  | 6                   |                     | 17                 | UNIDAD            |
| 9.2_5    | PLATINA DE CONEXIÓN E=3/16"                     |                     |                     | 16                 | UNIDAD            |
| 9.3_5    | TEMPLE D=3/8"                                   |                     |                     | 57                 | ML                |

Fuente: Elaboración propia

**3.1.2 Cálculo de cantidades acero figurado de casa campestre, Popayán – Cauca.** El estudiante fue el encargado de cuantificar el acero de refuerzo figurado necesario para el proyecto mencionado en el capítulo 2.2.2 Casa campestre en ciudad verde, Popayán – Cauca., a partir de los planos estructurales suministrados por el ingeniero John Jairo Ledezma Solano.

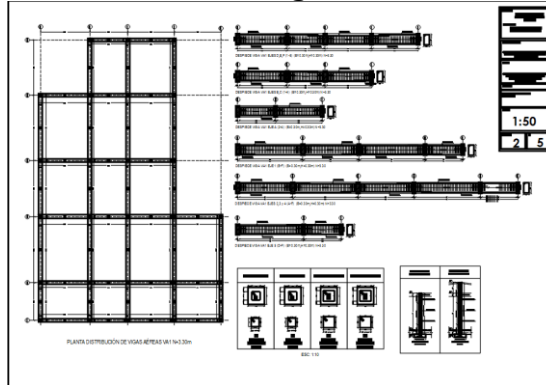
A continuación, desde la Figura 14 hasta la Figura 17 se aprecian los planos estructurales del proyecto.

**Figura 14. Plano estructural de la cimentación**



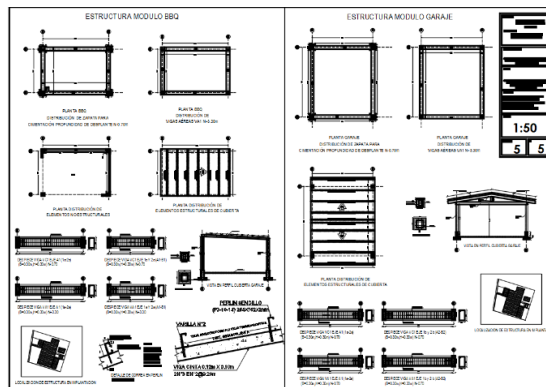
Fuente: LEDEZMA SOLANO, John Jairo. Detalle estructural de la cimentación [Plano]. Escala: 1:50. Marzo de 2024.

**Figura 15. Plano estructural de las vigas aéreas**



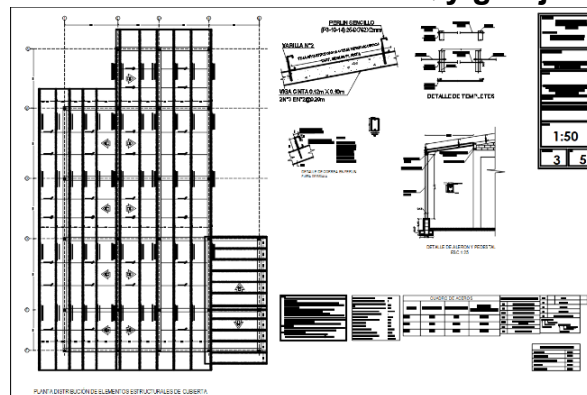
Fuente: LEDEZMA SOLANO, John Jairo. Detalle estructural de las vigas aéreas [Plano]. Escala: 1:50. Marzo de 2024.

**Figura 16. Plano estructural de la cubierta**



Fuente: LEDEZMA SOLANO, John Jairo. Detalle estructural de la cubierta [Plano]. Escala: 1:50. Marzo de 2024.

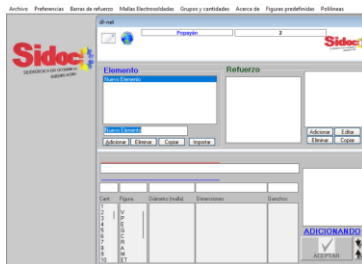
**Figura 17. Plano estructural del módulo BBQ y garaje**



Fuente: LEDEZMA SOLANO, John Jairo. Detalle estructural del módulo BBQ y garaje [Plano]. Escala: 1:50. Marzo de 2024.

El acero de refuerzo figurado se cuantifico utilizando el software DL-NET, el cual es de uso libre y que se encuentra en la plataforma digital de Sidoc (<https://sidocsa.com/producto/acero-figurado/><sup>1</sup>). A continuación, en la Figura 18 se muestra su interfaz de desarrollo.

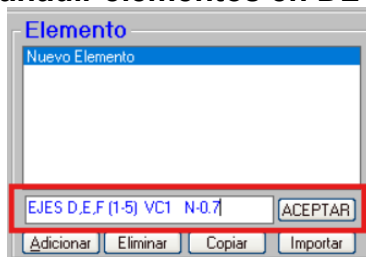
**Figura 18. Interfaz de desarrollo de DL-NET**



Fuente: Elaboración propia

Se crea cada uno de los elementos de acuerdo con los planos estructurales, según se muestra en la Figura 19.

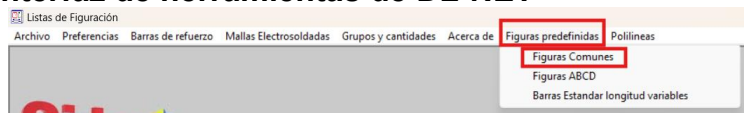
**Figura 19. Interfaz para añadir elementos en DL-NET**



Fuente: Elaboración propia

El programa tiene figuras geométricas de acero de refuerzo preestablecidas en la interfaz de herramientas y se adecuan al despiece presente en los planos estructurales, tal como se muestra en la Figura 20.

**Figura 20. Interfaz de herramientas de DL-NET**

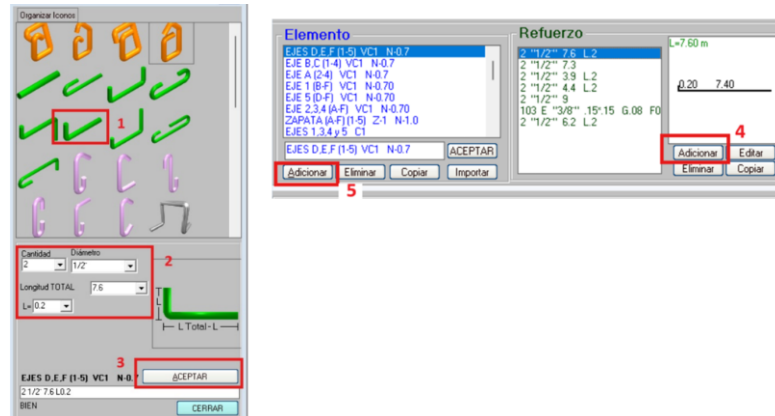


Fuente: Elaboración propia

<sup>1</sup> SIDOC. Sidoc – Acero figurado [en línea]. Diseño de soluciones S.A.S [Consultado el 20 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://sidocsa.com/producto/acero-figurado/>

Se selecciona la forma geométrica del acero de refuerzo y se introducen sus dimensiones. Se añade cuantos elementos e ítems de acero de refuerzo figurado se requieran. En la Figura 21 se refleja el procedimiento.

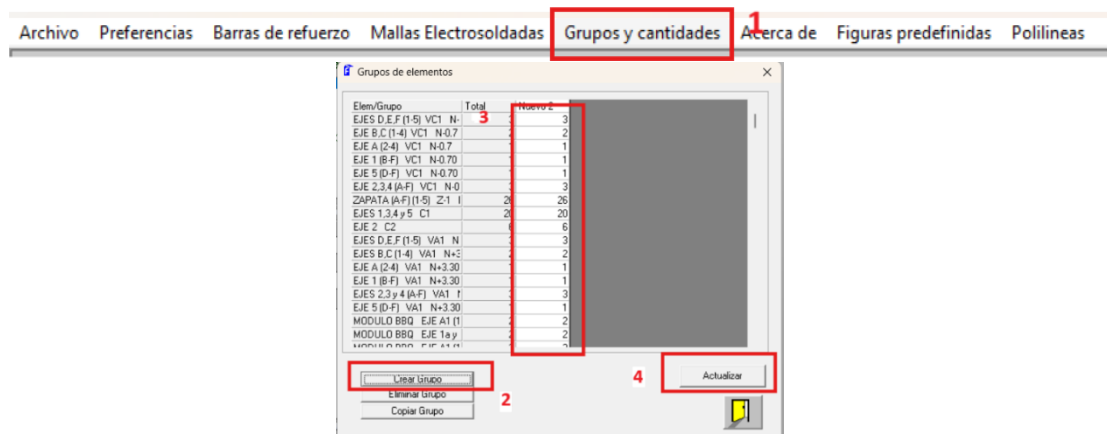
**Figura 21. Procedimiento en la interfaz de herramientas de DL-NET**



Fuente: Elaboración propia

Se introducen las cantidades de cada elemento creado como se muestra en la Figura 22.

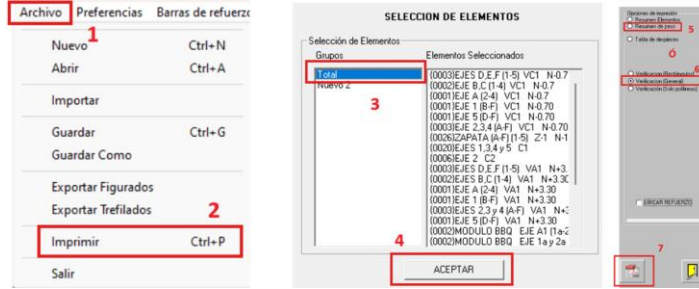
**Figura 22. Procedimiento para añadir cantidades de elementos en DL-NET**



Fuente: Elaboración propia

Se crea el archivo PDF como se muestra en la Figura 23.

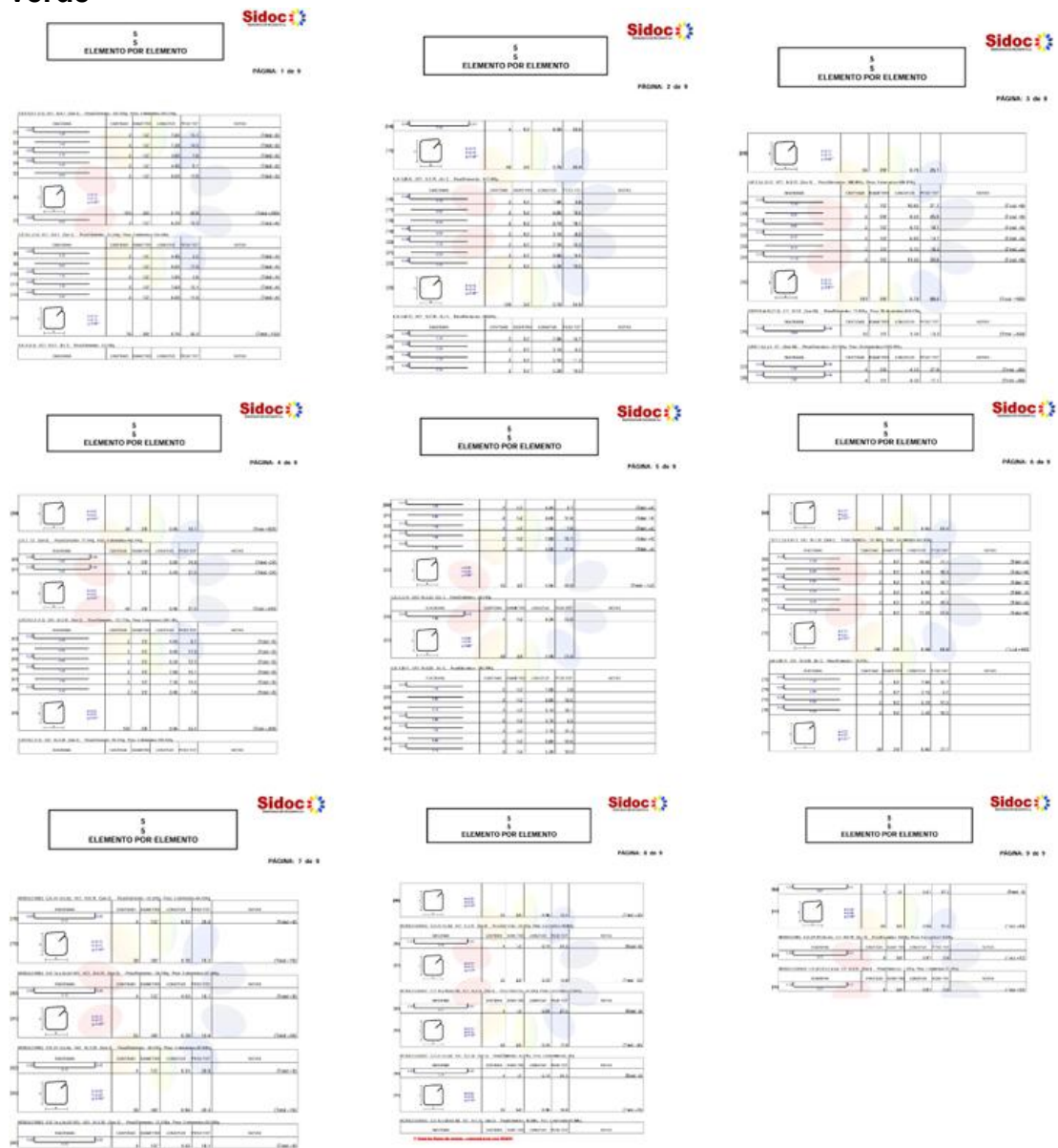
**Figura 23. Procedimiento para crear archivo PDF en DL-NET**



Fuente: Elaboración propia

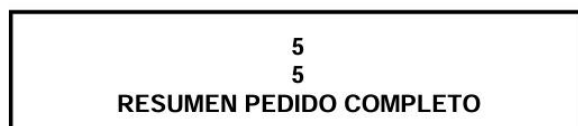
A continuación, en la Figura 24 se refleja las cantidades de acero figurado del proyecto, mientras que en la Figura 25 el resumen de las cantidades de acero calculado.

**Figura 24. Cantidades de acero de refuerzo figurado de la parcela ciudad verde**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 25. Cantidades de acero de refuerzo**



PÁGINA: 1 de 1

| RESUMEN DE PESOS BARRAS FIGURADAS |          |              |           |  |
|-----------------------------------|----------|--------------|-----------|--|
| DIAMETRO                          | Fy (Mpa) | LONGITUD (m) | PESO (kg) |  |
| 5/8"                              | 420      | 543.60       | 843.67    |  |
| 1/2"                              | 420      | 2,637.36     | 2621.54   |  |
| 3/8"                              | 420      | 3,362.56     | 1883.03   |  |
| 1/4"                              | 420      | 44.00        | 10.96     |  |
| TOTAL BARRAS FIGURADAS            |          |              | 5359.19   |  |

| RESUMEN DE PESOS BARRAS ESTANDAR |          |              |          |           |
|----------------------------------|----------|--------------|----------|-----------|
| DIAMETRO                         | Fy (Mpa) | LONGITUD (m) | CANTIDAD | PESO (kg) |
| 1/2"                             | 420      | 9.00         | 20.0     | 178.92    |
| TOTAL ESTANDAR                   |          |              |          | 178.90    |

|                                    |
|------------------------------------|
| PESO TOTAL DEL PEDIDO = 5538.09 kg |
|------------------------------------|

Fuente: Elaboración propia

**3.1.2 Apoyo en la revisión de APU del Polideportivo de la vereda la Florida del municipio de San Sebastián - Cauca.** El estudiante llevo a cabo el análisis de precios unitarios (APU) del presupuesto presentado por el contratista de obra para los ítems no previstos en la adición presupuestal, la cual fue entregada a la interventoría para el proyecto mencionado en el capítulo 2.2.3 Polideportivo de la vereda la Florida, San Sebastián – Cauca. Dichos (APU) fueron suministrados al ingeniero John Jairo Ledezma Solano.

A continuación, en la Tabla 7 se aprecia el APU de los ítems no previstos en el contrato de obra y que enmarcan también un cerramiento en malla eslabonada.

**Tabla 7. APU de los ítems no previstos del proyecto**

| CONSTRUCCIÓN DEL POLIDEPORTIVO VEREDA LA FLORIDA CORREGIMIENTO DE MARHATO, MUNICIPIO DE SAN SEBASTIAN, DEPARTAMENTO DEL CAUCA |                                            |              |              |                                                                                                                                           |             |              |              |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|--------------|--|--|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS- ÍTEM NO PREVISTOS                                                                              |                                            |              |              |                                                                                                                                           |             |              |              |  |  |
| Capítulo 1                                                                                                                    |                                            | PRELIMINARES |              |                                                                                                                                           |             |              |              |  |  |
| Item                                                                                                                          | 1.06                                       | A.P.U.       |              | LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO                                                                                                                  |             | Unidad       |              |  |  |
| POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                      |                                            |              |              |                                                                                                                                           |             | m³           |              |  |  |
| Materiales                                                                                                                    |                                            | Unidad       | Cantidad     | Valor unitario                                                                                                                            | Valor total | Unidad       |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Alambre negro No. 18                       | kg           | 0.01         | \$                                                                                                                                        | 12.0000     | \$           | 120.00       |  |  |
| 2                                                                                                                             | Bandolín ordinario 4x4/280                 | m            | 0.35         | \$                                                                                                                                        | 7.5000      | \$           | 2.625.00     |  |  |
| 3                                                                                                                             | Perfora de 1"                              | ts           | 0.01         | \$                                                                                                                                        | 2.0000      | \$           | 20.00        |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal materiales                                                                                                                       |             | 2.82         |              |  |  |
| Equipos y herramientas                                                                                                        |                                            | Unidad       | Rendimiento  | Valor unitario                                                                                                                            | Valor total | Unidad       |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Herramienta menor (No Mano de obra)        | gh           | 10%          | \$                                                                                                                                        | 93.50       | \$           | 93.50        |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal equipos                                                                                                                          |             | 93.50        |              |  |  |
| Transporte                                                                                                                    |                                            | Unidad       | Distancia km | VR. UN. (\$/ m³*km)                                                                                                                       | Valor total | Unidad       |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | No aplica                                  |              |              | \$                                                                                                                                        | 0.00        | 0.00         |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal transporte                                                                                                                       |             | 0.00         |              |  |  |
| Mano de obra                                                                                                                  |                                            | Unidad       | Rendimiento  | Valor/hora                                                                                                                                | Valor total | Unidad       |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Cuadrilla AA (Albañilería) 10F y 1 Ay      | h            | 0.034        | \$                                                                                                                                        | 27.624.00   | \$           | 939.816.00   |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal mano de obra                                                                                                                     |             | 939.816.00   |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Costo directo                                                                                                                             |             | 939.816.00   |              |  |  |
| Costos indirectos                                                                                                             |                                            |              |              |                                                                                                                                           |             |              |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Administración                             |              | 24%          |                                                                                                                                           | \$          | 226.359.84   |              |  |  |
| 2                                                                                                                             | Imprevistos                                |              | 3%           |                                                                                                                                           | \$          | 28.191.88    |              |  |  |
| 3                                                                                                                             | Utilidad                                   |              | 3%           |                                                                                                                                           | \$          | 28.191.88    |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Costo indirecto                                                                                                                           |             | 282.743.60   |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Costo total                                                                                                                               |             | 1.166.359.60 |              |  |  |
| ING. DIEGO FERNANDO RUÍZ MUÑOZ                                                                                                |                                            |              |              |                                                                                                                                           |             |              |              |  |  |
| Item                                                                                                                          |                                            | 1.07         |              | MEJORAMIENTO DEL SUELO CON MATERIAL IMPORTADO COMPACTADO 95% FM                                                                           |             |              |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            | A.P.U.       |              | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                                  |             | Unidad       |              |  |  |
| Materiales                                                                                                                    |                                            | Unidad       | Cantidad     | Valor unitario                                                                                                                            | Valor total | m³           |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Aguia                                      | l            | 7.00         | \$                                                                                                                                        | 21.00       | \$           | 147.00       |  |  |
| 2                                                                                                                             | Gravilla corriente                         | gh           | 0.05         | \$                                                                                                                                        | 10.0000     | \$           | 500.00       |  |  |
| 3                                                                                                                             | Scouta de motor 4 tiempos                  | gh           | 0.02         | \$                                                                                                                                        | 5.0000      | \$           | 100.00       |  |  |
| 4                                                                                                                             | Banca muerta                               | m3           | 1.20         | \$                                                                                                                                        | 60.0000     | \$           | 72.000.00    |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal materiales                                                                                                                       |             | 73.777.00    |              |  |  |
| Equipos y herramientas                                                                                                        |                                            | Unidad       | Rendimiento  | Valor unitario                                                                                                                            | Valor total | Unidad       |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Herramienta menor (No Mano de obra)        | gh           | 10%          | \$                                                                                                                                        | 1.981.20    | \$           | 19.812.00    |  |  |
| 2                                                                                                                             | Subarrio                                   | gh           | 0.13         | \$                                                                                                                                        | 50.0000     | \$           | 6.500.00     |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal equipos                                                                                                                          |             | 26.312.00    |              |  |  |
| Transporte                                                                                                                    |                                            | Unidad       | Distancia km | VR. UN. (\$/ m³*km)                                                                                                                       | Valor total | Unidad       |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | No aplica                                  |              |              | \$                                                                                                                                        | 0.00        | 0.00         |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal transporte                                                                                                                       |             | 0.00         |              |  |  |
| Mano de obra                                                                                                                  |                                            | Unidad       | Rendimiento  | Valor/hora                                                                                                                                | Valor total | Unidad       |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Cuadrilla AA (Albañilería) 10F y 1 Ay      | h            | 0.10         | \$                                                                                                                                        | 27.624.00   | \$           | 2.762.400.00 |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal mano de obra                                                                                                                     |             | 2.762.400.00 |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Costo directo                                                                                                                             |             | 2.762.400.00 |              |  |  |
| Costos indirectos                                                                                                             |                                            |              |              |                                                                                                                                           |             |              |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Administración                             |              | 24%          |                                                                                                                                           | \$          | 663.000.00   |              |  |  |
| 2                                                                                                                             | Imprevistos                                |              | 3%           |                                                                                                                                           | \$          | 82.872.00    |              |  |  |
| 3                                                                                                                             | Utilidad                                   |              | 3%           |                                                                                                                                           | \$          | 82.872.00    |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Costo indirecto                                                                                                                           |             | 82.872.00    |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Costo total                                                                                                                               |             | 3.628.272.00 |              |  |  |
| ING. DIEGO FERNANDO RUÍZ MUÑOZ                                                                                                |                                            |              |              |                                                                                                                                           |             |              |              |  |  |
| Item                                                                                                                          |                                            | 1.08         |              | ADECUACIÓN DE VIA DE ACCESO AL POLIDEPORTIVO CON MATERIAL IMPORTADO, INCLUYE TRANSPORT DE MATERIAL, SUMINISTRO, EXTENDIDO Y COMPACTACION. |             |              |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            | A.P.U.       |              | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                                  |             | Unidad       |              |  |  |
| Materiales                                                                                                                    |                                            | Unidad       | Cantidad     | Valor unitario                                                                                                                            | Valor total | m            |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Aguia                                      | l            | 1.05         | \$                                                                                                                                        | 21.00       | \$           | 22.00        |  |  |
| 2                                                                                                                             | Gravilla corriente                         | gh           | 0.31         | \$                                                                                                                                        | 10.0000     | \$           | 3.100.00     |  |  |
| 3                                                                                                                             | Scouta de motor 4 tiempos                  | gh           | 0.02         | \$                                                                                                                                        | 75.0000     | \$           | 1.500.00     |  |  |
| 4                                                                                                                             | Banca muerta                               | m3           | 0.20         | \$                                                                                                                                        | 60.0000     | \$           | 12.000.00    |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal materiales                                                                                                                       |             | 15.620.00    |              |  |  |
| Equipos y herramientas                                                                                                        |                                            | Unidad       | Rendimiento  | Valor unitario                                                                                                                            | Valor total | Unidad       |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Herramienta menor (No Mano de obra)        | gh           | 10%          | \$                                                                                                                                        | 160.70      | \$           | 1.607.00     |  |  |
| 2                                                                                                                             | Subarrio                                   | gh           | 0.02         | \$                                                                                                                                        | 50.0000     | \$           | 1.000.00     |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal equipos                                                                                                                          |             | 2.607.00     |              |  |  |
| Transporte                                                                                                                    |                                            | Unidad       | Distancia km | VR. UN. (\$/ m³*km)                                                                                                                       | Valor total | Unidad       |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Volqueta 6m³ (Cargue mecánico) hasta 20 km | m³           | 10.00        | \$                                                                                                                                        | 1.017.50    | \$           | 10.175.00    |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal transporte                                                                                                                       |             | 10.175.00    |              |  |  |
| Mano de obra                                                                                                                  |                                            | Unidad       | Rendimiento  | Valor/hora                                                                                                                                | Valor total | Unidad       |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Cuadrilla AA (Albañilería) 10F y 1 Ay      | h            | 0.080        | \$                                                                                                                                        | 27.624.00   | \$           | 2.210.000.00 |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal mano de obra                                                                                                                     |             | 2.210.000.00 |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Costo directo                                                                                                                             |             | 2.210.000.00 |              |  |  |
| Costos indirectos                                                                                                             |                                            |              |              |                                                                                                                                           |             |              |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Administración                             |              | 24%          |                                                                                                                                           | \$          | 530.400.00   |              |  |  |
| 2                                                                                                                             | Imprevistos                                |              | 3%           |                                                                                                                                           | \$          | 66.300.00    |              |  |  |
| 3                                                                                                                             | Utilidad                                   |              | 3%           |                                                                                                                                           | \$          | 66.300.00    |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Costo indirecto                                                                                                                           |             | 666.000.00   |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Costo total                                                                                                                               |             | 3.381.000.00 |              |  |  |
| ING. DIEGO FERNANDO RUÍZ MUÑOZ                                                                                                |                                            |              |              |                                                                                                                                           |             |              |              |  |  |
| Item                                                                                                                          |                                            | 1.09         |              | ACABEO Y RELLENO COMPACTADO CON GRAVA DE RÍO                                                                                              |             |              |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            | A.P.U.       |              | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                                  |             | Unidad       |              |  |  |
| Materiales                                                                                                                    |                                            | Unidad       | Cantidad     | Valor unitario                                                                                                                            | Valor total | m³           |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Grava de río                               | m3           | 1.10         | \$                                                                                                                                        | 70.0000     | \$           | 77.000.00    |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal materiales                                                                                                                       |             | 77.000.00    |              |  |  |
| Equipos y herramientas                                                                                                        |                                            | Unidad       | Rendimiento  | Valor unitario                                                                                                                            | Valor total | Unidad       |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Herramienta menor (No Mano de obra)        | gh           | 10%          | \$                                                                                                                                        | 2.390.90    | \$           | 23.909.00    |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal equipos                                                                                                                          |             | 23.909.00    |              |  |  |
| Transporte                                                                                                                    |                                            | Unidad       | Distancia km | VR. UN. (\$/ m³*km)                                                                                                                       | Valor total | Unidad       |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Volqueta 6m³ (Cargue mecánico) hasta 20 km | m³           | 10.00        | \$                                                                                                                                        | 1.017.50    | \$           | 10.175.00    |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal transporte                                                                                                                       |             | 10.175.00    |              |  |  |
| Mano de obra                                                                                                                  |                                            | Unidad       | Rendimiento  | Valor/hora                                                                                                                                | Valor total | Unidad       |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Cuadrilla AA (Albañilería) 10F y 1 Ay      | h            | 0.08         | \$                                                                                                                                        | 27.624.00   | \$           | 22.099.20    |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Subtotal mano de obra                                                                                                                     |             | 22.099.20    |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Costo directo                                                                                                                             |             | 111.480.00   |              |  |  |
| Costos indirectos                                                                                                             |                                            |              |              |                                                                                                                                           |             |              |              |  |  |
| 1                                                                                                                             | Administración                             |              | 24%          |                                                                                                                                           | \$          | 24.160.00    |              |  |  |
| 2                                                                                                                             | Imprevistos                                |              | 3%           |                                                                                                                                           | \$          | 3.020.00     |              |  |  |
| 3                                                                                                                             | Utilidad                                   |              | 3%           |                                                                                                                                           | \$          | 3.020.00     |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Costo indirecto                                                                                                                           |             | 30.200.00    |              |  |  |
|                                                                                                                               |                                            |              |              | Costo total                                                                                                                               |             | 143.680.00   |              |  |  |
| ING. DIEGO FERNANDO RUÍZ MUÑOZ                                                                                                |                                            |              |              |                                                                                                                                           |             |              |              |  |  |

| CONSTRUCCIÓN DEL POLIDEPORTIVO VEREDA LA FLORIDA CORREGIMIENTO DE MARIMATO, MUNICIPIO DE SAN SEBASTIAN, DEPARTAMENTO DEL CAUCA. |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 |                       |               |  |  |  |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------|-----------------------|---------------|--|--|--|---------------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS- ÍTEM NO PREVISTOS                                                                                |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 |                       |               |  |  |  |               |
| Capítulo 6                                                                                                                      |                                       | ESTRUCTURA METÁLICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                                 |                       |               |  |  |  |               |
| Item                                                                                                                            | 6.04                                  | CERRAMIENTO EN MALLA EMBLANADA H=1,5M CALIBRE 10, OJO 2"x 2", CON TUBERÍA REDONDA GALVANIZADA D=1.5" ESPESOR 2 MM CON TAPA, ANGULO 2" X 1/2", PLATINA 1/2" X 1/2", 3 PLACAS DE ALAMBRE EN LA PARTE SUPERIOR Y PINTADA CON ESMALTE COLOR ALUMINIO CROMADO VIGA DE CIMENTO CON REZO SECCIÓN 0.25M X 0.25M, COLUMNAS REFORDA SECCIÓN 0.2M X 0.15M, H= 0.5M SEPARADAS CADA 2M Y MURO EN LABRILLO LIMPIO 0.10 EN SOGA H=0.35M |              |                                 |                       |               |  |  |  |               |
|                                                                                                                                 |                                       | A.P.U.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                                 |                       | Unidad        |  |  |  |               |
|                                                                                                                                 |                                       | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                                 |                       | m             |  |  |  |               |
| Materiales                                                                                                                      |                                       | Unidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cantidad     | Depsg %                         | Valor unitario        | Valor total   |  |  |  |               |
| 1                                                                                                                               | Malla Esblanada                       | m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1.50         | 5%                              | \$ 65,500.00          | \$ 98,250.00  |  |  |  |               |
| 2                                                                                                                               | Tubo metalico                         | und                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1.00         | \$                              | \$ 64,500.00          | \$ 64,500.00  |  |  |  |               |
| 3                                                                                                                               | Platina                               | ks                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.000        | \$                              | \$ 15,000.00          | \$ 15,000.00  |  |  |  |               |
| 4                                                                                                                               | Soldadura                             | kg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.30         | \$                              | \$ 2,700.00           | \$ 2,700.00   |  |  |  |               |
| 5                                                                                                                               | Anticorrosion                         | g                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.030        | \$                              | \$ 85,000.00          | \$ 2,550.00   |  |  |  |               |
| 6                                                                                                                               | Esmalte                               | gl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.030        | \$                              | \$ 76,000.00          | \$ 2,280.00   |  |  |  |               |
| 7                                                                                                                               | Concreto 3000 PSI                     | m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.100        | 5%                              | \$ 111,000.00         | \$ 11,100.00  |  |  |  |               |
| 8                                                                                                                               | Alambre Esgrado de 6000 PSI           | kg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 8.350        | \$                              | \$ 9,995.00           | \$ 75,198.00  |  |  |  |               |
| 9                                                                                                                               | Mortero 1:4                           | m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.150        | 5%                              | \$ 446,630.00         | \$ 70,943.00  |  |  |  |               |
| 10                                                                                                                              | Andalite comen                        | kg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 53.500       | \$                              | \$ 900.00             | \$ 47,700.00  |  |  |  |               |
| 11                                                                                                                              | Angulo 2 x 1/2"                       | m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2.000        | \$                              | \$ 16,000.00          | \$ 32,000.00  |  |  |  |               |
| 12                                                                                                                              | Alambre                               | m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3.500        | \$                              | \$ 800.00             | \$ 2,800.00   |  |  |  |               |
| 13                                                                                                                              | Formalita madera                      | m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.140        | \$                              | \$ 42,000.00          | \$ 5,880.00   |  |  |  |               |
| 14                                                                                                                              | Refuerzo con material de sitio        | m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.000        | \$                              | \$ 31,330.00          | \$ 28,197.00  |  |  |  |               |
|                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 | Subtotal materiales   |               |  |  |  | \$ 497,336    |
| Equipos y herramientas                                                                                                          |                                       | Unidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Rendimiento  | Valor unitario                  |                       | Valor total   |  |  |  |               |
| 1                                                                                                                               | Herramienta menor (N Mano de obra)    | gls                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 10%          | \$                              | \$ 12,435.80          | \$ 12,435.80  |  |  |  |               |
|                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 | Subtotal equipos      |               |  |  |  | \$ 12,435.80  |
| Transporte                                                                                                                      |                                       | Unidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Distancia km | VR. UN. \$/ (m <sup>3</sup> km) |                       | Valor total   |  |  |  |               |
| 1                                                                                                                               | No aplica                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 | Subtotal transporte   |               |  |  |  | 0.00          |
| Mano de obra                                                                                                                    |                                       | Unidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Rendimiento  | Valor/hora                      |                       | Valor total   |  |  |  |               |
| 1                                                                                                                               | Cuadrilla AA (Abatallista) 1OF y 1 Ay | h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4.500        | \$                              | \$ 27,624.00          | \$ 124,308.00 |  |  |  |               |
|                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 | Subtotal mano de obra |               |  |  |  | \$ 124,308    |
|                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 | Costo directo         |               |  |  |  | \$ 534,135    |
| Costos indirectos                                                                                                               |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 |                       |               |  |  |  |               |
| 1                                                                                                                               | Administracion                        | 24%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | \$           | \$ 132,192.00                   |                       |               |  |  |  |               |
| 2                                                                                                                               | Imprevistos                           | 3%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | \$           | \$ 16,026.00                    |                       |               |  |  |  |               |
| 3                                                                                                                               | Unidad                                | 5%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | \$           | \$ 31,707.00                    |                       |               |  |  |  |               |
|                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 | Costo indirecto       |               |  |  |  | \$ 175,925.00 |
|                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 | Costo total           |               |  |  |  | \$ 837,058.00 |
| ING. DIEGO FERNANDO RUIZ MUÑOZ                                                                                                  |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 |                       |               |  |  |  |               |
| Capítulo 6                                                                                                                      |                                       | ESTRUCTURA METÁLICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                                 |                       |               |  |  |  |               |
| Item                                                                                                                            | 6.05                                  | PUERTA DE ACCESO EN MALLA EMBLANADA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                                 |                       |               |  |  |  |               |
|                                                                                                                                 |                                       | A.P.U.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                                 |                       | Unidad        |  |  |  |               |
|                                                                                                                                 |                                       | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                                 |                       | m             |  |  |  |               |
| Materiales                                                                                                                      |                                       | Unidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cantidad     | Depsg %                         | Valor unitario        | Valor total   |  |  |  |               |
| 1                                                                                                                               | Malla Esblanada                       | m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1.10         | 5%                              | \$ 65,000.00          | \$ 69,300.00  |  |  |  |               |
| 2                                                                                                                               | Tubo metalico                         | und                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4.00         | \$                              | \$ 64,500.00          | \$ 258,000.00 |  |  |  |               |
| 3                                                                                                                               | Platina                               | ks                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.000        | \$                              | \$ 15,000.00          | \$ 15,000.00  |  |  |  |               |
| 4                                                                                                                               | Soldadura                             | kg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.30         | \$                              | \$ 9,300.00           | \$ 2,790.00   |  |  |  |               |
| 5                                                                                                                               | Anticorrosion                         | g                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.030        | \$                              | \$ 85,000.00          | \$ 2,550.00   |  |  |  |               |
| 6                                                                                                                               | Esmalte                               | gl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.030        | \$                              | \$ 76,000.00          | \$ 2,280.00   |  |  |  |               |
|                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 | Subtotal materiales   |               |  |  |  | \$ 349,520    |
| Equipos y herramientas                                                                                                          |                                       | Unidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Rendimiento  | Valor unitario                  |                       | Valor total   |  |  |  |               |
| 1                                                                                                                               | Herramienta menor (N Mano de obra)    | gls                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 10%          | \$                              | \$ 14,835.40          | \$ 14,835.00  |  |  |  |               |
|                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 | Subtotal equipos      |               |  |  |  | \$ 14,835     |
| Transporte                                                                                                                      |                                       | Unidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Distancia km | VR. UN. \$/ (m <sup>3</sup> km) |                       | Valor total   |  |  |  |               |
| 1                                                                                                                               | No aplica                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 | Subtotal transporte   |               |  |  |  | 0.00          |
| Mano de obra                                                                                                                    |                                       | Unidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Rendimiento  | Valor/hora                      |                       | Valor total   |  |  |  |               |
| 1                                                                                                                               | Cuadrilla AA (Abatallista) 1OF y 1 Ay | h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5.369        | \$                              | \$ 27,624.00          | \$ 148,304.00 |  |  |  |               |
|                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 | Subtotal mano de obra |               |  |  |  | \$ 148,304    |
|                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 | Costo directo         |               |  |  |  | \$ 533,654    |
| Costos indirectos                                                                                                               |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 |                       |               |  |  |  |               |
| 1                                                                                                                               | Administracion                        | 24%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | \$           | \$ 132,127.00                   |                       |               |  |  |  |               |
| 2                                                                                                                               | Imprevistos                           | 3%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | \$           | \$ 16,026.00                    |                       |               |  |  |  |               |
| 3                                                                                                                               | Unidad                                | 5%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | \$           | \$ 31,707.00                    |                       |               |  |  |  |               |
|                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 | Costo indirecto       |               |  |  |  | \$ 175,925.00 |
|                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 | Costo total           |               |  |  |  | \$ 715,977.00 |
| ING. DIEGO FERNANDO RUIZ MUÑOZ                                                                                                  |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                 |                       |               |  |  |  |               |

Fuente: RUIZ MUÑOZ, Diego Fernando. Análisis de Precios Unitarios – Ítem No Previstos. Adicional NO.1 Florida. Colombia: 2024.

Se verificó que la descripción de los materiales correspondiese con la actividad a realizar. También, se comparó el valor unitario de cada material correspondiente a los ítems no previstos del APU, detallados en la Tabla 7, con los APU contractuales del contrato de obra, presentados a continuación en la Tabla 8 y Tabla 9. Además, se contrastó el valor unitario de los materiales no incluidos en los APU contractuales con los precios del mercado y se apoyó en bases de datos de costos destinados para la infraestructura en el departamento del Cauca, como lo es DataCauca y que se encuentra en la plataforma digital (<https://datacauca.gov.co/apu/apu/apu/query><sup>2</sup>).

**Tabla 8. Valor unitario de materiales de obra que se encuentran en los APU contractuales (parte 1)**

| Ítem                                       | 4.02   | MALLA ELECTROSOLDADA SEP.15x15 cm |                |              |
|--------------------------------------------|--------|-----------------------------------|----------------|--------------|
|                                            |        | A.P.U.                            |                | Unidad       |
|                                            |        | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA          |                | m²           |
| Materiales                                 | Unidad | Cantidad                          | Valor unitario | Valor total  |
| 1 Malla electrosoldada de 6mm 15x15 m -188 | m2     | 1,05                              | \$ 16.600,00   | \$ 16.380,00 |
| 2 Alambre negro No. 18                     | kg     | 0,09                              | \$ 12.000,00   | \$ 1.080,00  |
| Subtotal materiales                        |        |                                   |                | 17.460       |

CONSTRUCCIÓN DEL POLIDEPORTIVO VEREDA LA FLORIDA CORREGIMIENTO DE MARMATO, MUNICIPIO DE SAN SEBASTIAN, DEPARTAMENTO DEL CAUCA.

| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS            |        |                                                    |                |              |
|------------------------------------------|--------|----------------------------------------------------|----------------|--------------|
| Capítulo 2                               |        | ESTRUCTURA Y CONCRETOS                             |                |              |
| Ítem                                     | 2.01   | SOLADOS DE LIMPIEZA EN CONCRETO DE 17.5 MPA e=0.05 |                |              |
| Ítem                                     |        | A.P.U.                                             |                | Unidad       |
|                                          |        | LOSA EN LÁMINA COLABORANTE ANCHO= 0,80M            |                | m²           |
|                                          |        | A.P.U.                                             |                | ml           |
|                                          |        | A.P.U.                                             |                | ml           |
| Materiales                               | Unidad | Cantidad                                           | Valor unitario | Valor total  |
| 1 Concreto común de 3000 psi (210kg/cm2) | m³     | 0,09                                               | \$ 511.030,00  | \$ 43.438,00 |
| 2 Puntilla con cabeza 2"                 | LB     | 0,21                                               | \$ 2.400,00    | \$ 504,00    |
| 3 Tabla burda ordinaria 20x3 cm          | M      | 0,30                                               | \$ 7.000,00    | \$ 2.100,00  |
| 4 Conector de losa STEEL DECK            | UND    | 1,50                                               | \$ 1.158,30    | \$ 1.737,00  |
| 5 Lámina METALDECK 2" CAL 22 COLABORANTE | m²     | 0,80                                               | \$ 67.384,63   | \$ 53.908,00 |
| 6 Bastidor ordinario 4x4x280             | m      | 1,00                                               | \$ 6.633,90    | \$ 6.634,00  |
| Subtotal materiales                      |        |                                                    |                | 108.321      |

| Ítem                                                 | 1.04   | RELLENO CON MATERIAL DEL SITIO |                |                     |             |
|------------------------------------------------------|--------|--------------------------------|----------------|---------------------|-------------|
|                                                      |        | A.P.U.                         |                | Unidad              |             |
|                                                      |        | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA       |                | m3                  |             |
| Materiales                                           | Unidad | Cantidad                       | Valor unitario | Valor total         |             |
| 1 Agua                                               | l      | 7,00                           | \$ 21,00       | \$ 147,00           |             |
| 2 Gasolina corriente                                 | gln    | 0,05                           | \$ 10.000,00   | \$ 500,00           |             |
| 3 Aceite de motor 4 tiempos                          | gln    | 0,02                           | \$ 75.000,00   | \$ 1.125,00         |             |
| Subtotal materiales                                  |        |                                |                | 1.772               |             |
| Equipos y herramientas                               |        | Unidad                         | Rendimiento    | Valor unitario      | Valor total |
| 1 Herramienta menor (% Mano de obra)                 | glb    | 10%                            | \$ 966,20      | \$ 966,00           |             |
| 2 Saltarín                                           | día    | 0,13                           | \$ 90.000,00   | \$ 11.700,00        |             |
| Subtotal equipos                                     |        |                                |                | \$ 12.666           |             |
| Transporte                                           |        | Unidad                         | Distancia km   | VR. UN. (\$/ m³*km) | Valor total |
| 1 Volqueta 6m³ (cargue mecánico)botadero hasta 20 km | m³     | 10,00                          | \$ 1.017,50    | \$ 10.175,00        |             |
| Subtotal transporte                                  |        |                                |                | \$ 10.175,00        |             |

Fuente: RUIZ MUÑOZ, Diego Fernando. APU contractuales. Análisis de Precios Unitarios V3. Colombia: 2024.

<sup>2</sup> COLOMBIA. GOBERNACIÓN DEL CAUCA. DataCauca [en línea]. WiseWare SAS. [Consultado el 23 de abril de 2024]. Disponible en: <https://datacauca.gov.co/apu/apu/apu/query>

**Tabla 9. Valor unitario de materiales de obra que se encuentran en los APU contractuales (parte 2)**

|                                                                                       |        |                                                                                                                                                            |                       |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| Ítem                                                                                  | 9,05   | SIPS CAJA DE INSPECCIÓN 30X30CM. INCLUYE HERRAJE, BLOQUES Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO.                                             |                       |              |
|                                                                                       |        | A.P.U.                                                                                                                                                     |                       | Unidad       |
|                                                                                       |        | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                                                   |                       | UND          |
| Materiales                                                                            | Unidad | Cantidad                                                                                                                                                   | Valor unitario        | Valor total  |
| 1 ALAMBRE NEGRO # 18 (*)                                                              | KLS    | 0,015                                                                                                                                                      | 3.522,00              | \$ 52,83     |
| 2 HIERRO 1/2" 60.000 [6M] FIGURADO (*)                                                | KG     | 0,32                                                                                                                                                       | 3.000,00              | \$ 960,00    |
| 3 ANGULO 11/2 x 3/16 TIRA DE 6 METROS (*)                                             | UND    | 0,42                                                                                                                                                       | 51.000,00             | \$ 21.420,00 |
| 4 TABLA 1x10x3M (*)                                                                   | UND    | 1                                                                                                                                                          | 10.500,00             | \$ 10.500,00 |
| 5 SOLDADURA 6011 1/8" VARILLA (*)                                                     | KLS    | 0,15                                                                                                                                                       | 9.300,00              | \$ 1.395,00  |
| 6 HIERRO 3/8" 60.000 PSI 239 MPa U (*)                                                | KLS    | 0,8                                                                                                                                                        | 4.000,00              | \$ 2.400,00  |
| 7 MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI - 22,0 Mpa (*)                                       | M3     | 0,12                                                                                                                                                       | 378.000,00            | \$ 45.360,00 |
|                                                                                       |        |                                                                                                                                                            | Subtotal materiales   | \$ 82.088    |
| Ítem                                                                                  | 6,01   | CANAL EN LÁMINA GALVANIZADA CAL 20 DESARROLLO 86 CM INCLUYE SOPORTES Y/O ANCLAJES Y PINTURA WAS PRIMER. ANTICORROSIVO Y PINTURA EN ESMALTE PARA INTEMPERIE |                       |              |
|                                                                                       |        | A.P.U.                                                                                                                                                     |                       | Unidad       |
|                                                                                       |        | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                                                   |                       | m            |
| Materiales                                                                            | Unidad | Cantidad                                                                                                                                                   | Valor unitario        | Valor total  |
| 1 Canal en lámina galvanizada cal. 20 desarrollo 86 cm .incluye soportes y/o anclajes | m      | 1                                                                                                                                                          | \$ 57.000,00          | \$ 57.000,00 |
| 2 Wash primer componente a - 1/4 gl. ref. 509a o similar                              | un     | 0,05                                                                                                                                                       | \$ 29.399,84          | \$ 1.469,99  |
| 3 anticorrosivo premium                                                               | gal    | 0,0                                                                                                                                                        | \$ 85.000,00          | \$ 4.250,00  |
| 4 Esmalte sintético. Según color diseño o similar                                     | gal    | 0,06                                                                                                                                                       | \$ 72.000,00          | \$ 4.860,00  |
|                                                                                       |        |                                                                                                                                                            | Subtotal materiales   | \$ 67.580    |
| Ítem                                                                                  |        | MURO EN LADRILLO TIZÓN A LA VISTA                                                                                                                          |                       |              |
|                                                                                       |        | A.P.U.                                                                                                                                                     |                       | Unidad       |
|                                                                                       |        | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                                                   |                       | m2           |
| Materiales                                                                            | Unidad | Cantidad                                                                                                                                                   | Valor unitario        | Valor total  |
| 1 mortero 1:4                                                                         | M³     | 0,03                                                                                                                                                       | \$ 446.620,00         | \$ 13.399,00 |
| 2 Ladrillo tolete rústico recocado 25x12x6 cm (l x a x h)                             | UND    | 92,00                                                                                                                                                      | \$ 989,00             | \$ 90.988,00 |
|                                                                                       |        |                                                                                                                                                            | Subtotal materiales   | \$ 104.387   |
| Ítem                                                                                  | 3,08   | CABEZAL DE ENTREGA EN CONCRETO REFORZADO DE 1.65x2.80 m .                                                                                                  |                       |              |
|                                                                                       |        | A.P.U.                                                                                                                                                     |                       | UND          |
|                                                                                       |        | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                                                   |                       | UND          |
| Materiales                                                                            | Unidad | Cantidad                                                                                                                                                   | Valor unitario        | Valor total  |
| 1 Concreto 3000 psi (210kg/cm²)                                                       | m³     | 1,1                                                                                                                                                        | \$ 511.030,00         | \$ 562.133   |
| 2 Hierro figurado de 60.000 psi                                                       | kg     | 78                                                                                                                                                         | \$ 6.500,00           | \$ 507.000   |
| 3 Formaleta en madera                                                                 | m2     | 3                                                                                                                                                          | \$ 42.000,00          | \$ 126.000   |
|                                                                                       |        |                                                                                                                                                            | Subtotal materiales   | \$ 1.195.133 |
| Ítem                                                                                  | 1,04   | RELLENO CON MATERIAL DEL SITIO                                                                                                                             |                       |              |
|                                                                                       |        | A.P.U.                                                                                                                                                     |                       | Unidad       |
|                                                                                       |        | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                                                   |                       | m3           |
| Materiales                                                                            | Unidad | Cantidad                                                                                                                                                   | Valor unitario        | Valor total  |
| 1 Agua                                                                                | l      | 7,00                                                                                                                                                       | \$21,00               | \$ 147,00    |
| 2 Gasolina corriente                                                                  | gln    | 0,05                                                                                                                                                       | \$10.000,00           | \$ 500,00    |
| 3 Aceite de motor 4 tiempos                                                           | gln    | 0,02                                                                                                                                                       | \$75.000,00           | \$ 1.125,00  |
|                                                                                       |        |                                                                                                                                                            | Subtotal materiales   | \$ 1.772     |
| Equipos y herramientas                                                                | Unidad | Rendimiento                                                                                                                                                | Valor unitario        | Valor total  |
| 1 Herramienta menor (% Mano de obra)                                                  | glb    | 10%                                                                                                                                                        | \$ 966,20             | \$ 966,00    |
| 2 Saltarín                                                                            | día    | 0,13                                                                                                                                                       | \$ 90.000,00          | \$ 11.700,00 |
|                                                                                       |        |                                                                                                                                                            | Subtotal equipos      | \$ 12.666    |
| Transporte                                                                            | Unidad | Distancia km                                                                                                                                               | VR. UN. (\$/ m³*km)   | Valor total  |
| 1 No aplica                                                                           |        |                                                                                                                                                            |                       | \$ -         |
|                                                                                       |        |                                                                                                                                                            | Subtotal transporte   | \$ 0,00      |
| Mano de obra                                                                          | Unidad | Rendimiento                                                                                                                                                | Valor/hora            | Valor total  |
| 1 Cuadrilla AA (Albañilería) 1Of y 1 Ay                                               | h      | 0,35                                                                                                                                                       | \$ 27.606,00          | \$ 9.662,00  |
|                                                                                       |        |                                                                                                                                                            | Subtotal mano de obra | \$ 9.662     |
|                                                                                       |        |                                                                                                                                                            | Costo directo         | \$ 24.100    |

Fuente: RUIZ MUÑOZ, Diego Fernando. APU contractuales. Análisis de Precios Unitarios V3. Colombia: 2024.

Seguidamente, se comparó los costos indirectos (AIU) estipulados por el contratista de obra en los (APU) contractuales con los correspondientes al adicional presupuestal. Los costos indirectos se reflejan en la Tabla 10 y Tabla 11.

**Tabla 10. Valor del (AIU) del adicional presupuestal**

| Costos indirectos |                |     |             |
|-------------------|----------------|-----|-------------|
| 1                 | Administración | 24% | \$ 6,160.00 |
| 2                 | Inprevistos    | 3%  | \$ 770.00   |
| 3                 | Utilidad       | 5%  | \$ 1,283.00 |
| Costo indirecto   |                |     | \$ 8,213    |

Fuente: RUIZ MUÑOZ, Diego Fernando. Análisis de Precios Unitarios – Ítem No Previstos. Adicional NO.1 Florida. Colombia: 2024.

**Tabla 11. Valor del (AIU) del presupuesto contractual**

| NOTA 1: Se debe tener en cuenta que el PRECIO UNITARIO incluye el valor de A.I.U.                                                                                                                                                             | DESCRIPCION    |         | PORCENTAJE |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------|------------|
| NOTA 2: Cuando la fracción decimal del peso sea igual o superior a 5 se aproximará por exceso al número entero siguiente del peso y cuando la fracción decimal del peso sea inferior a 5 se aproximará por defecto al número entero del peso. | ADMINISTRACIÓN | A=      | 22%        |
| NOTA 3: El A.I.U y su discriminación deben estar en porcentaje (%).                                                                                                                                                                           | IMPREVISTO     | I=      | 3%         |
|                                                                                                                                                                                                                                               | UTILIDAD       | U=      | 5%         |
|                                                                                                                                                                                                                                               | TOTAL A.I.U    | A.I.U.= | 30%        |

Fuente: RUIZ MUÑOZ, Diego Fernando. Propuesta Económica Contrato. Colombia: 2024.

Los APU del adicional presupuestal, corregidos según el análisis realizado, fueron entregados al ingeniero John Jairo Ledezma Solano. Estos se encuentran detallados a continuación en la Tabla 12.

Tabla 12. APU de los ítems no previstos corregidos

| CONSTRUCCIÓN DEL POLIDEPORTIVO VEREDA LA FLORIDA CORREGIMIENTO DE MARMATO, MUNICIPIO DE SAN SEBASTIAN, DEPARTAMENTO DEL CAUCA. |                          |              |                          |                                                                                                                                           |  |               |        |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------|--------|--|--|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS- ÍTEM NO PREVISTOS                                                                               |                          |              |                          |                                                                                                                                           |  |               |        |  |  |
| Capítulo 1                                                                                                                     |                          | PRELIMINARES |                          |                                                                                                                                           |  |               |        |  |  |
| Item                                                                                                                           | 1.06                     |              | LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO |                                                                                                                                           |  |               |        |  |  |
|                                                                                                                                | A.P.U.                   |              |                          |                                                                                                                                           |  |               | Unidad |  |  |
|                                                                                                                                | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA |              |                          |                                                                                                                                           |  |               | m²     |  |  |
| Materiales                                                                                                                     |                          | Unidad       | Cantidad                 | Valor unitario                                                                                                                            |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 Alambre negro No. 18                                                                                                         |                          | kg           | 0.01                     | \$ 12,000.00                                                                                                                              |  | \$ 120.00     |        |  |  |
| 2 Buzidor ordinario 4x4280                                                                                                     |                          | m            | 0.35                     | \$ 6,633.90                                                                                                                               |  | \$ 2,322.00   |        |  |  |
| 3 Puntilla de 1"                                                                                                               |                          | lb           | 0.01                     | \$ 5,000.00                                                                                                                               |  | \$ 50.00      |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal materiales                                                                                                                       |  | \$ 2,492      |        |  |  |
| Equipos y herramientas                                                                                                         |                          | Unidad       | Rendimiento              | Valor unitario                                                                                                                            |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 Herramienta menor (% Mano de obra)                                                                                           |                          | glo          | 10%                      | \$ 93.90                                                                                                                                  |  | \$ 94.00      |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal equipos                                                                                                                          |  | \$ 94         |        |  |  |
| Transporte                                                                                                                     |                          | Unidad       | Distancia km             | VR. UN. (\$/ m³*km)                                                                                                                       |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 No aplica                                                                                                                    |                          |              |                          | 0.00                                                                                                                                      |  | \$ 0.00       |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal transporte                                                                                                                       |  | \$ 0.00       |        |  |  |
| Mano de obra                                                                                                                   |                          | Unidad       | Rendimiento              | Valor/hora                                                                                                                                |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 Cuadrilla AA (Albañilería) 10F y 1 Ay                                                                                        |                          | h            | 0.034                    | \$ 27,624.00                                                                                                                              |  | \$ 939.00     |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal mano de obra                                                                                                                     |  | \$ 939        |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Costo directo                                                                                                                             |  | \$ 3,525      |        |  |  |
| Costos indirectos                                                                                                              |                          |              |                          |                                                                                                                                           |  |               |        |  |  |
| 1 Administración                                                                                                               |                          |              | 22%                      | \$                                                                                                                                        |  | \$ 776.00     |        |  |  |
| 2 Inprevistos                                                                                                                  |                          |              | 3%                       | \$                                                                                                                                        |  | \$ 106.00     |        |  |  |
| 3 Utilidad                                                                                                                     |                          |              | 5%                       | \$                                                                                                                                        |  | \$ 176.00     |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Costo indirecto                                                                                                                           |  | \$ 1,058      |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Costo total                                                                                                                               |  | \$ 4,583.00   |        |  |  |
| Item                                                                                                                           |                          | 1.07         |                          | MEJORAMIENTO DEL SUELO CON MATERIAL IMPORTADO COMPACTADO 95% FM                                                                           |  |               |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          | A.P.U.       |                          | Unidad                                                                                                                                    |  |               |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                                  |  |               |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          | Unidad       | Cantidad                 | Valor unitario                                                                                                                            |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 Agua                                                                                                                         |                          | l            | 7.00                     | \$ 21.00                                                                                                                                  |  | \$ 147.00     |        |  |  |
| 2 Gasolina corriente                                                                                                           |                          | glo          | 0.05                     | \$ 30,000.00                                                                                                                              |  | \$ 1,500.00   |        |  |  |
| 3 Aceite de motor 4 tiempos                                                                                                    |                          | glo          | 0.02                     | \$ 75,000.00                                                                                                                              |  | \$ 1,125.00   |        |  |  |
| 4 Roca muerta                                                                                                                  |                          | m3           | 1.20                     | \$ 60,000.00                                                                                                                              |  | \$ 72,000.00  |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal materiales                                                                                                                       |  | \$ 73,772     |        |  |  |
| Equipos y herramientas                                                                                                         |                          | Unidad       | Rendimiento              | Valor unitario                                                                                                                            |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 Herramienta menor (% Mano de obra)                                                                                           |                          | glo          | 10%                      | \$ 1,381.20                                                                                                                               |  | \$ 1,381.00   |        |  |  |
| 2 Surtidor                                                                                                                     |                          | dia          | 0.13                     | \$ 90,000.00                                                                                                                              |  | \$ 11,700.00  |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal equipos                                                                                                                          |  | \$ 13,081     |        |  |  |
| Transporte                                                                                                                     |                          | Unidad       | Distancia km             | VR. UN. (\$/ m³*km)                                                                                                                       |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 No aplica                                                                                                                    |                          |              |                          | \$                                                                                                                                        |  | \$ 0.00       |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal transporte                                                                                                                       |  | \$ 0.00       |        |  |  |
| Mano de obra                                                                                                                   |                          | Unidad       | Rendimiento              | Valor/hora                                                                                                                                |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 Cuadrilla AA (Albañilería) 10F y 1 Ay                                                                                        |                          | h            | 0.50                     | \$ 27,624.00                                                                                                                              |  | \$ 13,812.00  |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal mano de obra                                                                                                                     |  | \$ 13,812     |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Costo directo                                                                                                                             |  | \$ 100,665    |        |  |  |
| Costos indirectos                                                                                                              |                          |              |                          |                                                                                                                                           |  |               |        |  |  |
| 1 Administración                                                                                                               |                          |              | 22%                      | \$                                                                                                                                        |  | \$ 22,146.00  |        |  |  |
| 2 Inprevistos                                                                                                                  |                          |              | 3%                       | \$                                                                                                                                        |  | \$ 3,020.00   |        |  |  |
| 3 Utilidad                                                                                                                     |                          |              | 5%                       | \$                                                                                                                                        |  | \$ 5,033.00   |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Costo indirecto                                                                                                                           |  | \$ 30,199     |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Costo total                                                                                                                               |  | \$ 130,864.00 |        |  |  |
| Item                                                                                                                           |                          | 1.08         |                          | ADECUACIÓN DE VÍA DE ACCESO AL POLIDEPORTIVO CON MATERIAL IMPORTADO, INCLUYE TRANSPORTE DE MATERIAL, SUBMUESTRO, EXTENDIO Y COMPACTACIÓN. |  |               |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          | A.P.U.       |                          | Unidad                                                                                                                                    |  |               |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                                  |  |               |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          | Unidad       | Cantidad                 | Valor unitario                                                                                                                            |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 Agua                                                                                                                         |                          | l            | 1.00                     | \$ 21.00                                                                                                                                  |  | \$ 21.00      |        |  |  |
| 2 Gasolina corriente                                                                                                           |                          | glo          | 0.01                     | \$ 30,000.00                                                                                                                              |  | \$ 75.00      |        |  |  |
| 3 Aceite de motor 4 tiempos                                                                                                    |                          | glo          | 0.002                    | \$ 75,000.00                                                                                                                              |  | \$ 169.00     |        |  |  |
| 4 Roca muerta                                                                                                                  |                          | m3           | 0.20                     | \$ 60,000.00                                                                                                                              |  | \$ 12,000.00  |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal materiales                                                                                                                       |  | \$ 12,266     |        |  |  |
| Equipos y herramientas                                                                                                         |                          | Unidad       | Rendimiento              | Valor unitario                                                                                                                            |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 Herramienta menor (% Mano de obra)                                                                                           |                          | glo          | 10%                      | \$ 366.70                                                                                                                                 |  | \$ 366.00     |        |  |  |
| 2 Surtidor                                                                                                                     |                          | dia          | 0.02                     | \$ 90,000.00                                                                                                                              |  | \$ 1,404.00   |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal equipos                                                                                                                          |  | \$ 1,570      |        |  |  |
| Transporte                                                                                                                     |                          | Unidad       | Distancia km             | VR. UN. (\$/ m³*km)                                                                                                                       |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 Volqueta 6m³ (carga mecánica) hasta 20 km                                                                                    |                          | m²           | 10.00                    | \$ 1,037.50                                                                                                                               |  | \$ 10,375.00  |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal transporte                                                                                                                       |  | \$ 10,375.00  |        |  |  |
| Mano de obra                                                                                                                   |                          | Unidad       | Rendimiento              | Valor/hora                                                                                                                                |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 Cuadrilla AA (Albañilería) 10F y 1 Ay                                                                                        |                          | h            | 0.060                    | \$ 27,624.00                                                                                                                              |  | \$ 1,657.00   |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal costo de obra                                                                                                                    |  | \$ 1,657      |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Costo directo                                                                                                                             |  | \$ 23,488     |        |  |  |
| Costos indirectos                                                                                                              |                          |              |                          |                                                                                                                                           |  |               |        |  |  |
| 1 Administración                                                                                                               |                          |              | 22%                      | \$                                                                                                                                        |  | \$ 5,167.00   |        |  |  |
| 2 Inprevistos                                                                                                                  |                          |              | 3%                       | \$                                                                                                                                        |  | \$ 770.00     |        |  |  |
| 3 Utilidad                                                                                                                     |                          |              | 5%                       | \$                                                                                                                                        |  | \$ 1,293.00   |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Costo indirecto                                                                                                                           |  | \$ 7,230      |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Costo total                                                                                                                               |  | \$ 33,368.00  |        |  |  |
| Item                                                                                                                           |                          | 1.09         |                          | ACARREO Y RELLENO COMPACTADO CON GRAVA DE RIO                                                                                             |  |               |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          | A.P.U.       |                          | Unidad                                                                                                                                    |  |               |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | glo                                                                                                                                       |  |               |        |  |  |
| Materiales                                                                                                                     |                          | Unidad       | Cantidad                 | Valor unitario                                                                                                                            |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 Grava de río                                                                                                                 |                          | m3           | 1.10                     | \$ 70,000.00                                                                                                                              |  | \$ 77,000.00  |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal materiales                                                                                                                       |  | \$ 77,000     |        |  |  |
| Equipos y herramientas                                                                                                         |                          | Unidad       | Rendimiento              | Valor unitario                                                                                                                            |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 Herramienta menor (% Mano de obra)                                                                                           |                          | glo          | 10%                      | \$ 2,209.50                                                                                                                               |  | \$ 2,210.00   |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal equipos                                                                                                                          |  | \$ 2,210      |        |  |  |
| Transporte                                                                                                                     |                          | Unidad       | Distancia km             | VR. UN. (\$/ m³*km)                                                                                                                       |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 Volqueta 6m³ (carga mecánica) hasta 20 km                                                                                    |                          | m²           | 10.00                    | \$ 1,037.50                                                                                                                               |  | \$ 10,375.00  |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal transporte                                                                                                                       |  | \$ 10,375.00  |        |  |  |
| Mano de obra                                                                                                                   |                          | Unidad       | Rendimiento              | Valor/hora                                                                                                                                |  | Valor total   |        |  |  |
| 1 Cuadrilla AA (Albañilería) 10F y 1 Ay                                                                                        |                          | h            | 0.80                     | \$ 27,624.00                                                                                                                              |  | \$ 22,099.00  |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Subtotal mano de obra                                                                                                                     |  | \$ 22,099     |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Costo directo                                                                                                                             |  | \$ 111,484    |        |  |  |
| Costos indirectos                                                                                                              |                          |              |                          |                                                                                                                                           |  |               |        |  |  |
| 1 Administración                                                                                                               |                          |              | 22%                      | \$                                                                                                                                        |  | \$ 22,146.00  |        |  |  |
| 2 Inprevistos                                                                                                                  |                          |              | 3%                       | \$                                                                                                                                        |  | \$ 3,020.00   |        |  |  |
| 3 Utilidad                                                                                                                     |                          |              | 5%                       | \$                                                                                                                                        |  | \$ 5,033.00   |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Costo indirecto                                                                                                                           |  | \$ 30,199     |        |  |  |
|                                                                                                                                |                          |              |                          | Costo total                                                                                                                               |  | \$ 141,683.00 |        |  |  |

| CONSTRUCCIÓN DEL POLIDEPORTIVO VEREDA LA FLORIDA CORREGIMIENTO DE MARMATO, MUNICIPIO DE SAN SEBASTIAN, DEPARTAMENTO DEL CAUCA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       |                     |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS- ÍTEM NO PREVISTOS                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       |                     |               |
| Capítulo 6                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       |                     |               |
| Item                                                                                                                          | 6.04                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          | ESTRUCTURA METÁLICA                   |                       |                     |               |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       | Unidad              |               |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       | m                   |               |
|                                                                                                                               | CERRAMIENTO EN MALLA ESALABONADA H=1.5M CALIBRE 10, CIO 2"x 2", CON TUBERÍA REDONDA GALVANIZADA D=1.5" ESPESOR 2 MM CON TAPA, ANGULO 2" X 3/16", PLATINA 1/2" X 1/8", 3 HILOS DE ALAMBRE EN LA PARTE SUPERIOR Y PINTADA CON ANTICORROSIÓN Y ESMALTE VIGA DE CEMENTO CON REFZO SECCIÓN 0.25M X 0.25M, COLUMNAS REFORZADA SECCIÓN 0.2M X 0.15M, H= 0.5M SEPARADAS CADA 2M Y MURO EN LADRILLO UMPHO # 10 EN SODA H=0.5M |          |                                       |                       |                     |               |
|                                                                                                                               | A.P.U.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |                                       |                       |                     |               |
| POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       |                     |               |
| Materiales                                                                                                                    | Unidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Cantidad | Desp %                                | Valor unitario        | Valor total         |               |
| 1 Malla Esalabonada                                                                                                           | m2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.50     | 5%                                    | \$ 33,000.00          | \$ 51,975.00        |               |
| 2 Tubo metálico                                                                                                               | unf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.00     |                                       | \$ 73,500.00          | \$ 73,500.00        |               |
| 3 Platina                                                                                                                     | lbs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.000    |                                       | \$ 11,000.00          | \$ 11,000.00        |               |
| 4 Soldadura E6011 3/8" varilla                                                                                                | kg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.30     |                                       | \$ 9,300.00           | \$ 2,790.00         |               |
| 5 Anticorrosivos premium                                                                                                      | gl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.030    |                                       | \$ 85,000.00          | \$ 2,550.00         |               |
| 6 Esmalte sintético. Según color diseño o similar                                                                             | gl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.030    |                                       | \$ 72,000.00          | \$ 2,160.00         |               |
| 7 Concreto 3000 PSI                                                                                                           | m3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.100    | 5%                                    | \$ 511,030.00         | \$ 53,658.00        |               |
| 8 Agua filtrada de 4000 PSI                                                                                                   | kg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8.160    |                                       | \$ 5,500.00           | \$ 45,160.00        |               |
| 9 Mortero 1:4                                                                                                                 | m2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.150    | 5%                                    | \$ 446,620.00         | \$ 70,343.00        |               |
| 10 Ladrillo común                                                                                                             | unf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 53,000   |                                       | \$ 989.00             | \$ 52,417.00        |               |
| 11 Angulo 1 x 1 1/8"                                                                                                          | m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2.000    |                                       | \$ 6,000.00           | \$ 12,000.00        |               |
| 12 Alambre                                                                                                                    | m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3,500    |                                       | \$ 800.00             | \$ 2,800.00         |               |
| 13 Formalesta madera                                                                                                          | m2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.140    |                                       | \$ 42,000.00          | \$ 5,880.00         |               |
| 14 Relieve con material de sitio                                                                                              | m3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.900    |                                       | \$ 24,100.00          | \$ 21,690.00        |               |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       | Subtotal materiales | \$ 415,103    |
| Equipos y herramientas                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Unidad   | Rendimiento                           | Valor unitario        |                     | Valor total   |
| 1 Herramienta menor (% Mano de obra)                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | glo      | 10%                                   | \$ 12,430.80          |                     | \$ 12,431.00  |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       | Subtotal equipos      |                     | \$ 12,431     |
| Transporte                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Unidad   | Distancia km                          | VR. UN. (\$/ m³*km)   |                     | Valor total   |
| 1 No aplica                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       |                     | \$ -          |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       | Subtotal transporte   |                     | \$ 0.00       |
| Mano de obra                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Unidad   | Rendimiento                           | Valor/hora            |                     | Valor total   |
| 1 Cuadrilla AA (Albañilería) 10F y 1 Ay                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | h        | 4,500                                 | \$ 27,624.00          |                     | \$ 124,308.00 |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       | Subtotal mano de obra |                     | \$ 124,308    |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       | Costo directo         |                     | \$ 551,842    |
| Costos indirectos                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       |                     |               |
| 1 Administración                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          | 22%                                   | \$                    |                     | \$ 121,405.00 |
| 2 Inprevistos                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          | 3%                                    | \$                    |                     | \$ 16,555.00  |
| 3 Utilidad                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          | 5%                                    | \$                    |                     | \$ 27,592.00  |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       | Costo indirecto       |                     | \$ 165,532.00 |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       | Costo total           |                     | \$ 717,374.00 |
| Capítulo 6                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       |                     |               |
| Item                                                                                                                          | 6.05                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          | PUERTA DE ACCESO EN MALLA ESALABONADA |                       |                     |               |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       | Unidad              |               |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       | m²                  |               |
|                                                                                                                               | A.P.U.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |                                       |                       |                     |               |
|                                                                                                                               | POLIDEPORTIVO LA FLORIDA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |                                       |                       |                     |               |
| Materiales                                                                                                                    | Unidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Cantidad | Desp %                                | Valor unitario        | Valor total         |               |
| 1 Malla Esalabonada                                                                                                           | m2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.10     | 5%                                    | \$ 33,000.00          | \$ 36,135.00        |               |
| 2 Tubo metálico                                                                                                               | unf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4.00     |                                       | \$ 73,500.00          | \$ 294,000.00       |               |
| 3 Platina                                                                                                                     | lbs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.000    |                                       | \$ 11,000.00          | \$ 11,000.00        |               |
| 4 Soldadura E6011 3/8" varilla                                                                                                | kg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.30     |                                       | \$ 9,300.00           | \$ 2,790.00         |               |
| 5 Anticorrosivos premium                                                                                                      | gl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.030    |                                       | \$ 85,000.00          | \$ 2,550.00         |               |
| 6 Esmalte sintético. Según color diseño o similar                                                                             | gl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.030    |                                       | \$ 72,000.00          | \$ 2,160.00         |               |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       | Subtotal materiales | \$ 342,415    |
| Equipos y herramientas                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Unidad   | Rendimiento                           | Valor unitario        |                     | Valor total   |
| 1 Herramienta menor (% Mano de obra)                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | glo      | 10%                                   | \$ 14,830.40          |                     | \$ 14,830.00  |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       | Subtotal equipos      |                     | \$ 14,830     |
| Transporte                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Unidad   | Distancia km                          | VR. UN. (\$/ m³*km)   |                     | Valor total   |
| 1 No aplica                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       |                     | \$ -          |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       | Subtotal transporte   |                     | \$ 0.00       |
| Mano de obra                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Unidad   | Rendimiento                           | Valor/hora            |                     | Valor total   |
| 1 Cuadrilla AA (Albañilería) 10F y 1 Ay                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | h        | 9,300                                 | \$ 14,830.40          |                     | \$ 137,912.72 |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       | Subtotal mano de obra |                     | \$ 148,304    |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       | Costo directo         |                     | \$ 505,749    |
| Costos indirectos                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       |                       |                     |               |
| 1 Administración                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          | 22%                                   | \$                    |                     | \$ 121,405.00 |
| 2 Inprevistos                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          | 3%                                    | \$                    |                     | \$ 15,555.00  |
| 3 Utilidad                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          | 5%                                    | \$                    |                     | \$ 27,592.00  |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       | Costo indirecto       |                     | \$ 165,532.00 |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                       | Costo total           |                     | \$ 671,301.00 |

### 3.2 APOYO EN LA REVISIÓN Y DISEÑO ESTRUCTURAL

El estudiante participó en la revisión y el diseño estructural de diferentes proyectos, asegurando que cumplieran con los criterios establecidos en la NSR-10. Para ello, se utilizaron hojas de cálculo y software especializados.

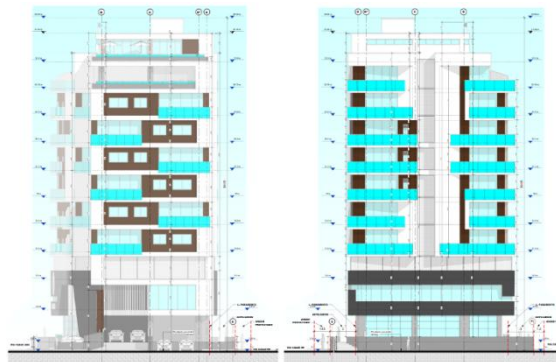
**3.2.1 Revisión estructural de la Torre Azora, Popayán - Cauca.** El estudiante apoyó en la revisión estructural del proyecto mencionado en el capítulo 2.2.4 Revisión estructural externa de la Torre Azora, Popayán – Cauca. Con base en la memoria de cálculo y planos estructurales suministrados por el diseñador, el estudiante comprobó a través del diagrama de interacción, que cada una de las columnas resistieran las combinaciones de carga a las que es sometida la estructura. A continuación, desde la Figura 26 hasta la Figura 28 se muestran planos arquitectónicos de la edificación.

**Figura 26. Plano arquitectónico en corte**



Fuente: OÑATE, José Bolívar y RODRÍGUEZ, Leyser Enrique. Corte A [Plano]. Escala: 1:75. Mayo de 2022.

**Figura 27. Plano arquitectónico de las fachadas**



Fuente: OÑATE, José Bolívar y RODRÍGUEZ, Leyser Enrique. Fachadas laterales [Plano]. Escala: 1:75. Mayo de 2022.

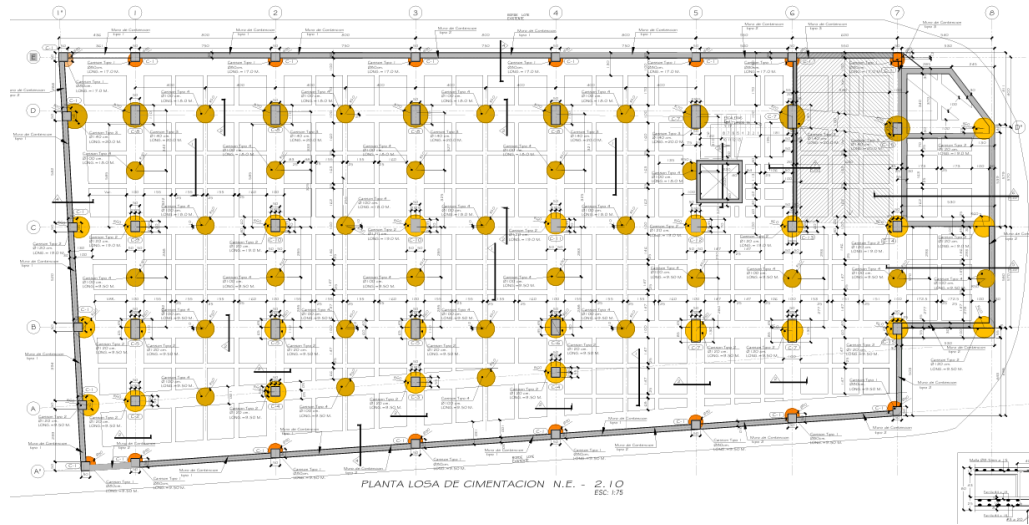
**Figura 28. Planos arquitectónicos en planta**



Fuente: OÑATE, José Bolívar y RODRÍGUEZ, Leyser Enrique. Plantas del piso 2, 3 y 4 [Plano]. Escala: 1:75. Mayo de 2022.

A continuación, en la Figura 29 se puede observar la distribución de las columnas en planta con su respectiva nomenclatura.

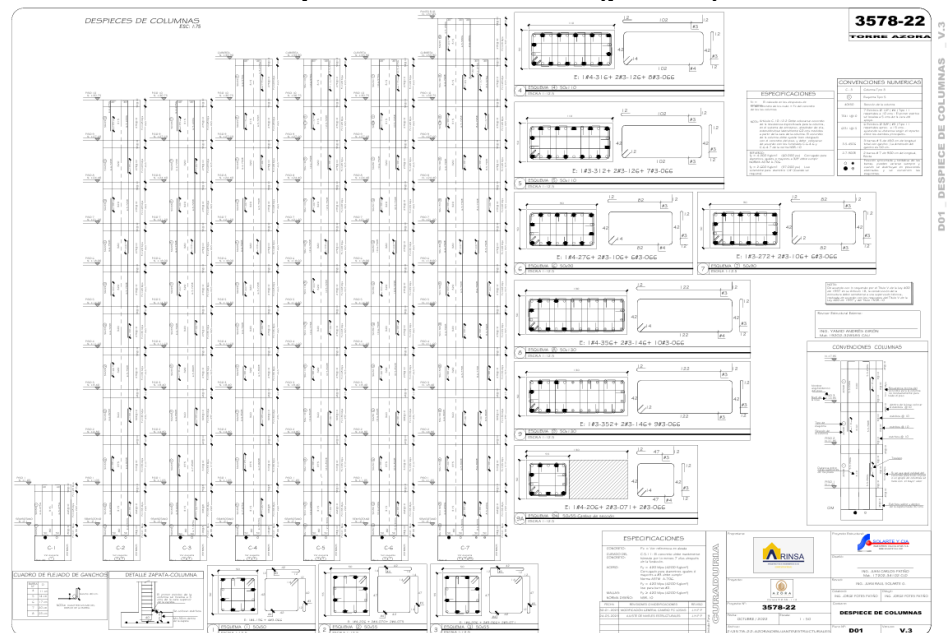
**Figura 29. Plano en planta de la cimentación**



Fuente: PATIÑO, Juan Carlos. Planta de cimentación N.E. – 2.1 – Detalles [Plano]. Escala: 1:50. Octubre de 2022.

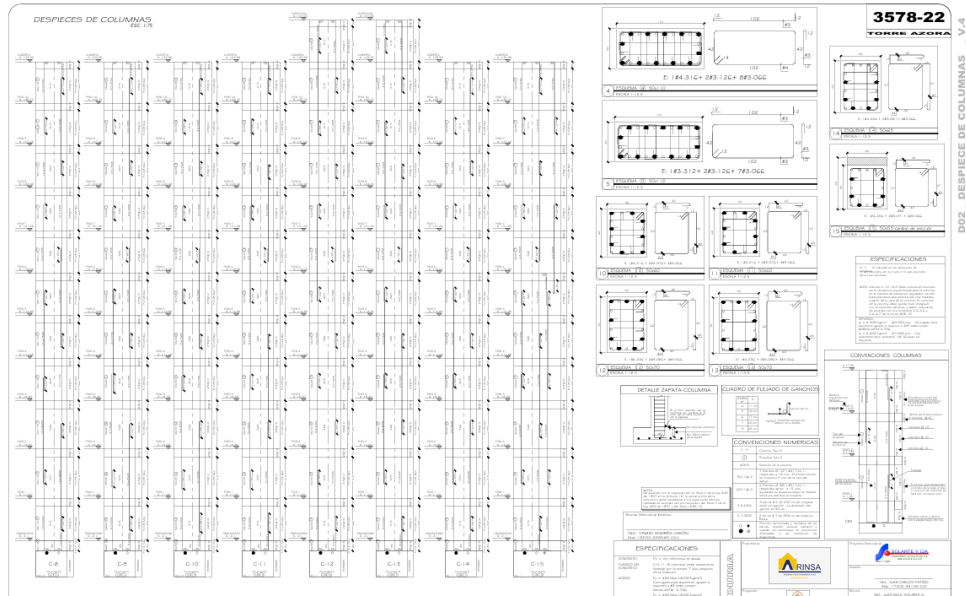
Seguidamente, en la Figura 30 y Figura 31 se puede observar el despiece de las columnas con sus respectivas propiedades de material.

**Figura 30. Planos de despiece de columnas (parte 1)**



Fuente: PATIÑO, Juan Carlos. Despiece de columnas – D01 [Plano]. Escala: 1:50. Octubre de 2022.

Figura 31. Planos de despiece de columnas (parte 2)



Fuente: PATIÑO, Juan Carlos. Despiece de columnas – D02 [Plano]. Escala: 1:50. Octubre de 2022.

Ahora, en la Tabla 13 y Tabla 14 se puede observar la memoria de calculo que contiene las solicitudes empleadas producto de la combinación de carga más crítica de cada columna.

Tabla 13. Solicitación de carga más crítica de la columna

| Column | Story | L    | Lu   | Sec | bxbh   | TIES                | XTIES | Sec | LdCmb | Pu     | Mu2   | Mu3   | RHO    | As    |
|--------|-------|------|------|-----|--------|---------------------|-------|-----|-------|--------|-------|-------|--------|-------|
| A-2    | SOT   | 3.15 | 2.68 | 8   | 50x55  | 8 #3 @ 8 cm (end)   | 3 (b) | Top | 25    | 483.94 | 15.36 | 14.63 | 0.0163 | 44.73 |
|        |       |      |      | 3   |        | 10 #3 @ 15 cm (ctr) | 3 (h) | Bot | 25    | 483.94 | 15.36 | 14.63 | 0.0163 | 44.73 |
| A'-2   | SOT   | 3.15 | 2.71 | 1   | 50x50  | 7 #3 @ 8 cm (end)   | 2 (b) | Top | 23    | 14.06  | 12.77 | 2.61  | 0.0100 | 25.00 |
|        |       |      |      | 2   |        | 11 #3 @ 15 cm (ctr) | 2 (h) | Bot | 19    | 8.60   | 5.38  | 12.35 | 0.0100 | 25.00 |
| E-1    | SOT   | 3.15 | 2.71 | 1   | 50x50  | 7 #3 @ 8 cm (end)   | 2 (b) | Top | 31    | -8.02  | 9.48  | 1.75  | 0.0100 | 25.00 |
|        |       |      |      | 2   |        | 11 #3 @ 15 cm (ctr) | 2 (h) | Bot | 33    | -7.27  | 10.87 | 4.50  | 0.0100 | 25.00 |
| D-1    | 10    | 3.15 | 2.65 | 6   | 50x110 | 33 #3 @ 8 cm        | 5 (b) | Top | 1     | 28.77  | 4.86  | 8.93  | 0.0100 | 55.00 |
|        |       |      |      | 2   |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1     | 28.77  | 4.91  | 9.56  | 0.0100 | 55.00 |
| D-1    | 9     | 3.15 | 2.65 | 6   | 50x110 | 33 #3 @ 8 cm        | 5 (b) | Top | 1     | 66.92  | 3.23  | 10.01 | 0.0100 | 55.00 |
|        |       |      |      | 2   |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1     | 66.92  | 4.05  | 9.81  | 0.0100 | 55.00 |
| D-1    | 8     | 3.20 | 2.65 | 6   | 50x110 | 33 #3 @ 8 cm        | 5 (b) | Top | 1     | 111.05 | 5.36  | 10.44 | 0.0100 | 55.00 |
|        |       |      |      | 2   |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1     | 111.05 | 5.36  | 11.04 | 0.0100 | 55.00 |
| D-1    | 7     | 3.20 | 2.65 | 6   | 50x110 | 33 #3 @ 8 cm        | 5 (b) | Top | 1     | 152.96 | 7.38  | 11.23 | 0.0100 | 55.00 |
|        |       |      |      | 2   |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1     | 152.96 | 7.38  | 10.79 | 0.0100 | 55.00 |
| D-1    | 6     | 3.20 | 2.65 | 6   | 50x110 | 33 #3 @ 8 cm        | 5 (b) | Top | 1     | 194.31 | 9.37  | 9.70  | 0.0100 | 55.00 |
|        |       |      |      | 2   |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1     | 194.31 | 9.37  | 9.15  | 0.0100 | 55.00 |
| D-1    | 5     | 3.20 | 2.65 | 6   | 50x110 | 33 #3 @ 8 cm        | 5 (b) | Top | 1     | 237.03 | 11.43 | 9.02  | 0.0100 | 55.00 |
|        |       |      |      | 2   |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1     | 237.03 | 11.43 | 9.51  | 0.0100 | 55.00 |
| D-1    | 4     | 3.20 | 2.65 | 6   | 50x110 | 37 #3 @ 7 cm        | 6 (b) | Top | 1     | 277.23 | 13.37 | 10.57 | 0.0100 | 55.00 |
|        |       |      |      | 3   |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1     | 277.23 | 13.37 | 9.70  | 0.0100 | 55.00 |
| D-1    | 3     | 3.20 | 2.65 | 6   | 50x110 | 37 #3 @ 7 cm        | 6 (b) | Top | 1     | 319.22 | 15.40 | 9.65  | 0.0100 | 55.00 |
|        |       |      |      | 3   |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1     | 319.22 | 15.40 | 9.65  | 0.0100 | 55.00 |
| D-1    | 2     | 3.60 | 2.95 | 6   | 50x110 | 17 #3 @ 7 cm (end)  | 6 (b) | Top | 1     | 356.55 | 17.20 | 10.78 | 0.0100 | 55.00 |
|        |       |      |      | 3   |        | 4 #3 @ 14 cm (ctr)  | 2 (h) | Bot | 1     | 356.55 | 17.20 | 10.78 | 0.0100 | 55.00 |
| D-1    | 1     | 3.75 | 3.10 | 6   | 50x110 | 17 #3 @ 7 cm (end)  | 6 (b) | Top | 1     | 389.30 | 18.78 | 11.77 | 0.0100 | 55.00 |
|        |       |      |      | 3   |        | 5 #3 @ 14 cm (ctr)  | 2 (h) | Bot | 1     | 389.30 | 18.78 | 11.77 | 0.0100 | 55.00 |
| D-1    | SOT   | 3.15 | 2.68 | 6   | 50x110 | 38 #3 @ 7 cm        | 6 (b) | Top | 1     | 421.92 | 20.35 | 12.76 | 0.0100 | 55.00 |
|        |       |      |      | 3   |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1     | 421.92 | 20.35 | 12.76 | 0.0100 | 55.00 |

Fuente: PATIÑO, Juan Carlos. Resultado de diseño - columnas (DES). Torre Azora Popayán – Análisis y diseño estructural V.6. Colombia: 2024. p. 458.

**Tabla 14. Solicitación de carga más crítica de la columna (continuación)**

|     |     |      |      |   |        |                     |       |     |    |        |       |       |        |       |
|-----|-----|------|------|---|--------|---------------------|-------|-----|----|--------|-------|-------|--------|-------|
| C-1 | 10  | 3.15 | 2.65 | 5 | 50x60  | 10 #3 @ 7 cm (end)  | 2 (b) | Top | 23 | 16.62  | 10.80 | 7.30  | 0.0100 | 30.00 |
|     |     |      |      | 2 |        | 9 #3 @ 14 cm (ctr)  | 2 (h) | Bot | 24 | 17.64  | 9.65  | 9.84  | 0.0100 | 30.00 |
| C-1 | 9   | 3.15 | 2.65 | 5 | 50x60  | 10 #3 @ 7 cm (end)  | 2 (b) | Top | 26 | 51.03  | 13.38 | 13.16 | 0.0100 | 30.00 |
|     |     |      |      | 2 |        | 9 #3 @ 14 cm (ctr)  | 2 (h) | Bot | 21 | 51.04  | 4.07  | 14.48 | 0.0100 | 30.00 |
| C-1 | 8   | 3.20 | 2.65 | 5 | 50x60  | 10 #3 @ 7 cm (end)  | 2 (b) | Top | 23 | 81.84  | 18.57 | 13.21 | 0.0100 | 30.00 |
|     |     |      |      | 2 |        | 9 #3 @ 14 cm (ctr)  | 2 (h) | Bot | 23 | 81.84  | 15.62 | 13.39 | 0.0100 | 30.00 |
| C-1 | 7   | 3.20 | 2.65 | 5 | 50x60  | 10 #3 @ 7 cm (end)  | 2 (b) | Top | 26 | 125.58 | 21.51 | 15.98 | 0.0100 | 30.00 |
|     |     |      |      | 2 |        | 9 #3 @ 14 cm (ctr)  | 2 (h) | Bot | 23 | 115.42 | 17.65 | 14.53 | 0.0100 | 30.00 |
| C-1 | 6   | 3.20 | 2.65 | 5 | 50x60  | 10 #3 @ 7 cm (end)  | 2 (b) | Top | 31 | 103.66 | 21.80 | 10.79 | 0.0100 | 30.00 |
|     |     |      |      | 2 |        | 9 #3 @ 14 cm (ctr)  | 2 (h) | Bot | 31 | 103.66 | 20.18 | 9.29  | 0.0100 | 30.00 |
| C-1 | 5   | 3.20 | 2.65 | 5 | 50x60  | 10 #3 @ 7 cm (end)  | 2 (b) | Top | 31 | 127.58 | 23.79 | 9.99  | 0.0100 | 30.00 |
|     |     |      |      | 2 |        | 9 #3 @ 14 cm (ctr)  | 2 (h) | Bot | 31 | 127.58 | 23.46 | 10.13 | 0.0100 | 30.00 |
| C-1 | 4   | 3.20 | 2.65 | 5 | 50x60  | 10 #3 @ 7 cm (end)  | 2 (b) | Top | 1  | 242.85 | 8.07  | 9.79  | 0.0100 | 30.00 |
|     |     |      |      | 2 |        | 9 #3 @ 14 cm (ctr)  | 2 (h) | Bot | 1  | 242.85 | 8.07  | 9.00  | 0.0100 | 30.00 |
| C-1 | 3   | 3.20 | 2.65 | 5 | 50x60  | 10 #3 @ 7 cm (end)  | 2 (b) | Top | 1  | 282.71 | 9.40  | 8.55  | 0.0100 | 30.00 |
|     |     |      |      | 2 |        | 9 #3 @ 14 cm (ctr)  | 2 (h) | Bot | 23 | 253.00 | 30.45 | 14.27 | 0.0100 | 30.00 |
| C-1 | 2   | 3.60 | 2.95 | 5 | 50x60  | 10 #3 @ 7 cm (end)  | 3 (b) | Top | 31 | 196.20 | 33.04 | 12.05 | 0.0100 | 30.00 |
|     |     |      |      | 3 |        | 11 #3 @ 14 cm (ctr) | 2 (h) | Bot | 31 | 196.20 | 34.09 | 12.46 | 0.0100 | 30.00 |
| C-1 | 1   | 3.75 | 3.10 | 5 | 50x60  | 10 #3 @ 7 cm (end)  | 3 (b) | Top | 21 | 365.68 | 12.16 | 32.57 | 0.0100 | 30.00 |
|     |     |      |      | 3 |        | 12 #3 @ 14 cm (ctr) | 2 (h) | Bot | 21 | 365.68 | 12.16 | 43.23 | 0.0183 | 54.96 |
| C-1 | SQT | 3.15 | 2.68 | 5 | 50x60  | 10 #3 @ 7 cm (end)  | 3 (b) | Top | 1  | 380.48 | 12.65 | 11.51 | 0.0100 | 30.00 |
|     |     |      |      | 3 |        | 9 #3 @ 14 cm (ctr)  | 2 (h) | Bot | 1  | 380.48 | 12.65 | 11.51 | 0.0100 | 30.00 |
| B-1 | 10  | 3.15 | 2.65 | 6 | 50x110 | 33 #3 @ 8 cm        | 5 (b) | Top | 1  | 32.39  | 4.60  | 7.95  | 0.0100 | 55.00 |
|     |     |      |      | 2 |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1  | 32.39  | 5.15  | 8.89  | 0.0100 | 55.00 |
| B-1 | 9   | 3.15 | 2.65 | 6 | 50x110 | 33 #3 @ 8 cm        | 5 (b) | Top | 1  | 72.16  | 12.95 | 9.75  | 0.0100 | 55.00 |
|     |     |      |      | 2 |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1  | 72.16  | 10.01 | 10.11 | 0.0100 | 55.00 |
| B-1 | 8   | 3.20 | 2.65 | 6 | 50x110 | 33 #3 @ 8 cm        | 5 (b) | Top | 1  | 116.15 | 11.50 | 10.15 | 0.0100 | 55.00 |
|     |     |      |      | 2 |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1  | 116.15 | 11.44 | 9.66  | 0.0100 | 55.00 |
| B-1 | 7   | 3.20 | 2.65 | 6 | 50x110 | 33 #3 @ 8 cm        | 5 (b) | Top | 1  | 162.96 | 10.98 | 8.87  | 0.0100 | 55.00 |
|     |     |      |      | 2 |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1  | 162.96 | 11.57 | 8.87  | 0.0100 | 55.00 |
| B-1 | 6   | 3.20 | 2.65 | 6 | 50x110 | 33 #3 @ 8 cm        | 5 (b) | Top | 1  | 209.44 | 10.10 | 9.34  | 0.0100 | 55.00 |
|     |     |      |      | 2 |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1  | 209.44 | 10.53 | 9.61  | 0.0100 | 55.00 |
| B-1 | 5   | 3.20 | 2.65 | 6 | 50x110 | 33 #3 @ 8 cm        | 5 (b) | Top | 1  | 252.77 | 12.19 | 10.20 | 0.0100 | 55.00 |
|     |     |      |      | 2 |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1  | 252.77 | 12.19 | 10.03 | 0.0100 | 55.00 |
| B-1 | 4   | 3.20 | 2.65 | 6 | 50x110 | 37 #3 @ 7 cm        | 6 (b) | Top | 1  | 295.57 | 14.26 | 9.91  | 0.0100 | 55.00 |
|     |     |      |      | 3 |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1  | 295.57 | 14.26 | 8.94  | 0.0100 | 55.00 |
| B-1 | 3   | 3.20 | 2.65 | 6 | 50x110 | 37 #3 @ 7 cm        | 6 (b) | Top | 1  | 340.79 | 16.44 | 10.31 | 0.0100 | 55.00 |
|     |     |      |      | 3 |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1  | 340.79 | 16.44 | 10.31 | 0.0100 | 55.00 |
| B-1 | 2   | 3.60 | 2.95 | 6 | 50x110 | 17 #3 @ 7 cm (end)  | 6 (b) | Top | 1  | 381.60 | 18.41 | 11.54 | 0.0100 | 55.00 |
|     |     |      |      | 3 |        | 4 #3 @ 14 cm (ctr)  | 2 (h) | Bot | 1  | 381.60 | 18.41 | 11.54 | 0.0100 | 55.00 |
| B-1 | 1   | 3.75 | 3.10 | 6 | 50x110 | 17 #3 @ 7 cm (end)  | 6 (b) | Top | 1  | 415.80 | 20.06 | 12.57 | 0.0100 | 55.00 |
|     |     |      |      | 3 |        | 5 #3 @ 14 cm (ctr)  | 2 (h) | Bot | 1  | 415.80 | 20.06 | 12.57 | 0.0100 | 55.00 |
| B-1 | SQT | 3.15 | 2.68 | 6 | 50x110 | 38 #3 @ 7 cm        | 6 (b) | Top | 1  | 454.31 | 21.92 | 13.74 | 0.0100 | 55.00 |
|     |     |      |      | 3 |        | ---                 | 2 (h) | Bot | 1  | 454.31 | 21.92 | 13.74 | 0.0100 | 55.00 |

Fuente: PATIÑO, Juan Carlos. Resultado de diseño - Columnas (DES). Torre Azora Popayán – Análisis y diseño estructural V.6. Colombia: 2024. p. 458.

Con base en la información ilustrada en la Figura 29, Figura 30, Figura 31 y Tabla 13, se verificó la resistencia a la flexo-compresión de cada una de las columnas mediante el diagrama de interacción. Este análisis se llevó a cabo considerando las propiedades del material, la geometría de la sección y las solicitaciones de carga resultantes del equilibrio de la estructura. Se empleó una hoja de cálculo de uso libre desarrollada por el Ingeniero Camilo Andrés Meléndez Gómez, titulada “DIAGRAMA DE INTERACCIÓN COLUMNAS – NSR10 V1.0” y que se encuentra en la plataforma digital <https://www.youtube.com/watch?v=4rP9s1onCRw&t=1s><sup>3</sup>, la cual se muestra desde la Figura 32 hasta la Figura 38. Los criterios de la NSR-10 relacionados con el rango de cuantía de acero en las columnas, la deformación unitaria del concreto y el acero, así como los factores de reducción de resistencia, también se ilustran en dichas figuras.

<sup>3</sup> Camilo Andrés Meléndez Gómez. Diagrama de Interacción Columnas - NSR10 - Hoja de Cálculo [en línea]. Ing. C Meléndez. Última actualización: 17 noviembre 2019. [Consultado el 28 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=4rP9s1onCRw&t=1s>

Como ejemplo de cálculo se realizó el chequeo de flexo-compresión desde el nivel del sótano hasta el nivel 2 de la edificación para la columna C-1 denotada en la Figura 29 y que corresponde al elemento C-9 de la Figura 31.

**Figura 32. Datos de entrada en DIAGRAMA DE INTERACCIÓN COLUMNAS – NSR10 V1.0**

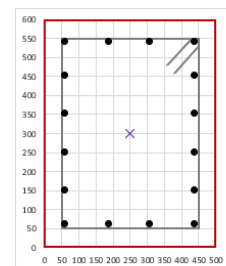
| Requisitos                |                                      |
|---------------------------|--------------------------------------|
| Cap. Dis. Energía         | DES                                  |
| Dimensiones               |                                      |
| Base (X)                  | 500 mm NSR10 C.21.6.1.1              |
| Altura (Y)                | 600 mm NSR10 C.21.6.1.2              |
| Ag                        | 300000 mm <sup>2</sup> NSR10 C.7.7.1 |
| Recubrimiento             | 40 mm                                |
| Altura libre piso         | 2600 mm                              |
| Deformación Unitaria      |                                      |
| $\epsilon_y$              | 0.0021                               |
| $\epsilon_{cu}$           | 0.003 NSR10 C.10.2.3                 |
| Modulo de Elasticidad     |                                      |
| $E_y$                     | 200000.0 MPa NSR10 C.8.5.2           |
| $E_c$                     | 27805.57 MPa NSR10 C.8.5.1           |
| Materiales                |                                      |
| Calidad Acero             | $f_y = 420.0$ MPa                    |
| Calidad Concreto          | $f'_c = 35.0$ MPa                    |
| Cuantía                   |                                      |
| $\rho_{Max}$              | 4.00%                                |
| $\rho_{min}$              | 1.00%                                |
| $\rho$                    | 1.79% NSR10 C.10.9.1                 |
| Coeficientes de Reducción |                                      |
| Confinamiento             | Estribos                             |
| Compresión                | $\phi = 0.65$ NSR10 C.9.3.2.2        |
| $\beta_1$                 | 0.8 NSR10 C.10.2.7.3                 |
| Cortante                  | $\phi = 0.75$ NSR10 C.9.3.2.3        |
| Tracción                  | $\phi = 0.90$                        |

Fuente: Elaboración propia

Se ubicó por medio de coordenadas cartesianas cada varilla de refuerzo longitudinal del elemento de estudio con su respectivo diámetro, tal como se muestra en la Figura 33.

**Figura 33. Ubicación del acero de refuerzo en DIAGRAMA DE INTERACCIÓN COLUMNAS – NSR10 V1.0**

| Localización del Acero |             |        |          |                         |
|------------------------|-------------|--------|----------|-------------------------|
| Barra No.              | Coordenadas |        | Diámetro | Área (mm <sup>2</sup> ) |
|                        | X mm        | Y mm   |          |                         |
| 1                      | 60.00       | 60.00  | 34"      | 284                     |
| 2                      | 390.00      | 60.00  | 7/8"     | 387                     |
| 3                      | 390.00      | 60.00  | 34"      | 284                     |
| 4                      | 440.00      | 60.00  | 7/8"     | 387                     |
| 5                      | 60.00       | 150.00 | 7/8"     | 387                     |
| 6                      | 440.00      | 150.00 | 34"      | 284                     |
| 7                      | 60.00       | 250.00 | 34"      | 284                     |
| 8                      | 440.00      | 250.00 | 7/8"     | 387                     |
| 9                      | 60.00       | 350.00 | 7/8"     | 387                     |
| 10                     | 440.00      | 350.00 | 34"      | 284                     |
| 11                     | 60.00       | 450.00 | 34"      | 284                     |
| 12                     | 440.00      | 450.00 | 7/8"     | 387                     |
| 13                     | 60.00       | 540.00 | 7/8"     | 387                     |
| 14                     | 390.00      | 540.00 | 34"      | 284                     |
| 15                     | 390.00      | 540.00 | 7/8"     | 387                     |
| 16                     | 440.00      | 540.00 | 34"      | 284                     |
| 17                     |             |        |          | 0                       |



Fuente: Elaboración propia

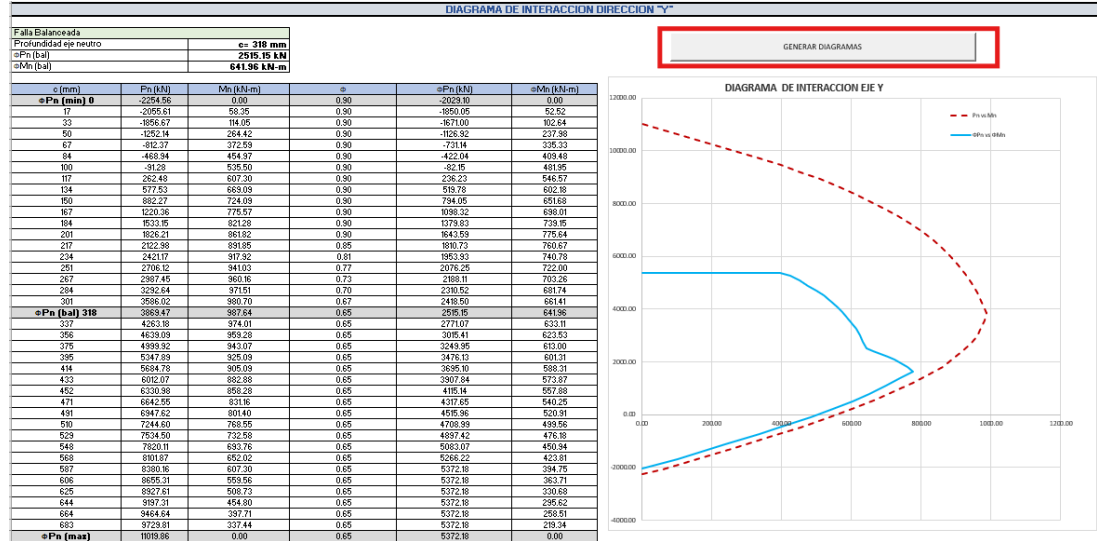
Se generó el cálculo del centroide plástico ilustrado en la figura 41 y el diagrama de interacción de los ejes Y e X del elemento como se muestra en la Figura 35 y Figura 36 respectivamente.

**Figura 34. Centroide plástico en DIAGRAMA DE INTERACCIÓN COLUMNAS – NSR10 V1.0**

| Evaluación del Centroide Plástico |           |
|-----------------------------------|-----------|
| X                                 | 250.00 mm |
| Y                                 | 300.00 mm |

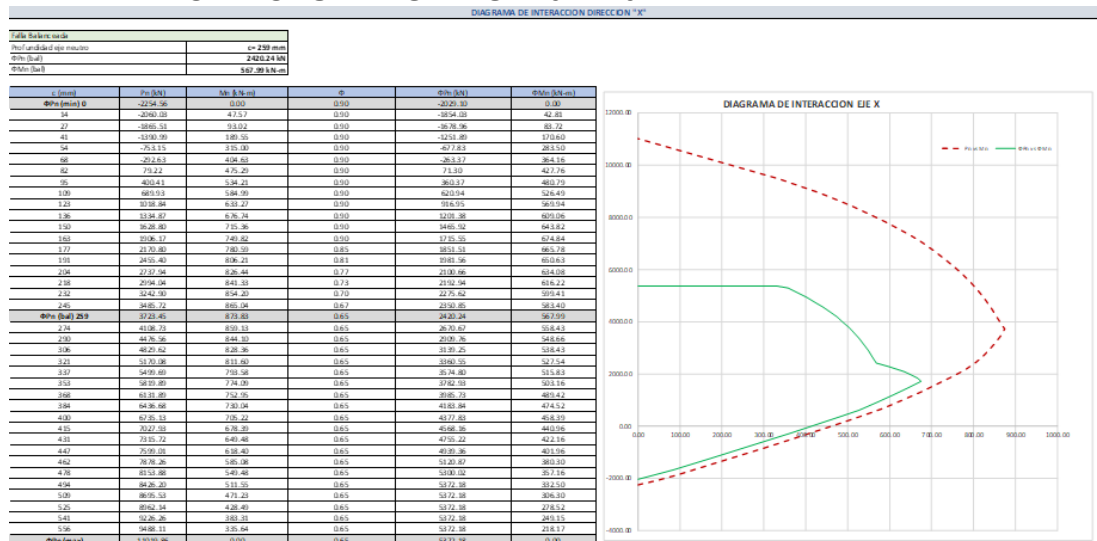
Fuente: Elaboración propia

**Figura 35. Diagrama de interacción para el eje Y en DIAGRAMA DE INTERACCIÓN COLUMNAS – NSR10 V1.0**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 36. Diagrama de interacción para el eje X en DIAGRAMA DE INTERACCIÓN COLUMNAS – NSR10 V1.0**

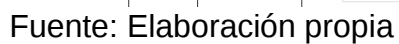


Fuente: Elaboración propia

**Figura 37. Introducir combinación de carga crítica para el eje Y en DIAGRAMA DE INTERACCIÓN COLUMNAS – NSR10 V1.0**



**Figura 38. Introducir combinación de carga crítica para el eje X en DIAGRAMA DE INTERACCIÓN COLUMNAS – NSR10 V1.0**



Se observa que los pares de fuerzas se encuentran dentro de la frontera de resistencia.

A continuación, en la Tabla 15 se puede apreciar el reporte del chequeo realizado del elemento C-9 representado en la Figura 31 que se encuentra en el eje C-1 de la Figura 29.

**Tabla 15. Reporte de chequeo de flexo-compresión**

|                 |                          |                       |                  |                |
|-----------------|--------------------------|-----------------------|------------------|----------------|
| <b>Eje</b>      | C-1                      |                       |                  |                |
| <b>Elemento</b> | C-9                      |                       |                  |                |
| <b>Nivel</b>    | <b>Altura libre (cm)</b> | <b>Dimensión (cm)</b> | <b>F'c (Mpa)</b> | <b>Chequeo</b> |
| 10              | 265                      | 50 x 60               | 28               | ok             |
| 9               | 265                      | 50 x 60               | 28               | ok             |
| 8               | 265                      | 50 x 60               | 28               | ok             |
| 7               | 265                      | 50 x 60               | 28               | ok             |
| 6               | 265                      | 50 x 60               | 28               | ok             |
| 5               | 265                      | 50 x 60               | 28               | ok             |
| 4               | 265                      | 50 x 60               | 28               | ok             |
| 3               | 265                      | 50 x 60               | 28               | ok             |
| 2               | 295                      | 50 x 60               | 35               | ok             |
| 1               | 310                      | 50 x 60               | 35               | ok             |
| sot             | 260                      | 50 x 60               | 35               | ok             |

Fuente: Elaboración propia

El análisis por flexo – compresión realizada por medio del diagrama de interacción de columnas, representados desde la Figura 32 hasta la Figura 38, permite sintetizar los aspectos relevantes del diseño. Como lo son las dimensiones y las propiedades de resistencia de la columna, la cuantía y ubicación del acero, elementos que contribuyen a la determinación del centroide plástico. La falla balanceada, por su parte, describe el punto donde el acero alcanza su límite de fluencia al mismo tiempo que el concreto el de compresión, variando según la dirección de análisis, la cual se identifica en el punto de inflexión del diagrama influenciado por los coeficientes de reducción.

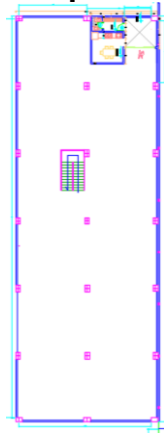
La variabilidad de la ubicación del eje neutro (c) delimita el comportamiento de la sección, permitiendo clasificar y determinar las fuerzas axiales resistentes ( $P_n$ ) a compresión (+) y tracción (-), así como los momentos resistentes ( $M_n$ ), estos últimos calculados a partir del centroide plástico. Esto define la frontera de resistencia de diseño del elemento, obtenida a partir de los pares de fuerzas ( $P_n$ ,  $M_n$ ) juntos con los coeficientes de reducción ( $\phi$ ), estos últimos dependen netamente de la deformación unitaria tanto del acero como del concreto. Como

resultado, este análisis permite evaluar las solicitaciones de carga sobre la columna para las direcciones X e Y.

**3.2.2 Centro de diagnóstico automotor, Popayán – Cauca.** El estudiante apoyó en el diseño estructural del proyecto mencionado en el capítulo 2.2.5 Centro de diagnóstico automotor, Popayán – Cauca. Con base en los planos arquitectónicos suministrados, el uso para el que está destinado la edificación y el estudio de suelos, el estudiante realizó el análisis de carga, diseño la cubierta, la losa de entrepiso, la modelación en Etabs, el análisis estático y dinámico de la estructura, así como el diseño de los elementos estructurales. El diseño de la estructura se realizó empleando el método de análisis estructural dinámico, según los requisitos de artículo A.4<sup>4</sup> y A.5<sup>5</sup> de la NSR-10.

A continuación, se aprecia desde la Figura 39 hasta la Figura 44 los planos arquitectónicos del proyecto.

**Figura 39. Plano arquitectónico en planta del primer nivel**



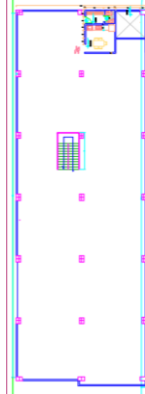
Fuente: TINTINAGO C., Carlos Andrés. Planta general primer piso [Plano]. Escala: 1:25. Septiembre de 2022.

---

<sup>4</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Método de la fuerza horizontal equivalente. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. A-63–A-66.

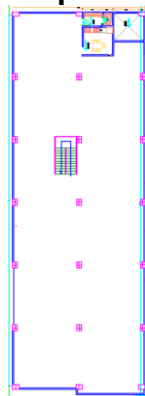
<sup>5</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Método de análisis dinámico. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. A-67–A-72.

**Figura 40. Plano arquitectónico en planta del segundo nivel**



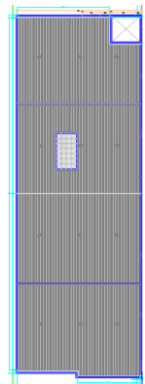
Fuente: TINTINAGO C., Carlos Andrés. Planta general segundo piso [Plano].  
Escala: 1:25. Septiembre de 2022.

**Figura 41. Plano arquitectónico en planta del tercer nivel**



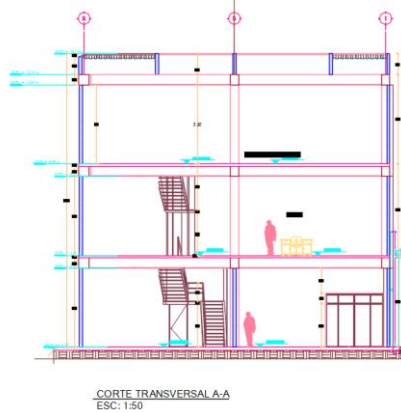
Fuente: TINTINAGO C., Carlos Andrés. Planta general tercer piso [Plano].  
Escala: 1:25. Septiembre de 2022.

**Figura 42. Plano arquitectónico de la cubierta**



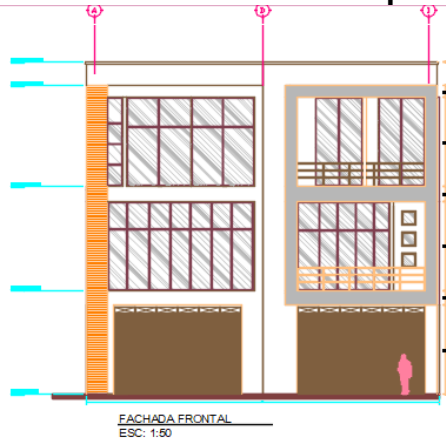
Fuente: TINTINAGO C., Carlos Andrés. Planta de cubiertas [Plano]. Escala:  
1:25. Septiembre de 2022.

**Figura 43. Plano arquitectónico en alzada**



Fuente: TINTINAGO C., Carlos Andrés. Corte transversal A-A [Plano]. Escala: 1:50. Fachadas y cortes. Diciembre de 2021.

**Figura 44. Plano arquitectónico de la fachada principal**



Fuente: TINTINAGO C., Carlos Andrés. Fachada frontal [Plano]. Escala: 1:50. Fachadas y cortes. Diciembre de 2021.

**3.2.2.1 Parámetros de diseño y avalúo de cargas.** Los parámetros de diseño contemplan variables geotécnicas, de sitio y de clasificación de la estructura, las cuales se detallan en la Tabla 16, junto con la referencia bibliográfica correspondiente a la NSR-10.

**Tabla 16. Parámetros de diseño**

| PARÁMETROS DE DISEÑO                               | DIMENSIÓN                                 | NSR-10                |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|
| Ubicación                                          | Popayán - Cauca                           | Propietario           |
| Tipo de sistema estructural                        | Pórticos de concreto resistente a momento | Diseñador estructural |
| Altura de la edificación                           | 13.01 m                                   | Plano arquitectónico  |
| Tipo de perfil del suelo                           | D                                         | Estudio geotécnico    |
| Grado de disipación de energía                     | DES                                       | Tabla A.3-3           |
| Zona de amenaza sísmica                            | Alta                                      | Tabla A.2.3-2         |
| Grupo de uso de la estructura                      | I                                         | A.2.5.1.4             |
| Coef. Aceleración pico efectiva (Aa)               | 0.25                                      | Tabla A.2.3-2         |
| Coef. Velocidad pico efectiva (Av)                 | 0.2                                       | Tabla A.2.3-2         |
| Coef. de importancia (I)                           | 1                                         | Tabla A.2.5-1         |
| Coef. Amplificación para periodos cortos (Fa)      | 1.3                                       | Tabla A.2.4-3         |
| Coef. Amplificación para periodos intermedios (Fv) | 2                                         | Tabla A.2.4-4         |
| Coef. Periodo fundamental (Ct)                     | 0.9                                       | Tabla A.4.2-1         |
| Exponente del periodo fundamental ( $\alpha$ )     | 0.047                                     | Tabla A.4.2-1         |
| Coef. Disipación de básico de energía              | 7.0                                       | Tabla A.3-3           |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 17 se puede apreciar el resumen del avalúo de cargas realizado.

**Tabla 17. Avalúo de cargas**

| Losas de entresijos                |       |                   |                    |
|------------------------------------|-------|-------------------|--------------------|
| Descripción                        | Carga | Unidades          | NSR-10             |
| Carga viva (Oficinas y Cafetería)  | 200   | kg/m <sup>2</sup> | Tabla B.4.2.1-1    |
| Carga viva (Balcones)              | 500   | kg/m <sup>2</sup> | Tabla B.4.2.1-1    |
| Carga muerta (Oficinas)            | 140   | kg/m <sup>2</sup> | Elaboración propia |
| Carga muerta de muros perimetrales | 536   | kg/m              | Elaboración propia |
| Carga muerta (Cafetería)           | 300   | kg/m <sup>2</sup> | Elaboración propia |
| Nivel de cubierta                  |       |                   |                    |
| Descripción                        | Carga | Unidades          | NSR-10             |
| Carga viva                         | 35    | kg/m <sup>2</sup> | Tabla B.4.2.1-2    |
| Carga muerta                       | 30    | kg/m <sup>2</sup> | Elaboración propia |
| Carga muerta de muros perimetrales | 200   | kg/m              | Elaboración propia |

Fuente: Elaboración propia

**3.2.2.2 Diseño de cubierta.** La cubierta proyectada es a dos aguas, con una pendiente de 16° y un sistema estructural compuesta por cerchas metálicas. Para su diseño, se utilizó el software Corpasoft 3, el cual es de uso libre y que se encuentra en la plataforma digital de Corpacero (<https://www.corpacero.com/corpasoft-3-0/><sup>6</sup>). Aplica los criterios del Título F<sup>7</sup> y

<sup>6</sup> CORPACERO S.A. CorpaSoft 3.0 [en línea]. Corpacero – Aliados de acero. Última actualización: enero de 2012. [Consultado el 1 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.corpacero.com/corpasoft-3-0/>

<sup>7</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Estructuras metálicas. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. F-1–F-600.

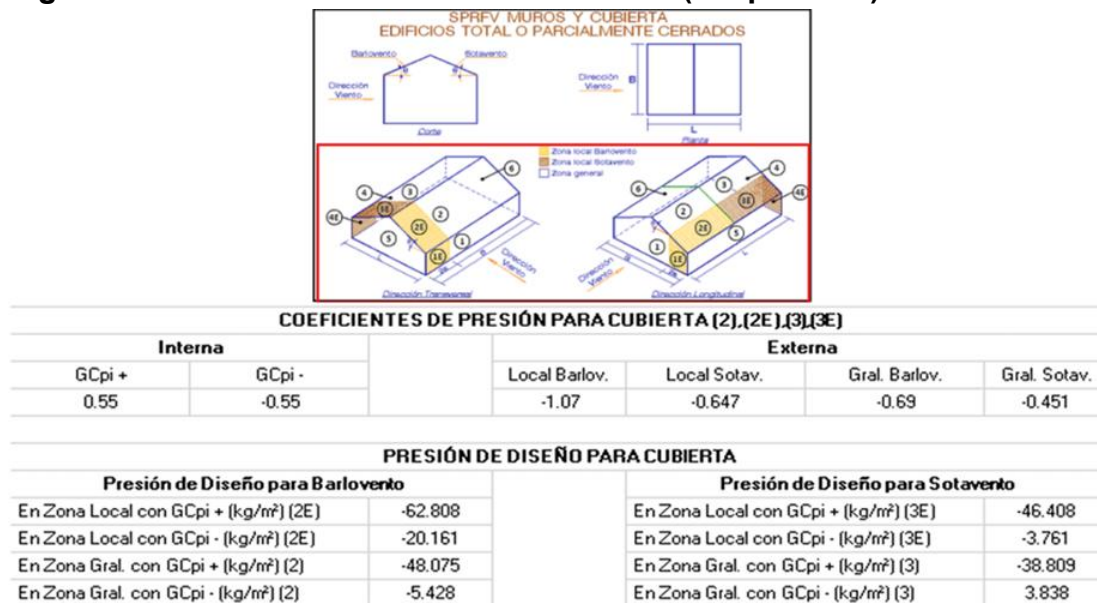
considera las disposiciones del Capítulo B.6<sup>8</sup> de la NSR-10 para el análisis de viento.

**3.2.2.2.1 Análisis de viento.** El análisis de viento se realizó a partir de los planos arquitectónicos del proyecto, así como de las condiciones geográficas y estructurales del diseño. En la Figura 45 se pueden observar los parámetros de diseño, mientras que en la Figura 46 se presentan los resultados.

**Figura 45. Parámetros de entrada para el análisis de viento (Corposoft 3)**

Fuente: Elaboración propia

**Figura 46. Resultados del análisis de viento (Corposoft 3)**



Fuente: Elaboración propia

<sup>8</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Fuerzas de viento. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. B-21–B-82.

El análisis de viento, representado en la Figura 45 y Figura 46, permite apreciar los aspectos relevantes. Entre ellos destacan el tipo de sistema estructural y el grupo de uso que determinan la carga de viento. La clasificación de la estructura, que determina los coeficientes de presión interna. También se considera el ángulo de la cubierta, que define los coeficientes de presión externa según las zonas de influencia en la superficie. Además, características del viento, como su velocidad, la cual depende de la región. Asimismo, se analizan los factores de exposición de la estructura relacionados con la topografía local. De igual modo, la distribución de cargas de viento que se establece conforme a la zona de influencia en la superficie y se clasifica en función de la dirección del viento, identificada como barlovento y sotavento.

Finalmente, los efectos sobre la estructura se representan en fuerzas de succión y presión que actúan sobre las superficies exteriores de la cubierta.

**3.2.2.2.2 Diseño de correas.** El diseño de correas se realizó a partir de los planos arquitectónicos del proyecto, la carga viva según la pendiente de la cubierta y las presiones de viento reflejadas en el análisis de viento. Se proyectó un perfil de acero en C grado 50. En la Figura 47 se puede observar los parámetros de diseño, mientras que en la Tabla 18 un breve resumen de los resultados de análisis y el perfil seleccionado.

**Figura 47. Parámetros de entrada para el diseño de correas (Corpasoft 3)**

**Material:**

|                                                           |         |
|-----------------------------------------------------------|---------|
| Módulo de elasticidad del acero E (kg/cm <sup>2</sup> ):  | 2040000 |
| Esfuerzo de fluencia del Perfil Fy (kg/cm <sup>2</sup> ): | 3500    |
| Esfuerzo último del perfil Fu (kg/cm <sup>2</sup> ):      | 4570    |

**Datos Generales**

Luces (m):

Número de luces: 2 Luces

☒ Sin voladizos ☐ Voladizo extremo izquierdo ☐ Voladizo extremo derecho ☐ Voladizo en ambos extremos

7.35 7.13

Separación correas S(m): 1.5

Pendiente de la cubierta M (%): 16

Tensores a: L/2

**Cargas Sobrepuestas**

Tipo de teja: Arquitectónica (4.32kg/m<sup>2</sup>)

Elementos varios:

- ☒ Lámparas (4kg/m<sup>2</sup>)
- ☐ Tubería Contra Incendio (12kg/m<sup>2</sup>)
- ☐ Impermeabilización (16kg/m<sup>2</sup>)

Carga viva (kg/m<sup>2</sup>): 35

Granizo (kg/m<sup>2</sup>): 0

Otro adicional a los anteriores (kg/m<sup>2</sup>): 5

Viento en presión (kg/m<sup>2</sup>): 40

Viento en succión (kg/m<sup>2</sup>): -62.808

**Arregamiento del alma**

☒ Considerar arregamiento del alma para diseño

Ancho del apoyo (cm): 10

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18. Resultado del análisis del diseño de correas (Corpasoft 3)**

| Designación | Peso negro Kg/m | Momento último Mu (kg.m) | Cortante último Vu (kg) | $(Mux/\phi Mnx)+(Muy/\phi Mny)$ | $(Mux/\phi MnxF)+(Vux/\phi VnxF)$ | $0.91(P/Pn)+(M/Mnxo)$ |
|-------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| P3-12-12    | 9.35            | 1443.56                  | 779.02                  | 0.81                            | 0.56                              | 1.14                  |
| P3-10-11    | 10.02           | 1448.77                  | 782.65                  | 0.88                            | 0.67                              | 1.1                   |
| P-12-11     | 10.53           | 1452.73                  | 785.41                  | 0.95                            | 0.74                              | 1.15                  |
| P3-12-11    | 11.22           | 1458.09                  | 789.14                  | 0.68                            | 0.38                              | 0.91                  |
| P-14-11     | 11.72           | 1461.97                  | 791.85                  | 0.77                            | 0.48                              | 0.98                  |

**Análisis De Deflexiones**

|                                                   |       |    |
|---------------------------------------------------|-------|----|
| Inercia de la sección Ixe (cm4):                  | 1469  |    |
| $\Delta y$ (cm) CV:                               | 0.314 |    |
| $\Delta adm$ (cm) CV: L/240=                      | 3.062 | OK |
| $\Delta y$ (cm) CM+(CV ó G):                      | 0.477 |    |
| $\Delta adm$ (cm) CM+(CV ó G): L/180=             | 4.083 | OK |
| $\Delta y$ (cm) CV en voladizo:                   | 0     |    |
| $\Delta adm$ (cm) CV en voladizo: L/180=          | 0     | NA |
| $\Delta y$ (cm) CM+(CV ó G) en voladizo:          | 0     |    |
| $\Delta adm$ (cm) CM+(CV ó G) en voladizo: L/120= | 0     | NA |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Figura 48 se presentan las propiedades físicas y mecánicas del perfil seleccionado.

**Figura 48. Propiedades físicas y mecánicas del perfil en C (P3-12-12) en Corpasoft 3**

| Propiedades Físicas y Geométricas |        |
|-----------------------------------|--------|
| A (cm):                           | 30.48  |
| B (cm):                           | 7.62   |
| C (cm):                           | 1.91   |
| CALIBRE:                          | 12     |
| ESPESOR, e (cm):                  | 0.25   |
| PESO NEGRO (kg/m):                | 9.35   |
| PESO GALV (kg/m):                 | 9.44   |
| AREA BRUTA (cm²):                 | 11.86  |
| AREA EFECTIVA (cm²):              | 6.59   |
| Ix (cm4):                         | 1535.8 |
| Iex (cm4):                        | 1469.2 |
| Sx (cm³):                         | 100.77 |
| Sxe (cm³):                        | 93.97  |
| Iy (cm4):                         | 76.7   |
| Iey (cm4):                        | 76.7   |
| Sy (cm³):                         | 13.05  |
| Sye (cm³):                        | 12.27  |
| rx (cm):                          | 11.38  |
| ry (cm):                          | 2.54   |
| Xcg (cm):                         | -4.45  |
| Ycg (cm):                         | 0      |
| J (cm4):                          | 0.25   |
| Cw (cm6):                         | 13467  |

Fuente: Elaboración propia

El diseño de correas, representado en la Figura 46 y Tabla 18, destacan aspectos clave para su análisis. Entre ellos se encuentran las propiedades de resistencia del material, que influye en las capacidades de la sección. Así como las condiciones de apoyo del elemento, las cuales permiten evaluar las fuerzas actuantes y las deflexiones admisibles. Además, se considera las cargas sobrepuestas, que determinan las fuerzas de flexión y cortante.

Eventualmente, se analizan los efectos sobre el elemento, representados en la relación demanda – capacidad, considerando la interacción de flexión biaxial, flexión y cortantes combinados, y la combinación de flexión con el arrugamiento del alma. Consecuentemente, a partir el perfil de acero seleccionado se evalúa las deflexiones alcanzadas.

**3.2.2.2.3 Diseño de la cercha en perlines de acero.** El diseño de la cercha metálica se realizó a partir de los planos arquitectónicos del proyecto, el avalúo de cargas y las presiones de viento reflejadas en la Figura 39. Se proyectó un perfil de acero en C grado 50. En la Figura 49 se puede observar los parámetros de diseño, mientras que en la Figura 50 un breve resumen de los resultados del análisis y perfiles seleccionados, que por facilidad constructiva se escogió de una misma dimensión para cada elemento.

**Figura 49. Parámetros de entrada para el diseño de la cercha metálica (Corposoft 3)**

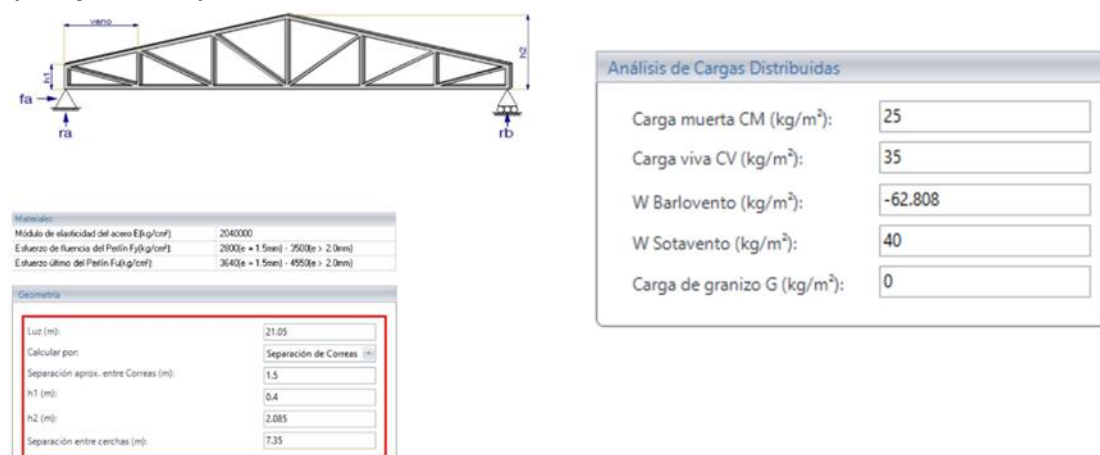
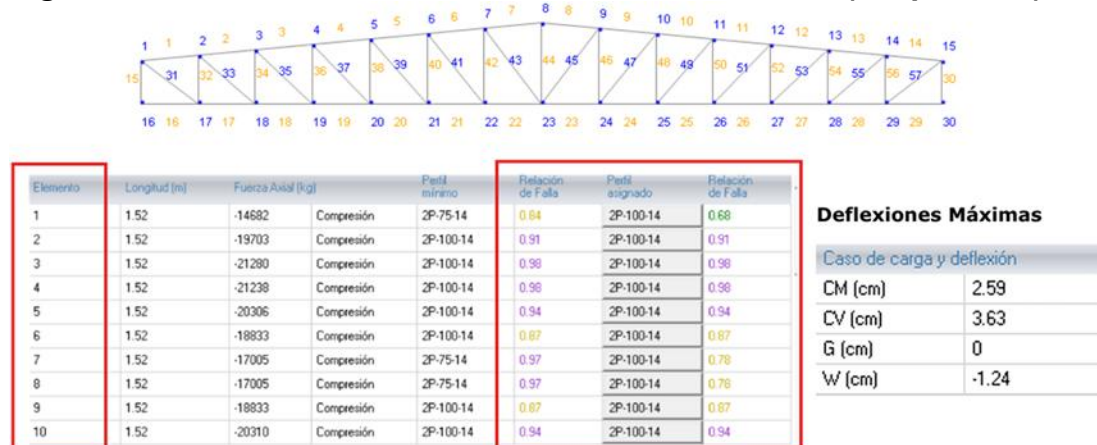


Diagrama de la cercha metálica con los siguientes parámetros:

- Material:
  - Módulo de elasticidad del acero  $E(p/g/cm^2)$ : 2040000
  - Esfuerzo de fluencia del Perfil  $F_y(p/g/cm^2)$ :  $2500(e = 1.5mm) - 3500(e > 2.0mm)$
  - Esfuerzo último del Perfil  $F_u(p/g/cm^2)$ :  $3640(e = 1.5mm) - 4550(e > 2.0mm)$
- Geometría:
  - Luz (m): 21.05
  - Calcular por: Separación de Correas
  - Separación aprox. entre Correas (m): 1.5
  - h1 (m): 0.4
  - h2 (m): 2.085
  - Separación entre cerchas (m): 7.35
- Análisis de Cargas Distribuidas:
  - Carga muerta CM ( $kg/m^2$ ): 25
  - Carga viva CV ( $kg/m^2$ ): 35
  - W Barlovento ( $kg/m^2$ ): -62.808
  - W Sotavento ( $kg/m^2$ ): 40
  - Carga de granizo G ( $kg/m^2$ ): 0

Fuente: Elaboración propia

**Figura 50. Resultado del análisis de la cercha metálica (Corposoft 3)**



Fuente: Elaboración propia

El diseño de la cercha en perlines de acero, representado en la Figura 49 y Figura 50, resalta los aspectos relevantes para su análisis. Entre ellos se encuentran las propiedades de resistencia del material, las cuales afectan la capacidad de los elementos que conforman la cercha. Asimismo, las dimensiones geométricas de la estructura que permiten evaluar las fuerzas actuantes y las deflexiones admisibles. Además, se considera los diferentes tipos de carga presentes en el sistema, que determinan la magnitud de las fuerzas axiales en los elementos y el sentido de las mismas, definiendo si están sometidos a flexión o compresión.

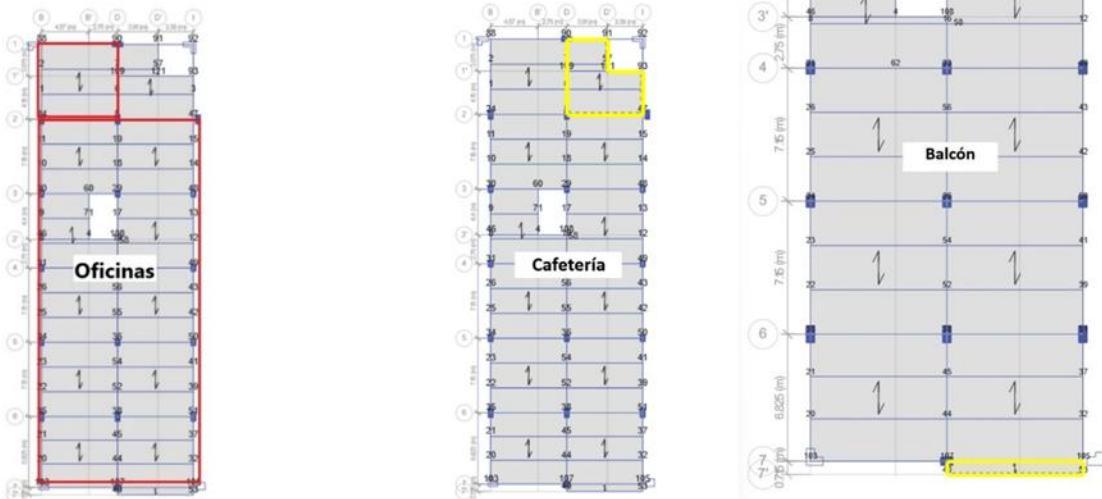
Por último, se analiza la relación demanda-capacidad de los elementos según su clasificación frente a las fuerzas axiales y las deflexiones máximas generadas por las cargas impuestas.

**3.2.2.3 Diseño de losa de entrepiso.** Se utilizó el sistema Metaldeck para la construcción de las losas de entrepiso y perfiles estructurales en cajón conformados en frío para el control de esfuerzos y deflexiones del sistema mencionado. Para su diseño, se utilizó el software Corposoft 3, que aplica los criterios establecidos en el Título F<sup>9</sup> de la NSR-10.

**3.2.2.3.1 Diseño del sistema Metaldeck.** Se empleo el sistema Metaldeck para la construcción de las losas de entrepiso, el cual está compuesto por una lámina metálica de 2" grado 40 y una losa de concreto de 10 cm que trabajan de manera monolítica. Por otra parte, la losa de entrepiso se dividió en tres áreas, las cuales se pueden apreciar en la Figura 51.

<sup>9</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Estructuras metálicas. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. F-1–F-600.

Figura 51. Distribución de áreas



Fuente: Elaboración propia

La Figura 52 muestra las especificaciones de diseño, las cuales incluyen el avalúo de cargas descritas en la Tabla 17, así como las propiedades del material. Mientras que la Figura 53 presenta un breve resumen de los resultados del análisis realizado.

Figura 52. Datos de entrada del sistema Metaldeck (Corpasoft 3)

| Oficinas                                                                                  | Cafetería                                                                                 | Balcón                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Corposoft Tipo:</b> Corposoft 2                                                        | <b>Corposoft Tipo:</b> Corposoft 2                                                        | <b>Corposoft Tipo:</b> Corposoft 2                                                        |
| <b>Materiales</b>                                                                         | <b>Materiales</b>                                                                         | <b>Materiales</b>                                                                         |
| Modulo de elasticidad acero (kg/cm <sup>2</sup> ): 2040000                                | Modulo de elasticidad acero (kg/cm <sup>2</sup> ): 2040000                                | Modulo de elasticidad acero (kg/cm <sup>2</sup> ): 2040000                                |
| Esf. de fluencia Corposoft Fy (kg/cm <sup>2</sup> ): 2800                                 | Esf. de fluencia Corposoft Fy (kg/cm <sup>2</sup> ): 2800                                 | Esf. de fluencia Corposoft Fy (kg/cm <sup>2</sup> ): 2800                                 |
| Modulo de elasticidad concreto (kg/cm <sup>2</sup> ): 181000                              | Modulo de elasticidad concreto (kg/cm <sup>2</sup> ): 181000                              | Modulo de elasticidad concreto (kg/cm <sup>2</sup> ): 181000                              |
| Esf. fluencia acero de refuerzo negativo (kg/cm <sup>2</sup> ): 4300                      | Esf. fluencia acero de refuerzo negativo (kg/cm <sup>2</sup> ): 4300                      | Esf. fluencia acero de refuerzo negativo (kg/cm <sup>2</sup> ): 4300                      |
| Fc Concreto (kg/cm <sup>2</sup> ): 210                                                    | Fc Concreto (kg/cm <sup>2</sup> ): 210                                                    | Fc Concreto (kg/cm <sup>2</sup> ): 210                                                    |
| <b>Especificaciones de la Corposoft</b>                                                   | <b>Especificaciones de la Corposoft</b>                                                   | <b>Especificaciones de la Corposoft</b>                                                   |
| Espesor de la losa (cm): 10                                                               | Espesor de la losa (cm): 10                                                               | Espesor de la losa (cm): 10                                                               |
| Luz entre apoyos permanentes de la lam. (m): 2.39                                         | Luz entre apoyos permanentes de la lam. (m): 2.5                                          | Luz entre apoyos permanentes de la lam. (m): 1                                            |
| Número de luces: 3 o más Luces                                                            | Número de luces: 3 o más Luces                                                            | Número de luces: 1 Luz                                                                    |
| Voladizo: No                                                                              | Voladizo: No                                                                              | Voladizo: Si                                                                              |
| Longitud del voladizo (m): 0                                                              | Longitud del voladizo (m): 0                                                              | Longitud del voladizo (m): 0.79                                                           |
| Nota: Apuntalar voladizo en etapa constructiva                                            | Nota: Apuntalar voladizo en etapa constructiva                                            | Nota: Apuntalar voladizo en etapa constructiva                                            |
| Tipo de apuntalamiento: Centro de la Luz                                                  | Tipo de apuntalamiento: Centro de la Luz                                                  | Tipo de apuntalamiento: Sin apuntalamiento                                                |
| Corposoft sujeta en los extremos (No se requiere verificación por adherencia de cortante) | Corposoft sujeta en los extremos (No se requiere verificación por adherencia de cortante) | Corposoft sujeta en los extremos (No se requiere verificación por adherencia de cortante) |
| <b>Cargas</b>                                                                             | <b>Cargas</b>                                                                             | <b>Cargas</b>                                                                             |
| Carga acabados (kg/m <sup>2</sup> ): 110                                                  | Carga acabados (kg/m <sup>2</sup> ): 110                                                  | Carga acabados (kg/m <sup>2</sup> ): 110                                                  |
| Muros y tabiques (kg/m <sup>2</sup> ): 40                                                 | Muros y tabiques (kg/m <sup>2</sup> ): 100                                                | Muros y tabiques (kg/m <sup>2</sup> ): 40                                                 |
| Carga viva de servicio (kg/m <sup>2</sup> ): 200                                          | Carga viva de servicio (kg/m <sup>2</sup> ): 200                                          | Carga viva de servicio (kg/m <sup>2</sup> ): 300                                          |

Fuente: Elaboración propia

| LOSA_CDA_NUEVO                      |  |           |  | LÁMINA LUBRANTE_LUBRICANTE          |  |           |  | LÁMINA COLABORANTE_VOLADIZO         |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------|--|-----------|--|-------------------------------------|--|-----------|--|-------------------------------------|--|-----------|--|--|--|--|--|--|--|
| Oficinas                            |  |           |  | Cafetería                           |  |           |  | Balcón                              |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Código 201                          |  | Código 18 |  | Código 16                           |  | Código 10 |  | Código 04                           |  | Código 03 |  |  |  |  |  |  |  |
| Definición por peso propio App (kg) |  |           |  | Definición por peso propio App (kg) |  |           |  | Definición por peso propio App (kg) |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 1 (F100) (kg)            |  |           |  | Aplicación 1 (F100) (kg)            |  |           |  | Aplicación 1 (F100) (kg)            |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 2 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 2 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 2 (kg)                   |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 3 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 3 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 3 (kg)                   |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 4 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 4 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 4 (kg)                   |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 5 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 5 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 5 (kg)                   |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 6 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 6 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 6 (kg)                   |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 7 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 7 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 7 (kg)                   |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 8 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 8 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 8 (kg)                   |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 9 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 9 (kg)                   |  |           |  | Aplicación 9 (kg)                   |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 10 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 10 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 10 (kg)                  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 11 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 11 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 11 (kg)                  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 12 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 12 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 12 (kg)                  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 13 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 13 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 13 (kg)                  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 14 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 14 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 14 (kg)                  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 15 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 15 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 15 (kg)                  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 16 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 16 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 16 (kg)                  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 17 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 17 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 17 (kg)                  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 18 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 18 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 18 (kg)                  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 19 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 19 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 19 (kg)                  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 20 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 20 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 20 (kg)                  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 21 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 21 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 21 (kg)                  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 22 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 22 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 22 (kg)                  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 23 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 23 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 23 (kg)                  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación 24 (kg)                  |  |           |  | Aplicación 24 (kg)                  |  |           |  |                                     |  |           |  |  |  |  |  |  |  |

A continuación, en la Tabla 19 se presentan las propiedades físicas y mecánicas del calibre de la sección seleccionada.

| CALIBRE | ESPESOR<br>mm | PESO<br>GALVANIZADO<br>Kg/m² | A efectivo<br>cm² | I total<br>cm⁴ | Sp efectivo<br>cm³ | Sn efectivo<br>cm³ |
|---------|---------------|------------------------------|-------------------|----------------|--------------------|--------------------|
| 22      | 0.75          | 7.41                         | 9.03              | 49.15          | 14.76              | 13.71              |
| 20      | 0.9           | 8.84                         | 11.16             | 58.99          | 19.05              | 17.80              |
| 18      | 1.2           | 11.72                        | 15.53             | 78.67          | 27.98              | 26.35              |
| 16      | 1.5           | 14.59                        | 19.40             | 98.36          | 36.75              | 33.31              |

El análisis del sistema metaldeck, representado en la Figura 52 y Figura 53, resalta los aspectos relevantes del diseño. Como lo son las propiedades de resistencia de los materiales que conforman la sección compuesta, integrada por concreto y el acero, las cuales determinan la capacidad de la sección para resistir tanto los efectos de flexión como de cortante. También, las especificaciones constructivas y de apoyo, que permiten evaluar las fuerzas actuantes y las deflexiones admisibles. Además, se refleja las cargas impuestas, las cuales generan las fuerzas de flexión y de cortante a los que es sometido el sistema, que, debido al comportamiento de la sección, el concreto asume el cortante generado, mientras que los efectos de flexión son soportados en conjunto por ambos materiales.

Por otra parte, los efectos de flexión generados en los apoyos que sobrepasen la resistencia de la sección, serán suplidos con refuerzo de acero y según demande el estudio realizado. Finalmente, se denotan los efectos sobre la sección, representados en la relación demanda – capacidad tanto para efectos de flexión como para cortante, y las deflexiones máximas generadas por las cargas impuestas, según el calibre de la lámina colaborante (corpulosa).

**3.2.2.3.2 Diseño de viguetas en acero estructural.** Se utilizaron perfiles estructurales en cajones conformados en frío, grado 50. El diseño del elemento se dividió en dos áreas: la de las oficinas y la de la cafetería, las cuales se pueden apreciar en la Figura 51. La Figura 54 muestra las especificaciones de diseño, las cuales incluyen el avalúo de cargas descritas en la Tabla 17, así como las propiedades del material. Mientras que en la Tabla 20 y Tabla 21 se presenta un breve resumen de los resultados del análisis realizado, donde se puede observar el perfil seleccionado.

**Figura 54. Datos de entrada para el diseño de perlines (Corpasoft 3)**

**Oficinas**

**Condiciones de Luz**

Tipo de luz: Luz continua un extremo

Apuntalamiento temporal: Con apuntalamiento

**Conectores de Cortante**

Fu conector (kg/cm<sup>2</sup>): 4200

Tipo de conector: Canal

Forma del conector: +

Separación conectores Sc(cm): 30

Espesor canal: Longitud: tf,tws=6.0mm; L=50mm

**Cargas**

Acabados (kg/m<sup>2</sup>): 110

Muros y tabiques (kg/m<sup>2</sup>): 30

Viva (kg/m<sup>2</sup>): 200

Carga sobrepuesta (kg/m<sup>2</sup>): 340

**Propiedades del Entrepiso**

Resistencia del concreto (kg/cm<sup>2</sup>): 210

Peso del concreto (kg/m<sup>3</sup>): 2300

Mod. elast. concreto E(kg/cm<sup>2</sup>): 181142

Altura Corpulosa hr(pulg): 2

Espesor losa (cm): 10

Calibre de lámina: 22

**Propiedades de la Vigueta**

Módulo del acero Es(kg/cm<sup>2</sup>): 2040000

Fluencia del Perlin Fy (kg/cm<sup>2</sup>): 3500

Fluencia de la platina Fy (kg/cm<sup>2</sup>): +

Luz entre apoyos (m): 7.32

Separación de viguetas (m): 2.39

**Cafetería**

**Propiedades del Entrepiso**

Resistencia del concreto (kg/cm<sup>2</sup>): 210

Peso del concreto (kg/m<sup>3</sup>): 2300

Mod. elast. concreto E(kg/cm<sup>2</sup>): 181142

Altura Corpulosa hr(pulg): 2

Espesor losa (cm): 10

Calibre de lámina: 22

**Propiedades de la Vigueta**

Módulo del acero Es(kg/cm<sup>2</sup>): 2040000

Fluencia del Perlin Fy (kg/cm<sup>2</sup>): 3500

Fluencia de la platina Fy (kg/cm<sup>2</sup>): +

Luz entre apoyos (m): 7.32

Separación de viguetas (m): 2.39

**Condiciones de Luz**

Tipo de luz: Luz continua un extremo

Apuntalamiento temporal: Con apuntalamiento

**Conectores de Cortante**

Fu conector (kg/cm<sup>2</sup>): 4200

Tipo de conector: Canal

Forma del conector: +

Separación conectores Sc(cm): 30

Espesor canal: Longitud: tf,tws=6.0mm; L=50mm

**Cargas**

Acabados (kg/m<sup>2</sup>): 110

Muros y tabiques (kg/m<sup>2</sup>): 190

Viva (kg/m<sup>2</sup>): 200

Carga sobrepuesta (kg/m<sup>2</sup>): 500

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 20. Resultados del análisis estructural para el diseño de perlines en área de oficinas (Corposoft 3)**

| Perlin    | % Sección Compuesta | Peso (k-g/m) | Clasificación | Tipo de sección | Tipo de Diseño  | Mu(±)   | Diseño Plástico | Diseño Elástico | Deflexiones | Cortante Perlin | Momento Negativo |             |           |              |
|-----------|---------------------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|------------------|-------------|-----------|--------------|
|           |                     |              | h/w           |                 |                 | (k-g-m) | Mu/± Mn         | Sx/±Fy          | Sx/±40.95Fc | Sy/±Sadm (CV)   | Sy/±Sadm (CV+CM) | Rigidizador | Mu/1/± Mn | Refuerzo     |
| 2P-9-11   | 96                  | 17.46        | 72            | Compacta        | Diseño plástico | 12044   | 0.91            | 1.17            | 0.60        | 0.30            | 0.06             | No Requiere | 0.02      | 2No.7        |
| 2P-10-11  | 90                  | 10.66        | 90            | Compacta        | Diseño plástico | 12052   | 0.01            | 1.07            | 0.62        | 0.32            | 0.73             | No Requiere | 0.95      | 1No.9        |
| 2P-12-12  | 95                  | 17.54        | 117           | No Compacta     | Diseño elástico | 12044   | 0.76            | 0.99            | 0.52        | 0.25            | 0.50             | No Requiere | 0.95      | 1No.7        |
| 2P-12-11  | 90                  | 21.06        | 97            | No Compacta     | Diseño elástico | 12070   | 0.62            | 0.91            | 0.53        | 0.24            | 0.54             | No Requiere | 0.99      | 1No.6        |
| 2P-14-14  | 100                 | 15.64        | 173           | No Compacta     | Diseño elástico | 12031   | 0.75            | 0.90            | 0.45        | 0.22            | 0.5              | 6 c/27 cm   | 1         | 1No.6        |
| 2P-14-12  | 95                  | 19.54        | 130           | No Compacta     | Diseño elástico | 12059   | 0.61            | 0.90            | 0.45        | 0.19            | 0.44             | No Requiere | 0.99      | Sin Refuerzo |
| 2P-14-11  | 71                  | 23.44        | 114           | No Compacta     | Diseño elástico | 12007   | 0.57            | 0.79            | 0.46        | 0.19            | 0.41             | No Requiere | 0.94      | Sin Refuerzo |
| 2P3-16-14 | 92                  | 19.34        | 76            | Compacta        | Diseño plástico | 12050   | 0.61            | 0.91            | 0.39        | 0.16            | 0.37             | No Requiere | 0.92      | Sin Refuerzo |
| 2P4-16-14 | 84                  | 19.94        | 76            | Compacta        | Diseño plástico | 12062   | 0.56            | 0.77            | 0.39        | 0.15            | 0.35             | No Requiere | 0.79      | Sin Refuerzo |
| 2P3-18-14 | 84                  | 19.94        | 102           | No Compacta     | Diseño elástico | 12062   | 0.51            | 0.72            | 0.34        | 0.13            | 0.3              | No Requiere | 0.77      | Sin Refuerzo |
| 2P4-18-14 | 78                  | 21.54        | 102           | No Compacta     | Diseño elástico | 12073   | 0.47            | 0.68            | 0.34        | 0.12            | 0.28             | No Requiere | 0.67      | Sin Refuerzo |
| 2P3-16-12 | 74                  | 22.92        | 61            | Compacta        | Diseño plástico | 12083   | 0.52            | 0.72            | 0.4         | 0.15            | 0.33             | No Requiere | 0.74      | Sin Refuerzo |
| 2P3-16-12 | 68                  | 24.92        | 61            | Compacta        | Diseño plástico | 12097   | 0.49            | 0.68            | 0.39        | 0.14            | 0.32             | No Requiere | 0.64      | Sin Refuerzo |
| 2P3-18-12 | 68                  | 24.92        | 81            | Compacta        | Diseño plástico | 12087   | 0.45            | 0.64            | 0.36        | 0.12            | 0.27             | No Requiere | 0.63      | Sin Refuerzo |
| 2P3-16-11 | 62                  | 27.52        | 51            | Compacta        | Diseño plástico | 12016   | 0.46            | 0.66            | 0.41        | 0.13            | 0.31             | No Requiere | 0.63      | Sin Refuerzo |
| 2P4-16-11 | 57                  | 29.9         | 51            | Compacta        | Diseño plástico | 12933   | 0.43            | 0.62            | 0.4         | 0.13            | 0.29             | No Requiere | 0.54      | Sin Refuerzo |
| 2P3-18-11 | 57                  | 29.9         | 68            | Compacta        | Diseño plástico | 12933   | 0.4             | 0.58            | 0.36        | 0.11            | 0.25             | No Requiere | 0.53      | Sin Refuerzo |
| 2P4-18-11 | 53                  | 32.3         | 68            | Compacta        | Diseño plástico | 12950   | 0.38            | 0.54            | 0.36        | 0.1             | 0.23             | No Requiere | 0.46      | Sin Refuerzo |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21. Resultados del análisis estructural para el diseño de perlines en área de la cafetería (Corposoft 3)**

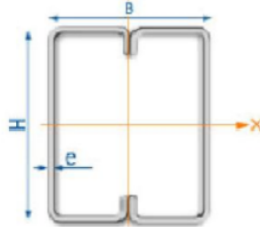
| Perlin    | % Sección Compuesta | Peso (kg/m) | Clasificación | Mu(±)           | Diseño Plástico | Diseño Elástico | Deflexiones | Cortante Perlin | Momento Negativo |               |                  |             |           |              |
|-----------|---------------------|-------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|------------------|---------------|------------------|-------------|-----------|--------------|
|           |                     |             | h/w           | Tipo de sección | Tipo de Diseño  | (kg-m)          | Mu/± Mn     | Sx/±Fy          | Sx/±40.95Fc      | Sy/±Sadm (CV) | Sy/±Sadm (CV+CM) | Rigidizador | Mu/1/± Mn | Refuerzo     |
| 2P-9-11   | 96                  | 17.46       | 72            | Compacta        | Diseño plástico | 12044           | 0.91        | 1.17            | 0.68             | 0.38          | 0.06             | No Requiere | 0.82      | 2No.7        |
| 2P-10-11  | 90                  | 10.66       | 90            | Compacta        | Diseño plástico | 12052           | 0.01        | 1.07            | 0.62             | 0.32          | 0.73             | No Requiere | 0.95      | 1No.8        |
| 2P-12-12  | 95                  | 17.54       | 117           | No Compacta     | Diseño elástico | 12044           | 0.76        | 0.99            | 0.52             | 0.25          | 0.58             | No Requiere | 0.95      | 1No.7        |
| 2P-12-11  | 90                  | 21.06       | 97            | No Compacta     | Diseño elástico | 12070           | 0.62        | 0.91            | 0.53             | 0.24          | 0.54             | No Requiere | 0.99      | 1No.6        |
| 2P-14-14  | 100                 | 15.64       | 173           | No Compacta     | Diseño elástico | 12031           | 0.75        | 0.98            | 0.45             | 0.22          | 0.5              | 6 c/27 cm   | 1         | 1No.6        |
| 2P-14-12  | 85                  | 19.54       | 138           | No Compacta     | Diseño elástico | 12059           | 0.61        | 0.86            | 0.45             | 0.19          | 0.44             | No Requiere | 0.99      | Sin Refuerzo |
| 2P-14-11  | 71                  | 23.44       | 114           | No Compacta     | Diseño elástico | 12007           | 0.57        | 0.79            | 0.46             | 0.18          | 0.41             | No Requiere | 0.84      | Sin Refuerzo |
| 2P3-16-14 | 92                  | 19.34       | 76            | Compacta        | Diseño plástico | 12050           | 0.61        | 0.91            | 0.39             | 0.16          | 0.37             | No Requiere | 0.92      | Sin Refuerzo |
| 2P4-16-14 | 84                  | 19.94       | 76            | Compacta        | Diseño plástico | 12062           | 0.56        | 0.77            | 0.38             | 0.15          | 0.35             | No Requiere | 0.79      | Sin Refuerzo |
| 2P3-18-14 | 84                  | 19.94       | 102           | No Compacta     | Diseño elástico | 12062           | 0.51        | 0.72            | 0.34             | 0.13          | 0.3              | No Requiere | 0.77      | Sin Refuerzo |
| 2P4-18-14 | 78                  | 21.54       | 102           | No Compacta     | Diseño elástico | 12073           | 0.47        | 0.68            | 0.34             | 0.12          | 0.28             | No Requiere | 0.67      | Sin Refuerzo |
| 2P3-16-12 | 74                  | 22.92       | 61            | Compacta        | Diseño plástico | 12083           | 0.52        | 0.72            | 0.4              | 0.15          | 0.33             | No Requiere | 0.74      | Sin Refuerzo |
| 2P4-16-12 | 68                  | 24.92       | 61            | Compacta        | Diseño plástico | 12097           | 0.49        | 0.68            | 0.39             | 0.14          | 0.32             | No Requiere | 0.64      | Sin Refuerzo |
| 2P3-18-12 | 63                  | 26.92       | 81            | Compacta        | Diseño plástico | 12087           | 0.45        | 0.64            | 0.36             | 0.12          | 0.27             | No Requiere | 0.63      | Sin Refuerzo |
| 2P4-18-12 | 63                  | 26.92       | 81            | Compacta        | Diseño plástico | 12911           | 0.43        | 0.6             | 0.35             | 0.11          | 0.25             | No Requiere | 0.54      | Sin Refuerzo |
| 2P3-16-11 | 62                  | 27.52       | 51            | Compacta        | Diseño plástico | 12016           | 0.46        | 0.66            | 0.41             | 0.13          | 0.31             | No Requiere | 0.63      | Sin Refuerzo |
| 2P4-16-11 | 57                  | 29.9        | 51            | Compacta        | Diseño plástico | 12933           | 0.43        | 0.62            | 0.4              | 0.13          | 0.29             | No Requiere | 0.54      | Sin Refuerzo |
| 2P3-18-11 | 57                  | 29.9        | 68            | Compacta        | Diseño plástico | 12933           | 0.4         | 0.58            | 0.36             | 0.11          | 0.25             | No Requiere | 0.53      | Sin Refuerzo |
| 2P4-18-11 | 53                  | 32.3        | 68            | Compacta        | Diseño plástico | 12950           | 0.38        | 0.54            | 0.36             | 0.1           | 0.23             | No Requiere | 0.46      | Sin Refuerzo |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Figura 55 y Figura 56 se presentan las propiedades físicas y mecánicas del perfil metálico seleccionados.

**Figura 55. Propiedades físicas y mecánicas del perfil de acero para la área de las oficinas (2P3-18-12) en Corpsoft 3**

| Propiedades de la Sección Metálica Ensamblada |          |        |
|-----------------------------------------------|----------|--------|
| Altura Hv =                                   | 45.72    | cm     |
| Ancho B =                                     | 15.24    | cm     |
| Espesor e =                                   | 0.25     | cm     |
| Peso =                                        | 24.92    | kg/m   |
| Area =                                        | 32       | cm²    |
| Yb =                                          | 22.86    | cm     |
| Ixx =                                         | 8423     | cm⁴    |
| Sx inf =                                      | 368      | cm³    |
| Sx sup =                                      | 368      | cm³    |
| Est. fibra inf =                              | 3500     | kg/cm² |
| φ*Fy*Sx inf =                                 | 11606.92 | kg-m   |



Fuente: Elaboración propia

**Figura 56. Propiedades físicas y mecánicas del perfil de acero para el área de la cafetería (2P4-18-12) en Corpasoft 3**

| Propiedades de la Sección Metálica Ensamblada |  |       |                    |
|-----------------------------------------------|--|-------|--------------------|
| Altura $H_v$ =                                |  | 45.72 | cm                 |
| Ancho $B$ =                                   |  | 20.32 | cm                 |
| Espesor $e$ =                                 |  | 0.25  | cm                 |
| Peso =                                        |  | 26.92 | kg/m               |
| Área =                                        |  | 34    | cm <sup>2</sup>    |
| $Y_b$ =                                       |  | 22.86 | cm                 |
| $I_{xx}$ =                                    |  | 9736  | cm <sup>4</sup>    |
| $S_x$ inf =                                   |  | 426   | cm <sup>3</sup>    |
| $S_x$ sup =                                   |  | 426   | cm <sup>3</sup>    |
| Est. fibra inf =                              |  | 3500  | kg/cm <sup>2</sup> |
| $\phi^*F_y S_x$ inf =                         |  | 13416 | kg-m               |

Fuente: Elaboración propia

El diseño de viguetas de acero estructural, ilustrado en la Figura 54, en la Tabla 20 y Tabla 21, destaca los aspectos importantes para su análisis y cálculo. Entre estos se incluyen las propiedades de resistencia de los materiales en la sección compuesta, así como las propiedades geométricas del entrepiso y de la vigueta. Estas características permiten determinar el tipo de falla por flexión y la resistencia máxima a flexión.

Además, las condiciones de los apoyos son esenciales para evaluar las fuerzas actuantes y las deflexiones admisibles. La resistencia a la fluencia de los conectores de cortante también juega un papel crítico, ya que define si puede soportar el cortante horizontal y así clasificarse como una sección compuesta. Mientras que la geometría y las condiciones de instalación de los conectores determinan su capacidad de resistencia al cortante.

Asimismo, las cargas aplicadas generan fuerzas de flexión y cortante en el sistema. Debido a su composición compuesta, los efectos de flexión son asumidos en conjunto por ambos materiales, mientras que las fuerzas de cortante recaen exclusivamente sobre el alma del perfil de acero.

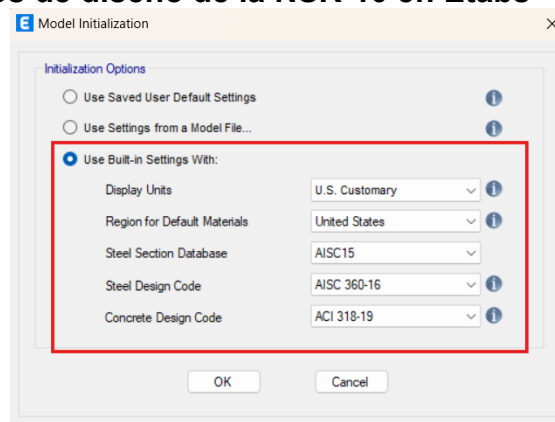
Finalmente, se analizan los efectos en la sección en función de su clasificación (compacta o no compacta), lo que influye en el tipo de diseño (plástico o elástico). Estos factores se reflejan en la relación de trabajo para la tensión y compresión, las deflexiones bajo diferentes cargas y el momento flector en los apoyos. Además, de un evaluó del diseño por cortante reflejado en la necesidad o no de rigidizadores.

**3.2.2.4 Modelación en Etabs.** Se llevó a cabo la modelación estructural utilizando el software especializado ETABS, tomando como base los planos arquitectónicos, los parámetros de diseño establecidos en el inciso 3.2.2.1 Parámetros de diseño y avalúo de cargas, así como en las propiedades físicas

y mecánicas de los elementos. Los resultados del análisis estructural de la cubierta y la losa de entrepiso se encuentran detallados en los apartados 3.2.2.2 Diseño de cubierta y 3.2.2.3 Diseño de losa de entrepiso, respectivamente.

**3.2.2.4.1 Asignación de códigos de diseño, propiedades de los materiales, grilla, elementos y patrones de carga en Etabs.** Se asignan en la modelación los códigos de diseño para el acero y concreto, conforme a lo establecido en la NSR-10, los cuales se presentan en la Figura 57.

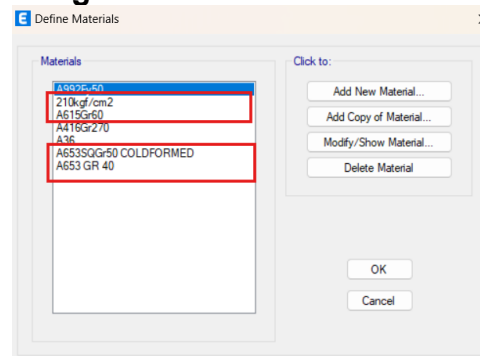
**Figura 57. Códigos de diseño de la NSR-10 en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

Se definen los materiales que conformarán el sistema estructural, asignándoles sus respectivas propiedades físicas y mecánicas. A continuación, en la Figura 58 se presentan los materiales definidos, mientras que en la Figura 59 se detallan las propiedades físicas y mecánicas de cada uno.

**Figura 58. Materiales asignados en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 59. Propiedades físicas y mecánicas de los materiales en Etabs**

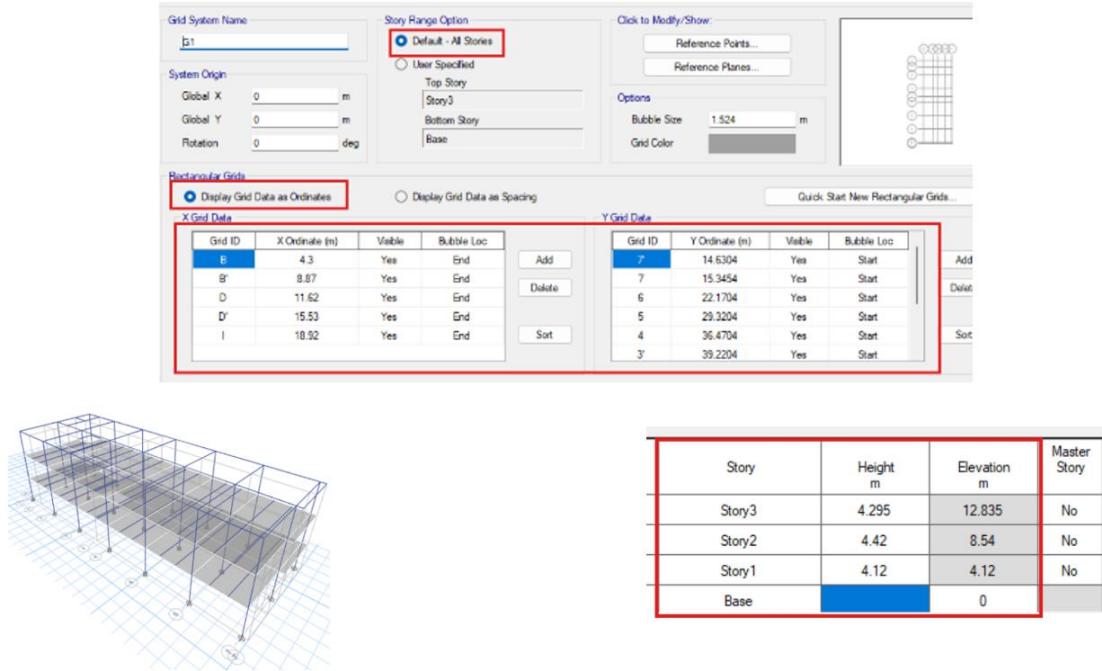
The figure displays four screenshots of the 'Material Property Data' dialog box in Etabs, showing properties for different materials. Each screenshot has red boxes highlighting specific sections:

- Concrete (Top Left):**
  - General Data:** Material Name: 210kgf/cm2, Material Type: Concrete, Directional Symmetry Type: Isotropic, Material Display Color: [Pink], Material Notes: [Empty].
  - Material Weight and Mass:** Specify Weight Density (selected), Weight per Unit Volume: 2400 kgf/m³, Mass per Unit Volume: 244.732 kgf·s³/m⁴.
  - Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 1585500000 kgf/m², Poisson's Ratio, U: 0.2, Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.000055 1/F, Shear Modulus, G: 660625000 kgf/m².
  - Design Property Data:** [Empty].
  - Advanced Material Property Data:** Nonlinear Material Data: [Empty], Material Damping Properties: [Empty], Time Dependent Properties: [Empty].
  - Modulus of Rupture for Cracked Deflections:** Program Default (Based on Concrete Slab Design Code).
- Steel (Top Right):**
  - General Data:** Material Name: I653 GR 40, Material Type: Steel, Directional Symmetry Type: Isotropic, Material Display Color: [Pink], Material Notes: [Empty].
  - Material Weight and Mass:** Specify Weight Density (selected), Weight per Unit Volume: 7800 kgf/m³, Mass per Unit Volume: 795.379 kgf·s³/m⁴.
  - Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 20400000000 kgf/m², Poisson's Ratio, U: 0.3, Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000065 1/F, Shear Modulus, G: 7846153846 kgf/m².
- Cold Formed Steel (Bottom Left):**
  - General Data:** Material Name: I6535QG-50 COLDFORMED, Material Type: ColdFormed, Directional Symmetry Type: Isotropic, Material Display Color: [Green], Material Notes: [Empty].
  - Material Weight and Mass:** Specify Weight Density (selected), Weight per Unit Volume: 7800 kgf/m³, Mass per Unit Volume: 795.379 kgf·s³/m⁴.
  - Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 20400000000 kgf/m², Poisson's Ratio, U: 0.3, Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000065 1/F, Shear Modulus, G: 7846153846 kgf/m².
- Rebar (Bottom Right):**
  - General Data:** Material Name: I615G-60, Material Type: Rebar, Directional Symmetry Type: Uniaxial, Material Display Color: [Yellow], Material Notes: [Empty].
  - Material Weight and Mass:** Specify Weight Density (selected), Weight per Unit Volume: 7849.05 kgf/m³, Mass per Unit Volume: 800.38 kgf·s³/m⁴.
  - Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 20389019158 kgf/m², Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000065 1/F.

Fuente: Elaboración propia

Se define la grilla que establece la geometría de la estructura. En la Figura 60 se muestra la distribución geométrica.

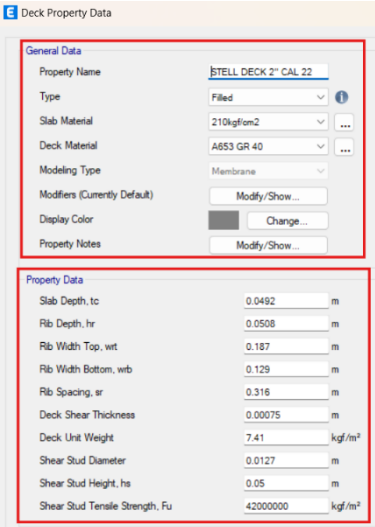
Figura 60. Distribución geométrica de la grilla en Etabs



Fuente: Elaboración propia

Se crean los elementos que harán parte del sistema estructural y no estructural, asignándole las propiedades mecánicas y físicas, los cuales se pueden apreciar desde la Figura 61 hasta la Figura 63.

Figura 61. Creación del elemento del sistema Metaldeck en Etabs



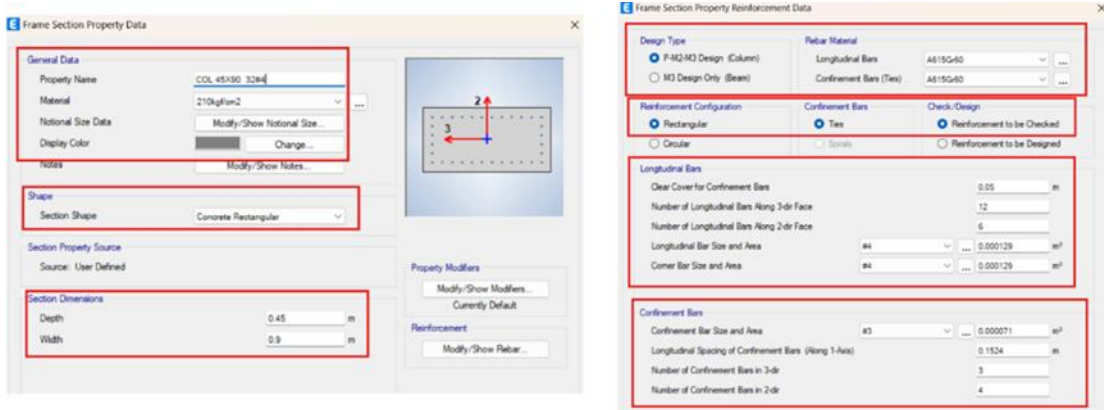
Fuente: Elaboración propia

**Figura 62. Creación del elemento viguetas de acero en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

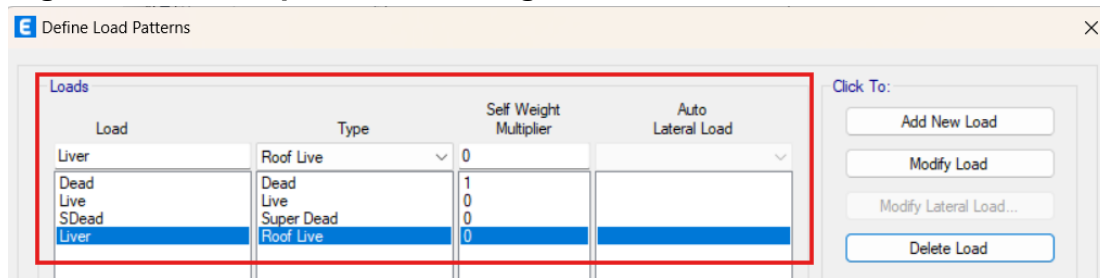
**Figura 63. Creación de elementos de concreto en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

Se definen los patrones de carga que representan el peso propio de la estructura (DEAD), la carga muerta superpuesta (SDead), la carga viva (Live) y la carga viva de cubierta (Live) que se utilizarán en el análisis estructural, los cuales se reflejan a continuación en la Figura 64.

**Figura 64. Definir patrones de carga en Etabs**

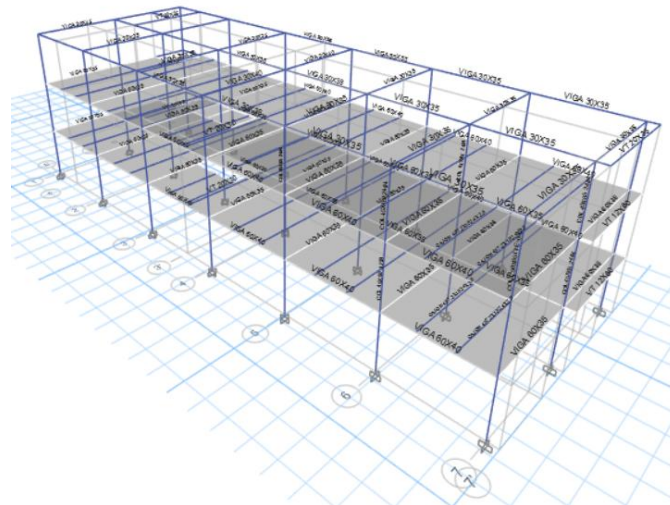


Fuente: Elaboración propia

**3.2.2.4.2 Asignación de elementos, tipo de apoyo y cargas de diseño que conforman el sistema en Etabs.** Para completar la modelación del sistema en Etabs, se asignaron los elementos en la grilla y se designaron las cargas de diseño. Las cargas en la losa de entepiso fueron distribuidas como se muestra en la Figura 51.

En la Figura 65 se puede apreciar los elementos designados para el análisis estructural.

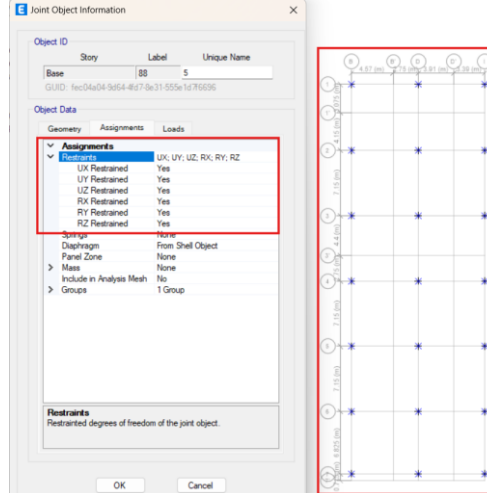
**Figura 65. Asignación de elementos en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

La Figura 66 muestra el tipo de apoyo utilizado en la estructura, que corresponde al empotrado.

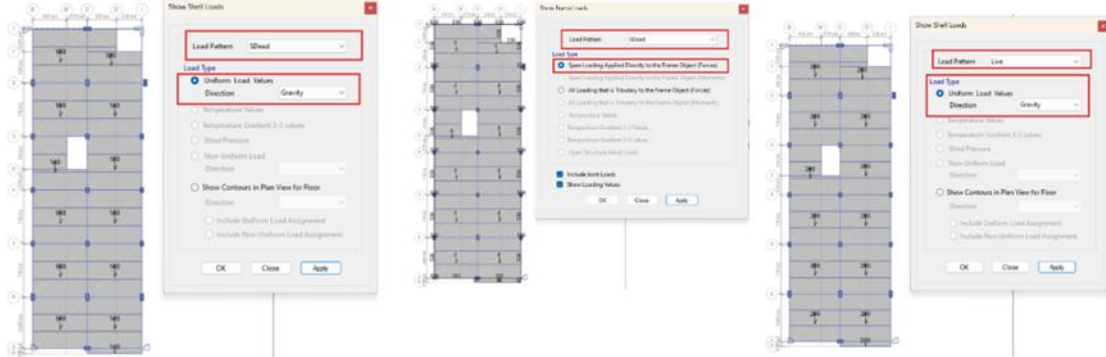
**Figura 66. Asignación del tipo de apoyo de la estructura en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 67 se ilustran las cargas asignadas en las losas de entrepiso según el área de influencia.

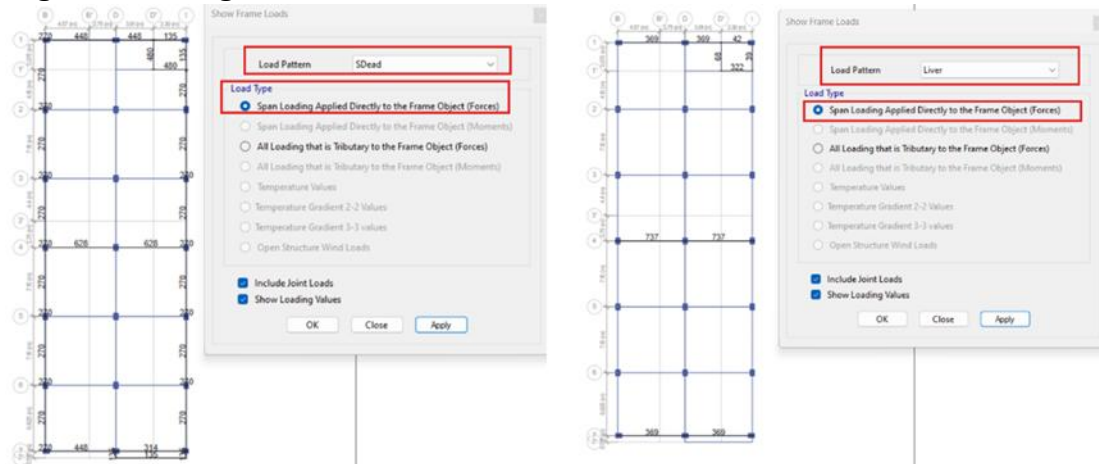
**Figura 67. Asignación de cargas de diseño en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 68 se detallan las cargas que corresponden a la cubierta. Es importante destacar que no se empleó ningún tipo de diafragma en el nivel de cubierta, debido a su aporte en la rigidez de la estructura, así sea insignificante. La magnitud y distribución de la carga se realizaron de forma manual, con la finalidad de representar lo más fielmente la realidad.

**Figura 68. Asignación de elementos en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

**3.2.2.5 Análisis estático en Etabs.** Para el análisis estático, se considera la distribución de las fuerzas en la estructura, y la rigidez del sistema. Además, se calcula su respuesta en términos de desplazamientos y deformaciones bajo fuerzas estáticas, considerando el espectro elástico. Para tal fin, se define el espectro elástico de aceleraciones, el peso sísmico del sistema, los patrones de carga correspondientes al sismo y los casos de carga con los que se realiza el análisis de la estructura. Por otra parte, se crean las combinaciones de carga estipuladas en el capítulo B.2.3<sup>10</sup> y B.2.4<sup>11</sup> de la NSR-10, las cuales son necesarias para el cálculo de derivas y análisis posteriores. Además de realizar un análisis de irregularidad de la estructura.

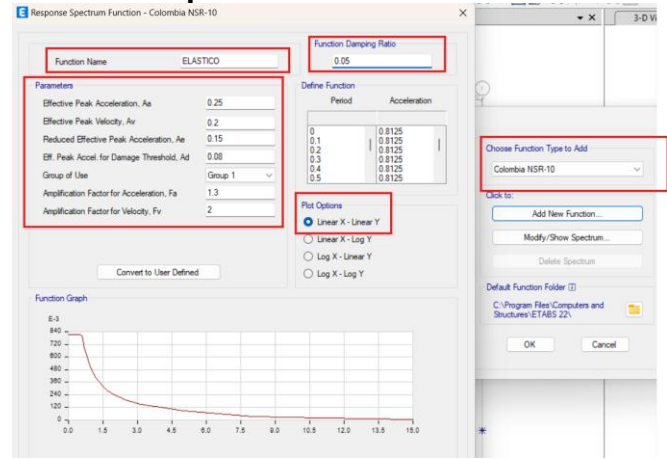
**3.2.2.5.1 Creación del espectro elástico, peso sísmico, patrones de carga sísmica, casos de carga sísmica, combinaciones de carga y tipo de diafragma en Etabs.** A continuación, en la Figura 69 se refleja la creación del espectro elástico de aceleraciones en Etabs, los parámetros sísmicos empleados se encuentran en la Tabla 14. Se resalta que el coeficiente de

<sup>10</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Combinaciones de carga: Combinaciones de carga para ser utilizadas con el método de esfuerzos de trabajo o en las verificaciones del estado límite de servicio. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. B-5–B-6.

<sup>11</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Combinaciones de carga: Combinaciones de cargas mayoradas usando el método de resistencia. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. B-6–B-7.

amortiguamiento crítico empleado es del 5%, según lo estipula el capítulo A.2.6.1<sup>12</sup> de la NSR-10.

**Figura 69. Creación del espectro elástico de aceleraciones en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Tabla 22 se presenta los periodos de vibración y la máxima aceleración horizontal de diseño, en relación con el espectro elástico de aceleraciones descrito en la figura A.2.6-1<sup>13</sup> y el periodo fundamental aproximado de la estructura según inciso A.4.2.2<sup>14</sup> de la NSR-10

**Tabla 22. Periodos de vibración del espectro elástico de aceleraciones**

|                                                                                                  |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| PERÍODO DE VIBRACIÓN DEL SISTEMA ELÁSTICO $[T = Ct * (hn)^{\eta}]$ [seg]                         | 0.473  |
| PERÍODO DE VIBRACIÓN CORTO $(T_C = 0.48 * Av * Fv / (Aa * Fa))$ [seg]                            | 0.591  |
| MÁXIMA ACCELERACIÓN HORIZONTAL DE DISEÑO PARA EL PERÍODO CORTO $(Sa_C = 2.50 * Aa * Fa * I)$ [g] | 0.8125 |
| PERÍODO DE VIBRACIÓN LARGO $(T_L = 2.40 * Fv)$ [seg]                                             | 4.800  |
| EXPONENTE RELACIONADO CON EL PERIODO FUNDAMENTAL DEL SISTEMA ELÁSTICO (K)                        | 1.000  |

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 70 se ilustra el peso sísmico de la estructura, se consideró un aporte del 100% de la carga producida por el peso propio (Dead) y la

<sup>12</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Zonas de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño: Espectro de aceleraciones. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. A-26.

<sup>13</sup> *Ibíd.*, p. A-27

<sup>14</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Método de la fuerza horizontal equivalente: Periodo fundamental de la edificación. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. A-64.

superpuesta (SDead)<sup>15</sup>, según el capítulo A.4 y A.5 de la NSR-10. Además, a criterio del diseñador se consideró un ajuste del centroide de masa de 5% con el objetivo de considerar los efectos torsionales en el análisis sísmico.

**Figura 70. Creación del peso sísmico en Etabs**

**Mass Source Data**

Mass Source Name: Masa

**Mass Source**

- ☐ Element Self Mass
- ☐ Additional Mass
- ☒ Specified Load Patterns
- ☒ Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
  - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction: 0.05
  - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction: 0.05

**Mass Multipliers for Load Patterns**

| Load Pattern | Multiplier |
|--------------|------------|
| Dead         | 1          |
| Dead         | 1          |
| SDead        | 1          |

**Mass Options**

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

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 71 se definen los patrones de carga sísmica para los ejes ortogonales X e Y.

**Figura 71. Creación de los patrones de carga sísmica en Etabs**

**Define Load Patterns**

**Loads**

| Load  | Type       | Self Weight Multiplier | Auto Lateral Load |
|-------|------------|------------------------|-------------------|
| Dead  | Dead       | 1                      |                   |
| Dead  | Dead       | 1                      |                   |
| Live  | Live       | 0                      |                   |
| SDead | Super Dead | 0                      |                   |
| Liver | Roof Live  | 0                      |                   |
| Sx    | Seismic    | 0                      | User Coefficient  |
| Sy    | Seismic    | 0                      | User Coefficient  |

**Click To:**

- Add New Load
- Modify Load
- Modify Lateral Load...
- Delete Load

OK Cancel

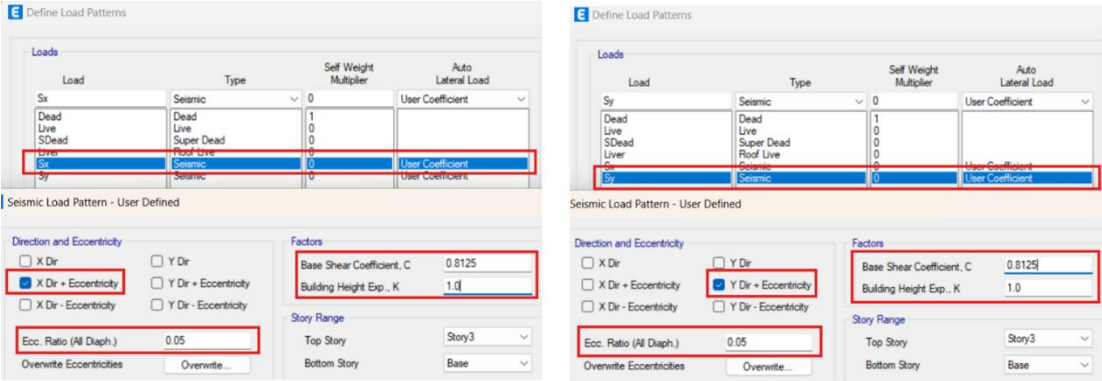
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 72 se observa la configuración de las cargas sísmicas estáticas. Se ajusta la máxima aceleración horizontal (C) de acuerdo con los parámetros

<sup>15</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Método de la fuerza horizontal equivalente: Nomenclatura. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. A-63.

sísmicos de diseño y el exponente relacionado con el periodo fundamental de la edificación (K), establecido en la Tabla 22 y se considera una torsión accidental del 5% en la dirección de estudio según el inciso A.3.6.7.1<sup>16</sup> de la NSR-10.

Figura 72. Configuración de los patrones de carga sísmica en Etabs



Fuente: Elaboración propia

Los patrones de carga sísmica se dividen en dos categorías: sismos dinámicos (SismoX y SismoY), basados en el espectro de diseño, y sismos estáticos (Sx y Sy), que consideran el peso sísmico de la estructura. La Figura 73 muestra los casos de carga requeridas para el análisis estructural, mientras que la Figura 74 presenta la configuración de los casos de carga sísmica estática y la Figura 75, los casos de carga sísmica dinámica.

Figura 73. Creación de los casos de carga sísmica en Etabs

| Load Case Name | Load Case Type    |
|----------------|-------------------|
| Live           | Linear Static     |
| Dead           | Linear Static     |
| Modal          | Modal - Eigen     |
| SDead          | Linear Static     |
| SismoY         | Response Spectrum |
| SismoX         | Response Spectrum |
| Sx             | Linear Static     |
| Sy             | Linear Static     |
| Liver          | Linear Static     |

Fuente: Elaboración propia

<sup>16</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Requisitos generales de diseño sismo resistente: Torsión accidental. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. A-47.

**Figura 74. Configuración de los casos de carga sísmica estática en Etabs**

**General**

Load Case Name: Sx  
Load Case Type: Linear Static  
Mass Source: Masa  
Analysis Model: Default

**P-Delta/Nonlinear Stiffness**

☒ Use Preset P-Delta Settings: None  
☐ Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

**Loads Applied**

| Load Type    | Load Name | Scale Factor |
|--------------|-----------|--------------|
| Acceleration | UX        | 9.8067       |

**General**

Load Case Name: Sy  
Load Case Type: Linear Static  
Mass Source: Masa  
Analysis Model: Default

**P-Delta/Nonlinear Stiffness**

☒ Use Preset P-Delta Settings: None  
☐ Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

**Loads Applied**

| Load Type    | Load Name | Scale Factor |
|--------------|-----------|--------------|
| Acceleration | UY        | 9.8067       |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 75. Configuración de los casos de carga sísmica dinámica en Etabs**

**General**

Load Case Name: SismoX  
Load Case Type: Response Spectrum  
Mass Source: Previous (Masa)  
Analysis Model: Default

**Loads Applied**

| Load Type    | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|----------|--------------|
| Acceleration | U1        | ELASTICO | 9.8067       |

**Other Parameters**

Model Load Case: Modal  
Modal Combination Method: CQC  
☐ Include Rigid Response  
Earthquake Duration, td  
Directional Combination Type: SRSS  
Model Damping: Constant at 0.05  
Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms

**General**

Load Case Name: SismoY  
Load Case Type: Response Spectrum  
Mass Source: Previous (Masa)  
Analysis Model: Default

**Loads Applied**

| Load Type    | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|----------|--------------|
| Acceleration | U1        | ELASTICO | 9.8067       |

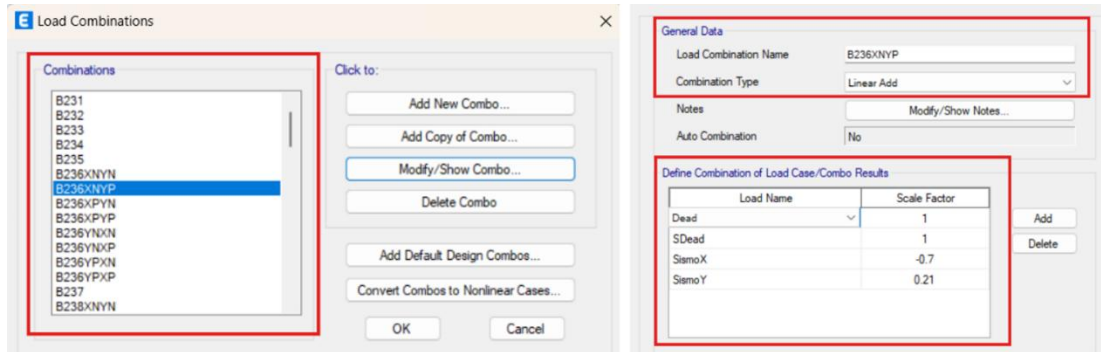
**Other Parameters**

Model Load Case: Modal  
Modal Combination Method: CQC  
☐ Include Rigid Response  
Earthquake Duration, td  
Directional Combination Type: SRSS  
Model Damping: Constant at 0.05  
Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 76 se presentan las combinaciones de carga creadas en Etabs según el capítulo B.2.3 y B.2.4 de la NSR-10.

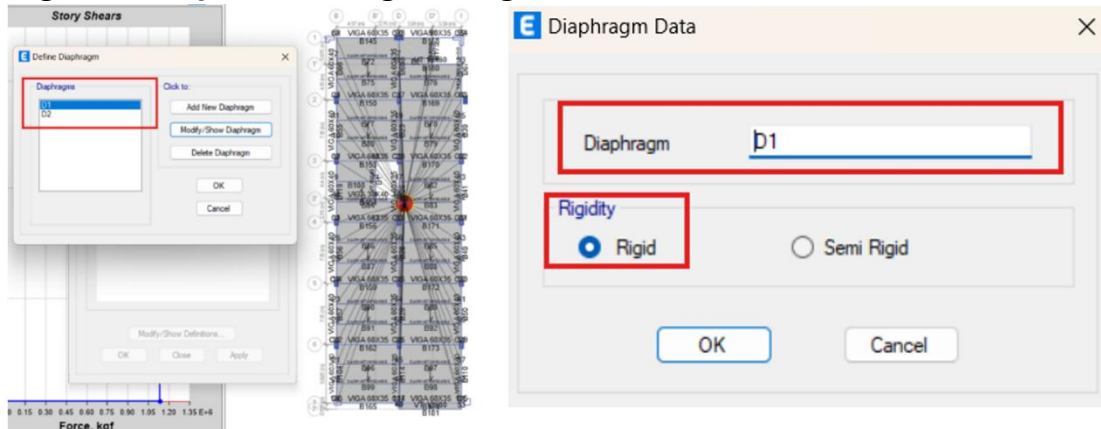
**Figura 76. Combinaciones de carga en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

Las losas de entrepiso se definieron como un diafragma rígido debido a su aporte de rigidez, tal como se ilustra en la Figura 77. Se resalta que para cada losa de entrepiso se asignó un diafragma rígido diferente.

**Figura 77. Tipo de diafragma asignado en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

**3.2.2.5.2 Ajuste de las fuerzas sísmicas estáticas.** Se ajustaron las fuerzas sísmicas horizontales estáticas según los periodos de vibración fundamentales correspondientes a los ejes ortogonales X e Y, de acuerdo con el inciso A.4.2.3<sup>17</sup> de la NSR-10. Los periodos de vibración mencionados se observan en la Figura 78.

<sup>17</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Método de la fuerza horizontal equivalente: Periodo fundamental de la edificación. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. A-65.

**Figura 78. Periodos de vibración en los ejes ortogonales X e Y en Etabs**

| Case  | Mode | Period<br>sec | UX     | UY        | UZ        | SumUX |
|-------|------|---------------|--------|-----------|-----------|-------|
| Modal | 1    | 0.599         | 0.7642 | 0.0103    | 5.454E-06 | 0.764 |
| Modal | 2    | 0.511         | 0.0107 | 0.7727    | 8.888E-07 | 0.77  |
| Modal | 3    | 0.481         | 0.0082 | 0.0019    | 0.0002    | 0.783 |
| Modal | 4    | 0.269         | 0.0109 | 7.247E-06 | 1.548E-06 | 0.794 |
| Modal | 5    | 0.233         | 0.0002 | 2.061E-05 | 3.55E-05  | 0.794 |
| Modal | 6    | 0.224         | 0.0334 | 1.318E-05 | 1.34E-06  | 0.827 |
| Modal | 7    | 0.215         | 0.008  | 0.0025    | 4.888E-05 | 0.825 |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 23 se observa los valores de la aceleración máxima horizontal ( $S_a$ ) y el coeficiente relacionado con el periodo fundamental ( $K$ ) que están asociados al periodo de vibración según los incisos A.4.2.1<sup>18</sup> y A.4.3.1<sup>19</sup> de la NSR10.

**Tabla 23. Ajuste de los periodos de vibración de la estructura**

| PÓRTICOS - Análisis X-X              |        |         | PÓRTICOS - Análisis Y-Y                  |          |         |
|--------------------------------------|--------|---------|------------------------------------------|----------|---------|
| MODO1                                | 0.599  | Sg      | MODO2                                    | 0.511000 | Sg      |
| $C_u=1.75-1.2 \times A_v \times F_v$ |        | 1.27    | $C_u=1.75-1.2 \times A_v \times F_v$     |          | 1.27    |
| Cu NO DEBE SER MENOR DE 1.2          |        |         | Cu NO DEBE SER MENOR DE 1.2              |          |         |
| SI $C_u < 1.2$ :                     | $C_u=$ | 1.27    | SI $C_u < 1.2$ :                         | $C_u=$   | 1.27    |
| $C_u \times T_a$                     |        | 0.60083 | $C_u \times T_a$                         |          | 0.60083 |
| EL MODO 1 < $C_u \times T_a$         |        | OK      | EL MODO 2 < $C_u \times T_a$             |          | OK      |
| $T_{din}=$                           | 0.599  | Sg      | $T_{din}=$                               | 0.511    | Sg      |
| $K= 0.75+0.5T$                       |        | 1.0495  | $K= 0.75+0.5T$                           |          | 1.0055  |
| $S_a=(1,2A_a F_v I / T)$             |        | 0.8013  | $S_a=2,5 \times A_a \times F_a \times I$ |          | 0.8125  |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Figura 79 se refleja el ajuste de fuerzas sísmicas horizontales estáticos según los periodos de vibración fundamentales correspondientes a los ejes ortogonales X e Y en Etabs.

<sup>18</sup> Ibíd., p. A-64.

<sup>19</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Método de la fuerza horizontal equivalente: Fuerzas sísmicas horizontales equivalentes. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. A-65.

**Figura 79. Periodos de vibración en los ejes ortogonales X e Y en Etabs**

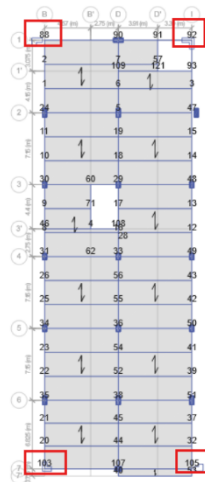
The screenshot displays the 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog in Etabs. It includes a table for defining loads (Dead, Live, SDead, Super Dead, Roof Live, Seismic) with their multipliers. Key parameters in the 'Factors' section are highlighted: Base Shear Coefficient, C = 0.8125 and Building Height Exp., K = 1.0059. The 'Direction and Eccentricity' section shows 'X Dir + Eccentricity' and 'Y Dir + Eccentricity' are selected. The 'Story Range' is set from 'Top Story' to 'Bottom Story'.

Fuente: Elaboración propia

**3.2.2.5.3 Chequeo de irregularidades en la estructura.** El chequeo de las irregularidades en la estructura se llevó cabo tanto en planta como en altura, de acuerdo con lo estipulado en la tabla A.3-6<sup>20</sup> y A.3-7<sup>21</sup> de la NSR-10.

A continuación, se presenta la verificación de la irregularidad torsional (1aP) y la irregularidad torsional extrema (1bP). La Figura 80 indica los puntos de estudio, mientras que la Figura 81 muestra las derivas asociadas a estos puntos, y la Tabla 24 resume los resultados obtenidos del análisis realizado.

**Figura 80. Puntos de análisis para la irregularidad torsional (1aP) y (1bP)**



Fuente: Elaboración propia

<sup>20</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Requisitos generales de diseño sismo resistente. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. A-59.

<sup>21</sup> Ibid., p. A-60.

**Figura 81. Derivas de los puntos de análisis en Etabs**

Filter: ([Output Case] = "SismoX" OR [Output Case] = "SismoY")

|   | Story  | Label | Unique Name | Output Case | Case Type  | Step Type | Disp X<br>m | Disp Y<br>m | Drift X  | Drift Y  |
|---|--------|-------|-------------|-------------|------------|-----------|-------------|-------------|----------|----------|
| ▶ | Story2 | 88    | 208         | SismoY      | InRespSpec | Max       | 0.010693    | 0.06422     | 0.001573 | 0.009134 |
|   | Story2 | 88    | 208         | SismoX      | InRespSpec | Max       | 0.080635    | 0.00691     | 0.011741 | 0.000999 |
|   | Story2 | 92    | 220         | SismoY      | InRespSpec | Max       | 0.010487    | 0.06513     | 0.00157  | 0.009349 |
|   | Story2 | 92    | 220         | SismoX      | InRespSpec | Max       | 0.079944    | 0.01493     | 0.011718 | 0.002086 |
|   | Story2 | 103   | 186         | SismoY      | InRespSpec | Max       | 0.011903    | 0.06422     | 0.001697 | 0.009134 |
|   | Story2 | 103   | 186         | SismoX      | InRespSpec | Max       | 0.101034    | 0.00691     | 0.014326 | 0.000999 |
|   | Story2 | 105   | 226         | SismoY      | InRespSpec | Max       | 0.011903    | 0.06539     | 0.001697 | 0.009311 |
|   | Story2 | 105   | 226         | SismoX      | InRespSpec | Max       | 0.101034    | 0.01480     | 0.014326 | 0.002063 |
|   | Story1 | 88    | 206         | SismoY      | InRespSpec | Max       | 0.003744    | 0.0239      | 0.000909 | 0.005806 |
|   | Story1 | 88    | 206         | SismoX      | InRespSpec | Max       | 0.02877     | 0.00251     | 0.006983 | 0.000611 |
|   | Story1 | 92    | 218         | SismoY      | InRespSpec | Max       | 0.003561    | 0.02386     | 0.000864 | 0.005793 |
|   | Story1 | 92    | 218         | SismoX      | InRespSpec | Max       | 0.028177    | 0.00573     | 0.006839 | 0.001392 |
|   | Story1 | 103   | 182         | SismoY      | InRespSpec | Max       | 0.004427    | 0.0239      | 0.001075 | 0.005806 |
|   | Story1 | 103   | 182         | SismoX      | InRespSpec | Max       | 0.037793    | 0.00251     | 0.009173 | 0.000611 |
|   | Story1 | 105   | 222         | SismoY      | InRespSpec | Max       | 0.004427    | 0.0243      | 0.001075 | 0.0059   |
|   | Story1 | 105   | 222         | SismoX      | InRespSpec | Max       | 0.037793    | 0.00570     | 0.009173 | 0.001386 |

Fuente: Elaboración propia

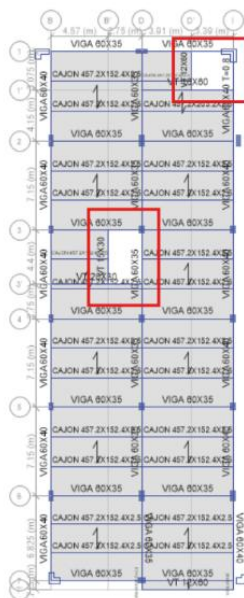
**Tabla 24. Resultados del análisis de la irregularidad torsional (1aP) y (1bP)**

| Análisis X-X |     |          |          |          |          |                 |                 |                     |                             |
|--------------|-----|----------|----------|----------|----------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|
| Piso         | Eje | Label Δ1 | Label Δ2 | Δ1       | Δ2       | 1.2 (Δ1 + Δ2)/2 | 1.4 (Δ1 + Δ2)/2 | Tipo 1aP - Torsinal | Tipo 1bP - Torsinal extrema |
| 1            | I   | 105      | 92       | 0.009173 | 0.006839 | 0.0096072       | 0.0112084       | Regular             | Regular                     |
| 2            | I   | 105      | 92       | 0.014326 | 0.011718 | 0.0156264       | 0.0182308       | Regular             | Regular                     |
| Piso         | Eje | Label Δ1 | Label Δ2 | Δ1       | Δ2       | 1.2 (Δ1 + Δ2)/2 | 1.4 (Δ1 + Δ2)/2 | Tipo 1aP - Torsinal | Tipo 1bP - Torsinal extrema |
| 1            | B   | 103      | 88       | 0.009173 | 0.006983 | 0.0096936       | 0.0113092       | Regular             | Regular                     |
| 2            | B   | 103      | 88       | 0.014326 | 0.011741 | 0.0156402       | 0.0182469       | Regular             | Regular                     |
| Análisis Y-Y |     |          |          |          |          |                 |                 |                     |                             |
| Piso         | Eje | Label Δ1 | Label Δ2 | Δ1       | Δ2       | 1.2 (Δ1 + Δ2)/2 | 1.4 (Δ1 + Δ2)/2 | Tipo 1aP - Torsinal | Tipo 1bP - Torsinal extrema |
| 1            | 1   | 88       | 92       | 0.005806 | 0.005793 | 0.0069594       | 0.0081193       | Regular             | Regular                     |
| 2            | 1   | 92       | 88       | 0.009349 | 0.009134 | 0.0110898       | 0.0129381       | Regular             | Regular                     |
| Piso         | Eje | Label Δ1 | Label Δ2 | Δ1       | Δ2       | 1.2 (Δ1 + Δ2)/2 | 1.4 (Δ1 + Δ2)/2 | Tipo 1aP - Torsinal | Tipo 1bP - Torsinal extrema |
| 1            | 7   | 105      | 103      | 0.0059   | 0.005806 | 0.0070236       | 0.0081942       | Regular             | Regular                     |
| 2            | 7   | 105      | 103      | 0.009311 | 0.009134 | 0.011067        | 0.0129115       | Regular             | Regular                     |
| Análisis X_X | Φa  | 1        |          |          |          |                 |                 |                     |                             |
| Análisis Y_Y | Φa  | 1        |          |          |          |                 |                 |                     |                             |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la verificación de la irregularidad del diafragma (3P). La Figura 82 indica las áreas de estudio y la Tabla 25 resume los resultados obtenidos del análisis realizado.

**Figura 82. Áreas de análisis de la irregularidad del diafragma (3P)**



Fuente: Elaboración propia

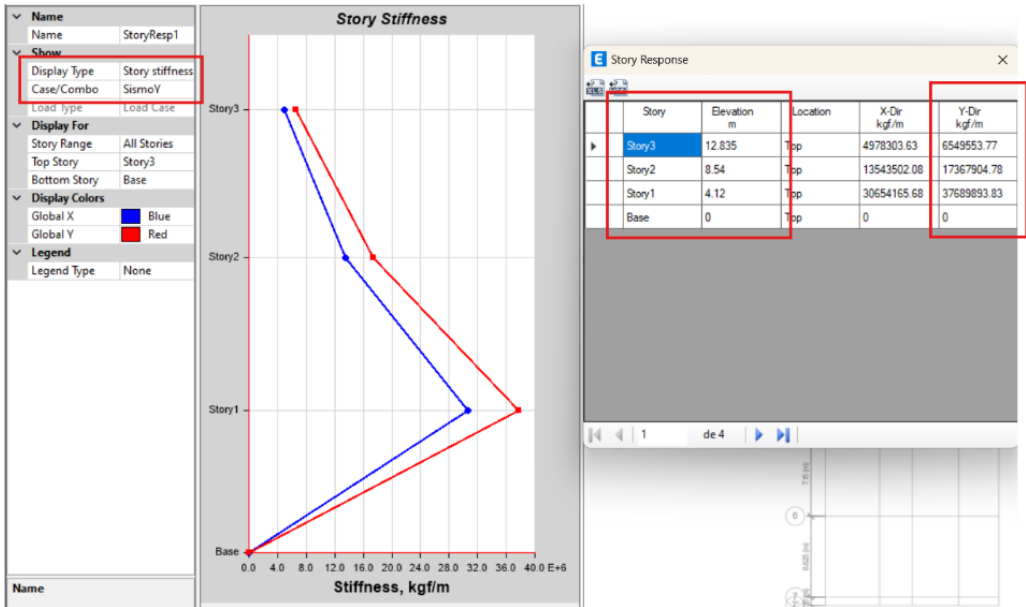
**Tabla 25. Resultados del análisis de la irregularidad del diafragma (3P)**

| Irregularidad de diafragma |                |            |         |         | $\Phi_p$ | 1 |
|----------------------------|----------------|------------|---------|---------|----------|---|
| Piso                       | Entrepiso (m2) | Vacio (m2) | % Vacio | Tipo 3P |          |   |
| 2                          | 623.5          | 22.52      | 3.61%   | Regular |          |   |
| 1                          | 623.5          | 22.52      | 3.61%   | Regular |          |   |

Fuente: Elaboración propia

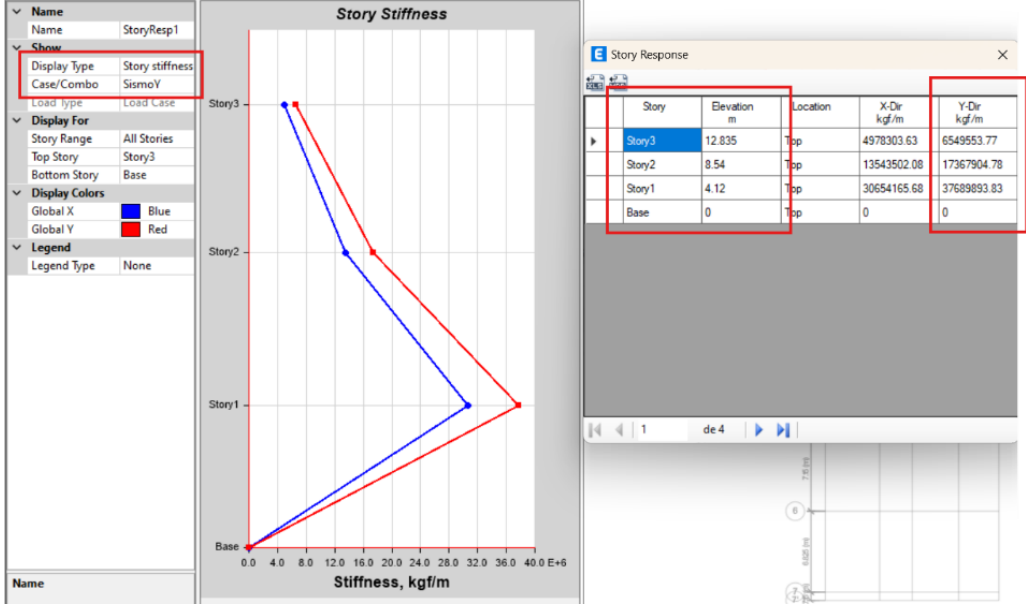
A continuación, se presenta la verificación de la irregularidad de piso flexible (1aA) y la irregularidad piso flexible extremo (1bP). La Figura 83 indica la rigidez por piso para el eje X, la Figura 84 muestra la rigidez por piso para el eje Y, y la Tabla 26 resume los resultados obtenidos del análisis realizado.

Figura 83. Rigidez por piso para el eje X en Etabs



Fuente: Elaboración propia

Figura 84. Rigidez por piso para el eje Y en Etabs



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26. Resultados del análisis de la irregularidad de piso flexible (1aA) y (1bP)**

| PISO FLEXIBLE - Análisis en X-X   |          |            |            |             |             |
|-----------------------------------|----------|------------|------------|-------------|-------------|
| Piso                              | Altura   | Ki (kgf/m) | (Ki/Ki+1)  | Tipo 1aA    | Tipo 1bA    |
| 3                                 | 12.835   | 4708000.41 |            |             |             |
| 2                                 | 8.54     | 12347925.6 | 2.62275372 | No presenta | No presenta |
| 1                                 | 4.12     | 27330468.4 | 2.21336517 | No presenta | No presenta |
| PISO FLEXIBLE - Análisis en Y - Y |          |            |            |             |             |
| Piso                              | Altura   | Ki (kgf/m) | (Ki/Ki+1)  | Tipo 1aA    | Tipo 1bA    |
| 3                                 | 12.835   | 6549553.77 |            |             |             |
| 2                                 | 8.54     | 17367904.8 | 2.65176917 | No presenta | No presenta |
| 1                                 | 4.12     | 37689893.8 | 2.1700887  | No presenta | No presenta |
| Análisis X-X                      | $\phi_a$ | 1          |            |             |             |
| Análisis Y-Y                      | $\phi_a$ | 1          |            |             |             |

Fuente: Elaboración propia

Ahora, se presenta la verificación de la irregularidad de distribución de masa (2A). La Figura 85 indica la rigidez por piso para el eje X e Y, mientras que la Tabla 27 resume los resultados obtenidos del análisis realizado.

**Figura 85. Masa por piso en Etabs**

| Story  | UX<br>kgf-s²/m | UY<br>kgf-s²/m | UZ<br>kgf-s²/m |
|--------|----------------|----------------|----------------|
| Story3 | 14751.53       | 14751.53       | 14751.53       |
| Story2 | 49530.07       | 49530.07       | 49530.07       |
| Story1 | 51411.49       | 51411.49       | 51411.49       |
| Base   | 5807.36        | 5807.36        | 5807.36        |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27. Resultados del análisis de la irregularidad de distribución de masa (2A)**

| DISTRIBUCIÓN MASA - Análisis en X-X _Y-Y |          |                 |            |            |         |
|------------------------------------------|----------|-----------------|------------|------------|---------|
| Piso                                     | Altura   | Ki (kgf - s2/m) | Mi/(Mi+1)  | Mi/(Mi-1)  | Tipo 2A |
| 3                                        | 12.835   | 14751.53        | N/A        | N/A        |         |
| 2                                        | 8.54     | 49530.07        | N/A        | 0.96340468 | Regular |
| 1                                        | 4.12     | 51411.49        | 1.03798541 | N/A        | Regular |
| Análisis X-X_Y-Y                         | $\phi_a$ | 1               |            |            |         |

Fuente: Elaboración propia

Se descartó la presencia de las siguientes irregularidades debido a la composición geométrica de la estructura. En planta: retrocesos excesivos en

las esquinas (2P), desplazamientos del plano de acción de elementos verticales (4P) y sistemas no paralelos (5P). En altura: irregularidad geométrica (3A), desplazamientos dentro del plano de acción (4A) y pisos débiles (5aA y 5bA), y, por último, la irregularidad por redundancia.

Los resultados del análisis de irregularidades se presentan a continuación en la Tabla 28.

**Tabla 28. Resultados del análisis de irregularidad de la estructura**

| Análisis en planta en X-X _Y-Y                                   |          |          |          |
|------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| Irregularidad                                                    | $\phi_x$ | $\phi_y$ | Concepto |
| Torsional (1aP)                                                  | 1        | 1        | Regular  |
| Torsional extrema (1bP).                                         | 1        | 1        | Regular  |
| Retrocesos excesivos en las esquinas (2P)                        | 1        | 1        | Regular  |
| Diafragma (3P)                                                   | 1        | 1        | Regular  |
| Desplazamientos del plano de acción de elementos verticales (4P) | 1        | 1        | Regular  |
| Sistemas no paralelos (5P)                                       | 1        | 1        | Regular  |
|                                                                  |          |          |          |
| Análisis en altura en X-X _Y-Y                                   |          |          |          |
| Irregularidad                                                    | $\phi_x$ | $\phi_y$ | Concepto |
| Piso flexible (1aA)                                              | 1        | 1        | Regular  |
| Piso flexible extremo (1bA)                                      | 1        | 1        | Regular  |
| Distribución de masa (2A)                                        | 1        | 1        | Regular  |
| Irregularidad geométrica (3A)                                    | 1        | 1        | Regular  |
| Desplazamientos dentro del plano de acción (4A)                  | 1        | 1        | Regular  |
| Pisos débil - Discontinuidad en la resistencia (5aA)             | 1        | 1        | Regular  |
| Pisos débil - Discontinuidad extrema en la resistencia (5bA)     | 1        | 1        | Regular  |
|                                                                  |          |          |          |
| Análisis en altura en X-X _Y-Y                                   |          |          |          |
| Irregularidad                                                    | $\phi_x$ | $\phi_y$ | Concepto |
| Por redundancia                                                  | 1        | 1        | Regular  |

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la estructura se considera como regular en ambos sentidos ortogonales X e Y.

**3.2.2.5.4 Chequeo de deflexiones.** Se verifico las deflexiones de los elementos estructurales que compone la losa de entrepiso y la cubierta en función de la combinación de las cargas de servicio. Por otra parte, el tipo de apoyo considerado para los perfiles de acero de la losa de entrepiso es articulado.

Para el análisis, se valoró el elemento más crítico, es decir, aquel que soporta mayor momento flector para una de las condiciones presentes en el diseño.

Consecuentemente se calcula la deflexión admisible según la tabla C.9.5(b) de la NSR-10, la cual se presenta a continuación en la Tabla 29.

**Tabla 29. Deflexión máxima admisible según la NSR-10**

| Tipo de elemento                                                                                                                                    | Deflexión considerada                                                                                                                                                                                                                                        | Limite de deflexión     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Cubiertas planas que no soporten ni estén ligadas a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.           | Deflexión inmediata debida a la carga viva, $L$                                                                                                                                                                                                              | $\ell/180$ <sup>7</sup> |
| Entrepisos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.                 | Deflexión inmediata debida a la carga viva, $L$                                                                                                                                                                                                              | $\ell/360$              |
| Sistema de entepiso o cubierta que soporte o esté ligado a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.    | La parte de la deflexión total que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales (la suma de la deflexión a largo plazo debida a todas las cargas permanentes, y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional) <sup>1</sup> | $\ell/480$ <sup>1</sup> |
| Sistema de entepiso o cubierta que soporte o esté ligado a elementos no estructurales no susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes. |                                                                                                                                                                                                                                                              | $\ell/240$ <sup>8</sup> |

Fuente: COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Deflexión máxima calculada. NSR-10. Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. C-71 p.

A continuación, en la Tabla 30, Tabla 31, Figura 86 y Figura 87 se muestra el análisis realizado en Etabs para las vigas del entepiso y de cubierta que soportan elementos no estructurales susceptibles a sufrir daños, mientras que en la Tabla 32, Tabla 33, Figura 88 y Figura 89 se presentan el estudio realizado a los perfiles de acero en cajón 457.2X152.4X2.5 y 457.2X203.2X2.5 del sistema de entepiso que soportan elementos no estructurales no susceptibles a sufrir daños estructurales. Por último, la Tabla 34 resume el análisis realizado.

**Tabla 30. Momento flector máximo de la viga de entepiso en Etabs**

| Story  | Beam | Unique Name | Output Case | Case Type   | Station | P | V2       | V3 | T        | M2 | M3       |
|--------|------|-------------|-------------|-------------|---------|---|----------|----|----------|----|----------|
| Story2 | B68  | 88          | DEFLEXIONES | Combination | 4.15    | 0 | -1512.45 | 0  | 1473.25  | 0  | 12987.79 |
| Story2 | B68  | 88          | DEFLEXIONES | Combination | 4.15    | 0 | 3118.32  | 0  | -1983.72 | 0  | 12759.76 |
| Story2 | B68  | 88          | DEFLEXIONES | Combination | 3.5694  | 0 | -1805.05 | 0  | 1473.25  | 0  | 12024.79 |
| Story2 | B68  | 88          | DEFLEXIONES | Combination | 4.4833  | 0 | 3286.32  | 0  | -1983.72 | 0  | 11692.32 |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 86. Deflexión máxima de la viga de entresuelo en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31. Momento máximo de la viga de cubierta en Etabs**

| Story  | Beam | Unique Name | Output Case | Case Type   | Station | P        | V2      | V3    | T        | M2      | M3      |
|--------|------|-------------|-------------|-------------|---------|----------|---------|-------|----------|---------|---------|
| Story3 | B67  | 50          | DEFLEXIONES | Combination | 4.15    | -1939.86 | -985.32 | 81.41 | -1004.67 | -113.89 | 4242.22 |
| Story3 | B67  | 50          | DEFLEXIONES | Combination | 4.15    | -1897.72 | 2014.42 | 50.61 | 1253.99  | -22.99  | 4037.85 |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 87. Deflexión máxima de la viga de cubierta en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 32. Momento máximo del perfil en cajón 457.2X152.4X2.5 en Etabs**

| Story  | Beam | Unique Name | Output Case | Case Type   | Station | P | V2 | V3 | T | M2 | M3      |
|--------|------|-------------|-------------|-------------|---------|---|----|----|---|----|---------|
| Story1 | B78  | 307         | DEFLEXIONES | Combination | 3.65    | 0 | 0  | 0  | 0 | 0  | 8512.94 |
| Story1 | B79  | 310         | DEFLEXIONES | Combination | 3.65    | 0 | 0  | 0  | 0 | 0  | 8512.94 |
| Story1 | B82  | 319         | DEFLEXIONES | Combination | 3.65    | 0 | 0  | 0  | 0 | 0  | 8512.94 |
| Story1 | B83  | 322         | DEFLEXIONES | Combination | 3.65    | 0 | 0  | 0  | 0 | 0  | 8512.94 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 88. Deflexión máxima del perfil en cajón 457.2x152.4x2.5 en Etabs



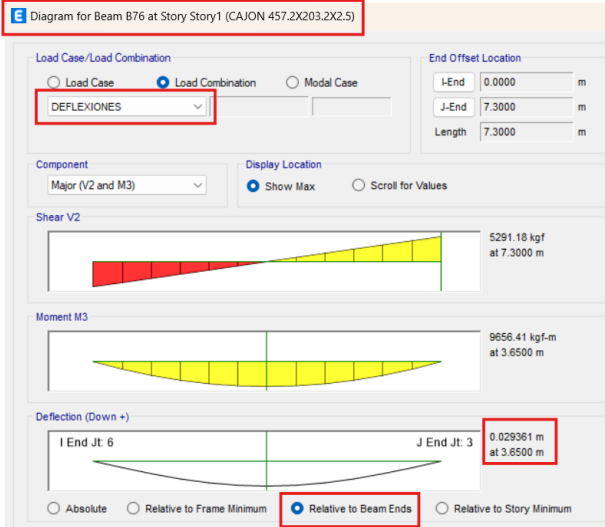
Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Momento máximo del perfil en cajón 457.2X203.2X2.5 en Etabs

| TABLE: Element Forces - Beams |      |             |                 |             |         |   |         |    |   |    |         |
|-------------------------------|------|-------------|-----------------|-------------|---------|---|---------|----|---|----|---------|
| Story                         | Beam | Unique Name | Output Category | Case Type   | Station | P | V2      | V3 | T | M2 | M3      |
| Story1                        | B76  | 303         | DEFLEXIONES     | Combination | 3.65    | 0 | 0       | 0  | 0 | 0  | 9656.41 |
| Story1                        | B76  | 303         | DEFLEXIONES     | Combination | 3.0417  | 0 | -881.86 | 0  | 0 | 0  | 9388.18 |
| Story1                        | B76  | 303         | DEFLEXIONES     | Combination | 4.2583  | 0 | 881.86  | 0  | 0 | 0  | 9388.18 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 89. Deflexión máxima del perfil en cajón 457.2X203.2X2.5 en Etabs



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 34. Resultados del análisis de deflexiones**

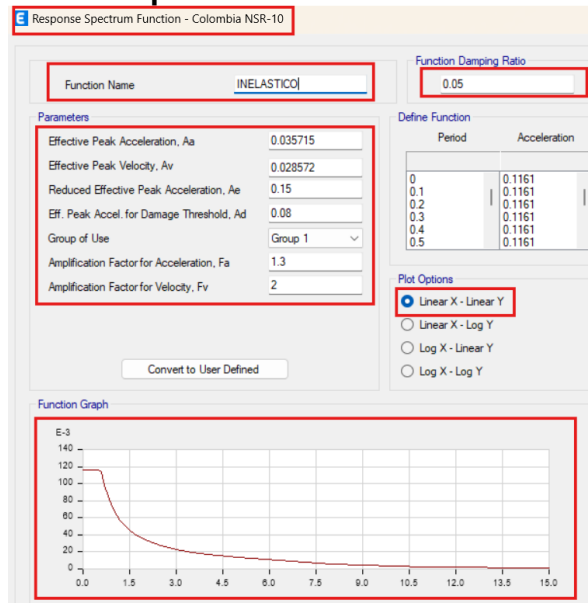
| Piso | Elemento | Luz (cm) | ¿Susceptible a daños? | $\delta$ Admisible (cm) | $\delta$ Existente (cm) | Chequeo |
|------|----------|----------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|---------|
| 1    | B68      | 722.5    | Si                    | 1.505                   | 0.4516                  | Ok      |
| 3    | B67      | 722.5    | Si                    | 1.505                   | 0.3417                  | Ok      |
| 1    | B78      | 730      | No                    | 3.042                   | 3.036                   | Ok      |
| 1    | B76      | 730      | No                    | 3.042                   | 2.936                   | Ok      |

Fuente: Elaboración propia

**3.2.2.6 Análisis dinámico de la estructura Etabs.** Para el análisis dinámico, se considera la acción de los diferentes modos de vibración de la estructura y se evalúa la respuesta que tiene la edificación ante las fuerzas dinámicas considerando el espectro inelástico de aceleraciones.

**3.2.2.6.1 Creación del espectro inelástico de aceleraciones y ajuste del cortante basal en Etabs.** Respecto al análisis realizado en el inciso 3.2.2.5.3 Chequeo de irregularidades en la estructura, la estructura se considera como regular en ambos ejes ortogonales X e Y, por ende, el coeficiente de disipación de energía (R) se conserva con la misma magnitud de siete (7). A continuación, en la Figura 90 se presenta el espectro inelástico de aceleraciones en Etabs.

**Figura 90. Creación del espectro inelástico de aceleraciones en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

El ajuste del cortante basal se realizó bajo el criterio descrito en el capítulo A.5.4.5<sup>22</sup> de la NSR-10. Según esta normativa, para estructuras regulares, el cortante dinámico tiene que alcanzar al menos el 80% del cortante estático. En la Tabla 35 se presentan las fuerzas sísmicas estáticas y dinámicas de la estructura, mientras que en la Tabla 36 se detalla el factor de modificación necesario para el cortante dinámico.

**Tabla 35. Fuerzas sísmicas estáticas y dinámicas en Etabs**

Units: As Noted   Hidden Columns: No   Sort: None   Filter: ([Story] = 'Story1') AND ([Output Case] = 'SismoX\_Din' OR [Output Case] = 'SismoY\_Din' OR [Output Case] = 'Sx' OR [Output Case] = 'Sy') AND ([Location] = 'Bottom')   Story Forces

|   | Story  | Output Case | Case Type   | Step Type | Step Number | Location | P<br>kgf | VX<br>kgf  | VY<br>kgf | T<br>kgf-m   | MX<br>kgf-m | MY<br>kgf-m |
|---|--------|-------------|-------------|-----------|-------------|----------|----------|------------|-----------|--------------|-------------|-------------|
| ▶ | Story1 | Sx          | LinStatic   |           |             | Bottom   | 0        | 1133744.36 | 0         | -44163639.91 | 0           | 8067769.18  |
|   | Story1 | Sy          | LinStatic   |           |             | Bottom   | 0        | 0          | 1133738.6 | 13924900.42  | -8067728.21 | 0           |
|   | Story1 | SismoY_Din  | LinRespSpec | Max       |             | Bottom   | 1062.25  | 79758.84   | 725654.64 | 10626030.69  | 6261233.16  | 691302.16   |
|   | Story1 | SismoX_Din  | LinRespSpec | Max       |             | Bottom   | 1996.77  | 704323.97  | 79758.84  | 25723374.87  | 723918.89   | 6026560.68  |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36. Factor de modificación del cortante basal**

| PISO     | ALTURA     | VX_EST (kgf) | VX_DIN (kgf) |
|----------|------------|--------------|--------------|
| 1        | 4.12       | 1133744.36   | 704323.97    |
|          |            |              |              |
| PISO     | ALTURA     | VY_EST (kgf) | VY_DIN (kgf) |
| 1        | 4.12       | 1133738.6    | 725654.64    |
|          |            |              |              |
| EJE X    | REGULAR    | 0.8          |              |
| EJE Y    | REGULAR    | 0.8          |              |
|          |            |              |              |
| AJUSTE X | 1.28775326 |              |              |
| AJUSTE Y | 1.24989331 |              |              |

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 91 y Figura 92 se observa el ajuste realizado al cortante dinámico, el cual se refleja en los casos de carga sísmica dinámica para el espectro elástico e inelástico de aceleraciones del sistema en Etabs, respectivamente.

<sup>22</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Método del análisis dinámico: Ajuste de los resultados. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. A-70-A-71.

**Figura 91. Ajuste de las fuerzas sísmicas dinámicas para el espectro elástico en Etabs**

**General**

Load Case Name: SismoX  
 Load Case Type: Response Spectrum  
 Mass Source: Previous (Masa)  
 Analysis Model: Default

**Loads Applied**

| Load Type    | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|----------|--------------|
| Acceleration | U1        | ELASTICO | 12.6286      |

**General**

Load Case Name: SismoY  
 Load Case Type: Response Spectrum  
 Mass Source: Previous (Masa)  
 Analysis Model: Default

**Loads Applied**

| Load Type    | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|----------|--------------|
| Acceleration | U2        | ELASTICO | 12.2573      |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 92. Ajuste de las fuerzas sísmicas dinámicas para el espectro inelástico en Etabs**

**General**

Load Case Name: SismoX  
 Load Case Type: Response Spectrum  
 Mass Source: Previous (Masa)  
 Analysis Model: Default

**Loads Applied**

| Load Type    | Load Name | Function   | Scale Factor |
|--------------|-----------|------------|--------------|
| Acceleration | U1        | INELASTICO | 12.6286      |

**General**

Load Case Name: SismoY  
 Load Case Type: Response Spectrum  
 Mass Source: Previous (Masa)  
 Analysis Model: Default

**Loads Applied**

| Load Type    | Load Name | Function   | Scale Factor |
|--------------|-----------|------------|--------------|
| Acceleration | U2        | INELASTICO | 12.2573      |

Fuente: Elaboración propia

**3.2.2.6.2 Análisis modal de la estructura en Etabs.** Para el análisis modal de la estructura, se verifica que los dos primeros modos de vibración son traslacionales respecto a los ejes ortogonales X e Y, y que la masa participativa del sistema alcanza al menos el 90% en cada dirección, según lo estipulado en el capítulo A.5.4.2<sup>23</sup> de la NSR-10. En la Tabla 37, se muestran los modos de vibración de la estructura, evidenciando que el primer modo tiene un 76.42% de masa participativa en la dirección X, mientras que el segundo modo alcanza un 77.27% en la dirección Y. Además, la masa participativa total de la estructura es de 90,35% en la dirección X y 90,78% en la dirección Y.

<sup>23</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Método del análisis dinámico: Número de modos de vibración. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. A-69-A-70.

**Tabla 37. Modos de vibración de la estructura en Etabs**

| TABLE: Modal Participating Mass Ratios |      |        |        |             |             |        |        |             |             |            |            |
|----------------------------------------|------|--------|--------|-------------|-------------|--------|--------|-------------|-------------|------------|------------|
| Case                                   | Mode | Period | UX     | UY          | UZ          | SumUX  | SumUY  | SumUZ       | RX          | RY         | RZ         |
|                                        |      | sec    |        |             |             |        |        |             |             |            |            |
| Modal                                  | 1    | 0.599  | 0.7642 | 0.0103      | 0.000005454 | 0.7642 | 0.0103 | 0.000005454 | 0.0007      | 0.0631     | 0.0101     |
| Modal                                  | 2    | 0.511  | 0.0107 | 0.7727      | 8.888E-07   | 0.775  | 0.783  | 0.000006342 | 0.0149      | 0.0009     | 0.0012     |
| Modal                                  | 3    | 0.481  | 0.0082 | 0.0019      | 0.0002      | 0.7832 | 0.7849 | 0.0002      | 0.0001      | 0.00003286 | 0.735      |
| Modal                                  | 4    | 0.269  | 0.0109 | 0.000007247 | 0.000001548 | 0.7941 | 0.7849 | 0.0002      | 0.00001685  | 0.0087     | 0.00004142 |
| Modal                                  | 5    | 0.233  | 0.0002 | 0.00002061  | 0.0000355   | 0.7943 | 0.7849 | 0.0002      | 0.000005969 | 0.0001     | 0.0073     |
| Modal                                  | 6    | 0.224  | 0.0334 | 0.00001318  | 0.00000134  | 0.8277 | 0.7849 | 0.0002      | 0.00001734  | 0.0297     | 0.00000947 |
| Modal                                  | 7    | 0.215  | 0.008  | 0.000002922 | 0.00001808  | 0.8358 | 0.7849 | 0.0002      | 0.000002587 | 0.0046     | 0.004      |
| Modal                                  | 8    | 0.213  | 0.0138 | 0.0002      | 0           | 0.8495 | 0.7852 | 0.0002      | 0.0001      | 0.0096     | 0.0028     |
| Modal                                  | 9    | 0.199  | 0.0085 | 0.0004      | 0.0001      | 0.858  | 0.7856 | 0.0003      | 0.0002      | 0.0055     | 0.0004     |
| Modal                                  | 10   | 0.189  | 0.0296 | 0.025       | 0.000005037 | 0.8876 | 0.8106 | 0.0003      | 0.0069      | 0.0194     | 0.0142     |
| Modal                                  | 11   | 0.185  | 0.0038 | 0.0025      | 0.000006416 | 0.8914 | 0.8134 | 0.0003      | 0.0009      | 0.0023     | 0.0042     |
| Modal                                  | 12   | 0.184  | 0.0121 | 0.0948      | 0.000005934 | 0.9035 | 0.9078 | 0.0003      | 0.0132      | 0.0079     | 0.0045     |

Fuente: Elaboración propia

**3.2.2.6.3 Chequeo de derivas.** La verificación de las derivas se realizó en cada nudo del sistema estructural mediante el uso de Etabs, considerando todas las combinaciones de diseño y siguiendo el criterio establecido en la tabla A.6.4-1 de la NSR-10 para estructuras en concreto reforzado, presentada a continuación en la Tabla 38. La Tabla 39 y Tabla 40 reflejan las derivas máximas alcanzadas en la estructura para los ejes X e Y respectivamente.

**Tabla 38. Derivas máximas como porcentaje de  $h_{pi}$  según la NSR-10**

| Estructuras de:                                                                                    | Deriva máxima                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.2 | $1.0\% \left( \Delta_{\max}^i \leq 0.010 h_{pi} \right)$ |
| de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.3                                             | $0.5\% \left( \Delta_{\max}^i \leq 0.005 h_{pi} \right)$ |

Fuente: COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Derivas máximas como porcentaje de  $h_{pi}$ . NSR-10. Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. A-76 p.

**Tabla 39. Derivas máximas de la estructura en el eje X en Etabs**

| TABLE: Story Drifts |             |             |           |             |           |       |        |       |       |         |      |
|---------------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------|--------|-------|-------|---------|------|
| Story               | Output Case | Case Type   | Step Type | Step Number | Direction | Drift | Drift/ | Label | X     | Y       | Z    |
| Story1              | B247XNYP    | Combination | Max       |             | X         | 0.94% | 1/106  | 107   | 11.62 | 15.3454 | 4.12 |
| Story1              | B247XNYP    | Combination | Max       |             | X         | 0.94% | 1/106  | 107   | 11.62 | 15.3454 | 4.12 |
| Story1              | B247XPYP    | Combination | Max       |             | X         | 0.94% | 1/106  | 107   | 11.62 | 15.3454 | 4.12 |
| Story1              | B247XPYP    | Combination | Max       |             | X         | 0.94% | 1/106  | 107   | 11.62 | 15.3454 | 4.12 |
| Story1              | ENVOLVENTE  | Combination | Max       |             | X         | 0.94% | 1/106  | 107   | 11.62 | 15.3454 | 4.12 |
| Story1              | B245XNYP    | Combination | Max       |             | X         | 0.94% | 1/106  | 107   | 11.62 | 15.3454 | 4.12 |
| Story1              | B245XNYP    | Combination | Max       |             | X         | 0.94% | 1/106  | 107   | 11.62 | 15.3454 | 4.12 |
| Story1              | B245XPYP    | Combination | Max       |             | X         | 0.94% | 1/106  | 107   | 11.62 | 15.3454 | 4.12 |
| Story1              | B245XPYP    | Combination | Max       |             | X         | 0.94% | 1/106  | 107   | 11.62 | 15.3454 | 4.12 |
| Story1              | SismoX      | LinRespSpec | Max       |             | X         | 0.92% | 1/109  | 107   | 11.62 | 15.3454 | 4.12 |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 40. Derivas máximas de la estructura en el eje Y en Etabs**

| TABLE: Story Drifts |            |             |         |           |          |       |        |       |       |         |      |
|---------------------|------------|-------------|---------|-----------|----------|-------|--------|-------|-------|---------|------|
| Story               | Output Cal | Case Typ    | Step Ty | Step Numb | Directic | Drift | Drift/ | Label | X     | Y       | Z    |
| Story2              | B247YNXN   | Combination | Max     |           | Y        | 0.99% | 1/101  | 92    | 18.92 | 57.9954 | 8.54 |
| Story2              | B247YNXP   | Combination | Max     |           | Y        | 0.99% | 1/101  | 92    | 18.92 | 57.9954 | 8.54 |
| Story2              | B247YPXN   | Combination | Max     |           | Y        | 0.99% | 1/101  | 92    | 18.92 | 57.9954 | 8.54 |
| Story2              | B247YPXP   | Combination | Max     |           | Y        | 0.99% | 1/101  | 92    | 18.92 | 57.9954 | 8.54 |
| Story2              | ENVOLVENTE | Combination | Max     |           | Y        | 0.99% | 1/101  | 92    | 18.92 | 57.9954 | 8.54 |
| Story2              | B245YNXN   | Combination | Max     |           | Y        | 0.99% | 1/101  | 92    | 18.92 | 57.9954 | 8.54 |
| Story2              | B245YNXP   | Combination | Max     |           | Y        | 0.99% | 1/101  | 92    | 18.92 | 57.9954 | 8.54 |
| Story2              | B245YPXN   | Combination | Max     |           | Y        | 0.99% | 1/101  | 92    | 18.92 | 57.9954 | 8.54 |
| Story2              | B245YPXP   | Combination | Max     |           | Y        | 0.99% | 1/101  | 92    | 18.92 | 57.9954 | 8.54 |
| Story2              | SismoY     | LinRespSpec | Max     |           | Y        | 0.93% | 1/107  | 92    | 18.92 | 57.9954 | 8.54 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis de derivas se presentan a continuación en la Tabla 41.

**Tabla 41. Resultados del análisis de derivas**

| Dirección | Deriva admisible | Deriva máxima |
|-----------|------------------|---------------|
| X         | 1%               | 0.94%         |
| Y         | 1%               | 0.99%         |

Fuente: Elaboración propia

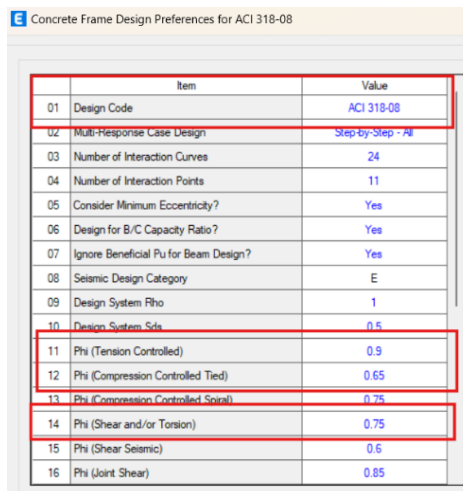
Por lo tanto, las derivas de la estructura cumplen con lo estipulado.

**3.2.2.6.4 Diseño de los elementos estructurales en Etabs.** Los elementos estructurales del sistema fueron diseñados considerando las fuerzas dinámicas en el espectro inelástico de aceleraciones. Para el diseño de las columnas, se excluyó la envolvente de las combinaciones de carga utilizadas, mientras que, para las vigas, se empleó únicamente la envolvente. El acero longitudinal de las columnas se encuentra en el rango del 1% al 4% respecto al área bruta del elemento, conforme al inciso C.10.9.1<sup>24</sup> de la NSR-10. Además, se aplicarán factores de reducción de resistencia ( $\phi$ ) para tracción (0.9), compresión (0.65) y cortante (0.75), según lo establecido en el inciso C.9.3<sup>25</sup> de la misma norma, como se muestra en la Figura 93.

<sup>24</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Flexión y cargas axiales: Límites de refuerzo de elementos a compresión (columnas). En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. C-79.

<sup>25</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Requisitos de resistencia y funcionamiento: Resistencia de diseño. En: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010. p. C-68.

**Figura 93. Factores de reducción de resistencia en Etabs**

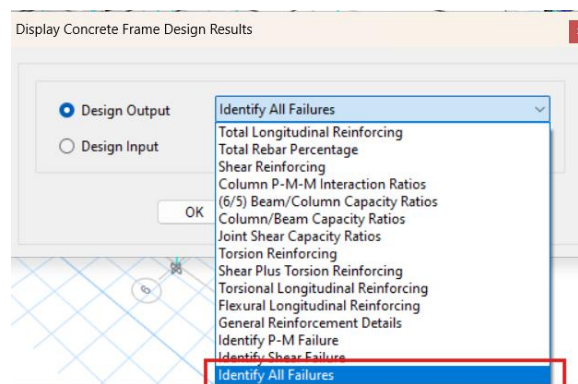


| Item                                     | Value              |
|------------------------------------------|--------------------|
| 01 Design Code                           | ACI 318-08         |
| 02 Multi-Response Case Design            | Step-by-Step - All |
| 03 Number of Interaction Curves          | 24                 |
| 04 Number of Interaction Points          | 11                 |
| 05 Consider Minimum Eccentricity?        | Yes                |
| 06 Design for B/C Capacity Ratio?        | Yes                |
| 07 Ignore Beneficial Pu for Beam Design? | Yes                |
| 08 Seismic Design Category               | E                  |
| 09 Design System Rho                     | 1                  |
| 10 Design System Side                    | 0.5                |
| 11 Phi (Tension Controlled)              | 0.9                |
| 12 Phi (Compression Controlled Tied)     | 0.65               |
| 13 Phi (Compression Controlled Spiral)   | 0.75               |
| 14 Phi (Shear and/or Torsion)            | 0.75               |
| 15 Phi (Shear Seismic)                   | 0.6                |
| 16 Phi (Joint Shear)                     | 0.85               |

Fuente: Elaboración propia

Se realizaron los chequeos de demanda - capacidad para esfuerzo cortante, flexión, compresión y torsión de cada elemento estructural, así como el criterio de columna fuerte y viga débil, como se muestra en la Figura 94. Además, se calcularon las cuantías de acero de las vigas a partir de iteraciones realizadas por Etabs.

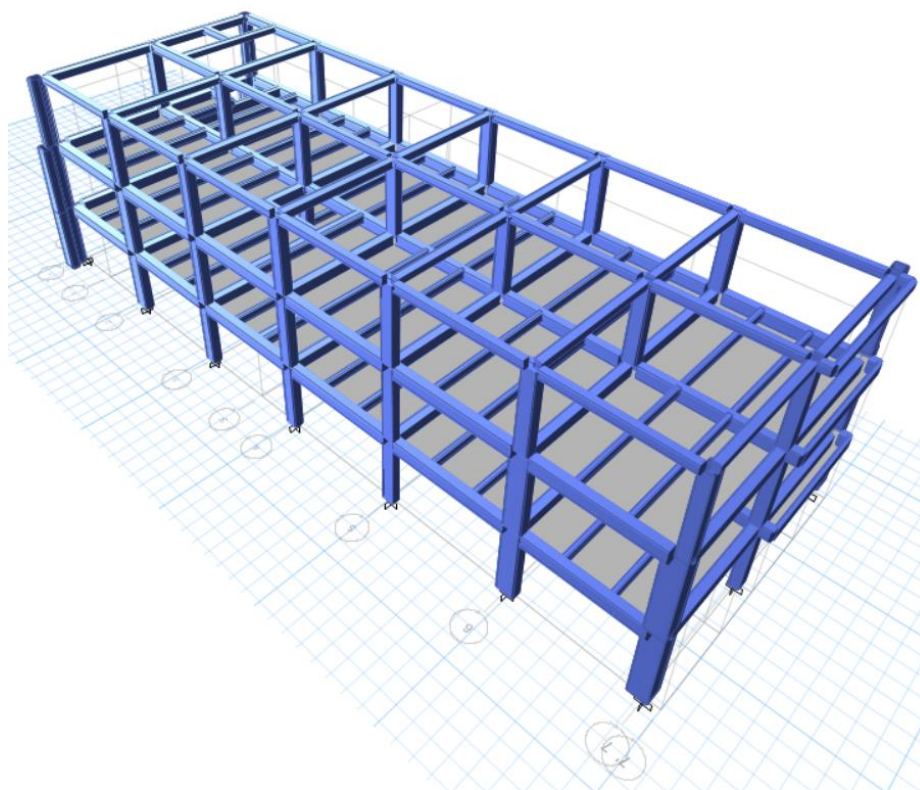
**Figura 94. Chequeos de resistencia de los elementos estructurales en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

Como resultado final, se presenta la estructura diseñada conforme a los criterios establecidos en la NSR-10, utilizando software especializados en diseño estructural como Corpasoft 3 y Etabs. La modelación final de la estructura se puede apreciar en la Figura 95.

**Figura 95. Modelación estructural final en Etabs**



Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

- Se logró apoyar como auxiliar de ingeniería en consultorías relacionadas con diseño estructural y elaboración de presupuestos. Además, se logró reducir los tiempos de entrega establecidos mediante un seguimiento y cumplimiento constante de las actividades asignadas para la gestión de los proyectos liderados por el Ingeniero John Jairo Ledezma Solano.
- La repetición iterativa del análisis estático y dinámico de la estructura permitió optimizar las dimensiones de los elementos del sistema aporricado y del sistema de la losa de contrapiso Metaldeck, lo que se resume en menores costos de construcción.
- El porcentaje de masa participativa de los modos de vibración es inversamente proporcional a la rigidez de la estructura y, por lo tanto, al período de vibración de la misma. Comprender esta relación es fundamental para realizar un análisis integral de la estructura.
- El ajuste del cortante basal permite obtener estructuras más esbeltas y económicas al convertir la fuerza sísmica estática en una fuerza sísmica dinámica, con una equivalencia del 80% para estructuras regulares y del 90% para estructuras irregulares. Esto resulta en diseños óptimos y económicos constructivamente.
- Las irregularidades de la estructura afectan la capacidad de disipación de energía del sistema y, en consecuencia, la rigidez necesaria para soportar eventos extremos. Esto se evalúa mediante un análisis de la geometría, rigidez y masa de la estructura, lo que contribuye al diagnóstico de posibles fallencias y la propuesta de soluciones adecuadas.
- La rigidez de la estructura determina la respuesta del sistema ante fuerzas estáticas y dinámicas, pero se deben considerar sus efectos en los periodos de vibración de la estructura con la finalidad de garantizar efectos traslacionales en los ejes ortogonales X e Y.
- Los precios unitarios del mercado varían según la región y el alcance del proyecto. Por ello, es fundamental realizar un análisis específico para cada

tipo de obra, considerando las variables administrativas, logísticas y de ejecución involucradas. Este enfoque contribuye a mejorar las tasas de éxito y la eficiencia en la gestión de los proyectos.

- La experiencia permitió fortalecer habilidades en el uso de software especializados en diseño estructural como lo es Corpasoft 3 y Etabs, resolución de problemas y comunicación efectiva en un entorno profesional.
- La variabilidad de la ubicación del eje neutro de la columna permite delimitar la frontera de resistencia de la sección, por lo que el completo entendimiento del diagrama de interacción de la columna permite realizar un análisis adecuado del elemento y generar soluciones pertinentes antes el comportamiento de la sección ante las combinaciones de las solicitaciones de cargas impuestas.

## BIBLIOGRAFÍA

- CORPACERO. Guías de usuario. En: Corpacero - Aliados de acero. [en línea]. 2019. [Consultado: 10 octubre 2024]. Disponible en: <https://www.corpacero.com/corpasoft-3-0/>
- CORPACERO. Perlines. En: Corpacero - Aliados de acero. [en línea]. 2019. [Consultado: 10 octubre 2024]. Disponible en: <https://www.corpacero.com/perlines/>
- CORPACERO. Corpalosa. En: Corpacero - Aliados de acero. [en línea]. 2019. [Consultado: 10 octubre 2024]. Disponible en: <https://www.corpacero.com/corpalosa/>
- COLOMBIA. GOBERNACIÓN DEL CAUCA. DataCauca [en línea]. WiseWare SAS. [Consultado el 03 de enero de 2025]. Disponible en: <https://datacauca.gov.co/apu/apu/apu/queru>
- COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) [en línea]. [Consultado: 10 octubre 2024]. Disponible en: <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/normatividad/nsr-10-titulo-c.pdf>
- MELÉNDEZ GÓMEZ, Camilo Andrés. Diagrama de Interacción Columnas - NSR10 - Hoja de Cálculo [en línea]. Ing. C Meléndez. Última actualización: 17 noviembre 2019. [Consultado el 3 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=4rP9s1onCRw&t=1s>
- SIDOC. DL - NET [en línea]. En: Sidoc – Acero figurado. Diseño de soluciones S.A.S [Consultado: 03 de enero de 2025]. Disponible en: <https://sidocsa.com/producto/acero-figurado/>

## ANEXOS

### Anexo 1. Resolución de práctica profesional

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br><b>Facultad de Ingeniería Civil</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <br><b>Universidad<br/>del Cauca</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>RESOLUCIÓN No. 8.3.-4.4/14 DE 2024</b><br>(14 de febrero)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>Por la cual se autoriza un anteproyecto para la realización de trabajo de grado, ya sea modalidad Trabajo de Investigación, Práctica Profesional, Estudios de Profundización o Actividad Proyectual, según sea el caso, y se designa director del trabajo de grado.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>EL CONSEJO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, en uso de sus atribuciones legales, conferidas por el Estatuto General de la Universidad del Cauca, el Acuerdo Superior 027 del 2012 y el Acuerdo Superior 002 de 1988,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>CONSIDERANDO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>1. Que mediante Acuerdo Superior 027 de 2012, se reglamentó los Trabajo de Grado en los programas de pregrado, donde estableció en el artículo primero lo siguiente <i>"ARTÍCULO 1. Se define como Trabajo de Grado el ejercicio desarrollado por el estudiante de pregrado, debidamente matriculado, que busca fortalecer y aplicar las competencias adquiridas durante su proceso de formación y con ello contribuir al análisis y posibles soluciones de problemáticas relacionadas con el campo de acción de su profesión."</i></p> |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>2. Que en el acuerdo superior referenciado anteriormente, en su artículo cuarto establece lo siguiente: <i>"ARTÍCULO 4. Los Consejos de Facultad, por sugerencia de los Comités de Programa, deberán:</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>1. Definir las modalidades de Trabajo de Grado para cada programa de acuerdo con sus características y particularidades.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>2. Establecer las condiciones, requisitos, procedimientos y términos que reglamenten cada modalidad de trabajo de grado, sin perjuicio de las generalidades establecidas en el presente acuerdo.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>3. Determinar el número total de créditos asignados al Trabajo de Grado, entre 8 y 12.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p><i>PARÁGRAFO. En todas las modalidades deberá existir un proyecto, plan de trabajo o programa en el cual quede expreso el cronograma de actividades a desarrollar y el presupuesto."</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>3. Mediante Resolución No. 820 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, reglamentó internamente el proceso para desarrollar el Trabajo de Grado en la Facultad.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>4. Que dentro de los requisitos para la realización de algunas de las diferentes modalidades de trabajo de grado, se creó como requisito la realización de un anteproyecto de trabajo de grado, el cual debe ser avalado por el Comité de Programa y autorizado previamente por parte del Consejo de Facultad para poderse desarrollar.</p>                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>5. Que referente a la duración del trabajo de grado modalidad Investigación, Práctica Profesional y Actividad Proyectual, el artículo noveno, dieciocho y treinta de la Resolución No. 820 de 2014, establece que el tiempo límite para el desarrollo y presentación del informe final será de máximo un año, contado a partir de la fecha indicada en la resolución de aprobación emanada del Consejo de Facultad, prorrogable únicamente por tres meses.</p>                                                                          |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>6. Que la Resolución No. 820 de 2014, establece que en caso de no realizar el desarrollo del trabajo de grado o la solicitud de prórroga dentro de los plazos establecidos, el trabajo de grado se considerará no aprobado y el estudiante deberá iniciar el trámite para la aprobación de un nuevo proyecto de Trabajo de Grado por una segunda y única oportunidad.</p>                                                                                                                                                               |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>7. Que el Consejo de Facultad del Programa de Ingeniería Civil, es el órgano competente para avalar el anteproyecto presentado por la, él o los estudiantes (s), para la ejecución y desarrollo del mismo.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>En merito de lo expuesto,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                      | <p><i>Por una Universidad de excelencia y solidaridad</i></p> <p>Facultad de Ingeniería Civil<br/>Calle 2 Carrera 15N Esquina, Campus Universitario de Tulcán<br/>Popayán - Cauca - Colombia<br/>Teléfono: 8209821, Comutador 8209800 Exts. 2200, 2201, 2205<br/>Email: <a href="mailto:g-civil@unicauca.edu.co">g-civil@unicauca.edu.co</a> <a href="http://www.unicauca.edu.co">www.unicauca.edu.co</a></p> |

**RESUELVE**

**ARTÍCULO PRIMERO:** AUTORIZAR a la o el estudiante **JUAN SEBASTIÁN RIVERA LÓPEZ**, con cédula de ciudadanía No. **1061791017** y código No. **100413010677**, la ejecución y desarrollo del Trabajo de Grado, modalidad **Práctica Profesional-Empresarial Pasantía**, titulado: **AUXILIAR DE INGENIERIA EN CONSULTORIAS PARA DISEÑO ESTRUCTURAL Y PRESUPUESTO**, bajo la dirección del docente **Hernán Nope Rodríguez**, avalado por el Consejo de Facultad en sesión No. 04 del 14 de febrero de 2024, como requisito parcial para optar al título de **Ingeniero Civil**.

**ARTÍCULO SEGUNDO:** INFORMAR al o la estudiante que el plazo máximo para el desarrollo y entrega del informe final del trabajo de grado es de un (01) año a partir de la fecha de expedición de la presente resolución.

**ARTÍCULO TERCERO:** INFORMAR al o la estudiante que debe matricular académica y financieramente cada semestre la asignatura Trabajo de Grado hasta el día que se gradúe del programa.

**ARTÍCULO CUARTO:** Notificar personalmente o por aviso mediante correo electrónico del contenido de la presente resolución al (la) estudiante, advirtiéndole que contra ella procede el recurso de reposición ante la decanatura y el de apelación ante el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, siempre y cuando se interpongan de forma conjunta dentro de los diez (10) días siguientes a su notificación.

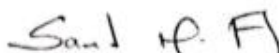
**ARTÍCULO QUINTO:** Enviar copia de esta resolución a la División de Admisiones, Registro y Control Académico – DARCA, para que sea registrado en la historia académica del (la) estudiante.

Se expide en Popayán, a los catorce (14) días del mes de febrero del dos mil veinticuatro (2024).

**NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE**



**JUAN CARLOS CASAS ZAPATA**  
Presidente Consejo de Facultad



**SANDRA MARÍA FERNÁNDEZ CORAL**  
Secretaria general

Diligencia de notificación personal.

El señor (a) \_\_\_\_\_ en la fecha \_\_\_\_\_ del 2024, se notificó personalmente de la presente resolución.

Dado el caso que se proceda a notificar por aviso mediante correo electrónico, se le advierte que esta resolución se considerará notificada al finalizar el día siguiente al de la entrega del correo donde se le enviará la resolución, seguidamente se continuarán con los trámites administrativos procedentes.

*Elaboró: Jorge González  
Revisó: Sandra Fernández  
Aprobó: Ing. J. Casas.*



*Por una Universidad de excelencia y solidaridad*

Facultad de Ingeniería Civil  
Calle 2ª Carrera 15N Esquina, Campus Universitario de Tulcán  
Popayán - Cauca - Colombia  
Teléfono: 8209821, Conmutador 8209800 Exts. 2200, 2201, 2205  
Email: [d-civil@unicauca.edu.co](mailto:d-civil@unicauca.edu.co), [www.unicauca.edu.co](http://www.unicauca.edu.co)

## Anexo 2. Certificado de horas de la práctica profesional

JOHN JAIRO LEDEZMA SOLANO

NIT. 76.327.437-6

---

Popayán, 12 de julio de 2024

**Señores:**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA

**Asunto:** Certificado de práctica profesional.

Cordial Saludo

Certifico que el estudiante JUAN SEBASTIÁN RIVERA LÓPEZ, identificado con la cédula de ciudadanía No. 1061791017, perteneciente al programa de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, realizó satisfactoriamente su práctica profesional como auxiliar de ingeniería en consultorías para diseño estructural y presupuestos, en el periodo comprendido entre el (14) de febrero del 2024 hasta el (14) mayo del 2024, para un total de (578) horas a entera satisfacción.

Donde desarrollo las siguientes actividades:

- Realizar y revisar diseños estructurales de acuerdo a las exigencias de la normativa (NSR-10) para sistemas como: pórticos en concreto reforzado y estructuras metálicas. Comprende diseños en software especializados y memorias de cálculo.
- Obtener cantidades de obra y presupuestos.
- Elaborar y revisar planos estructurales en AutoCAD.

Expreso que el grado de cumplimiento de la práctica es (5) en una escala de 1 a 5.

Atentamente,



---

JOHN JAIRO LEDEZMA SOLANO

Ingeniero Civil  
Especialista en Estructuras  
C.C 76.327.437 Popayán

---

CALLE 2n N° 8n-28 B/ EL MODELO  
CEL: 320 718 41 02, Correo: [jiledezma77@gmail.com](mailto:jiledezma77@gmail.com)  
Popayán -Cauca

**Anexo 3. Certificado de ARL**

EPS | **sura**

ARL | **sura**

Medellín, 08 de Julio de 2024

**LA DIRECCIÓN DE AFILIACIONES Y RECAUDOS**

**HACE CONSTAR:**

Que la(s) persona(s) relacionada(s) en el siguiente listado, se encontraba(n) afiliada(s) en Riesgos Laborales durante las fechas indicadas, a SEGUROS DE VIDA SURAMERICANA S.A. por medio de la empresa JOHN JAIRO LEDEZMA SOLANO

A continuación se relacionan las fechas de desafiliación

| Número identificación | Nombre                      | Fecha inicio afiliación | Fecha fin afiliación | Tipo Cotizante                                                          | Estado   |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------|
| C1061791017           | RIVERA LOPEZ JUAN SEBASTIAN | 15/12/2023              | 01/06/2024           | ESTUDIANTE<br>APORTE SOLO<br>RIESGOS<br>LABORALES (DEC<br>1072 DE 2015) | RETIRADO |

Si desea validar que este certificado haya sido realmente emitido por ARL Sura y la información aquí contenida sea real, visite [www.arlsura.com.co](http://www.arlsura.com.co) / validar certificados e ingrese el siguiente código único de generación válido por un mes: C10617910172419053418

SUPERINTENDENCIA FINANCIERA  
DE COLOMBIA

**VIGILADO**

Atentamente,  
  
Dirección de Afiliaciones y Recaudo

Este certificado tiene validez para efectos de afiliación del trabajador a SEGUROS DE VIDA SURAMERICANA S.A. así como para su desafiliación.  
Importante: La información contenida en este certificado puede ser validada en cualquier momento por SEGUROS DE VIDA SURAMERICANA S.A.  
Los trabajadores marcados con la letra R tienen retiro pendiente.  
Dirección IP 190.84.88.128, 198.143.41.23, 172.16.42.57