

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**“EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS
CONSTRUCTIVOS: TRADICIONAL Y ESTRUCTURA METÁLICA, COMO
ALTERNATIVA PROPUESTA ENFOCADA EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL
EN LA CIUDAD DE QUITO”**

AUTOR: NICOLÁS VLADIMIR MAFLA MENDOZA

DIRECTOR: Ing. JOSÉ DOMINGO ALVIAR MALABET. PhD

QUITO DM, marzo 2024

Tabla de contenido

| | |
|-------------------------------------------------------|------------|
| TABLA DE CONTENIDO | III |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | X |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | XI |
| CAPITULO 1. GENERALIDADES | 1 |
| 1.1 JUSTIFICACIÓN | 1 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.3 OBJETIVOS | 2 |
| 1.3.1 OBJETIVO GENERAL | 2 |
| 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 3 |
| 1.4 ALCANCE | 3 |
| CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO | 4 |
| 2.1 ANTECEDENTES | 4 |
| 2.1.1 LA CONSTRUCCIÓN EN EL ECUADOR..... | 4 |
| 2.1.2 EL DÉFICIT DE VIVIENDA HISTÓRICO | 5 |
| 2.1.3 LA VIVIENDA SOCIAL EN EL ECUADOR..... | 7 |
| 2.1.4 ¿QUÉ ES HABITAT III?..... | 8 |
| 2.2 MARCO TEÓRICO..... | 9 |
| 2.2.1 VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL – VIS | 9 |
| 2.2.2 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA VIS | 10 |
| 2.2.2.1 SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL | 10 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.2.2 SISTEMA CONSTRUCTIVO ESTRUCTURA METÁLICA | 11 |
| 2.2.2.3 SISTEMA CONSTRUCTIVO ELEMENTOS PREFABRICADOS | 11 |
| 2.2.2.4 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS NO CONVENCIONALES | 12 |
| CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO APLICADO A LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL | 13 |
| 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA TIPO | 13 |
| 3.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA TIPO | 14 |
| 3.1.2 DISEÑO DE LA VIVIENDA TIPO A SER EVALUADA CON LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PROPUESTOS | 15 |
| 3.2 EVALUACIÓN TÉCNICA | 15 |
| 3.2.1 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN TÉCNICA..... | 16 |
| 3.2.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN TÉCNICA..... | 16 |
| 3.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA..... | 17 |
| 3.3.1 INGENIERÍA DE COSTOS | 17 |
| 3.3.1.1 COSTOS DIRECTOS | 18 |
| 3.3.1.2 COSTOS INDIRECTOS..... | 18 |
| COSTOS INDIRECTOS DE OPERACIÓN | 18 |
| COSTOS INDIRECTOS DE OBRA | 18 |
| 3.3.1.3 PRESUPUESTO | 18 |
| 3.3.2 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA | 19 |
| 3.3.3 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ECONÓMICA | 19 |
| CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN TÉCNICA CONSTRUCTIVA..... | 20 |
| 4.1 EVALUACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL..... | 20 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1.1 TIPO 1 SISTEMA TRADICIONAL | 20 |
| 4.1.1.1 INTRODUCCIÓN | 20 |
| 4.1.1.2 DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA | 20 |
| 4.1.1.3 REPRESENTACIÓN GEOMÉTRICA | 21 |
| 4.1.1.4 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES | 25 |
| 4.1.1.5 CARGAS Y COMBINACIONES DE CARGAS PARA LA ESTRUCTURA | 26 |
| CARGA MUERTA | 26 |
| CARGA DE PESO PROPIO | 26 |
| CARGA NO ESTRUCTURAL O PERMANENTE..... | 26 |
| CARGA VIVA | 26 |
| 4.1.1.5.1 DEFINICIÓN DE COMBINACIONES DE CARGA..... | 27 |
| 4.1.1.6 ANÁLISIS ESTÁTICO EQUIVALENTE..... | 27 |
| 4.1.1.6 PRE DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN ARMADO | 29 |
| 4.1.1.6.1 PRE DIMENSIONAMIENTO DE LOSA | 29 |
| TIPO DE LOSA..... | 29 |
| ALTURA MÍNIMA DE LOSA..... | 30 |
| CÁLCULO DE INERCIA DE LA SECCIÓN ALIVIANADA..... | 31 |
| COMPROBACIÓN DE LA SECCIÓN EQUIVALENTE DE LOSA..... | 32 |
| DETERMINACIÓN DE CARGAS DE LA LOSA | 33 |
| CARGA MUERTA | 33 |
| LOSA DE ENTREPISO..... | 34 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| LOSA DE CUBIERTA..... | 35 |
| CARGA VIVA | 35 |
| LOSA DE ENTREPISO..... | 35 |
| LOSA DE CUBIERTA..... | 35 |
| VIGAS | 36 |
| VIGAS DE ENTREPISO | 36 |
| CARGAS | 37 |
| CÁLCULO DE LA CARGA EQUIVALENTE | 38 |
| CÁLCULO DE PERALTE DE LA VIGA | 39 |
| VIGAS DE CUBIERTA | 40 |
| COLUMNAS..... | 41 |
| 4.1.1.7 MODELAMIENTO COMPUTACIONAL DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO..... | 41 |
| CORRECCIÓN DEL CORTANTE BASAL ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO | 44 |
| REVISIÓN DE COLUMNA FUERTE - VIGA DÉBIL..... | 46 |
| 4.1.2 TIPO 2 SISTEMA ESTRUCTURA METÁLICA | 48 |
| 4.1.2.1 INTRODUCCIÓN | 48 |
| 4.1.2.2 DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA | 48 |
| 4.1.2.3 REPRESENTACIÓN GEOMÉTRICA | 49 |
| 4.1.2.4 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES | 51 |
| 4.1.2.5 CARGAS Y COMBINACIONES DE CARGAS PARA LA ESTRUCTURA | 52 |
| CARGA MUERTA | 52 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| CARGA DE PESO PROPIO | 52 |
| 4.1.2.5.1 DEFINICIÓN DE COMBINACIONES DE CARGA..... | 53 |
| 4.1.2.5.2 ANÁLISIS ESTÁTICO EQUIVALENTE..... | 53 |
| 4.1.2.6 PRE DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ESTRUCTURA METÁLICA..... | 55 |
| 4.1.2.6.1 PRE DIMENSIONAMIENTO DE LOSA DECK..... | 55 |
| CARGA MUERTA | 56 |
| LOSA DECK DE ENTREPISO..... | 56 |
| LOSA DECK DE CUBIERTA..... | 57 |
| CARGA VIVA | 57 |
| LOSA DECK DE ENTREPISO..... | 57 |
| PRE DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS | 58 |
| CARGA VIVA SOBRE LAS VIGAS DE ENTREPISO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA..... | 58 |
| CÁLCULO DE PERALTE DE LA VIGA DE ENTREPISO..... | 60 |
| CÁLCULO DE PERALTE DE LA VIGA DE CUBIERTA | 60 |
| PRE DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS..... | 62 |
| CHEQUEO PARA EL PERFIL SELECCIONADO DE COLUMNA..... | 68 |
| REVISIÓN EN ALMA..... | 68 |
| CHEQUEO DE RESISTENCIA A PANDEO FLEXIONAL..... | 69 |
| 4.1.2.7 MODELAMIENTO COMPUTACIONAL DE LA ESTRUCTURA EN ACERO..... | 71 |
| CORRECCIÓN DEL CORTANTE ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA ESTRUCTURA DE ESTRUCTURA METÁLICA..... | 75 |
| 4.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA | 77 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.1 PERIODO DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA | 77 |
| 4.2.2 PESO DE LA ESTRUCTURA..... | 78 |
| 4.2.3 CORTANTE BASAL DE LA ESTRUCTURA | 79 |
| 4.2.4 DERIVAS DE PISO DE LA ESTRUCTURA | 80 |
| CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA | 84 |
| 5.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS | 84 |
| 5.1.1 SISTEMA TRADICIONAL..... | 84 |
| COSTOS DIRECTOS DE ESTRUCTURA EN HORMIGÓN ARMADO | 84 |
| MATERIALES DE SISTEMA CONSTRUCTIVO HORMIGÓN ARMADO | 85 |
| MANO DE OBRA SISTEMA CONSTRUCTIVO DE HORMIGÓN ARMADO..... | 85 |
| CUADRO DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS SISTEMA CONSTRUCTIVO HORMIGÓN ARMADO | 86 |
| COSTOS INDIRECTOS | 86 |
| PRESUPUESTO DE SISTEMA CONSTRUCTIVO SISTEMA CONSTRUCTIVO HORMIGÓN ARMADO | 87 |
| 5.1.2 SISTEMA ESTRUCTURA METÁLICA | 88 |
| COSTOS DIRECTOS DE ESTRUCTURA EN ESTRUCTURA METÁLICA..... | 88 |
| MATERIALES DE SISTEMA CONSTRUCTIVO ESTRUCTURA METÁLICA | 88 |
| MANO DE OBRA SISTEMA CONSTRUCTIVO ESTRUCTURA METÁLICA..... | 89 |
| CUADRO DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS SISTEMA CONSTRUCTIVO ESTRUCTURA METÁLICA | 90 |
| COSTOS INDIRECTOS | 90 |
| PRESUPUESTO DE SISTEMA CONSTRUCTIVO SISTEMA CONSTRUCTIVO ESTRUCTURA METÁLICA .. | 91 |
| 5.2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA | 92 |
| CRONOGRAMA DE TRABAJO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS..... | 92 |

| | |
|--------------------------------------------------------|------------|
| COMPONENTES HORMIGÓN ARMADO | 93 |
| COMPONENTES ESTRUCTURA METÁLICA..... | 95 |
| COSTO POR METRO CUADRADO REFERENCIAL..... | 97 |
| CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 98 |
| 6.1 CONCLUSIONES | 98 |
| 6.2 RECOMENDACIONES | 101 |
| REFERENCIAS | 102 |
| ANEXOS..... | 107 |

Índice de tablas

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 <i>Propiedades de los materiales en sistema constructivo de hormigón armado</i> | 25 |
| Tabla 2 <i>Carga de sismo modelo hormigón armado</i> | 28 |
| Tabla 3 <i>Áreas y centroides de la sección compuesta</i> | 31 |
| Tabla 4 <i>Carga muerta en losa de entrepiso, hormigón armado</i> | 34 |
| Tabla 5 <i>Carga muerta en losa de cubierta, hormigón armado</i> | 35 |
| Tabla 6 <i>Carga viva en losa de entrepiso, hormigón armado</i> | 35 |
| Tabla 7 <i>Carga viva en losa de cubierta, hormigón armado</i> | 35 |
| Tabla 8 <i>Vigas de entrepiso con ejes horizontales y verticales</i> | 36 |
| Tabla 9 <i>Resumen de secciones de vigas de entrepiso</i> | 40 |
| Tabla 10 <i>Resumen de secciones de vigas de cubierta</i> | 41 |
| Tabla 11 <i>Resumen de secciones de columnas de hormigón armado</i> | 41 |
| Tabla 12 <i>Resumen de secciones y cantidades de sistema constructivo de hormigón armado</i> | 47 |
| Tabla 13 <i>Propiedades de los materiales en sistema constructivo de estructura metálica</i> | 51 |
| Tabla 14 <i>Carga de sismo modelo estructura metálica</i> | 54 |
| Tabla 15 <i>Parámetros técnicos de placa colaborante deck</i> | 56 |
| Tabla 16 <i>Carga muerta presente en losa deck de entrepiso estructura metálica</i> | 56 |
| Tabla 17 <i>Carga muerta presente en losa deck de cubierta estructura metálica</i> | 57 |
| Tabla 18 <i>Carga viva presente en losa deck de entrepiso estructura metálica</i> | 57 |
| Tabla 19 <i>Carga viva presente en losa deck de cubierta estructura metálica</i> | 57 |
| Tabla 20 <i>Cargas actuantes sobre las vigas de entrepiso de la estructura metálica</i> | 58 |
| Tabla 21 <i>Resumen de vigas de estructura metálica</i> | 61 |
| Tabla 22 <i>Longitud máxima no arriostrada en vigas de estructura metálica</i> | 61 |
| Tabla 23 <i>Análisis de carga tributaria y sección de Columna para estructura metálica</i> | 65 |
| Tabla 24 <i>Resumen de columnas estructura metálica</i> | 65 |
| Tabla 25 <i>Máximas Relaciones Ancho-Espesor para Elementos a Compresión</i> | 66 |
| Tabla 26 <i>Máximas Relaciones Ancho-Espesor para Elementos a Compresión</i> | 67 |
| Tabla 27 <i>Resumen de secciones y cantidades de sistema constructivo de estructura metálica</i> | 76 |
| Tabla 28 <i>Cuadro de materiales de obra de hormigón armado</i> | 85 |
| Tabla 29 <i>Cuadro de mano de obra de hormigón armado</i> | 85 |
| Tabla 30 <i>Cuadro de equipo y herramientas de obra de hormigón armado</i> | 86 |
| Tabla 31 <i>Tabla de descripción de rubros, unidades, cantidades y precios hormigón armado</i> | 87 |
| Tabla 32 <i>Cuadro de materiales estructura metálica</i> | 88 |
| Tabla 33 <i>Cuadro de mano de obra estructura metálica</i> | 89 |
| Tabla 34 <i>Cuadro de equipo y maquinaria estructura metálica</i> | 90 |
| Tabla 35 <i>Tabla de descripción de rubros, unidades, cantidades y precios estructura metálica</i> | 91 |

Índice de figuras

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura No. 1 <i>Déficit habitacional nacional de viviendas</i> | 6 |
| Figura No. 2 <i>Déficit de viviendas región costa</i> | 7 |
| Figura No. 3 <i>Propuesta arquitectónica de la vivienda tipo</i> | 13 |
| Figura No. 4 <i>Cuadro de áreas de la vivienda tipo</i> | 14 |
| Figura No. 5 <i>Propuesta arquitectónica y distribución de espacios</i> | 21 |
| Figura No. 6 <i>Vista en 3D del modelo geométrico en hormigón armado</i> | 22 |
| Figura No. 7 <i>Vista en elevación del eje Y del modelo geométrico en hormigón armado</i> | 23 |
| Figura No. 8 <i>Vista en elevación del eje X del modelo geométrico en hormigón armado</i> | 23 |
| Figura No. 9 <i>Vista en planta del modelo geométrico en hormigón armado</i> | 24 |
| Figura No. 10 <i>Sección compuesta de losa nervada</i> | 31 |
| Figura No. 11 <i>Sección equivalente de losa nervada</i> | 32 |
| Figura No. 12 <i>Sección equivalente de losa nervada</i> | 33 |
| Figura No. 13 <i>Sección de losa nervada, vista en planta</i> | 34 |
| Figura No. 14 <i>Cargas presentes en las vigas, sistema de hormigón armado</i> | 37 |
| Figura No. 15 <i>Modelado en 3D de secciones de hormigón armado</i> | 42 |
| Figura No. 16 <i>Modelado de vigas de hormigón armado en losa de entrepiso</i> | 42 |
| Figura No. 17 <i>Modelado de vigas de hormigón armado en losa de cubierta</i> | 43 |
| Figura No. 18 <i>Vista del eje D en el modelado en sistema de hormigón armado</i> | 43 |
| Figura No. 19 <i>Vista del eje 2 en el modelado en sistema de hormigón armado</i> | 44 |
| Figura No. 20 <i>Reacciones en la base estructura de hormigón armado</i> | 45 |
| Figura No. 21 <i>Relación capacidad columna/viga sistema hormigón armado</i> | 46 |
| Figura No. 22 <i>Propuesta arquitectónica y distribución de espacios estructura metálica</i> | 48 |
| Figura No. 23 <i>Vista en 3D del modelo geométrico en estructura metálica</i> | 49 |
| Figura No. 24 <i>Vista en elevación del eje Y del modelo geométrico en estructura metálica</i> .. | 50 |
| Figura No. 25 <i>Vista en elevación del eje X del modelo geométrico en estructura metálica</i> .. | 50 |
| Figura No. 26 <i>Vista en planta del modelo geométrico en estructura metálica</i> | 51 |
| Figura No. 27 <i>Propiedades de la sección compuesta Novalosa 55mm</i> | 55 |
| Figura No. 28 <i>Detalle de ancho cooperante en viga eje 2 estructura metálica</i> | 59 |
| Figura No. 29 <i>Tabla 3-36 Esfuerzo de diseño para miembros comprimidos 36 ksi</i> | 63 |
| Figura No. 30 <i>Ancho cooperante de columna C2 estructura metálica</i> | 64 |
| Figura No. 31 <i>Modelamiento 3D estructura metálica</i> | 71 |
| Figura No. 32 <i>Vista en planta de losa de entrepiso estructura metálica</i> | 72 |
| Figura No. 33 <i>Vista en planta de losa de cubierta estructura metálica</i> | 72 |
| Figura No. 34 <i>Vista en elevación del pórtico del eje 2 estructura metálica</i> | 73 |
| Figura No. 35 <i>Vista en elevación del pórtico del eje D estructura metálica</i> | 74 |
| Figura No. 36 <i>Reacciones en la base de estructura metálica</i> | 75 |
| Figura No. 37 <i>Periodo de la estructura en hormigón armado y estructura metálica</i> | 77 |
| Figura No. 38 <i>Peso de la estructura en hormigón armado y estructura metálica</i> | 78 |
| Figura No. 39 <i>Cortante Basal de la estructura en hormigón armado y estructura metálica</i> .. | 79 |
| Figura No. 40 <i>Derivas elásticas de la estructura en hormigón armado y estructura metálica</i> | 80 |
| Figura No. 41 <i>Derivas máximas inelásticas de estructura en hormigón armado y estructura metálica</i> | 81 |
| Figura No. 42 <i>Derivas elásticas de la estructura en hormigón armado dirección X</i> | 82 |
| Figura No. 43 <i>Derivas elásticas de la estructura en hormigón armado dirección Y</i> | 82 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura No. 44 <i>Derivas elásticas de la estructura en estructura metálica dirección X</i> | 83 |
| Figura No. 45 <i>Derivas elásticas de la estructura en estructura metálica dirección Y</i> | 83 |
| Figura No. 46 <i>Porcentaje de uso de equipo y herramientas en sistema de hormigón armado</i> | 93 |
| Figura No. 47 <i>Porcentaje de uso de insumos en sistema de hormigón armado</i> | 93 |
| Figura No. 48 <i>Porcentaje de uso de mano de obra en sistema de hormigón armado</i> | 94 |
| Figura No. 49 <i>Porcentaje de uso de materiales en sistema de hormigón armado</i> | 94 |
| Figura No. 50 <i>Porcentaje de uso de insumos en sistema de estructura metálica</i> | 95 |
| Figura No. 51 <i>Porcentaje de uso de materiales en sistema de estructura metálica</i> | 95 |
| Figura No. 52 <i>Porcentaje de uso de equipo y herramientas en sistema de estructura metálica</i> | 96 |
| Figura No. 53 <i>Porcentaje de uso de mano de obra en sistema de estructura metálica</i> | 96 |

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 Justificación

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), de acuerdo con los datos proporcionados por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) para el año 2021, se evidencia que el déficit habitacional alcanzó el 57%, lo que significa que alrededor de 2,4 millones de viviendas se encuentran en esta condición, de un total de 4,2 millones de viviendas en el país. Es importante señalar que el 75,8% de este déficit se clasifica como cualitativo, lo que indica que estas viviendas tienen deficiencias en calidad o no cuentan con acceso a servicios básicos, aunque son susceptibles de mejoras. Por otra parte, el 24,2% restante corresponde al déficit cuantitativo, lo que sugiere que estas viviendas son irrecuperables y necesitan ser reemplazadas por nuevas unidades de vivienda (MIDUVI, 2023).

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) tiene mapeados a 325.411 ciudadanos como interesados en adquirir viviendas de interés social y viviendas de interés público de las cuales 185.393 se encuentran en la costa, 124.922 en la sierra, 14.896 en el Oriente y 200 en las Galápagos.

Para poder cumplir con los objetivos de los últimos gobiernos ecuatorianos, así como del actual, es necesario desarrollar un sistema constructivo que sea eficiente y efectivo. Es decir, se requiere un sistema que permita construir viviendas de interés social a precios bajos, con una calidad aceptable, y una alta productividad en la obra.

Por esta razón se pretende con este estudio, realizar una evaluación técnica económica de los sistemas constructivos, para una casa tipo, utilizando el sistema constructivo tradicional y estructura metálica, enmarcado en viviendas de interés social en la ciudad de Quito.

1.2 Planteamiento del problema

La vivienda social en el Ecuador está caracterizada por el sistema constructivo tradicional, que consiste en concreto/agregados/hierro/ladrillos o bloques principalmente, desarrollado en proyectos en su mayoría por profesionales de la construcción: ingenieros y arquitectos. Las grandes empresas de la construcción no encuentran rentable este tipo de proyectos, y por tanto no hay acceso a recursos financieros y técnicos que podrían mejorar los indicadores de este segmento de la vivienda.

Es necesario brindarle un carácter industrial a la construcción de la vivienda social en el Ecuador, para brindar mejores alternativas, a mejores costos y en tiempos de obra que permitan lograr los objetivos sociales de vivienda en el país. Para lograr el objetivo de reducir el déficit de vivienda en el Ecuador se necesita pensar en industrializar los proyectos, agregando las ventajas de: economías de escala, producción masiva, mejora en productividad, calidad y eficiencia.

Es necesario romper paradigmas, y migrar del sistema constructivo tradicional a uno que cumpla todas las expectativas del sector de la construcción, el Gobierno y los potenciales compradores. Pensar en una alternativa industrial, donde se pueda prefabricar, trabajar en serie, y realizar los trabajos en obra de una manera más efectiva, es la solución natural a esta problemática

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Realizar la evaluación técnica - económica, de los sistemas constructivos: tradicional y estructura metálica, como propuesta enfocada en viviendas de interés social en la ciudad de Quito, como una alternativa al sistema constructivo tradicional, con un enfoque industrial para mejorar la productividad y reducir los costos.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar el sistema constructivo tradicional, establecer ventajas y desventajas.
- Desarrollar una alternativa de sistema constructivo, que involucre la estructura metálica, metodologías de integración industrial.
- Realizar la evaluación técnica-económica entre el sistema constructivo tradicional y la alternativa presentada en el punto anterior, enfocado en viviendas de interés social en la ciudad de Quito.
- Identificar oportunidades de mejora en la alternativa presentada, realizando un análisis de los resultados obtenidos.

1.4 Alcance

Se realizará una evaluación técnica – económica, del sistema constructivo como propuesta para aplicar en viviendas de interés social en la ciudad de Quito, como una alternativa al sistema constructivo tradicional, con un enfoque industrial para mejorar la productividad y reducir los costos. El análisis se realizará en una vivienda tipo VIS de un proyecto real, para comparar entre las alternativas de los sistemas constructivos propuestos en este estudio.

Dentro del alcance de este trabajo, se ha optado por no considerar el análisis del cálculo y los costos asociados con la infraestructura, incluyendo la cimentación, así como las instalaciones eléctricas, sanitarias y de agua potable. Se parte de la premisa de que ambos tipos de construcción utilizan soluciones similares en estos aspectos. Esto se basa en dirigir la atención del análisis hacia otros aspectos específicos de diseño y construcción que diferencien estas tipologías, con el fin de realizar una comparación más precisa y detallada de los factores que afectan su desarrollo y viabilidad.

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 La construcción en el Ecuador

En la historia de Ecuador, el diseño y la construcción de asentamientos urbanos y viviendas han estado arraigados en una cosmovisión que valora la utilización de materiales locales, heredada de las culturas prehispánicas. Por ejemplo, en la costa ecuatoriana, se han encontrado vestigios de viviendas elaboradas con caña guadua, un material abundante en la región que garantiza dureza, resistencia y durabilidad. La facilidad de trabajar este material con herramientas disponibles en ese periodo hacía que la vivienda fuese una parte integral de la vida familiar.

En la región andina, las piedras fueron el principal componente estructural de las viviendas, junto con ladrillos de adobe, una mezcla de arcilla, fibras de trigo, estiércol y agua, que ofrecían robustez para resistir los vientos y sismos propios de la región. La madera también se utilizaba para puertas y techos. En la región amazónica, se continuaba empleando materiales vegetales y fibras de caña para las paredes y techos, lo que contribuía a una regulación térmica adecuada y a proteger contra los fenómenos meteorológicos.

Durante la época colonial española y los primeros años de la república, hasta principios del siglo XX, se siguieron utilizando técnicas como el tapial, paredes de adobe compactado, en las zonas rurales. En las ciudades, la madera se convirtió en un elemento estructural importante, junto con una mezcla de arcilla y piedra caliza como componente cementante, utilizada en los cimientos y estructuras básicas de las viviendas.

En la década de 1940, el ladrillo, en combinación con estructuras de madera, ganó popularidad en la sierra ecuatoriana. Sin embargo, su uso disminuyó con la introducción del hierro y el cemento. El hormigón armado, que combina hormigón y acero, reemplazó en gran medida a

las estructuras de madera y ladrillo, aunque estos últimos siguieron siendo esenciales para la mampostería.

En la década de 1960, se empezaron a investigar nuevos materiales para paredes, buscando reducir el tiempo de construcción sin comprometer la solidez. Surgieron los bloques de mampostería, fabricados con mezclas de cemento, que se utilizaron en los primeros proyectos de vivienda pública auspiciados por el Banco Ecuatoriano de la Vivienda, contribuyendo significativamente a reducir el déficit habitacional en el país.

Con el avance de la industria metalúrgica y el surgimiento de nuevas tecnologías, se comenzaron a emplear estructuras metálicas para agilizar la construcción y generar edificaciones más livianas. Además de los materiales tradicionales, se han incorporado nuevos elementos como los prefabricados de hormigón y materiales reciclados, como el poliestireno expandido y el PVC, para la construcción de paredes y columnas. Estos materiales, que se utilizan con un enfoque ambiental, aprovechan sus capacidades mecánicas y altas resistencias. Son especialmente adecuados para viviendas de un solo piso, donde se implementan estructuras de cubierta livianas. Esta tendencia refleja un compromiso creciente con prácticas constructivas más sostenibles y eficientes desde el punto de vista energético.

2.1.2 El déficit de vivienda histórico

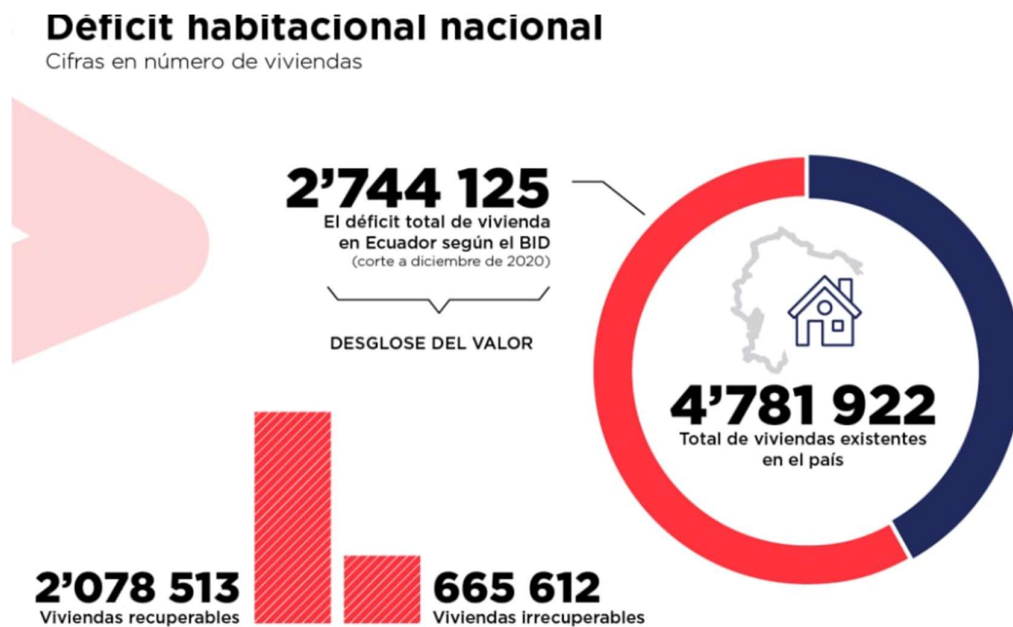
El problema de la vivienda en Ecuador tiene distintas causas, siendo la principal la economía de las familias ecuatorianas, lo cual es uno de los rasgos más visibles en este problema. Según Fernando Carrión, los principales problemas son: los bajos ingresos de la población, los recursos escasos, la falta de políticas públicas y la escasez de suelo. En 1950, cerca del 28% de los ecuatorianos vivían en las principales urbes. En 1999, la población urbana aumentó a más del 60%, lo que significa que prácticamente se ha duplicado la población urbana en menos de 50 años (Carrión, 1997).

El déficit habitacional en Ecuador indica la carencia y la condición en la que vive la población, y está clasificado en casas recuperables y casas irrecuperables. Vale recalcar que las cifras nacionales no incluyen a los grupos familiares que no disponen de casa propia. Según el Banco

Interamericano de Desarrollo (BID), unas 2.078.513 casas están en calidad de recuperables y simplemente requieren mantenimiento y mejoramiento, a diferencia de las irrecuperables que requieren una reconstrucción, las cuales ascienden a un total de 665.612 (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI], 2021).

Figura No. 1

Déficit habitacional nacional de viviendas



Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo (BID)/INEC ENEMDU 2021.

Es importante recalcar que la zona rural posee la mayor cantidad de viviendas irrecuperables con un 56.92%, mientras que el restante corresponde al área urbana. A nivel macro, la mayor demanda y necesidad de vivienda se presentan en la región Costa, donde existen alrededor de 1.325.768 viviendas recuperables y 338.661 viviendas irrecuperables (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI], 2021).

Figura No. 2

Déficit de viviendas región costa



Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo (BID)/INEC-ENEMDU 2021.

2.1.3 La Vivienda social en el Ecuador

A partir de la problemática del déficit habitacional, los gobiernos implementaron políticas de vivienda en las que intervienen diversos actores, incluyendo el poder ejecutivo mediante decretos presidenciales, el poder legislativo con la aprobación y promulgación de leyes, ministerios a través de acuerdos ministeriales, y agentes sociales como cooperativas, asociaciones civiles, gremios profesionales, artesanos, entre otros, además de la empresa privada. Este conjunto de actores interactúa en la producción, intercambio y consumo de viviendas (Pradilla, 1982).

El Estado propuso intervenir en el sector de la vivienda promoviendo el desarrollo y la producción de unidades habitacionales a través de la creación de la Junta Nacional de la Vivienda. Este modelo estaba dirigido especialmente a los sectores que cumplían con ciertas

condiciones de solvencia o capacidad crediticia, lo que benefició principalmente a la clase media.

El Estado ofreció diversas opciones de vivienda bajo modalidades como unifamiliar, multifamiliar y lugares satélites en las ciudades. El financiamiento de estas iniciativas provino tanto del Estado, que proporcionaba subsidios directos a la demanda mediante créditos y ayudas financieras, como del sector privado, que otorgaba créditos a través de diversas entidades y mecanismos. En este sistema, el usuario contribuía con su propio ahorro y recursos financieros para acceder a la vivienda (Carrión, 1997).

2.1.4 ¿Qué es HABITAT III?

La conferencia de las Naciones Unidas sobre vivienda y desarrollo urbano sostenible, conocida como Hábitat III, tuvo lugar en Quito, Ecuador, del 17 al 20 de octubre de 2016. Hábitat III representó una de las primeras reuniones de alto nivel de las Naciones Unidas después de la aprobación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Esta cumbre brindó la ocasión de iniciar conversaciones sobre desafíos urbanos cruciales, tales como la planificación y administración de ciudades y comunidades para lograr un desarrollo sostenible.

Hábitat III logró su objetivo principal al conseguir que los países miembros de las Naciones Unidas aprobaran la Nueva Agenda Urbana. Esta agenda actuará como un referente para la planificación urbana desde 2016 hasta 2036.

Los 4 enfoques delineados para implementar la Nueva Agenda Urbana abarcan: fomentar las políticas nacionales urbanas que impulsen "sistemas integrados de ciudades y comunidades humanas", avanzando hacia un "desarrollo urbano unificado y sostenible" (New Urban Agenda, 2016). Mejorar la gobernanza urbana, estableciendo "instituciones firmes y mecanismos que otorguen visibilidad y poder a todos los actores urbanos", junto con un sistema de contrapesos para promover la previsibilidad, la inclusión social, el crecimiento económico y la preservación del entorno natural. Implementar una planificación urbana y territorial a largo plazo para optimizar la configuración espacial de la ciudad y alcanzar los beneficios positivos de la urbanización. Desarrollar marcos de financiamiento eficaces "para generar, mantener y compartir el valor generado por una urbanización inclusiva y sostenible" (New Urban Agenda, 2016).

2.2 Marco teórico

2.2.1 Viviendas de interés social – VIS

La vivienda de interés social es una vivienda digna y adecuada destinada a la población en situación de escasos recursos y vulnerabilidad, como también a núcleos familiares con ingresos económicos de segmento bajo y medio que presenten necesidad de vivienda propia y que no han recibido beneficio similar. El monto máximo de crédito hipotecario VIS es de hasta 178 salarios básicos, esto significa que en 2024 se podrá comprar una vivienda con este tipo de crédito por hasta USD 81.880.

Considerando que el artículo 85 de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo indica que "La vivienda de interés social es la vivienda adecuada y digna destinada a los grupos de atención prioritaria y a la población en situación de pobreza o vulnerabilidad, en especial la que pertenece a los pueblos indígenas, afro ecuatorianos y montubios. La definición de la población beneficiaria de vivienda de interés social, así como los parámetros y procedimientos que regulen su acceso, financiamiento y construcción serán determinados en base a lo establecido por el órgano rector nacional en materia de hábitat y vivienda en coordinación con el ente rector de inclusión económica y social" (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI], 2020).

El acuerdo ministerial 019-20 del MIDUVI es claro al indicar que todas las soluciones habitacionales deben cumplir con la normativa local vigente, la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y las Normas Técnicas Ecuatorianas (NTE-INEN) pertinentes. Esta responsabilidad recae en los promotores/constructores, cuyo cumplimiento será verificado por cada gobierno autónomo descentralizado municipal o metropolitano para otorgar el certificado de aprobación de anteproyecto o su equivalente (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI], 2020).

El reglamento también enfatiza la disposición de área mínima de la vivienda y número mínimo de dormitorios, conforme al segmento destinado en cumplimiento del Acuerdo Ministerial 031-19 y su reforma. Además, establece que se deben cumplir los ambientes mínimos requeridos

en la vivienda de interés social, según el segmento destinado: sala, comedor, cocina, entre otros, en cumplimiento del Acuerdo Ministerial 031-19 y su reforma.

Para este trabajo, se utilizará la tipología de vivienda correspondiente a una vivienda de interés social para la región de la Sierra, denominada "Vivienda en terreno propio unifamiliar 3 dormitorios", la cual cuenta con planos arquitectónicos y un diseño arquitectónico realizado por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, basados en el Memorando Nro. MIDUVI-VCM-2021-0268-M de fecha 30 de septiembre de 2021 y el Oficio Nro. MIDUVI-SV-2021-2429-O de fecha 10 de diciembre de 2021 (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI], 2021).

2.2.2 Sistemas constructivos para VIS

Conjunto integral de elementos constructivos y componentes que según determinadas combinaciones y normativas conforman una obra. Los cuales además de cumplir una función en específico se combinan con otros elementos, como, por ejemplo: Elementos estructurales, mamposterías, carpinterías, y acabados. Todo sistema constructivo debe contar con herramientas, mano de obra, materiales.

2.2.2.1 Sistema constructivo tradicional

El sistema constructivo tradicional en hormigón armado se destaca por la combinación eficiente del hormigón como material principal y la resistencia estructural del acero de refuerzo. Esta metodología aprovecha las cualidades mecánicas y físicas de ambos materiales para generar una interacción sinérgica que da lugar a elementos estructurales como columnas, vigas y losas, capaces de resistir las cargas para las que fueron diseñados.

Ampliamente utilizado en una variedad de edificaciones, desde residenciales hasta obras de gran envergadura como puentes y presas, este sistema se distingue por su durabilidad y adaptabilidad, permitiendo alcanzar altos estándares de calidad y seguridad. En Ecuador, su aplicación es frecuente, demostrando su eficacia en el ámbito de la construcción.

2.2.2.2 Sistema constructivo estructura metálica

Un sistema constructivo de estructura metálica se basa en el uso de perfiles y elementos de acero como componentes principales de resistencia y soporte. Esta metodología se distingue por su rápida velocidad de montaje y ensamblado, así como por su notable capacidad y versatilidad para estructuras de grandes luces, gracias a su excelente relación resistencia-peso.

En Ecuador, este enfoque es ampliamente utilizado en la construcción de naves industriales, edificaciones residenciales y proyectos de infraestructura clave como puentes. Requiere mano de obra calificada y especializada para su fabricación y montaje, lo que contribuye a reducir los tiempos de construcción y, en consecuencia, los costos correspondientes. Por estas razones, representa una opción muy atractiva para el desarrollo de edificaciones.

2.2.2.3 Sistema constructivo elementos prefabricados

Un sistema constructivo de elementos prefabricados se caracteriza por la fabricación de componentes estructurales y arquitectónicos fuera del sitio de construcción principal del proyecto, para luego ser transportados e instalados en el lugar de destino. Estos elementos, que pueden incluir paredes, losas, vigas y columnas, son elaborados en fábricas bajo condiciones controladas, garantizando altos estándares de calidad y precisión. En Ecuador, esta metodología tiene vigencia desde la creación de empresas que trabajan con elementos de hormigón. Las hormigoneras que distribuyen material para proyectos estandarizados, como lo son paredes de un área y altura estándar para proyectos masivos, los cuales requieren un enfoque de línea industrial de construcción.

Con esto, se reducen costos de operación y se minimizan los desperdicios de material. Esta metodología requiere una planificación detallada y una coordinación entre los involucrados del proceso constructivo para garantizar eficacia y eficiencia en el montaje y construcción del proyecto. Los elementos prefabricados generalmente son de hormigón, pero también existen de poliestireno expandido.

2.2.2.4 Sistemas constructivos no convencionales

Un sistema constructivo de elementos no convencionales se refiere a un enfoque innovador en la construcción que utiliza materiales y técnicas distintas a las tradicionales para la elaboración de estructuras y componentes arquitectónicos. Estos elementos pueden incluir sistemas de paneles prefabricados de PVC, muros verdes, sistemas de construcción en seco usando acero vegetal, entre otros.

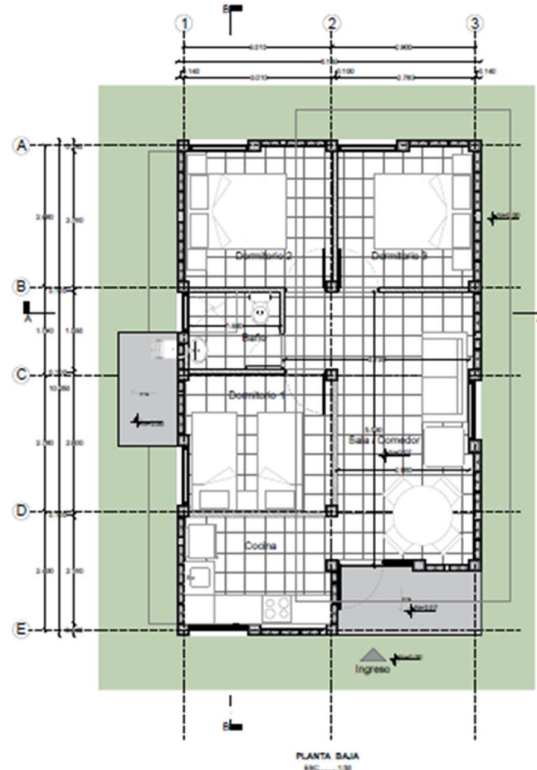
CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO APLICADO A LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

3.1 Descripción de la vivienda tipo

La propuesta arquitectónica es la mostrada a continuación, la cual cuenta con 1 planta y destinada para uso de vivienda, la misma estará ubicada en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha.

Figura No. 3

Propuesta arquitectónica de la vivienda tipo



Nota. Elaboración propia del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).

Cuenta con 3 dormitorios, cocina, sala/comedor, 1 baño. La cubierta es a 1 agua liviana. Se detallan las áreas a continuación.

Figura No. 4

Cuadro de áreas de la vivienda tipo

| CUADRO DE AREAS | | | |
|-----------------|------------------|----------------|----------------------|
| NIVEL | TIPO | USO | AREA |
| N±0.07 | AREA NO CUBIERTA | PORCHE FRONTAL | 3.92 m ² |
| N±0.00 | AREA NO CUBIERTA | LAVANDERIA | 2.77 m ² |
| | | | 6.69 m ² |
| N±0.07 | AREA TOTAL | SALA/COMEDOR | 18.29 m ² |
| N±0.07 | AREA TOTAL | COCINA | 7.79 m ² |
| N±0.07 | AREA TOTAL | BAÑO | 3.44 m ² |
| N±0.07 | AREA TOTAL | DOMITORIO 1 | 9.16 m ² |
| N±0.07 | AREA TOTAL | DOMITORIO 2 | 9.64 m ² |
| N±0.07 | AREA TOTAL | DOMITORIO 3 | 8.88 m ² |
| | | | 57.20 m ² |

Nota. Elaboración propia del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).

3.1.1 Características de la vivienda tipo

Las características de una vivienda son las cualidades y propiedades que la determinan y la convierten en funcional para habitar. Las mismas pueden depender de factores como la ubicación geográfica, tamaño, propuesta arquitectónica, requerimientos específicos de sus habitantes.

El Colegio de Arquitectos del Ecuador considera como características fundamentales las siguientes.

Espacios habitables: Áreas diseñadas para la vida diaria, como dormitorios, salas de estar, cocinas y baños.

Confort térmico y acústico: Debe mantener condiciones estables para que la temperatura sea confortable y reducir el ingreso del ruido exterior.

Infraestructura: La vivienda debe contar con suministro de agua potable, electricidad, instalaciones sanitarias.

Seguridad: Debe ofrecer seguridad ante intrusos y condiciones climatológicas adversas.

Calidad de los materiales y acabados: Los materiales empleados deberán garantizar altos estándares de calidad para que funcionen de manera segura, estéticamente agradable a la vista y duraderos.

Iluminación natural y ventilación: La disposición arquitectónica deberá planificar el uso de ventanas para el ingreso de luz natural y el paso y circulación del aire.

Funcionalidad: La disposición de los espacios debe favorecer un uso cómodo y eficiente de la vivienda.

Accesibilidad: La vivienda debe ser accesible para personas con movilidad limitada.

3.1.2 Diseño de la vivienda tipo a ser evaluada con los sistemas constructivos propuestos

A partir de la propuesta arquitectónica, se planteará una alternativa de diseño en hormigón armado y otra en estructura metálica. Se analizará la losa de cubierta para evaluar la posibilidad de una futura ampliación vertical en ambos casos. Aunque esto conlleve un incremento en los costos debido al mayor uso de materiales, supondrá una ventaja para las familias, ya que les permitirá ampliar sus hogares, lo que añadirá valor a la propuesta.

Para la estructura de hormigón armado, se contempla un diseño con pórticos resistentes a momento y losa alivianada. En cuanto a la estructura metálica, se considera un diseño con pórticos resistentes a momento, una losa de placa deck colaborante con loseta de hormigón.

3.2 Evaluación Técnica

Se establecerán parámetros técnicos a partir de la propuesta arquitectónica de cada sistema constructivo para la evaluación técnica y el diseño de la solución habitacional. La comparación se realizará mediante valores cuantitativos, indicando únicamente los resultados del análisis y diseño de cada solución habitacional. El enfoque está dirigido al promotor de vivienda, con el objetivo de analizar una alternativa propuesta.

3.2.1 Parámetros de evaluación técnica

Los parámetros incluyen:

- Peso de la estructura,
- Cortante basal,
- Derivas de piso,
- Periodo de la estructura.

3.2.2 Metodología de evaluación técnica

Se llevará a cabo el análisis y diseño de cada solución habitacional, cada una de las cuales corresponde a un sistema constructivo específico. En el primer paso, partiendo de la propuesta arquitectónica, se establecerán hipótesis de diseño basadas en los ejes definidos. Se estimarán las cargas que actuarán sobre la estructura y se determinarán los materiales que formarán parte del sistema constructivo. Se iniciará un prediseño de las secciones, analizando cada caso según la normativa ecuatoriana de construcción NEC-15. Para el sistema constructivo tradicional, se seguirán las pautas establecidas por la ACI 318, mientras que para la estructura metálica se aplicará la normativa ASIC 360-16.

Una vez definidas las secciones, se procederá al modelado en el software ETABS, utilizando los ejes definidos en la propuesta arquitectónica. Se asignarán cargas no sísmicas a las losas, las cuales se transmitirán a vigas y columnas, considerando cargas muertas y vivas para cada tipo de solución habitacional, ya sean de uso habitacional o inaccesibles de cubierta. Los pesos y cargas permanentes de los materiales se estimarán a partir de fichas técnicas y valores estandarizados según las normativas correspondientes. Se definirán las acciones sísmicas y las cargas accidentales.

Se revisarán los parámetros del software para el análisis y diseño, y se establecerán combinaciones de carga conforme a la NEC-15. Finalmente, se planteará un diseño a partir del modelo con un análisis satisfactorio.

3.3 Evaluación Económica

La evaluación económica consistirá en comparar cada una de las soluciones habitacionales planteadas, mediante un análisis detallado de los costos. Se tomarán en cuenta diversos parámetros económicos, como el análisis de costos directos e indirectos en la ejecución y dirección del proyecto. Es importante destacar que esta evaluación no incluirá los costos asociados con la planificación, dirección y fiscalización del proyecto, sino que se centrará en una comparación descriptiva de todos los costos presentes y posibles en los dos sistemas constructivos.

La valoración y estimación de estos costos se llevará a cabo mediante una base de datos que contenga información sobre los costos tanto de materiales como de mano de obra, estandarizados para facilitar la comparación.

3.3.1 Ingeniería de costos

El estudio de ingeniería de costos se enfocará en el análisis y gestión de los costos asociados tanto presentes como potenciales en el desarrollo constructivo de las soluciones habitacionales propuestas. El objetivo es optimizar los recursos materiales, controlar y estimar el tiempo necesario para llevar a cabo el proyecto de manera eficiente y rentable.

Se realizará un análisis detallado de los elementos que influirán en el presupuesto, incluyendo materiales, mano de obra, maquinaria, herramientas menores, equipamiento, así como la consideración de posibles costos asociados a riesgos y contingencias que puedan afectar el presupuesto.

El trabajo constructivo se dividirá en estructuras de trabajo desglosadas, las cuales serán de naturaleza similar y se agruparán según características comunes. Se presentarán y compararán los presupuestos detallados, los cuales se elaborarán tras un análisis de precios unitarios, los cuales serán estudiados en función de la oferta y la demanda en la ciudad de Quito. El enfoque de la evaluación económica será el análisis de la ingeniería de costos de estos dos proyectos,

considerados como alternativas para las viviendas en la ciudad de Quito, centradas en la promoción y construcción en serie. Se espera que los objetivos de calidad, costo y tiempo sean satisfactorios.

3.3.1.1 Costos directos

Los costos directos son aquellos que se generan directamente debido a la mano de obra, materiales, maquinaria, herramientas menores y transporte. Estos costos constituyen la base para el análisis de precios unitarios y el desarrollo del presupuesto.

3.3.1.2 Costos indirectos

Dentro de esta categoría se tienen los costos indirectos de operación y costos indirectos de obra.

Costos indirectos de operación

Estos son los costos que deben cubrirse y están presentes durante un período específico, como un ejercicio fiscal, semestre o año calendario. Los componentes incluyen salarios, obligaciones fiscales, obligaciones laborales, alquileres, seguros, bienes de consumo, depreciación, promoción, capacitación, entre otros. Es importante destacar que estos costos están centrados en la administración de la empresa constructora.

Costos indirectos de obra

Son los costos que se presentan en el periodo de construcción del proyecto y se aplican a los rubros presentes en el proyecto, se pueden mencionar, cargos administrativos, cargos técnicos, transporte, alimentación, comunicación, contingencias de consumo entre otros.

3.3.1.3 Presupuesto

Este es el resultado de una investigación enfocada en el mercado, durante un período específico, con el objetivo de obtener de manera inmediata la cantidad de dinero necesaria para la ejecución y construcción de un proyecto. Para lograr esto, se lleva a cabo un análisis de

precios unitarios, considerando los diversos rubros presentes y haciendo hincapié en el examen de los componentes de trabajo que más influyen en su desarrollo.

En este caso, el componente de material en la elaboración de la estructura de trabajo "estructura" será determinante en el presupuesto, dado que representa en volumen y cantidad lo más solicitado e importante. Es importante hacer énfasis en la elaboración de partidas de volumen de obra para cada una de las tipologías de viviendas propuestas, el análisis de precios unitarios, la cuantificación de las partidas y la elaboración del presupuesto de la obra, así como considerar el tiempo de ejecución.

3.3.2 Parámetros de evaluación económica

Los parámetros incluyen:

- Presupuesto referencial
- Tiempo de construcción
- Costo por metro cuadrado

3.3.3 Metodología de evaluación económica

Se llevará a cabo la cuantificación del volumen de obra para cada estructura de trabajo, así como el análisis de precios unitarios para cada rubro, considerando las estructuras de trabajo del proyecto. Se elaborará un presupuesto referencial y se realizará una comparación entre ambas soluciones habitacionales. A través de los parámetros técnicos, se realizarán análisis de rendimiento y tiempos de construcción. Finalmente, se obtendrá un valor bruto de costo por metro cuadrado. Además, se presentará un análisis de costos indirectos para evaluar el porcentaje de incidencia en el proyecto para cada solución habitacional.

CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN TÉCNICA CONSTRUCTIVA

4.1 Evaluación del sistema constructivo de la vivienda de interés social

4.1.1 Tipo 1 sistema tradicional

4.1.1.1 Introducción

Una vivienda desarrollada con el sistema constructivo de hormigón armado presenta varias ventajas en términos de confianza y sostenibilidad. Los elementos de hormigón armado, formados por acero de refuerzo y hormigón, proporcionan una resistencia y durabilidad muy altas para soportar condiciones climatológicas adversas, eventos sísmicos y cargas de gran magnitud.

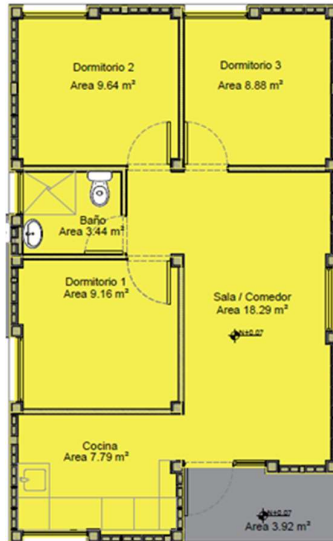
Además de sus características mecánicas, el sistema de hormigón armado tiene una gran vida útil y de servicio, permitiendo ajustarse a las consideraciones arquitectónicas de diseño. En términos de análisis estructural, es un sistema seguro y duradero, proporcionando seguridad y confort a sus habitantes. El propósito de este estudio es brindar una solución alternativa al déficit de vivienda en Ecuador, evaluando la posibilidad de construir viviendas de hormigón de tipo interés social, ya que históricamente la población ecuatoriana en la ciudad de Quito ha considerado más favorable y segura una vivienda de estas características.

4.1.1.2 Descripción arquitectónica

La propuesta arquitectónica presentada consta de dos niveles y está diseñada para uso residencial. Esta estructura se encuentra situada en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha.

Figura No. 5

Propuesta arquitectónica y distribución de espacios



Nota. Elaboración propia del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).

4.1.1.3 Representación geométrica

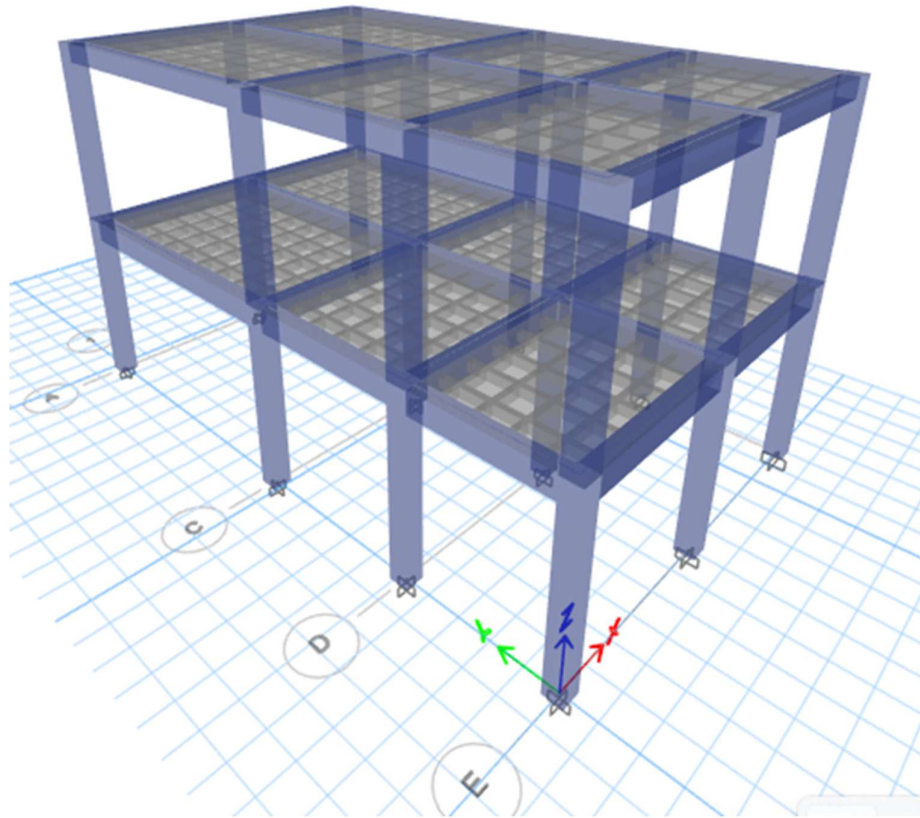
En la figura 6, se presentan los elementos estructurales en tres dimensiones para la solución de vivienda en hormigón armado, que incluyen las vigas principales y secundarias, así como la losa alivianada bidireccional y las columnas.

Por otro lado, en las figuras 7 y 8 se muestran vistas en elevación de la representación geométrica en los ejes X e Y, respectivamente. Estas vistas permiten observar la distancia entre ejes horizontales y verticales, así como la altura de entrepiso con sus niveles correspondientes.

Asimismo, la figura 9 proporciona una vista en planta del modelo geométrico en hormigón armado, destacando las medidas entre ejes ortogonales para una mejor comprensión del diseño estructural.

Figura No. 6

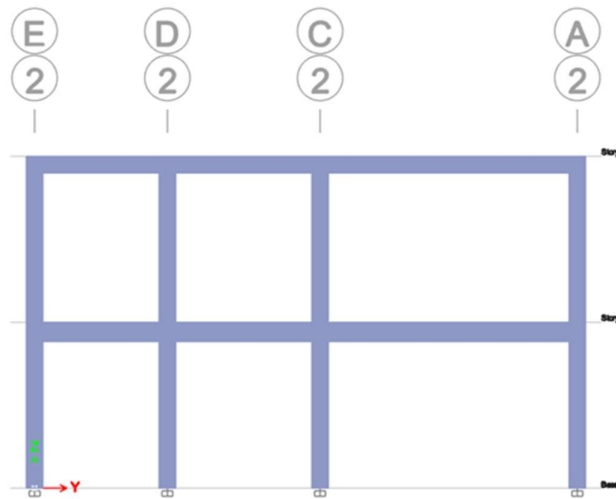
Vista en 3D del modelo geométrico en hormigón armado



Nota. Elaboración propia.

Figura No. 7

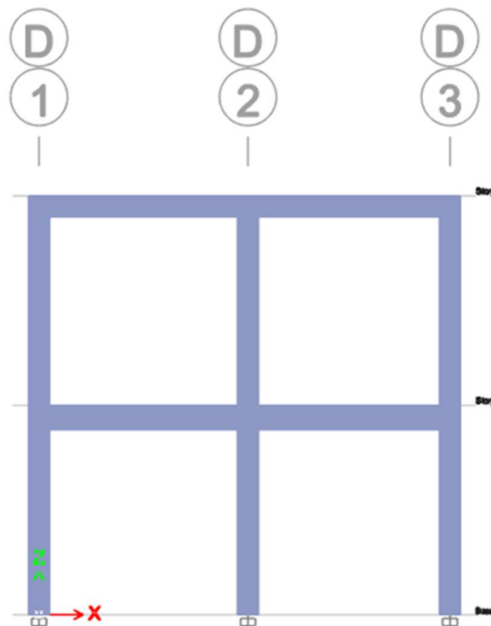
Vista en elevación del eje Y del modelo geométrico en hormigón armado



Nota. Elaboración propia.

Figura No. 8

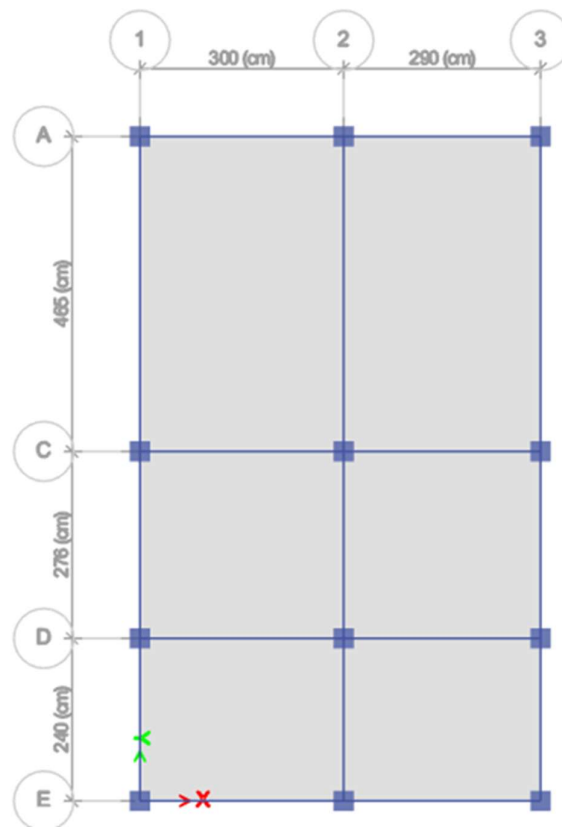
Vista en elevación del eje X del modelo geométrico en hormigón armado



Nota. Elaboración propia.

Figura No. 9

Vista en planta del modelo geométrico en hormigón armado



Nota. Elaboración propia.

4.1.1.4 Propiedades de los materiales

Las propiedades de los materiales para el sistema constructivo de hormigón armado en los cuales se detallan: resistencia a la compresión simple, peso específico del material y esfuerzo de fluencia del acero. Los datos mencionados son utilizados para el diseño de los elementos estructurales

Tabla 1

Propiedades de los materiales en sistema constructivo de hormigón armado

| Materiales | | |
|--------------------------|----------|-------------------------|
| Hormigón Simple | $f'c$ | 210 kg/cm ² |
| | γ | 2400 kg/m ³ |
| Acero de refuerzo | f_y | 4200 kg/cm ² |

Nota. Elaboración propia

La guía de diseño de viviendas en hormigón armado elaborado por la NEC 15, indica que, en la modelación de estructuras en modelo elástico, el módulo de elasticidad E para el hormigón de densidad normal será calculado de la siguiente manera:

$$E = 4.7\sqrt{f'c}$$

Dónde:

E : Módulo de elasticidad del hormigón en (GPa)

$f'c$: Resistencia a la compresión del hormigón (MPa)

$$E = 4.7\sqrt{21} = 21.538105GPa = 215381.05 \frac{kg}{cm^2}$$

4.1.1.5 Cargas y combinaciones de cargas para la estructura

Las cargas presentadas a continuación son de naturaleza no sísmica y se clasifican en dos categorías principales: carga muerta y carga viva. La carga muerta se refiere al peso propio de los materiales estructurales y no estructurales, incluyendo elementos como acabados, revestimientos y paredes. Por otro lado, la carga viva está relacionada con el uso previsto de la estructura y su propósito funcional.

Carga muerta

Carga de peso propio

- Losa
- Vigas
- Columnas

Carga no estructural o permanente

- Acabados
- Mampostería

Carga Viva

Para el desarrollo de la vivienda mediante el sistema constructivo de hormigón armado, se tienen en cuenta dos valores distintos de carga viva. Estos valores se aplican específicamente a la losa destinada al uso habitacional residencial y a la losa utilizada como cubierta. Es importante señalar que la primera estará destinada para el entrepiso, mientras que la segunda será una cubierta inaccesible.

- Losa de entrepiso habitacional residencial
- Losa de cubierta inaccesible

4.1.1.5.1 Definición de combinaciones de carga

Las combinaciones de carga definidas para el modelo de hormigón armado presentes en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-CG), sección 3.4.3, son las siguientes:

- Comb1: $1.4D$
- Comb2: $1.2D + 1.6L$
- Comb3: $1.2D + L + E$
- Comb4: $1.2D + L - E$
- Comb5: $0.9D + E$
- Comb6: $0.9D - E$

4.1.1.6 Análisis estático equivalente

A partir de los siguientes parámetros, procederemos a calcular el espectro sísmico de diseño.

- La vivienda se localiza en la ciudad de Quito provincia de Pichincha.
- Estrato de suelo tipo D

Tabla 2

Carga de sismo modelo hormigón armado

| Carga de Sismo Modelo Hormigón Armado | | | |
|----------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Parámetro | Valor | Observación | Referencia (NEC 15- SE –DS) |
| Coficiente Ct | 0.055 | Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras (Pórticos Hormigón Armado) | Sec 6.3.3.a |
| Altura Total del Edificio (hn) | 6.00 | m | Planos arquitectónicos |
| Coficiente para cálculo de Periodo (α) | 0.90 | | Sec 6.3.3.a |
| Periodo Natural de Vibración (T1) | 0.28 | $T = C_t h_n^\alpha$ segundos | Sec 6.3.3.a |
| Factor de Importancia (I) | 1.00 | Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores | Tabla 6, Sec. 4.1 |
| Factor de Reducción de Respuesta (R) | 8.00 | Pórtico resistente a momento con vigas descolgadas | Tabla 18, Sec 9.3.7 |
| Relación de amplificación espectral η | 2.48 | Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos | Sec 3.3.1 |
| Zona sísmica | V | Alta | Tabla 1. sec3.1.1 |
| Factor de Zona (Z) | 0.4 | | |
| Tipo de suelo | D | | Sec 3.2.1 |
| Factor de sitio (Fa) | 1.2 | | Tabla 3.Sec3.2.2a |
| Factor de sitio (Fd) | 1.19 | | Tabla 4.Sec3.2.2a |
| Factor de comportamiento inelástico (Fs) | 1.28 | | Tabla 5.Sec3.2.2a |
| Factor en el espectro para Diseño Elástico (r) | 1 | | Sec 3.3.1 |
| Periodo límite de Vibración (Tc) | 0.70 | | Sec 3.3.1 pag 32 |
| Aceleración espectral (Sa) | 1.1904 | | |
| Factor de irregularidad en Planta \emptyset_p | 1 | | Sec. 5.2.3 |
| Factor de irregularidad en Elevación \emptyset_E | 1 | | Sec. 5.2.3 |
| V | 0.15 | | Sec 6.3.2 |
| K | 1.00 | | Sec 6.3.5 |

Nota. Elaboración propia

4.1.1.6 Pre dimensionamiento de los elementos estructurales de hormigón armado

4.1.1.6.1 Pre dimensionamiento de losa

Para determinar el peralte de la losa, el American Concrete Institute (ACI) proporciona tablas en las cuales los espesores de las losas dependen de su tipo de apoyo y naturaleza. Estos tipos de apoyo incluyen simplemente apoyados, con un extremo continuo, ambos extremos continuos y en voladizo. Además, se consideran el tipo de losa, que puede ser maciza en una dirección y losas nervadas en una dirección y en dos direcciones. Según la normativa del ACI, la siguiente expresión permite determinar el valor de h_{min} que se aplica en losas macizas (American Concrete Institute, 2014).

$$h_{min} = \frac{Ln(800 + 0.0712 fy)}{36000}$$

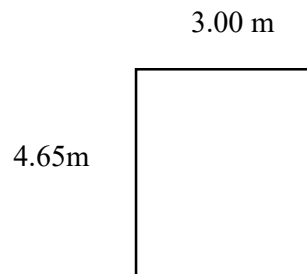
Donde:

Ln: es el valor de la luz libre en la dirección más larga del panel, considerado entre las caras de las columnas (m).

Fy: Es el esfuerzo de fluencia del acero (kg/cm^2).

Tipo de losa

Se considera el panel más grande a partir de los planos de arquitectura el cual tiene los siguientes valores: 4,65 m entre ejes y 3,00 m entre ejes.



Para considerar la distancia de luz libre se disminuye 30 cm en cada dimensión lo cual corresponde a una medida de columna mínima para el diseño según la Norma Ecuatoriana Construcción

Lo que nos deja unas dimensiones de 4,35 m entre caras de columnas y 2,70 m, procedemos a revisar la losa con el criterio de razón entre dimensiones de un panel.

$$\frac{\text{Lado mayor}}{\text{Lado menor}} < 2$$

A partir de los datos, calculamos.

$$\frac{4.35 \text{ m}}{2.70 \text{ m}} < 2$$

$$1.61 < 2 \text{ OK}$$

Podemos concluir que la losa utilizada en nuestro modelo de hormigón armado es nervada bidireccional.

Altura mínima de losa

A partir de la expresión del ACI y con los datos calculamos el h_{min} .

$$h_{min} = \frac{Ln(800 + 0.0712 f_y)}{36000}$$
$$h_{min} = \frac{4.35(800 + 0.0712 * 4200)}{36000} = 13.28 \text{ cm}$$

El valor de h_{min} calculado corresponde a la altura de una losa maciza, para lo cual debemos definir un espesor de losa alivianada, calcular la inercia equivalente de la losa maciza y comprobar que la altura de la losa alivianada cumpla satisfactoriamente, para lo cual se definen las dimensiones de la loseta de compresión de hormigón y la separación entre nervios.

El ACI menciona que la distancia entre nervios no será mayor que 75 cm. Se definen como separación de nervios 50 cm. La siguiente expresión muestra el valor de la altura de la loseta de compresión.

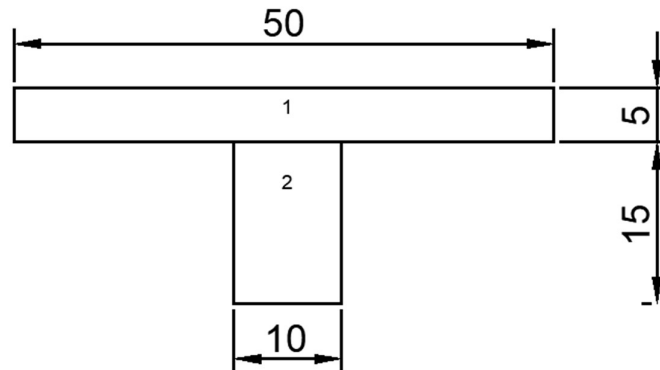
$$h_f = \frac{L_1}{12} = \frac{50\text{cm}}{12} = 4.16\text{ cm} \approx 5\text{cm}$$

Cálculo de Inercia de la sección alivianada

Se define como altura una losa de 20 cm, una loseta de 5 cm de compresión y una altura de alivianamiento de 15 cm, la sección de losa para el cálculo de la inercia consta de un largo de 50 cm y un nervio de 10 cm de ancho.

Figura No. 10

Sección compuesta de losa nervada



Nota. Elaboración propia

Tabla 3

Áreas y centroides de la sección compuesta

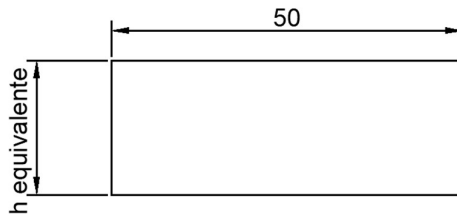
| Figura | Área (cm ²) | \bar{y} (cm) | $A \bar{y}$ (cm ³) |
|----------|-------------------------|----------------|--------------------------------|
| 1 | 250 | 17.5 | 4375 |
| 2 | 150 | 7.5 | 1125 |
| Σ | 400 | | 5500 |

$$\bar{y} = \frac{5500\text{cm}^3}{400\text{cm}^2} = 13.75 \text{ cm}$$

$$I = \frac{50 * 5^3}{12} + (250)(3.75^2) + \frac{10 * 15^3}{12} + (150)(6.25^2) = 12708.34 \text{ cm}^4$$

Figura No. 11

Sección equivalente de losa nervada



Nota. Elaboración propia

$$I = \frac{b * h^3}{12} = 12708.34 \text{ cm}^4$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{12708.34 \text{ cm}^4 * 12}{50\text{cm}}} = 14.50 \text{ cm}$$

Comprobación de la sección equivalente de losa

Podemos verificar que la altura equivalente de la losa nervada propuesta sea igual o superior a la altura mínima calculada según la expresión del ACI h_{\min} .

$$h_{\text{equivalente}} = 14.50\text{cm} > 13.28\text{cm}$$

Se verifica que la losa de 20 cm de espesor total con loseta de compresión de 5 cm y alivianamiento de 15 cm es satisfactoria para el modelo de hormigón armado considerando las expresiones del ACI y la NEC.

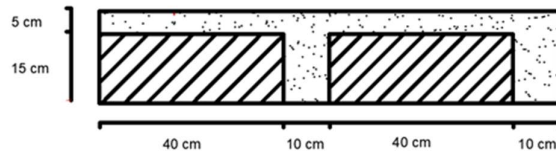
Determinación de cargas de la losa

Carga muerta

En la figura se muestra un corte de una unidad de un metro cuadrado de la losa previamente definida. Se pueden observar las dimensiones de los nervios y los bloques de alivianamiento, que miden 40, 20 y 15 cm, respectivamente.

Figura No. 12

Sección equivalente de losa nervada

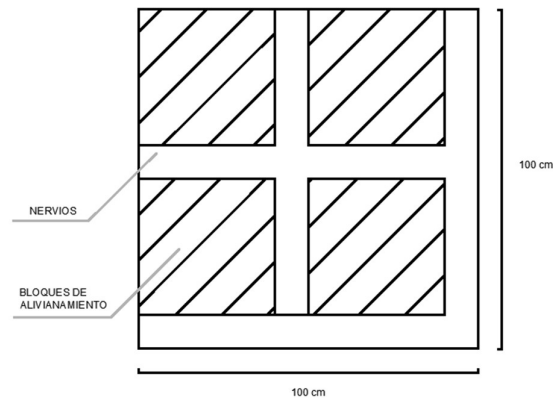


Nota. Elaboración propia

Se puede observar en la figura una unidad de metro cuadrado vista en planta de la losa, esta contiene 8 unidades de bloque por cada m² y 3.60 m de longitud que corresponden a los nervios.

Figura No. 13

Sección de losa nervada, vista en planta



Nota. Elaboración propia

Se procede con el cálculo de la carga muerta en la losa alivianada de entrepiso y de cubierta.

Losa de entrepiso

Tabla 4

Carga muerta en losa de entrepiso, hormigón armado

| Carga permanente | | |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------|
| Enlucido y masillado (2cm de enlucido y 2cm de masillado) | $1m * 1m * 0.04m * 2200 \frac{kg}{m^3}$ | $88 \frac{kg}{m^2}$ |
| Recubrimiento de piso | $1m * 1m * 0.02m * 2200 \frac{kg}{m^3}$ | $44 \frac{kg}{m^2}$ |
| Peso mamposteria (Páez, 2014). | $240 \frac{kg}{m^2}$ | $240 \frac{kg}{m^2}$ |
| Σ= | | $372 \frac{kg}{m^2}$ |
| Peso propio de losa alivianada e=20cm | | |
| Peso de Nervios | $0.1m * 0.15m * 3.6m * 2400 \frac{kg}{m^3}$ | $129.6 \frac{kg}{m^2}$ |
| Peso de loseta de compresión | $0.05m * 2400 \frac{kg}{m^3}$ | $120 \frac{kg}{m^2}$ |
| Peso de alivianamientos | $8 * 12 \frac{kg}{m^2}$ | $96 \frac{kg}{m^2}$ |
| Σ= | | $345.60 \frac{kg}{m^2}$ |

Losa de cubierta

Tabla 5

Carga muerta en losa de cubierta, hormigón armado

| Carga permanente | | |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------|
| Enlucido y masillado (2cm de enlucido y 2cm de masillado) | $1m * 1m * 0.04m * 2200 \frac{kg}{m^3}$ | $88 \frac{kg}{m^2}$ |
| Recubrimiento de piso | $1m * 1m * 0.02m * 2200 \frac{kg}{m^3}$ | $44 \frac{kg}{m^2}$ |
| Σ= | | $132 \frac{kg}{m^2}$ |
| Peso propio de losa alivianada e=20cm | | |
| Peso de Nervios | $0.1m * 0.15m * 3.6m * 2400 \frac{kg}{m^3}$ | $129.6 \frac{kg}{m^2}$ |
| Peso de loseta de compresión | $0.05m * 2400 \frac{kg}{m^3}$ | $120 \frac{kg}{m^2}$ |
| Peso de alivianamientos | $8 * 12 \frac{kg}{m^2}$ | $96 \frac{kg}{m^2}$ |
| Σ= | | $345.60 \frac{kg}{m^2}$ |

Carga Viva

Losa de entrepiso

Tabla 6

Carga viva en losa de entrepiso, hormigón armado

| Carga viva | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|
| Uso residencial habitacional | NEC-15 Cargas no sísmicas (NEC - SE - CG) | $200 \frac{kg}{m^2}$ |
| Σ= | | $200 \frac{kg}{m^2}$ |

Losa de cubierta

Tabla 7

Carga viva en losa de cubierta, hormigón armado

| Carga viva | | |
|-----------------------------|-------------------------------------------|---------------------|
| Cubierta inaccesible | NEC-15 Cargas no sísmicas (NEC - SE - CG) | $70 \frac{kg}{m^2}$ |

 $\Sigma=$

$$70 \frac{kg}{m^2}$$

Vigas

Para el pre dimensionamiento de las vigas tomaremos la carga del peso de la losa y la carga del peso de las vigas.

$$Carga\ Permanente + Peso\ propio\ de\ la\ losa = 345.60 + 372 = 717.60 \frac{kg}{m^2}$$

La carga del peso de las vigas se considera en los siguientes ejes:

Vigas de Entrepiso

Tabla 8

Vigas de entrepiso con ejes horizontales y verticales

| Vigas de Entrepiso | |
|---------------------------|----------------------------|
| Sentido eje Y | 4 ejes |
| | Sección asumida (25x30) cm |
| | Longitud 6.20 m |
| Sentido eje X | 3 ejes |
| | Sección asumida (25x30) cm |
| | Longitud 10.11 m |

$$Peso\ vigas_{Distribuidas\ por\ piso} = \frac{[(4)(0.25 * 0.3)m^2 * (6.20m) + (3)(0.25 * 0.3)m^2 * (10.11m)] * 2400 \frac{kg}{m^3}}{(10.11 * 6.20)m^2}$$

$$Peso\ vigas_{Distribuidas\ por\ piso} = 158.31 \frac{kg}{m^2}$$

Cargas

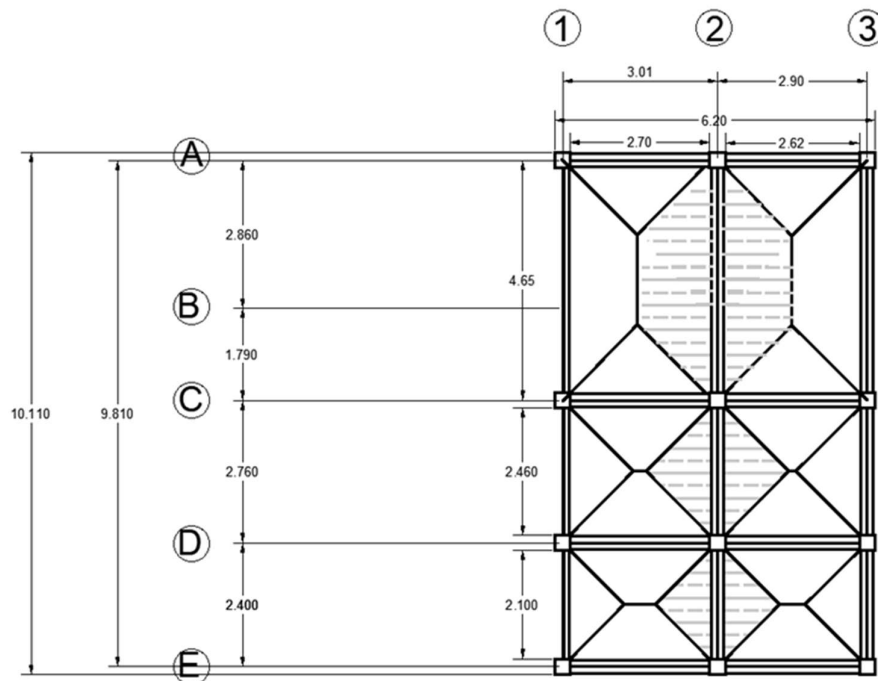
$$Carga\ Losa + Carga\ Vigas = 717.60 + 158.31 = 875.91 \frac{kg}{m^2}$$

$$Carga\ Viva = 200 \frac{kg}{m^2}$$

Se selecciona la viga con el mayor vano de 4.65m de longitud entre ejes, ubicada en el eje 2. Se analiza el tipo de carga que actúa sobre la viga, el cual se representa mediante un mosaico de cargas. La carga es de tipo trapezoidal, por lo que es necesario convertirla en una carga rectangular equivalente.

Figura No. 14

Cargas presentes en las vigas, sistema de hormigón armado



Nota. Elaboración propia

Podemos observar que la carga que actúa sobre la viga en el eje 2 es de tipo trapezoidal la expresión de carga equivalente de carga trapezoidal a carga rectangular es la siguiente:

$$W_L = \frac{q * s}{3} \left(\frac{3 - m^2}{2} \right)$$

Donde:

w: carga rectangular equivalente

q: carga por unidad de área

s: lado menor

L: lado mayor

m: razón entre lado menor y lado mayor, $m = \frac{s}{L}$

Cálculo de la carga equivalente

Se calcula la razón m.

$$m = \frac{s}{L} = \frac{3.00m}{4.65m} = 0.645$$

Se calcula la carga mayorada.

$$carga = (1.20 D + 1.60L) = (1.2 * 919.11 + 1.6 * 200) = 1051.09 + 320 = 1371.09 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_L = \frac{1371.09 \frac{kg}{m^2} * 3m}{3} \left(\frac{3 - 0.645^2}{2} \right) = 1771.43 \frac{kg}{m} = 1.77 \frac{ton}{m}$$

Se aprecian dos cargas trapezoidales actuando en la viga por lo que la carga equivalente se duplica dándonos lo siguiente. $W_L = 2 * 1.77 = 3.54 \frac{ton}{m}$

Calculamos el momento máximo sobre la viga obteniendo un modelo matemático de una viga simplemente apoyada con la expresión. $M = \frac{(q * L^2)}{8}$

Donde, L es la luz y q la carga en unidades de carga sobre metros lineales.

$$M = \frac{3.54 \frac{\text{ton}}{\text{m}} * 4.65^2 \text{m}^2}{8} = 9.57 \text{ ton.m}$$

Para un hormigón de características $f'c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ el factor de resistencia de flexión R_u es de:

$$R_{u(f'c210)} = 39.72 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Cálculo de peralte de la viga

$$Mu = \phi * Mn$$

$$Mu = \phi * Ru * b * d^2$$

$$\phi = 0.9$$

Para el pre dimensionamiento de las vigas se usará la base mínima de 25 cm basada en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15-SE-HM), sección 4.2.1 (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI], 2015).

$$d = \sqrt{\frac{9.57 * 10^5}{39.72 * 0.9 * 25}} = 32.72 \text{ cm}$$

Para definir h se adiciona 2.5 cm que corresponden a recubrimiento.

$$h = 32.72 + 2.5 \approx 35 \text{ cm}$$

Tabla 9*Resumen de secciones de vigas de entrepiso*

| Resumen de vigas de entrepiso | | |
|--------------------------------------|-------|-------|
| Nombre | b | h |
| Viga de entrepiso | 25 cm | 35 cm |

Vigas de cubierta

Se procede de la misma manera que se calculó el pre dimensionamiento de las vigas de entrepiso, únicamente cambiando el valor de la carga viva de 200 a 70 kg/cm² y el de la carga muerta de 919.11 a 477.60 kg/cm², esto debido a no definirse que soporte paredes en cubierta. Al ser el mismo material de hormigón f'c 210 kg/cm² el factor de resistencia a la flexión Ru es el mismo.

$$q = 1.2 * 477.60 + 1.6 * 70 = 685.12 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_L = \frac{685.12 \frac{kg}{m^2} * 3m}{3} \left(\frac{3 - 0.645^2}{2} \right) = 885.17 \frac{kg}{m} = 0.8851 \frac{ton}{m} * 2 = 1.770 \frac{ton}{m}$$

$$M = \frac{1.770 \frac{ton}{m} * 4.65^2 m^2}{8} = 4.78 ton.m$$

$$b = \sqrt{\frac{4.78 * 10^5}{39.72 * 0.9 * 25}} = 23.13 cm$$

$$h = 23.13 + 2.5 = 25.63 cm$$

Es recomendable que las dimensiones de los elementos estructurales sean múltiplos de 5 cm para favorecer en tiempos de ejecución y construcción y un criterio conservador sería fijar el peralte de la viga en 30 cm.

Tabla 10

Resumen de secciones de vigas de cubierta

| Resumen de vigas de cubierta | | |
|-------------------------------------|-------|-------|
| Nombre | b | h |
| Viga de cubierta | 25 cm | 30 cm |

Columnas

Se eligen las dimensiones mínimas para las columnas de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-HM), específicamente en su sección 4.3.1, estableciendo un tamaño de 30x30 cm (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI], 2014).

Tabla 11

Resumen de secciones de columnas de hormigón armado

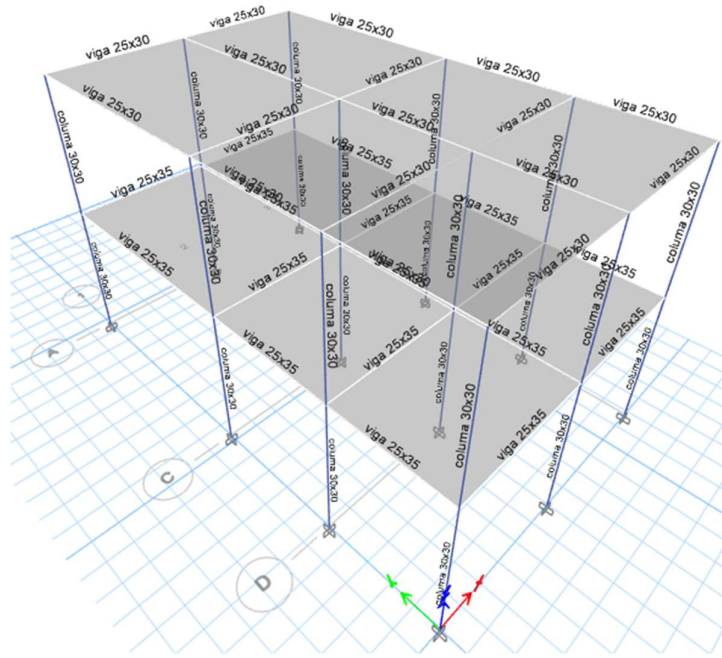
| Resumen de columnas | | |
|----------------------------|-------|-------|
| Nombre | b | h |
| Columnas | 30 cm | 30 cm |

4.1.1.7 Modelamiento computacional de la estructura de hormigón armado

A partir del pre dimensionamiento de los elementos estructurales, la caracterización de las propiedades de los materiales, las consideraciones de análisis estructural, las normativas, las cargas sísmicas y no sísmicas, combinaciones de cargas antes mencionadas, se modelan los elementos en el software ETABS. A través de este modelado, se obtendrán los resultados óptimos que cumplan con los requisitos de diseño para la solución habitacional en hormigón armado.

Figura No. 15

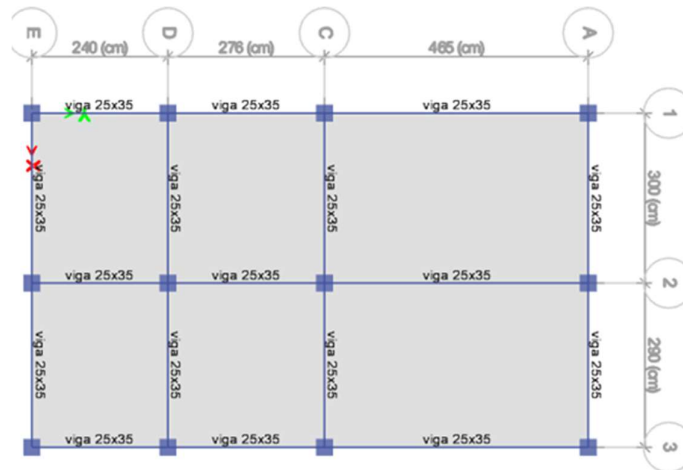
Modelado en 3D de secciones de hormigón armado



Se puede observar en la figura 16 el modelado de las secciones en hormigón armado de la vista en planta de la losa de entrepiso.

Figura No. 16

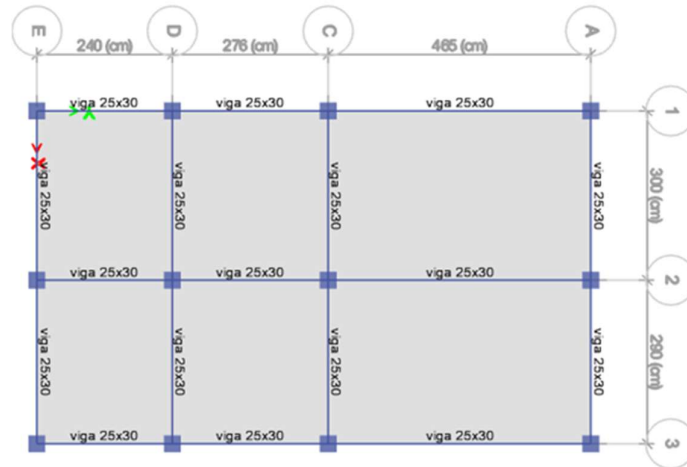
Modelado de vigas de hormigón armado en losa de entrepiso



Se puede observar el modelamiento computacional de las secciones en hormigón armado, en la figura 17, se tiene una vista en planta de la losa de cubierta.

Figura No. 17

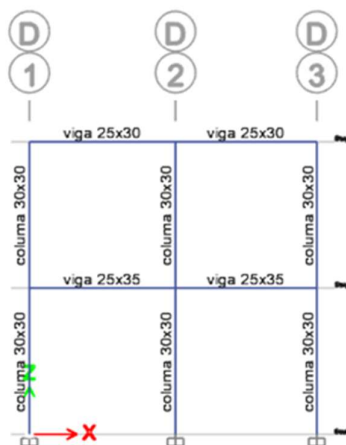
Modelado de vigas de hormigón armado en losa de cubierta



Se puede observar el modelamiento computacional de las secciones en hormigón armado, en la figura 18, se tiene una vista en elevación del pórtico del eje D, se puede apreciar los elementos columna y vigas respectivamente definidos para cada nivel.

Figura No. 18

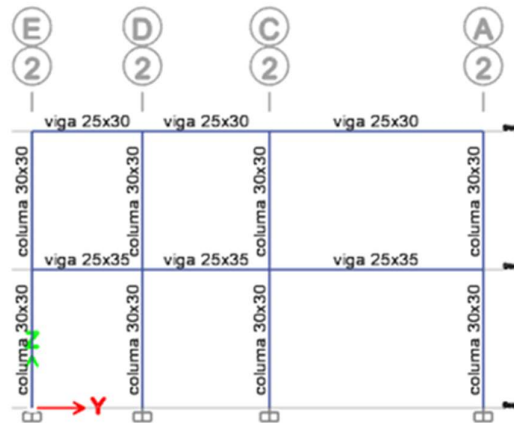
Vista del eje D en el modelado en sistema de hormigón armado



Se puede observar el modelado de las secciones en hormigón armado, en la figura 19, se tiene una vista en elevación del pórtico del eje 2, se puede apreciar los elementos columna y vigas respectivamente definidos para cada nivel.

Figura No. 19

Vista del eje 2 en el modelado en sistema de hormigón armado



Corrección del cortante basal estático y dinámico de la estructura de hormigón armado

Una vez que se realizó el análisis de la estructura, se revisan los valores de cortante basal en la solución habitacional de hormigón armado. En la figura 20, se puede apreciar los valores para el cortante basal dinámico en dirección "x" con un valor de 11.263 ton y dirección "y" 12.0631 ton. La NEC indica que, "Para estructuras regulares, el valor de la cortante basal dinámico total en el base obtenido por cualquier método de análisis dinámico no debe ser menor al 80% del cortante basal VVV obtenido por el método estático" (NEC - SE - DS PELIGRO SÍSMICO, 2014, p. 57).

Figura No. 20

Reacciones en la base estructura de hormigón armado

| | | | | | |
|-------------|-------------|-----|--|----------|----------|
| Sismo X | LinStatic | | | -13.2734 | 0 |
| Sismo Y | LinStatic | | | 0 | -13.2734 |
| DINAMICO X | LinRespSpec | Max | | 11.263 | 0.088 |
| DINAMICO Y | LinRespSpec | Max | | 0.088 | 12.0631 |
| DINAMICO XY | LinRespSpec | Max | | 11.2633 | 12.0634 |

Se realiza la verificación que el 80% del valor del cortante estático no sea menor al valor del cortante basal dinámico en cada sentido.

$$0.8 * 13.2734 \text{ ton} = 10.6187 \text{ ton}$$

$$11.2633 > 10.6187 \text{ dirección X OK}$$

$$12.0634 > 10.6187 \text{ dirección Y OK}$$

Después del modelado computacional en el software ETABS se evidencia que las secciones y el modelamiento de la estructura son adecuados y cumplen con las prescripciones normativas de diseño como se muestra en la tabla 10.

Tabla 12

Resumen de secciones y cantidades de sistema constructivo de hormigón armado

| Resumen de secciones y cantidades de sistema constructivo de hormigón armado | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Elemento | Nombre | Cantidad (u) | Longitud Total (m) | Área Elemento (cm²) | Volumen Total (m³) |
| Columnas | Columna 30x30 | 12 | 72.00 | 900 | 6.48 |
| Vigas | Vigas 25x35 | 17 | 55.13 | 875 | 4.83 |
| Vigas | Vigas 25x30 | 17 | 55.13 | 750 | 4.13 |
| Losa | Losa alivianada e=20cm | 2 niveles | | 126 m ² | 12.05 |
| Total | | | | | 27.49 |

4.1.2 Tipo 2 Sistema Estructura Metálica

4.1.2.1 Introducción

La estructura metálica es un sistema constructivo eficiente, resistente y duradero. Al estar constituida de acero, permite una mayor flexibilidad en el manejo de los elementos estructurales adaptándose a diversas formas y facilitando la distribución de espacios del diseño arquitectónico. El tiempo de montaje de la estructura se reduce, ya que los elementos son fabricados en talleres o fábricas bajo normas de calidad y tolerancias precisas, y luego transportados al sitio para su ensamblaje y operación.

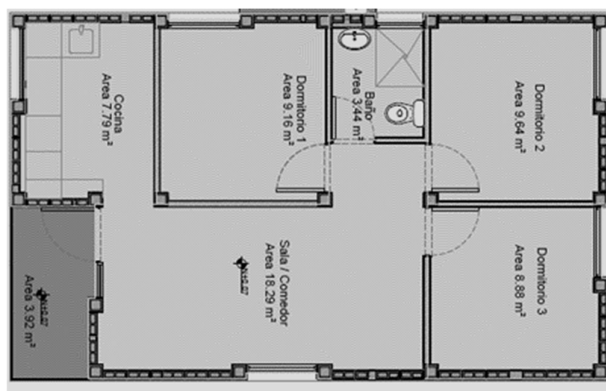
En Ecuador, el sistema constructivo de estructuras metálicas es muy aceptado por el mercado y resulta atractivo. Podemos afirmar que este sistema es confiable para la construcción de viviendas, gracias a sus ventajas constructivas, lo que lo convierte en una alternativa atractiva para proyectos de interés social.

4.1.2.2 Descripción arquitectónica

La propuesta arquitectónica presentada consta de dos niveles y está diseñada para uso residencial. Esta estructura se encuentra situada en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha.

Figura No. 22

Propuesta arquitectónica y distribución de espacios estructura metálica



4.1.2.3 Representación geométrica

En la figura 23, se presentan los elementos estructurales en tres dimensiones para la solución de vivienda en estructura metálica, que incluyen las columnas, vigas principales y secundarias, así como la losa en placa colaborante deck.

Por otro lado, en las figuras 24 y 25 se muestran vistas en elevación de la representación geométrica en los ejes X e Y, respectivamente. Estas vistas permiten observar la distancia entre ejes horizontales y verticales, así como la altura de entrepiso con sus niveles correspondientes.

Asimismo, la figura 25 proporciona una vista en planta del modelo geométrico en estructura metálica, destacando las medidas entre ejes ortogonales para una mejor comprensión del diseño estructural.

Figura No. 23

Vista en 3D del modelo geométrico en estructura metálica

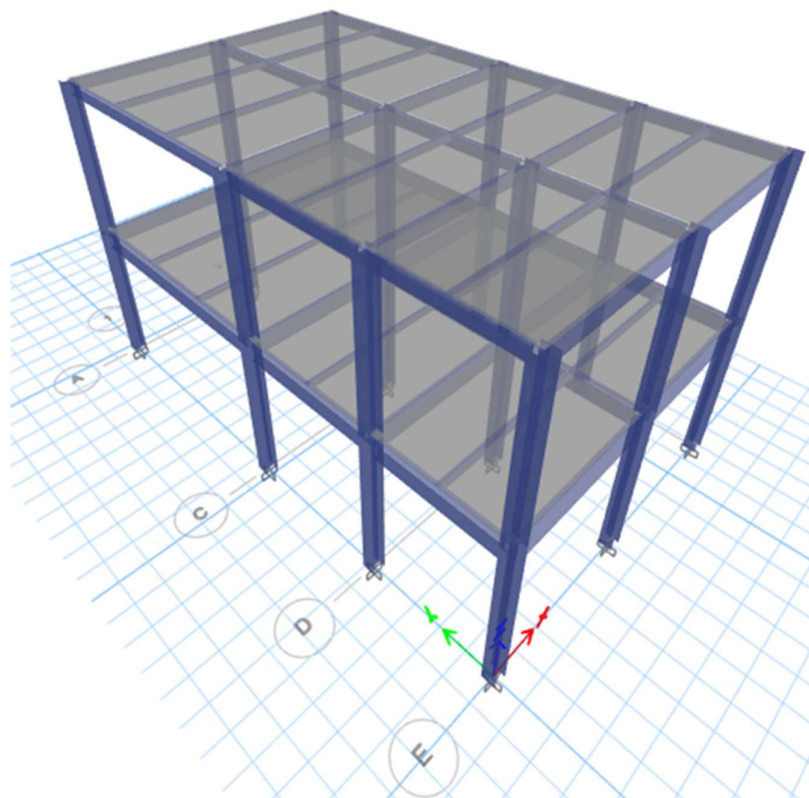


Figura No. 24

Vista en elevación del eje Y del modelo geométrico en estructura metálica



Figura No. 25

Vista en elevación del eje X del modelo geométrico en estructura metálica

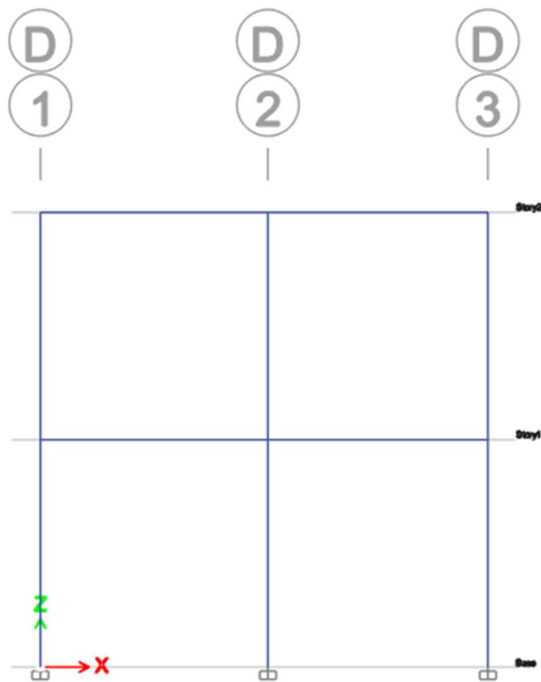
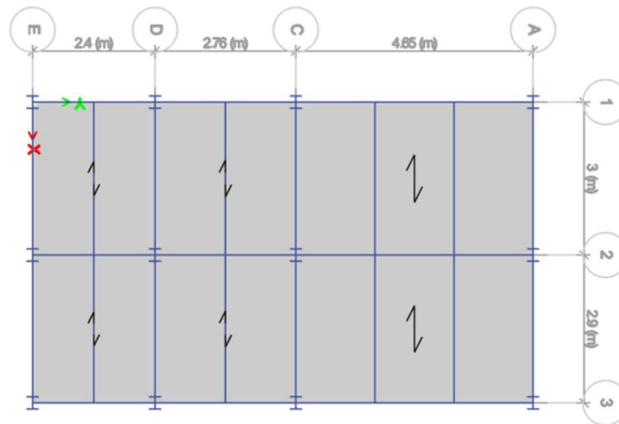


Figura No. 26

Vista en planta del modelo geométrico en estructura metálica



4.1.2.4 Propiedades de los materiales

Las propiedades de los materiales para el sistema constructivo de estructura metálica en los cuales se detallan: peso específico del material y esfuerzo de fluencia del acero. Los datos mencionados son utilizados para el diseño de los elementos estructurales

Tabla 13

Propiedades de los materiales en sistema constructivo de estructura metálica

| Materiales | | |
|---------------------------------------------------|----------|-------------------------|
| Acero ASTM A36 | γ | 7850 kg/m ³ |
| Acero ASTM A36 | f_y | 250 MPa |
| Acero de refuerzo para conectores de corte | f_y | 4200 kg/cm ² |

4.1.2.5 Cargas y combinaciones de cargas para la estructura

Las cargas presentadas a continuación son de naturaleza no sísmica y se clasifican en dos categorías principales: carga muerta y carga viva. La carga muerta se refiere al peso propio de los materiales estructurales y no estructurales, incluyendo elementos como acabados, revestimientos y paredes. Por otro lado, la carga viva está relacionada con el uso previsto de la estructura y su propósito funcional.

Carga muerta

Carga de peso propio

- Losa deck
- Vigas
- Columnas

Carga no estructural o permanente

- Acabados
- Mampostería

Carga Viva

Para el desarrollo de la vivienda mediante el sistema constructivo de estructura metálica, se tienen en cuenta dos valores distintos de carga viva. Estos valores se aplican específicamente a la losa destinada al uso habitacional residencial y a la losa utilizada como cubierta. Es importante señalar que la primera estará destinada para el entrepiso, mientras que la segunda será una cubierta inaccesible.

- Losa de entrepiso habitacional residencial
- Losa de cubierta inaccesible

4.1.2.5.1 Definición de combinaciones de carga

Las combinaciones de carga definidas para el modelo de estructura metálica según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-CG), sección 3.4.3, son las siguientes (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI], 2015).

- Comb1: $1.4D$
- Comb2: $1.2D + 1.6L$
- Comb3: $1.2D + L + E$
- Comb4: $1.2D + L - E$
- Comb5: $0.9D + E$
- Comb6: $0.9D - E$

4.1.2.5.2 Análisis estático equivalente

A partir de los siguientes parámetros, procederemos a calcular el espectro sísmico de diseño.

- La vivienda se localizara en la ciudad de Quito provincia de Pichincha.
- Estrato de suelo tipo D

Tabla 14

Carga de sismo modelo estructura metálica

| Carga de Sismo Modelo de Estructura Metálica | | | |
|-------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Parámetro | Valor | Observación | Referencia (NEC 15- SE – DS) |
| Coefficiente Ct | 0.072 | Sin arriostramientos (Estructuras de acero) | Sec 6.3.3.a |
| Altura Total del Edificio (hn) | 6.00 | m | Planos arquitectónicos |
| Coefficiente para cálculo de Periodo (α) | 0.80 | | Sec 6.3.3.a |
| Periodo Natural de Vibración (T1) | 0.30 | $T = C_t h_n^\alpha$ segundos | Sec 6.3.3.a |
| factor de Importancia (I) | 1.00 | Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores | Tabla 6, Sec. 4.1 |
| Factor de Reducción de Respuesta (R) | 8.00 | Pórticos especiales sismo resistentes | Tabla 18, Sec 9.3.7 |
| Relación de amplificación espectral η | 2.48 | Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos | Sec 3.3.1 |
| Zona sísmica | V | Alta | Tabla 1. sec3.1.1 |
| Factor de Zona (Z) | 0.4 | | |
| Tipo de suelo | D | | Sec 3.2.1 |
| Factor de sitio (Fa) | 1.2 | | Tabla 3.Sec3.2.2a |
| Factor de sitio (Fd) | 1.19 | | Tabla 4.Sec3.2.2a |
| Factor de comportamiento inelástico (Fs) | 1.28 | | Tabla 5.Sec3.2.2a |
| Factor en el espectro para Diseño Elástico (r) | 1 | | Sec 3.3.1 |
| Periodo límite de Vibración (Tc) | 0.70 | | Sec 3.3.1 pag 32 |
| Aceleración espectral (Sa) | 1.1904 | | |
| Factor de irregularidad en Planta ϕ_p | 1 | | Sec. 5.2.3 |
| Factor de irregularidad en Elevación ϕ_E | 1 | | Sec. 5.2.3 |
| V | 0.15 | | Sec 6.3.2 |
| K | 1.00 | | Sec 6.3.5 |

Nota. Elaboración propia

4.1.2.6 Pre dimensionamiento de los elementos estructurales de estructura metálica

4.1.2.6.1 Pre dimensionamiento de losa deck

Para determinar las características de la losa deck, consideraremos los parámetros especificados en el catálogo del proveedor en Ecuador. Novacero proporciona tablas detalladas con dos parámetros clave que fundamentan el diseño de la placa: el calibre o espesor de la placa y el espesor de la carpeta de compresión de las losas. Estos parámetros dependen de la separación entre apoyos, la carga sobrepuesta, el número de vanos y la distancia máxima sin apuntalar. La placa deck interactúa con el hormigón a través de un anclaje mecánico, lo que constituye un método rápido y seguro para trabajar en superficies horizontales. Comparado con la construcción tradicional, este sistema elimina la necesidad de encofrado y reduce la mano de obra asociada, optimizando así el proceso constructivo.

Altura de losa

Seleccionamos Novalosa de 55 mm, de un espesor de 0.76 mm y un espesor de losa de compresión de 5 cm.

Figura No. 27

Propiedades de la sección compuesta Novalosa 55mm

| Propiedades de la Sección Compuesta Novalosa 55 mm | | | | |
|----------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Espesor Novalosa (mm) | Espesor losa {a} (cm) | Volumen hormigón (m ³ /m ²) | Peso hormigón (kg/m ²) | Id {b} (cm ⁴ /m) |
| 0,76 | 5 | 0,07491 | 179,8 | 593,57 |
| | 6 | 0,08491 | 203,8 | 773,98 |
| | 8 | 0,10491 | 251,8 | 1238,75 |
| | 10 | 0,12491 | 299,8 | 1861,98 |
| | 12 | 0,14491 | 347,8 | 2667,20 |

Nota. Fuente: Novacero. <https://www.novacero.com/wp-content/uploads/2021/12/Novalosa-Catalogo-Digital.pdf>

Se procede con el cálculo de la carga muerta en la losa deck de entrepiso y de cubierta.

Tabla 15

Parámetros técnicos de placa colaborante deck

| Parámetros técnicos de losa deck | |
|-----------------------------------------|---------------------------|
| Nombre | Magnitud |
| Volumen de hormigón: | $0.07491 \frac{m^3}{m^2}$ |
| Peso hormigón: | $179.8 \frac{kg}{m^2}$ |
| Peso sección deck | $7.47 \frac{kg}{m^2}$ |
| Peso propio losa deck | $187.27 \frac{kg}{m^2}$ |

Se procede con el cálculo de la carga muerta en la losa deck de entrepiso y de cubierta.

Carga muerta

Losa deck de entrepiso

Tabla 16

Carga muerta presente en losa deck de entrepiso estructura metálica

| | |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Carga permanente | |
| Acabados | $100 \frac{kg}{m^2}$ |
| Peso mampostería (Páez, 2014). | $240 \frac{kg}{m^2}$ |
| Σ= | $340 \frac{kg}{m^2}$ |
| Peso propio de losa deck | |
| Peso propio losa deck | $187.27 \frac{kg}{m^2}$ |
| Σ= | $187.27 \frac{kg}{m^2}$ |

Losa deck de cubierta

Tabla 17

Carga muerta presente en losa deck de cubierta estructura metálica

| Carga permanente | | |
|---------------------------------|--|-------------------------|
| Acabados | | $100 \frac{kg}{m^2}$ |
| $\Sigma=$ | | $100 \frac{kg}{m^2}$ |
| Peso propio de losa deck | | |
| Peso propio losa deck | | $187.27 \frac{kg}{m^2}$ |
| $\Sigma=$ | | $187.27 \frac{kg}{m^2}$ |

Carga Viva

Losa deck de entrepiso

Tabla 18

Carga viva presente en losa deck de entrepiso estructura metálica

| Carga viva | | |
|------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|
| Uso residencial habitacional | NEC-15 Cargas no sísmicas (NEC - SE – CG) | $200 \frac{kg}{m^2}$ |
| $\Sigma=$ | | $200 \frac{kg}{m^2}$ |

Losa de cubierta

Tabla 19

Carga viva presente en losa deck de cubierta estructura metálica

| Carga viva | | |
|----------------------|----------------------------------------------|---------------------|
| Cubierta inaccesible | NEC-15 Cargas no sísmicas (NEC - SE – CG) | $70 \frac{kg}{m^2}$ |
| $\Sigma=$ | | $70 \frac{kg}{m^2}$ |

Pre dimensionamiento de vigas

Para el pre dimensionamiento de las vigas tomaremos la carga muerta previamente calculada, la carga del peso de las vigas y la carga del peso de columnas se asume de la siguiente manera.

Tabla 20

Cargas actuantes sobre las vigas de entrepiso de la estructura metálica

| Cargas actuantes sobre las vigas de entrepiso de la estructura metálica | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Peso losa | | $0.1873 \frac{ton}{m^2}$ |
| Pesos acabados | | $0.10 \frac{ton}{m^2}$ |
| Peso vigas | Se asume 20 % del Peso losa | $0.0374 \frac{ton}{m^2}$ |
| Peso columnas | Se asume | $0.1 \frac{ton}{m^2}$ |
| Peso paredes | | $0.24 \frac{ton}{m^2}$ |
| $\Sigma=$ | | $0.6647 \frac{ton}{m^2}$ |

Carga viva sobre las vigas de entrepiso de la estructura metálica

$$Carga Viva = 0.2 \frac{ton}{m^2}$$

Se selecciona la viga con el mayor vano de 4.65 m de longitud entre ejes, ubicada en el eje 2. Se analiza el tipo de carga que actúa sobre la viga, el cual se representa mediante un área cooperante debido a la naturaleza de transmisión de la carga en losas mixtas deck con placa colaborante. El mismo procedimiento se realizará para las vigas de cubierta exceptuando las cargas que no influyen en ese nivel como lo son las cargas de paredes y columnas.

$$carga = (1.20 D + 1.60 L) = (1.2 * 0.6647 + 1.6 * 0.2) = 1.12 \frac{ton}{m^2}$$

Para el cálculo de la viga se toma la viga del eje 2.

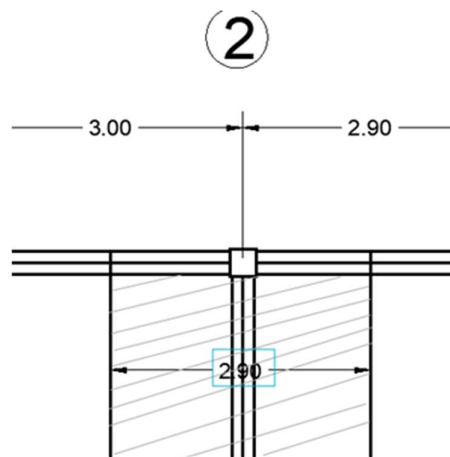
Longitud del vano de la viga: 4.65 m

$$\text{Ancho cooperante: } \left[\left(\frac{3.00}{2} \right) + \left(\frac{2.76}{2} \right) \right] = 2.885 \approx 2.90 \text{ m}$$

Las dimensiones para el cálculo del ancho cooperante corresponden a la mitad de la longitud de los paneles que se ubican contiguos a la viga del eje 2

Figura No. 28

Detalle de ancho cooperante en viga eje 2 estructura metálica



Se calcula la carga lineal que actúa sobre la viga en la estructura metálica.

$$q = 1.12 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 2.90\text{m} = 3.25 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Calculamos el momento máximo sobre la viga obteniendo un modelo matemático de una viga simplemente apoyada con la expresión.

$$M = \frac{(q * L^2)}{8}$$

Donde, L es la luz y q la carga en unidades de carga sobre metros lineales.

$$M = \frac{3.25 \frac{\text{ton}}{\text{m}} * 4.65^2 \text{m}^2}{8} = 8.78 \text{ ton.m}$$

Cálculo de peralte de la viga de entrepiso

El peralte de la viga se seleccionará de un catálogo de perfiles comerciales a través del módulo resistente de sección que se lo obtiene de la siguiente expresión.

$$w_x = S_{x-x} = \frac{M}{\sigma_{max}}$$

Donde:

- S_{x-x} : Módulo resistente
- M: Momento calculado de mayoración de las cargas
- σ_{max} : Esfuerzo de fluencia de trabajo del acero A36

Se procede con el cálculo y se considera un 60 por ciento del esfuerzo de trabajo del acero estructural como valor conservador de reducción un valor de 1529.57 kg/cm².

S_{x-x} (Modulo resistente de viga de entrepiso)

$$w_x = S_{x-x} = \frac{8778.74 \text{ kg.m}}{1529.57 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 573.93 \text{ cm}^3 \approx 574 \text{ cm}^3$$

Cálculo de peralte de la viga de cubierta

$$q = 0.54 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 2.90 \text{m} = 1.56 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$M = \frac{1.56 \frac{\text{ton}}{\text{m}} * 4.65^2 \text{m}^2}{8} = 4232.60 \text{ kg.m}$$

$$w_x = S_{x-x} = \frac{4232.60 \text{ kg.m}}{1529.57 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 276.71 \text{ cm}^3 \approx 277 \text{ cm}^3$$

A partir de catálogos comerciales de vigas IPE se seleccionan los perfiles mostrados a continuación, los cuales sus módulos resistentes son cercanos a los calculados anteriormente.

Tabla 21

Resumen de vigas de estructura metálica

| Resumen de vigas de estructura metálica | | |
|------------------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| Nombre | Perfil | Módulo sección x (cm ³) |
| Viga de entrepiso | IPE 220 | 252 |
| Viga de cubierta | IPE 300 | 557 |

Es necesario definir la longitud máxima no arriostrada de las vigas para evitar el pandeo lateral-torsional debido a los esfuerzos de flexión. Al apuntalar con viguetas secundarias, se logra arriostrar y restringir el desplazamiento en el eje débil, lo cual genera un elemento de alta ductilidad y favorable comportamiento estructural.

El reglamento ANSI/AISC 341-10 estipula que $L_{bmax} = 0.085 * r_y * \frac{E}{f_{yd}}$

Para los dos perfiles seleccionados se verifica la longitud máxima no arriostrada.

Tabla 22

Longitud máxima no arriostrada en vigas de estructura metálica

| Longitud máxima no arriostrada. Lb max | | | | | | | |
|-----------------------------------------------|---------------------|----------|----------|------------------------|--------------------------------------|-------------|------------|
| Perfil | Factor de reducción | ryy (cm) | ryy (mm) | E (N/mm ²) | f _{yd} (N/mm ²) | Lb max (mm) | Lb max (m) |
| IPE 220 | 0.085 | 2.48 | 24.8 | 200000 | 250 | 1686.40 | 1.69 |
| IPE 300 | 0.085 | 3.35 | 33.5 | 200000 | 250 | 2278.00 | 2.28 |
| IPE 240 | 0.085 | 2.69 | 26.9 | 200000 | 250 | 1829.2 | 1.83 |
| IPE 330 | 0.085 | 3.55 | 35.5 | 200000 | 250 | 2414 | 2.41 |

Esta longitud se adecua a nuestra estructura ya que se han fijado viguetas tipo HEB100 de modo secundario para arriostrar las vigas principales, atiesando y garantizando la ductilidad de las mimas basádonos en las medidas máximas, las mismas se han fijado en la mitad de cada panel de losa.

Pre dimensionamiento de columnas

Para el pre dimensionamiento de las columnas, el cálculo se basa en el esfuerzo crítico de pandeo, el cual garantiza que nuestro elemento no falle por inestabilidad antes de alcanzar su máxima resistencia. Esto asegura la estabilidad de la columna bajo cargas axiales y esfuerzos de compresión. Para lograrlo, se deben considerar los siguientes aspectos.

El acero utilizado es de tipo ASTM A36. En miembros a compresión, no se recomiendan valores de relación de esbeltez superiores a 200. Según Jack McCormac, los valores normalizados de relación de esbeltez efectiva de columnas se encuentran aproximadamente entre 40 y 60 en elementos de columna de longitud entre 3 m y 4.60 m (McCormac, 2013).

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), en su página 46 de la sección NEC - SE – AC, estipula que la esbeltez L/r de la columna debe ser menor a 60 (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI], 2015).

Para asegurar un prediseño eficiente, seleccionaremos un valor medio de 50 para la esbeltez efectiva. A partir de este dato, consultaremos la tabla "TABLE 3-36: Design Stress for Compression Members of 36 ksi Specified Yield Stress Steel" de la normativa AISC 360-16, que proporciona el valor para la esbeltez mencionada anteriormente. Con esta información, procederemos a calcular el área de la sección.

Figura No. 29

Tabla 3-36 Esfuerzo de diseño para miembros comprimidos 36 ksi

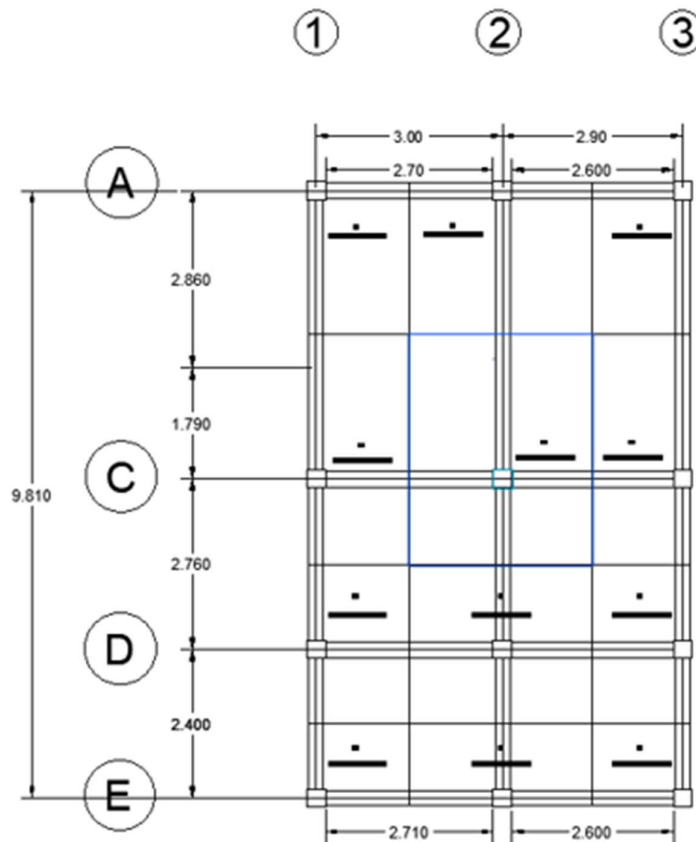
| TABLE 3-36 Design Stress for Compression Members of 36 ksi Specified Yield Stress Steel, $\phi_c = 0.85$ ^[a] | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|
| $\frac{Kl}{r}$ | $\phi_c F_{cr}$ ksi | $\frac{Kl}{r}$ | $\phi_c F_{cr}$ ksi | $\frac{Kl}{r}$ | $\phi_c F_{cr}$ ksi | $\frac{Kl}{r}$ | $\phi_c F_{cr}$ ksi | $\frac{Kl}{r}$ | $\phi_c F_{cr}$ ksi |
| 1 | 30.60 | 41 | 28.01 | 81 | 21.66 | 121 | 14.16 | 161 | 8.23 |
| 2 | 30.59 | 42 | 27.89 | 82 | 21.48 | 122 | 13.98 | 162 | 8.13 |
| 3 | 30.59 | 43 | 27.76 | 83 | 21.29 | 123 | 13.80 | 163 | 8.03 |
| 4 | 30.57 | 44 | 27.64 | 84 | 21.11 | 124 | 13.62 | 164 | 7.93 |
| 5 | 30.56 | 45 | 27.51 | 85 | 20.92 | 125 | 13.44 | 165 | 7.84 |
| 6 | 30.54 | 46 | 27.37 | 86 | 20.73 | 126 | 13.27 | 166 | 7.74 |
| 7 | 30.52 | 47 | 27.24 | 87 | 20.54 | 127 | 13.09 | 167 | 7.65 |
| 8 | 30.50 | 48 | 27.11 | 88 | 20.36 | 128 | 12.92 | 168 | 7.56 |
| 9 | 30.47 | 49 | 26.97 | 89 | 20.17 | 129 | 12.74 | 169 | 7.47 |
| 10 | 30.44 | 50 | 26.83 | 90 | 19.98 | 130 | 12.57 | 170 | 7.38 |

La columna más cargada es la C2, una columna interior ubicada en el eje 2. Esta columna tiene un área cooperante mayor en comparación con las demás columnas en planta, por lo que será la que se analizará para seleccionar una sección adecuada.

En la figura 30, se muestra una vista en planta de las columnas y sus áreas cooperantes. En color celeste se indica la columna C2 y en azul su área cooperante.

Figura No. 30

Ancho cooperante de columna C2 estructura metálica



Para el pre dimensionamiento final, analizaremos todas las columnas y obtendremos las secciones de área a través de la siguiente expresión:

$$A_g = \frac{P_u}{(\phi_c * F_{CR})}$$

Donde:

A_g : Sección bruta de la sección de columna

P_u : Carga axial mayorada

F_{CR} : Esfuerzo de pandeo crítico

ϕ_c : Factor de reducción 0.85, correspondiente a carga axial para elementos a compresión LRFD

A continuación, se describe una tabla donde figuran las columnas del sistema de estructura metálica y su análisis para el pre diseño.

Tabla 23

Análisis de carga tributaria y sección de Columna para estructura metálica

| Análisis de carga tributaria y sección de columna para estructura metálica | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------|----------|---------------------------|----------------------------------|
| Columnas | Área tributaria | | Z= 3.00m | Z= 6.00m | Z= 3.00m | Z= 6.00m | Carga Axial | | | Esfuerzo Crítico | |
| Ejes | Largo (m) | Ancho (m) | Área (m ²) | Área (m ²) | Wu Entrepiso (ton/m ²) | Wu cubierta (ton/m ²) | Pu Entrepiso (ton) | Pu cubierto (ton) | Pu (ton) | FCR (kg/cm ²) | Ag=Pu/Φc* FCR (cm ²) |
| A1 | 2.45 | 1.58 | 3.87 | 3.87 | 1.12 | 0.54 | 4.34 | 2.09 | 6.43 | 1884.23 | 4.01 |
| A2 | 2.45 | 2.95 | 7.23 | 7.23 | 1.12 | 0.54 | 8.09 | 3.90 | 12.00 | 1884.23 | 7.49 |
| A3 | 2.45 | 1.63 | 3.99 | 3.99 | 1.12 | 0.54 | 4.47 | 2.16 | 6.63 | 1884.23 | 4.14 |
| C1 | 3.7 | 1.63 | 6.03 | 6.03 | 1.12 | 0.54 | 6.75 | 3.26 | 10.01 | 1884.23 | 6.25 |
| C2 | 3.7 | 2.95 | 10.92 | 10.92 | 1.12 | 0.54 | 12.22 | 5.89 | 18.12 | 1884.23 | 11.31 |
| C3 | 3.7 | 1.58 | 5.85 | 5.85 | 1.12 | 0.54 | 6.55 | 3.16 | 9.70 | 1884.23 | 6.06 |
| D1 | 2.58 | 1.63 | 4.21 | 4.21 | 1.12 | 0.54 | 4.71 | 2.27 | 6.98 | 1884.23 | 4.36 |
| D2 | 2.58 | 2.95 | 7.61 | 7.61 | 1.12 | 0.54 | 8.52 | 4.11 | 12.63 | 1884.23 | 7.89 |
| D3 | 2.58 | 1.58 | 4.08 | 4.08 | 1.12 | 0.54 | 4.57 | 2.20 | 6.77 | 1884.23 | 4.23 |
| E1 | 1.33 | 1.63 | 2.17 | 2.17 | 1.12 | 0.54 | 2.43 | 1.17 | 3.60 | 1884.23 | 2.25 |
| E2 | 1.33 | 2.95 | 3.92 | 3.92 | 1.12 | 0.54 | 4.39 | 2.12 | 6.51 | 1884.23 | 4.07 |
| E3 | 1.33 | 1.63 | 2.17 | 2.17 | 1.12 | 0.54 | 2.43 | 1.17 | 3.60 | 1884.23 | 2.25 |

Una vez realizado el prediseño se escoge a partir de catálogos de perfiles comerciales según el área y módulo de sección mayor al de las vigas previamente seleccionadas un perfil de tipo HEB240, con lo que se procederá a realizar el modelamiento computacional.

Tabla 24

Resumen de columnas estructura metálica

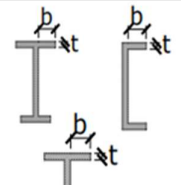




| Resumen de columnas | |
|-----------------------|----------|
| Nombre | Unidades |
| Columna HEB240 | 12 |

A partir del perfil seleccionado se verifica su relación ancho espesor, según las recomendaciones de NEC-SE-AC, según la Tabla 4: Máximas Relaciones Ancho-Espesor para Elementos a Compresión (Adoptado de ANSI/AISC 341-10).

En la Tabla 25, se puede apreciar el tipo de perfil que seleccionamos y la manera de hacer la revisión para las alas.

Tabla 25

Máximas Relaciones Ancho-Espesor para Elementos a Compresión.

| | Tipo de elemento | Relación ancho- espesor | Límites | Ejemplo |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | λ_{ps} | |
| Elementos no Rigidizados | Flexión en alas de vigas "I" roladas o amadas, canales y vigas "T" | b/t | $0.30 \sqrt{E/F_y}$ |  |
| | Lados de ángulos simples o dobles con separadores | | |  |
| | Lados salientes de pares de ángulos en contacto continuo | | |  |
| | Alas de secciones para pilotes "H" | b/t | $0.45 \sqrt{E/F_y}$ |  |
| | Alma de vigas "T" | d/t | $0.30 \sqrt{E/F_y}^{(a)}$ |  |
| | Barras planas | b/t | 2.5 | |







Nota. Fuente: ANSI/AISC 341-10. Parte 1

La tabla Máximas Relaciones Ancho-Espesor para Elementos a Compresión (Adoptado de ANSI/AISC 341-10), continua en la relación máxima de elementos rigidizados lo que es el alma del perfil.

En la tabla 26 se señala el apartado para el caso de revisión según nuestro perfil.

Tabla 26

Máximas Relaciones Ancho-Espesor para Elementos a Compresión.

| | | | | |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Elementos Rigidizados | Almas de perfiles "I" armados o rolados usados para vigas o columnas [c] | h/t_w | Para $C_a \leq 0.125$ $2.45 \sqrt{E/F_y} (1 - 0.93 C_a)$ |  |
| | Placas laterales de secciones laminadas "I" encajonados usados como vigas o columnas | h/t | Para $C_a > 0.125$ $0.77 \sqrt{E/F_y} (2.93 - C_a)$ $\geq 1.49 \sqrt{E/F_y}$ |  |
| | Almas de secciones cajón armadas usados como vigas o columnas | h/t | donde: $C_a = \frac{P_u}{\phi_b P_y} (DFCR)$ $C_a = \frac{\Omega_c P_u}{P_y} (DRA)$ |  |
| | Almas de perfiles "I" rolados o armados usados como arriostramientos diagonales | h/t_w | $1.49 \sqrt{E/F_y}$ |  |
| | Almas de secciones para pilotes "H" | h/t_w | $0.94 \sqrt{E/F_y}$ |  |
| Paredes de HSS de sección circular | D/t | $0.038 E / F_y$ |  | |

Nota. Fuente: ANSI/AISC 341-10. Parte 2

Chequeo para el perfil seleccionado de columna

HEB240

Revisión en alas

$$\frac{b}{t} < 0.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\frac{120mm}{17mm} < 0.45 \sqrt{\frac{2.1 * 10^6 \frac{kg}{cm^2}}{2531.05 \frac{kg}{cm^2}}}$$

$$7.05 < 12.96 \text{ OK}$$

Revisión en alma

$$\frac{h}{tw} < 0.94 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\frac{(240 - 2 * 17)mm}{10mm} < 27.08$$

$$20.60 < 27.08 \text{ OK}$$

Chequeo de resistencia a pandeo flexional

La revisión debe ser considerando la carga ultima P_u con la resistencia nominal P_n , del perfil.

La resistencia nominal de compresión, será calculada basándose en el límite estado de pandeo flexional.

$$P_n = FCR * A_g$$

Para efectos de pre dimensionado se asignará un factor K de longitud efectiva igual a 1, para nuestro caso.

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

Radio de giro más desfavorable corresponde a r_{yy} , perfil HEB240.

$$r_{yy} = \sqrt{\frac{I_{yy}}{A}} = \sqrt{\frac{3923 \text{ cm}^4}{106 \text{ cm}^2}} = 6.083 \text{ cm}$$

$$\frac{1 * 300 \text{ cm}}{6.083 \text{ cm}} \leq 4.71 * 28.80$$

$$\frac{1 * 300 \text{ cm}}{6.083 \text{ cm}} \leq 135.66$$

$$49.32 \leq 135.66 \text{ OK}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^6 \frac{kg}{cm^2}}{\left(\frac{1 * 300cm}{6.083cm}\right)^2} = 8521.42 \frac{kg}{cm^2}$$

$$FCR = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) * F_y$$

$$FCR = \left(0.658 \frac{2531.05}{8521.42}\right) * 2531.05 = 0.8831 * 2531.05 = 2235.17 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\phi P_n = FCR * A_g$$

$$\phi P_n = 0.9 * 2235.17 \frac{kg}{cm^2} * 106 cm^2 = 213235.22 kg = 213.24 ton$$

$$P_u = 18.12 ton$$

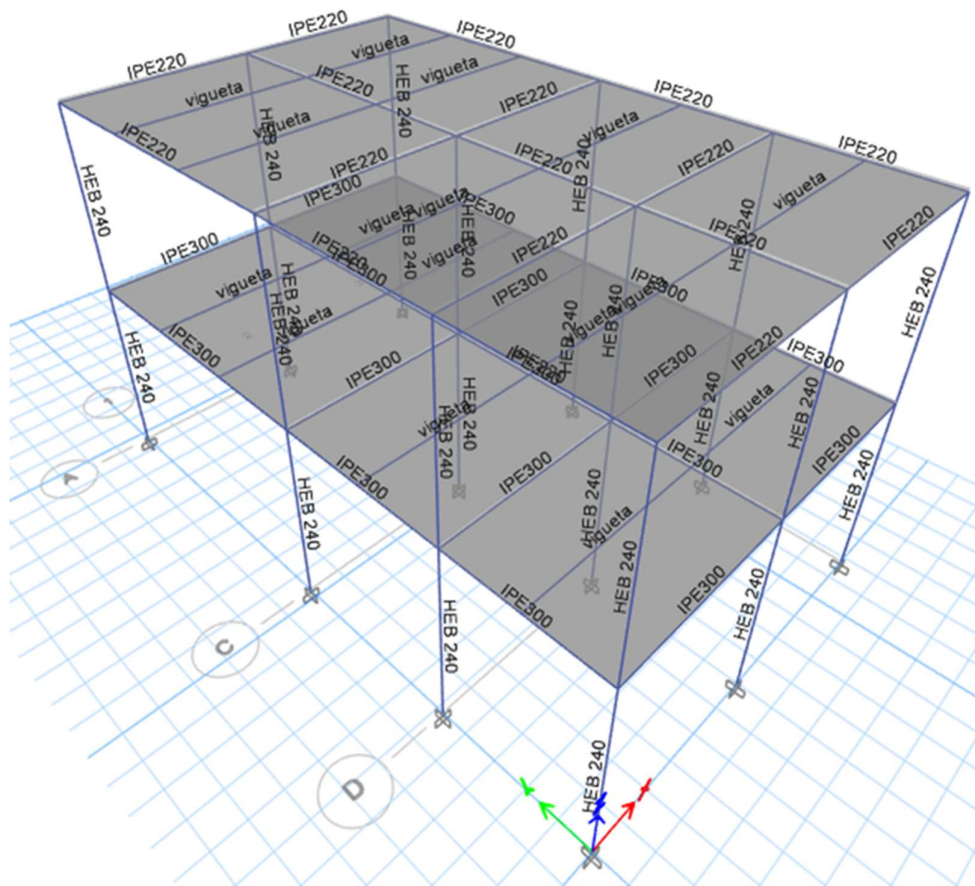
La evaluación es satisfactoria debido a que: $P_u \leq \phi P_n$ **OK**

4.1.2.7 Modelamiento computacional de la estructura en acero

A partir del pre dimensionamiento de los elementos estructurales, la caracterización de las propiedades de los materiales, las consideraciones de análisis estructural, las normativas, las cargas sísmicas y no sísmicas, combinaciones de cargas antes mencionadas, se modelan los elementos en el software ETABS. A través de este modelado, se obtendrán los resultados óptimos que cumplan con los requisitos de diseño para la solución habitacional estructura metálica.

Figura No. 31

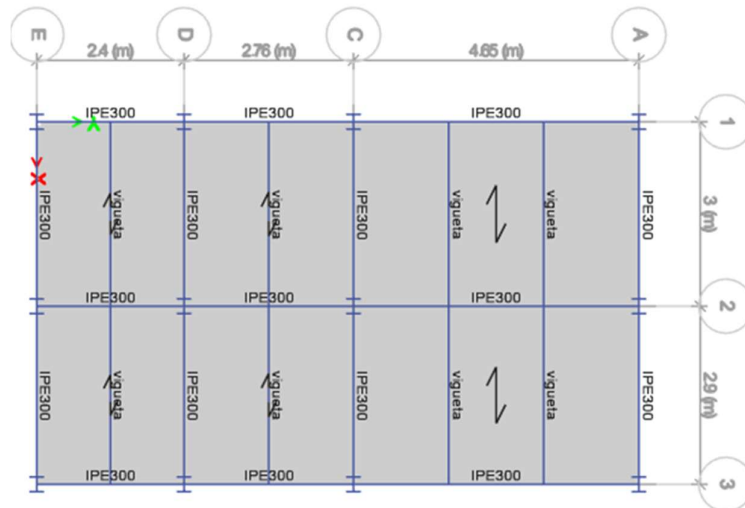
Modelamiento 3D estructura metálica



Se puede observar el modelado de las secciones en acero, en la figura 32, tenemos una vista en planta de la losa de entrepiso.

Figura No. 32

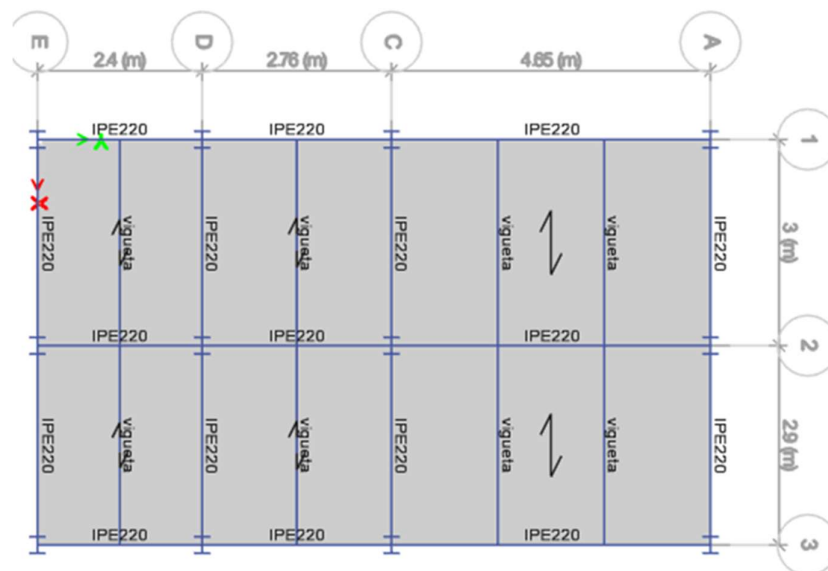
Vista en planta de losa de entrepiso estructura metálica



Se puede observar el modelado de las secciones en acero, en la figura 33, tenemos una vista en planta de la losa de cubierta.

Figura No. 33

Vista en planta de losa de cubierta estructura metálica



Se puede observar el modelado de las secciones en acero, en la figura 34, tenemos una vista en elevación del pórtico del eje 2, se puede apreciar los elementos columna y vigas respectivamente definidos para cada nivel.

Figura No. 34

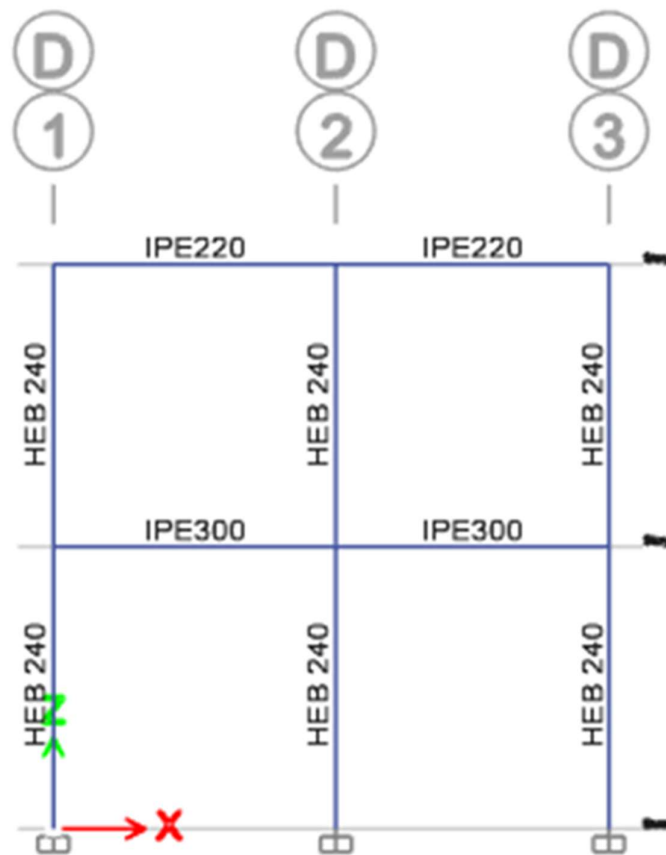
Vista en elevación del pórtico del eje 2 estructura metálica



Se puede observar el modelado de las secciones en acero, en la figura 35, tenemos una vista en elevación del pórtico del eje D, se puede apreciar los elementos columna y vigas respectivamente definidos para cada nivel.

Figura No. 35

Vista en elevación del pórtico del eje D estructura metálica



Después del modelamiento computacional en el software ETABS se evidencia que las secciones y el modelamiento de la estructura y placa deck colaborante cumplen con las prescripciones normativas.

Corrección del cortante estático y dinámico de la estructura de estructura metálica

Una vez que se realizó el análisis de la estructura, se revisan los valores de cortante basal en la solución habitacional de estructura metálica. En la figura 36, se puede apreciar los valores para el cortante basal dinámico en dirección “x” con un valor de 7101,36 kg y dirección “y” 8329,16 kg, se requiere un factor de corrección entre el cortante basal dinámico y el cortante basal estático para cada dirección indicada. La NEC indica que, “Para estructuras regulares, el valor del cortante basal dinámico total obtenido por cualquier método de análisis dinámico no debe ser menor al 80% del cortante basal V obtenido por el método estático” (NEC - SE - DS PELIGRO SÍSMICO, 2014).

Figura No. 36

Reacciones en la base de estructura metálica

| Output Case | Case Type | Step Type | FX kgf | FY kgf |
|-------------|-------------|-----------|----------|----------|
| Sismo X | LinStatic | | -9221.44 | 0 |
| Sismo Y | LinStatic | | 0 | -9221.44 |
| DINAMICO X | LinRespSpec | Max | 7101.36 | 19.75 |
| DINAMICO Y | LinRespSpec | Max | 19.75 | 8329.14 |
| DINAMICO XY | LinRespSpec | Max | 7101.39 | 8329.16 |

$$f_{Cx_{estructura\ metálica}} = \frac{9221.44\ kg * 0.8}{7101.36\ kg} = 1.0388\ sentido\ "x"$$

En sentido x se afecta por 1.03888 en y se deja con 1, en el software ETABS se añaden los valores calculados en el estado de espectro de respuesta para sentido “x” para el cálculo se realiza un producto con el factor de corrección calculado y la aceleración de la gravedad en cada sentido.

Se realiza la verificación que el 80% del valor del cortante estático no sea menor al valor del cortante basal dinámico en cada sentido.

Tabla 27*Resumen de secciones y cantidades de sistema constructivo de estructura metálica*

| Resumen de elementos y cantidades estructurales de estructura metálica | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|
| Elemento | Nombre | Cantidad (u) | Longitud Total (m) | Área Elemento (cm²) | Volumen de los perfiles (m³) | Peso de los perfiles (kg) |
| Columnas | Perfil HEB240 | 12 | 72 | 106 | 0.7632 | 5991.12 |
| Vigas | Perfil IPE300 | 17 | 53.03 | 53.8 | 0.2853 | 2239.60 |
| Vigas | Perfil IPE220 | 17 | 53.03 | 33.4 | 0.1771 | 1390.24 |
| Vigas secundarias | Perfil IPE100 | 16 | 47.2 | 10.3 | 0.04861 | 381.59 |
| Total | | | | | 1.27421 | 10002.55 |
| Losa Deck | Novalosa 55 | | | Área 126 m ² | | |
| Hormigón en losas | fc 210 kg/cm ² | | | Área 126 m ² | 11.25 | |

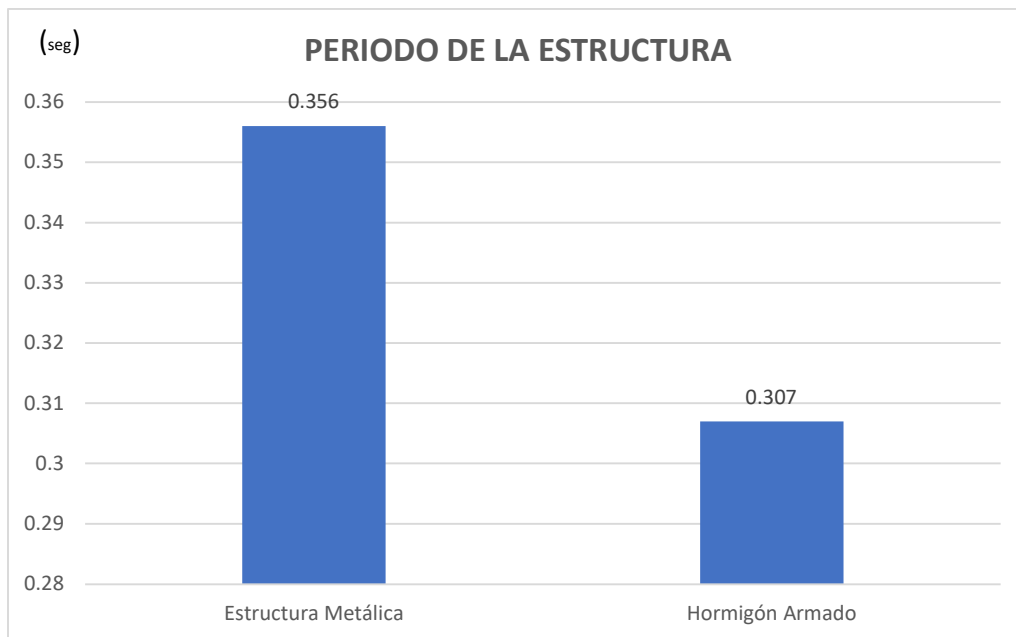
4.2 Resultados De La Evaluación Técnica

4.2.1 Periodo de vibración de la estructura

Es el tiempo requerido para que el sistema complete un ciclo de vibración libre es el periodo natural de vibración del sistema (Chopra, 2014). La respuesta dinámica de una estructura mientras ocurre un evento sísmico está vinculado a la relación entre el periodo de vibración de las ondas del sismo y el periodo de vibración de la estructura. Es importante determinar la respuesta de la estructura ante los eventos sísmicos que pudiesen generarse (Domínguez, 2014).

Figura No. 37

Periodo de la estructura en hormigón armado y estructura metálica

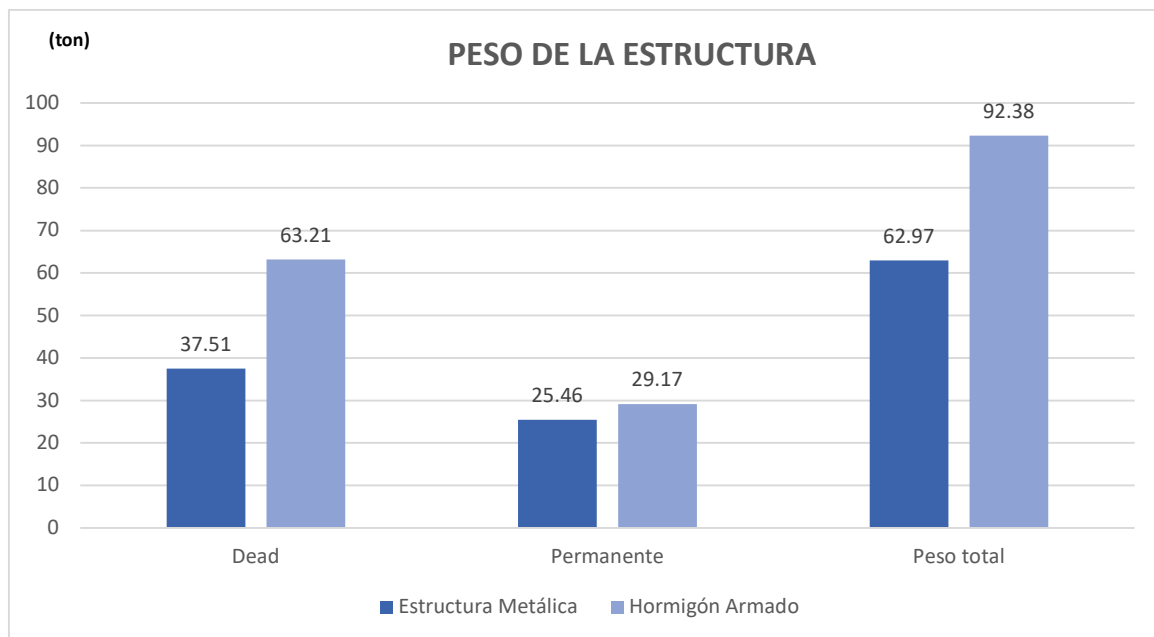


4.2.2 Peso de la estructura

Se considera el peso total de la estructura considerando la carga muerta y las acciones adicionales como lo son: la mampostería, acabados siendo estas cargas permanentes. Se indica en la figura 38 el peso de cada sistema constructivo en toneladas y el aporte que cada carga realiza al peso total, indicando el sistema constructivo de hormigón armado como el más pesado.

Figura No. 38

Peso de la estructura en hormigón armado y estructura metálica

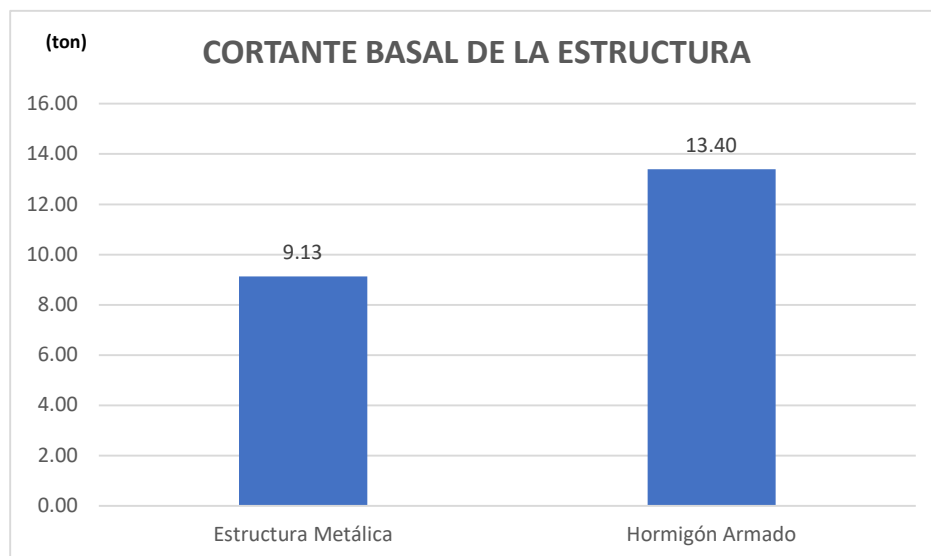


4.2.3 Cortante basal de la estructura

El cortante basal de diseño, V , es un factor directamente proporcional a la carga reactiva de una estructura que considera las cargas muertas y la sobrecarga permanente. Este factor incluye el factor de importancia, la aceleración espectral correspondiente al período fundamental, así como los factores de elevación y regularidad en planta. Su objetivo es distribuir la carga reactiva en toda la estructura de manera efectiva. En la figura 39 podemos observar el valor correspondiente al cortante basal para cada sistema constructivo.

Figura No. 39

Cortante Basal de la estructura en hormigón armado y estructura metálica



4.2.4 Derivas de piso de la estructura

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción, la deriva de piso es el desplazamiento lateral relativo de un nivel con respecto al nivel superior, considerando los puntos de referencia en la misma línea vertical de la estructura. La deriva es de suma importancia en la estructura debido al daño potencial que puede causar como resultado de desplazamientos producidos por sismos, se puede observar que tanto elásticas son menores al valor de 0.003333 que se considera como el máximo permisible y las derivas inelásticas son menores que el 2%.

A continuación, se presentan las derivas por piso para cada sistema constructivo tanto en dirección X e Y, como también las derivas máximas para cada caso. Las figuras 40 y 41, describen lo indicado, podemos observar que las derivas máximas son menores que una deriva de 2 por ciento.

Figura No. 40

Derivas elásticas de la estructura en hormigón armado y estructura metálica

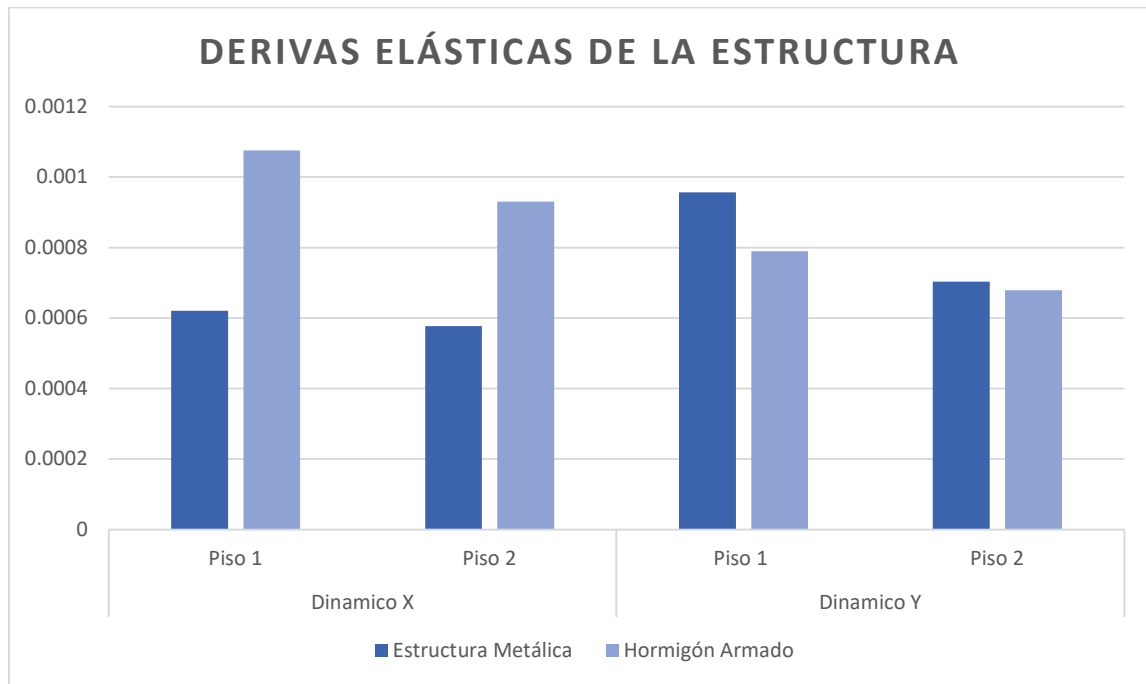
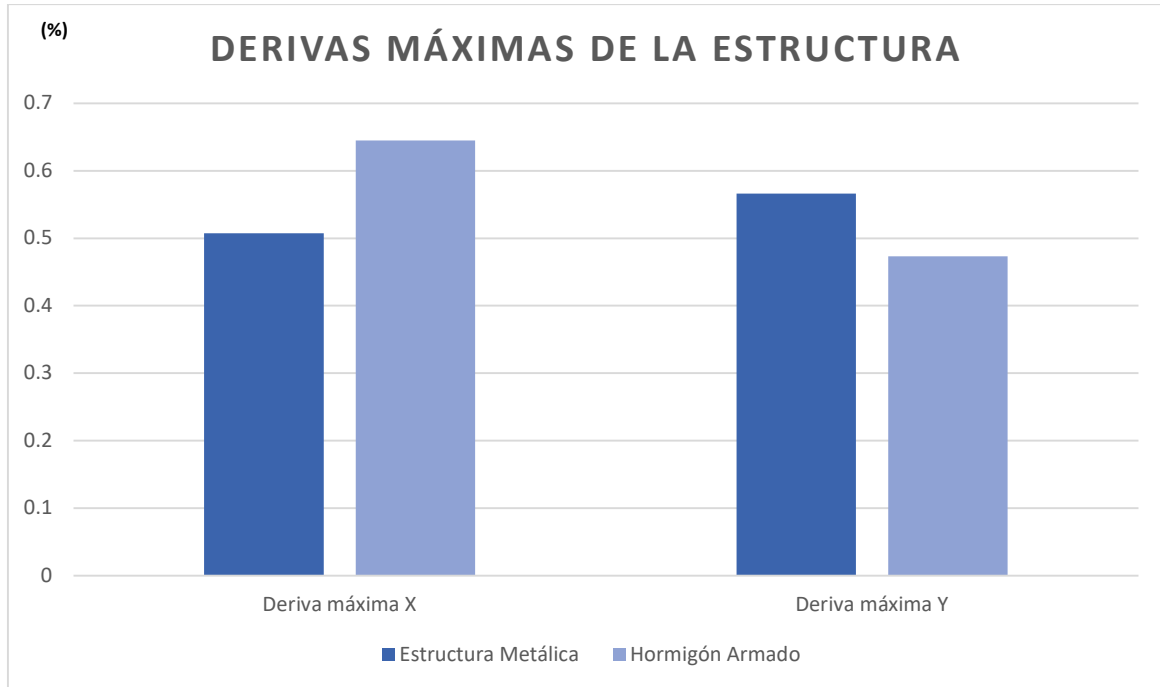


Figura No. 41

Derivas máximas inelásticas de estructura en hormigón armado y estructura metálica



En las figuras 42 y 43 se presentan las derivas elásticas de la estructura en hormigón armado dirección X y dirección Y, respectivamente.

En las figuras 44 y 45 se presentan las Derivas elásticas de la estructura metálica dirección X y dirección Y, respectivamente.

Figura No. 42

Derivas elásticas de la estructura en hormigón armado dirección X

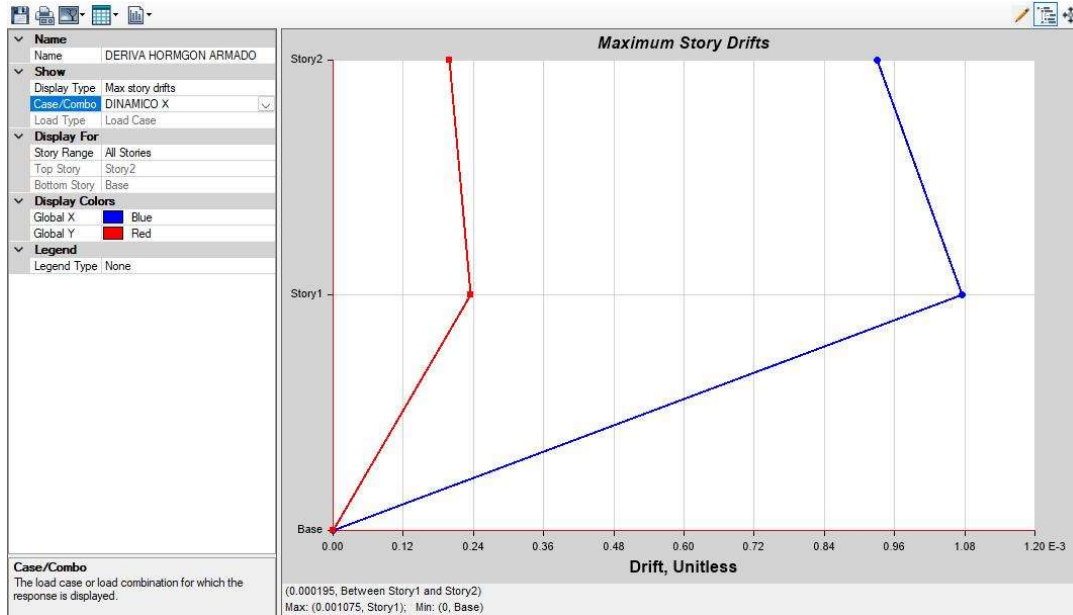


Figura No. 43

Derivas elásticas de la estructura en hormigón armado dirección Y

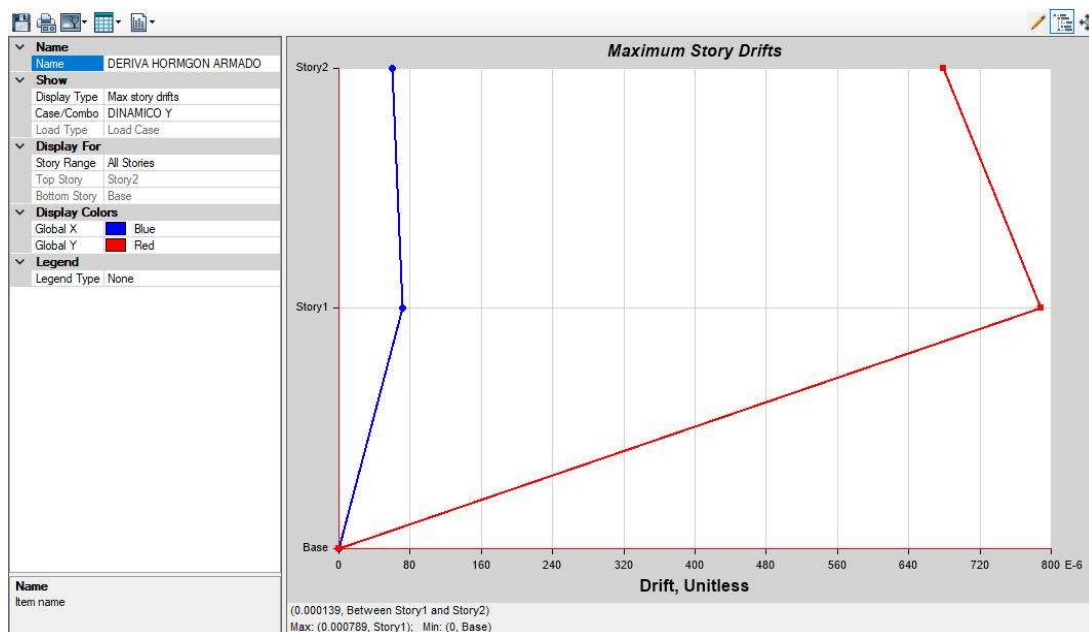


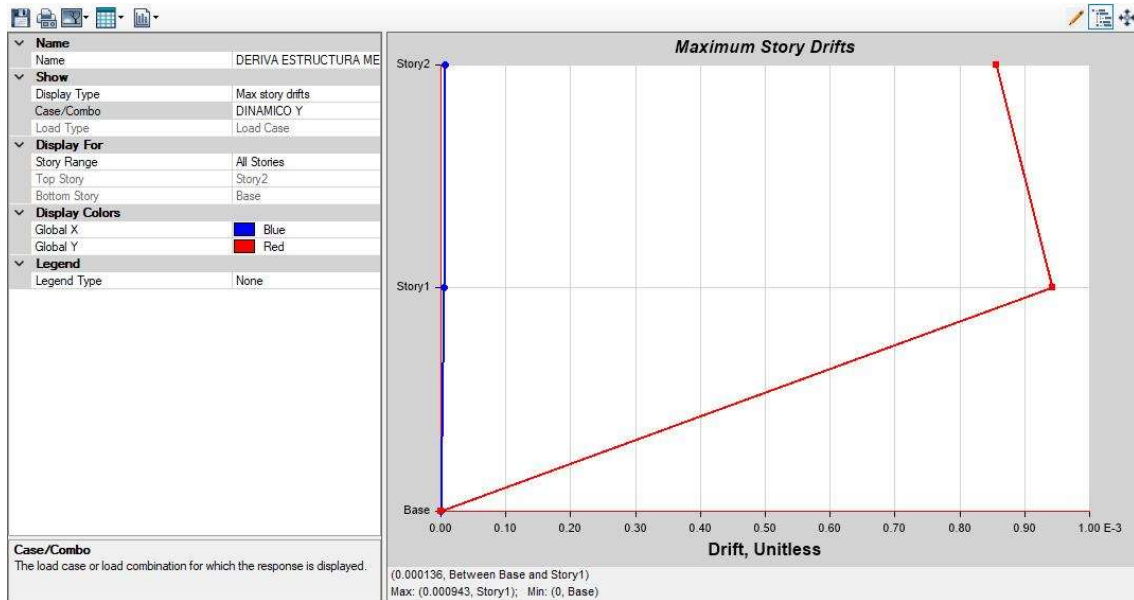
Figura No. 44

Derivas elásticas de la estructura en estructura metálica dirección X



Figura No. 45

Derivas elásticas de la estructura en estructura metálica dirección Y



CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1 Evaluación Económica de los sistemas constructivos

5.1.1 Sistema tradicional

Se evaluará el sistema constructivo desde el inicio del proyecto hasta la colocación de la mampostería. Sin tomar en cuenta la solución para la infraestructura de cimentación, así como el diseño de obras hidrosanitarias, eléctricas y acabados. En este análisis, se tomará en cuenta desde la preparación del terreno hasta la colocación de la mampostería, se destaca como un componente crucial tanto en términos de costo como de importancia. Se describirán detalladamente las tareas y capítulos de trabajo correspondientes a la estructura, albañilería y trabajos preliminares.

Costos directos de estructura en hormigón armado

Se detallarán los costos directos relacionados con el sistema constructivo: materiales, mano de obra, maquinaria y equipo.

Materiales de sistema constructivo hormigón armado

Tabla 28

Cuadro de materiales de obra de hormigón armado

| Cuadro De Materiales | | | | |
|----------------------------------------------|--------|-----------|--------|----------|
| Proyecto Grado Nicolás Mafla Hormigón Armado | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | TOTAL |
| Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2 | Kg | 2,956.96 | 1.18 | 3,489.21 |
| Cemento | Kg | 14,320.09 | 0.14 | 2,004.81 |
| Malla electrosoldada 5.10 | m2 | 198.45 | 3.43 | 680.68 |
| Ripio | m3 | 35.09 | 12.50 | 438.66 |
| Arena | m3 | 26.28 | 13.80 | 362.61 |
| Bloque de carga 15x20x40 | u | 840.71 | 0.40 | 336.28 |
| Geomembrana polietileno 0.50mm | m2 | 104.59 | 2.94 | 307.49 |
| Alambre de amarre #18 | Kg | 140.81 | 2.15 | 302.74 |
| Bloque alivianado 15x20x40 | u | 1,020.00 | 0.28 | 285.60 |
| Bloque de carga 10x20x40 | u | 631.28 | 0.36 | 227.26 |
| Agua | m3 | 9.26 | 3.00 | 27.78 |
| Tira de eucalipto 2,5x2 cm | m | 25.83 | 0.36 | 9.30 |
| Clavos | Kg | 3.23 | 2.29 | 7.39 |
| Estacas | u | 32.29 | 0.12 | 3.87 |
| TOTAL: | | | | 8,483.68 |

Mano de obra sistema constructivo de hormigón armado

Tabla 29

Cuadro de mano de obra de hormigón armado

| Cuadro De Mano De Obra | | | | |
|-------------------------------------------------|--------|----------------------|-------------|--------------|
| Proyecto Grado Nicolás Mafla Hormigón Armado | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | SALARIO REAL HORARIO | HORAS TOTAL | PRECIO TOTAL |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | hora | 3.83 | 685.17 | 2,624.19 |
| Albañil (estr.oc d2) | hora | 3.87 | 235.76 | 912.40 |
| Peón de herrero (estr.oc e2) | hora | 3.83 | 168.97 | 647.15 |
| Herrero (Est. Ocu. D2) | hora | 3.87 | 84.48 | 326.96 |
| Maestro mayor de ejecución de obra (estr.oc c1) | hora | 4.29 | 72.51 | 311.07 |
| Topógrafo 2 (estr.oc c1) | hora | 4.29 | 9.12 | 39.11 |
| Cadenero (Est. Ocu. D2) | hora | 3.87 | 9.12 | 35.28 |
| Chofer (estr.oc. c1) | Hora | 5.62 | 1.10 | 6.18 |
| Operador equipo pesado 1 (estr.oc c1) | Hora | 4.29 | 0.10 | 0.45 |
| Ayudante de maquinaria (estr.oc d2) | Hora | 3.93 | 0.10 | 0.41 |
| TOTAL: | | | | 4,903.19 |

Cuadro de equipo y herramientas sistema constructivo hormigón armado

Tabla 30

Cuadro de equipo y herramientas de obra de hormigón armado

| Cuadro De Equipo Y Herramientas | | | | | |
|-----------------------------------------------------------|--------|-------------|--------|----------------|-----------------|
| Proyecto: Proyecto Grado Nicolás Mafla Hormigón Armado | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | TIPO | PRECIO | HORAS TOTAL | PRECIO TOTAL |
| Herramienta menor | hora | Herramienta | 0.20 | 962.76 | 192.55 |
| Concreteira 1 saco | hora | | 2.57 | 36.94 | 94.94 |
| Vibrador | hora | | 1.99 | 36.94 | 73.51 |
| Implementos y herramientas cuadrilla tipo canalización | h | | 7.88 | 3.32 | 26.13 |
| Equipo de topografía | hora | | 2.00 | 9.12 | 18.23 |
| Camioneta 2000cc doble tracción | hora | | 5.00 | 3.32 | 16.58 |
| Compactador de plato | Hora | | 3.00 | 3.32 | 9.95 |
| Retroexcavadora | hora | | 26.40 | 0.10 | 2.75 |
| Volqueta 8 m3 | Hora | | 17.00 | 0.10 | 1.77 |
| | | | | TOTAL: | 436.41 |

Costos Indirectos

Según Gavilanes Vargas y Romero Vargas (2023), "dentro del costo indirecto de campo u obra el parámetro con mayor incidencia fue el tiempo de ejecución, y del costo indirecto de oficina central fue la organización de la empresa, teniendo estos componentes un grado de conformidad aceptable". Además, "esto se ratifica con el porcentaje utilizado por la mayor parte de los contratistas que es el 20%" (Gavilanes Vargas & Romero Vargas, 2023).

El porcentaje de costos indirectos utilizado para el presente presupuesto corresponde al valor de 20%, cubre las necesidades de oficina central y obra detallada, esta última será el proyecto evaluado, cuyo valor está fundamentado para un escenario de empresa constructora con un giro de negocio de construcción de viviendas de interés social.

Presupuesto de sistema constructivo sistema constructivo hormigón armado

El presupuesto está conformado por el análisis de precios unitarios de cada rubro detallado a continuación, se puede observar el valor total para el sistema constructivo de hormigón armado, es importante indicar que estos precios no incluyen IVA.

Tabla 31

Tabla de descripción de rubros, unidades, cantidades y precios hormigón armado

| TABLA E DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS HORMIGÓN ARMADO | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------|--------------|--------------------------|------------------|
| No. | Rubro / descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario Ofertado | Precio global |
| 1 | Trabajos preliminares | | | | |
| 1.1 | Replanteo y nivelación de estructuras | m2 | 64.57 | 2.17 | 140.12 |
| 1.2 | Excavación a cielo abierto a mano en tierra | m3 | 4.16 | 12.55 | 52.21 |
| 1.3 | Desalojo de material volqueta distancia=5km cargado mecánico | m3 | 4.16 | 1.74 | 7.24 |
| 1.4 | Relleno y compactación | m3 | 19.86 | 5.93 | 117.77 |
| 2 | Estructura | | | | |
| 2.1 | Geomembrana de polietileno 0.50mm | m2 | 104.59 | 7.52 | 786.52 |
| 2.2 | Hormigón simple cadenas y contrapiso f'c=210 kg/cm2 | m3 | 9.45 | 159.54 | 1,507.65 |
| 2.3 | Hormigón simple vigas entrepiso y cubierta f'c=210 kg/cm2 | m3 | 8.96 | 175.75 | 1,574.72 |
| 2.4 | Hormigón simple columnas f'c=210 kg/cm2 | m3 | 6.48 | 166.38 | 1,078.14 |
| 2.5 | Hormigón simple losa entrepiso y cubierta fc=210 kg/cm2 | m3 | 12.05 | 174.19 | 2,098.99 |
| 2.6 | Malla electrosoldada 5-10 | m2 | 189.00 | 4.80 | 907.20 |
| 2.7 | ACERO DE REFUERZO Fy = 4200 Kg/cm2 | KG | 2,816.15 | 2.08 | 5,857.59 |
| 2.8 | Bloque alivianado losa 40x20x15 cm (provisión/timbrado) | u | 1,020.00 | 0.86 | 877.20 |
| 3 | Albañilería | | | | |
| 3.1 | Mampostería de bloque e= 10 cm | M2 | 48.56 | 13.87 | 673.53 |
| 3.2 | Mampostería de bloque e= 15 cm | M2 | 64.67 | 14.50 | 937.72 |
| | | | TOTAL | | 16,616.60 |

5.1.2 Sistema estructura metálica

Se evaluará el sistema constructivo desde el inicio del proyecto hasta la colocación de la mampostería. Sin tomar en cuenta la solución constructiva y de diseño para la infraestructura de cimentación, así como el diseño de obras hidrosanitarias, eléctricas y acabados. En este análisis, se tomará en cuenta desde la preparación del terreno hasta la colocación de la mampostería se destaca como un componente crucial tanto en términos de costo como de importancia. Se describirán detalladamente las tareas y capítulos de trabajo correspondientes a la estructura, albañilería y trabajos preliminares.

Costos directos de estructura en estructura metálica

Se detallarán los costos directos relacionados con el sistema constructivo: materiales, mano de obra, maquinaria y equipo.

Materiales de sistema constructivo estructura metálica

Tabla 32

Cuadro de materiales estructura metálica

| Cuadro De Materiales | | | | |
|------------------------------------------------------------|--------|-----------|---------------|------------------|
| Proyecto: Proyecto Grado Nicolás Mafla Estructura Metálica | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | TOTAL |
| Acero estructural astm a-36 | kg | 10,002.55 | 1.39 | 13,903.54 |
| Malla electrosoldada 10.15 | m2 | 198.45 | 10.12 | 2,008.31 |
| Oxígeno | m3 | 100.03 | 13.22 | 1,322.34 |
| Cemento | Kg | 8,465.57 | 0.14 | 1,185.18 |
| PLACA DECK COLABORANTE E=0.76MM | M2 | 126.00 | 9.12 | 1,149.12 |
| Electrodos | kg | 200.05 | 3.46 | 692.18 |
| Material obra falsa | glb | 2,500.64 | 0.15 | 375.10 |
| Bloque de carga 15x20x40 | u | 840.71 | 0.40 | 336.28 |
| Geomembrana polietileno 0.50mm | m2 | 104.59 | 2.94 | 307.49 |
| Ripio | m3 | 19.67 | 12.50 | 245.81 |
| Bloque de carga 10x20x40 | u | 631.28 | 0.36 | 227.26 |
| Arena | m3 | 15.72 | 13.80 | 216.93 |
| Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2 | Kg | 52.50 | 1.18 | 61.95 |
| Agua | m3 | 5.69 | 3.00 | 17.07 |
| Tira de eucalipto 2,5x2 cm | m | 25.83 | 0.36 | 9.30 |
| Clavos | Kg | 3.23 | 2.29 | 7.39 |
| Alambre de amarre #18 | Kg | 2.50 | 2.15 | 5.38 |
| Estacas | u | 32.29 | 0.12 | 3.87 |
| | | | TOTAL: | 22,074.50 |

Mano de obra sistema constructivo estructura metálica

Tabla 33

Cuadro de mano de obra estructura metálica

| Cuadro De Mano De Obra | | | | |
|------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|---------------|------------------|
| Proyecto: Proyecto Grado Nicolás Mafla Estructura Metálica | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | SALARIO REAL HORARIO | HORAS TOTAL | PRECIO TOTAL |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | hora | 3.83 | 1,349.95 | 5,170.32 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra (estr.oc c1) | hora | 4.29 | 682.70 | 2,928.79 |
| Operador grúa estacionaria (estr.oc c1) | hora | 4.29 | 308.08 | 1,321.66 |
| Soldador acetileno y/o eléctrico (estr.oc c1) | Hora | 4.29 | 308.08 | 1,321.66 |
| Ayudante de maquinaria (estr.oc d2) | Hora | 3.93 | 308.18 | 1,211.16 |
| Albañil (estr.oc d2) | hora | 3.87 | 183.84 | 711.47 |
| Topografo 2 (estr.oc c1) | hora | 4.29 | 9.12 | 39.11 |
| Cadenero (Est. Ocu. D2) | hora | 3.87 | 9.12 | 35.28 |
| Peón de fierro (estr.oc e2) | hora | 3.83 | 3.00 | 11.49 |
| Chofer (estr.oc. c1) | Hora | 5.62 | 1.10 | 6.18 |
| Fierro (Est. Ocu. D2) | hora | 3.87 | 1.50 | 5.81 |
| Operador equipo pesado 1 (estr.oc c1) | Hora | 4.29 | 0.10 | 0.45 |
| | | | TOTAL: | 12,763.36 |

Cuadro de equipo y herramientas sistema constructivo estructura metálica

Tabla 34

Cuadro de equipo y maquinaria estructura metálica

| Cuadro De Equipo Y Herramientas | | | | | |
|------------------------------------------------------------|--------|-------------|--------|---------------|-----------------|
| Proyecto: Proyecto Grado Nicolás Mafla Estructura Metálica | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | TIPO | PRECIO | HORAS TOTAL | PRECIO TOTAL |
| Grua telescópica | | | 12.70 | 154.04 | 1,956.30 |
| Grua de patio | | | 7.50 | 154.04 | 1,155.29 |
| Equipo de oxicorte | | | 1.83 | 308.08 | 563.78 |
| Motosoldadora | | | 0.94 | 308.08 | 289.59 |
| Equipo de campo | | | 1.83 | 154.04 | 281.89 |
| Equipo de taller | | | 1.83 | 154.04 | 281.89 |
| Herramienta menor | hora | Herramienta | 0.20 | 548.22 | 109.64 |
| Concretera 1 saco | hora | | 2.57 | 20.70 | 53.20 |
| Vibrador | hora | | 1.99 | 20.70 | 41.19 |
| Implementos y herramientas cuadrilla tipo canalizacion | h | | 7.88 | 3.32 | 26.13 |
| Equipo de topografía | hora | | 2.00 | 9.12 | 18.23 |
| Camioneta 2000cc doble traccion | hora | | 5.00 | 3.32 | 16.58 |
| Compactador de plato | Hora | | 3.00 | 3.32 | 9.95 |
| Retroexcavadora | hora | | 26.40 | 0.10 | 2.75 |
| Volqueta 8 m3 | Hora | | 17.00 | 0.10 | 1.77 |
| | | | | TOTAL: | 4,808.21 |

Costos Indirectos

El porcentaje de costos indirectos utilizado para el presente presupuesto corresponde al valor de 20%, cubre las necesidades de oficina central y obra detallada, esta última será el proyecto evaluado, cuyo valor está fundamentado para un escenario de empresa constructora con un giro de negocio de construcción de viviendas de interés social.

Presupuesto de sistema constructivo sistema constructivo estructura metálica

El presupuesto está conformado por el análisis de precios unitarios de cada rubro detallado a continuación, podemos observar el valor total para el sistema constructivo de estructura metálica, es importante indicar que estos precios no incluyen IVA.

Tabla 35

Tabla de descripción de rubros, unidades, cantidades y precios estructura metálica

| Tabla de Descripción de Rubros, Unidades, Cantidades y Precios ESTRUCTURA METÁLICA | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------|-----------|--------------------------|------------------|
| No. | Rubro / Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario Ofertado | Precio global |
| 1 | Trabajos preliminares | | | | |
| 1.1 | Replanteo y nivelación de estructuras | m2 | 64.57 | 2.17 | 140.12 |
| 1.2 | Excavación a cielo abierto a mano en tierra | m3 | 4.16 | 12.55 | 52.21 |
| 1.3 | Desalojo de material volqueta distancia=5km cargado mecánico | m3 | 4.16 | 1.74 | 7.24 |
| 1.4 | Relleno y compactación | m3 | 19.86 | 5.93 | 117.77 |
| 2 | Estructura | | | | |
| 2.1 | Hormigón simple cadenas f'c=210 kg/cm2 | m3 | 9.45 | 159.54 | 1,507.65 |
| 2.2 | Geomembrana de polietileno 0.50mm | m2 | 104.59 | 7.52 | 786.52 |
| 2.3 | Suministro, fabricación y montaje de acero estructural astm - a-36 | kg. | 10,002.55 | 3.71 | 37,109.46 |
| 2.4 | Hormigón simple f'c=210kg/cm2 | m3 | 11.25 | 154.40 | 1,737.00 |
| 2.5 | Placa deck colaborante e=0.76mm | M2 | 126.00 | 15.77 | 1,987.02 |
| 2.6 | Malla electrosoldada 10-15 | m2 | 189.00 | 13.24 | 2,502.36 |
| 2.7 | ACERO DE REFUERZO Fy = 4200 Kg/cm2 | KG | 50.00 | 2.08 | 104.00 |
| 3 | Albañilería | | | | |
| 3.1 | Mampostería de bloque e= 15 cm | M2 | 64.67 | 14.50 | 937.72 |
| 3.2 | Mampostería de bloque e= 10 cm | M2 | 48.56 | 13.87 | 673.53 |
| TOTAL | | | | | 47,662.60 |

5.2. Resultados de la evaluación económica

A partir de la evaluación económica, hemos obtenido un cronograma valorado de actividades de trabajo o rubros para cada sistema constructivo, para lo cual para el sistema tradicional de hormigón armado planificamos una programación de trabajo semanal en 11 semanas y 1 semana adicional de imprevistos, para el sistema de estructura metálica programamos un trabajo en 10 semanas y 1 semana adicional de imprevisto.

Lo que nos permitió programar los trabajos de la obra en dicho tiempo, para lo cual además del cronograma, obtuvimos el flujo de caja para cada proyecto con la intención de programar los egresos en oficina para las semanas entrantes y su curva de inversión de egresos, el avance semanal en cada proyecto se proyectó para obtener una curva S en el plazo, además observando la curva de inversión pudimos determinar que al menos el 50 por ciento de avance en trabajo se realiza en la mitad del tiempo o plazo programado para cada proyecto constructivo.

Cronograma de trabajo de los sistemas constructivos

El cronograma valorado con su respectiva curva de inversión y flujo de caja semanal se ubicará en el apartado de anexos.

Componentes hormigón armado

Figura No. 46

Porcentaje de uso de equipo y herramientas en sistema de hormigón armado

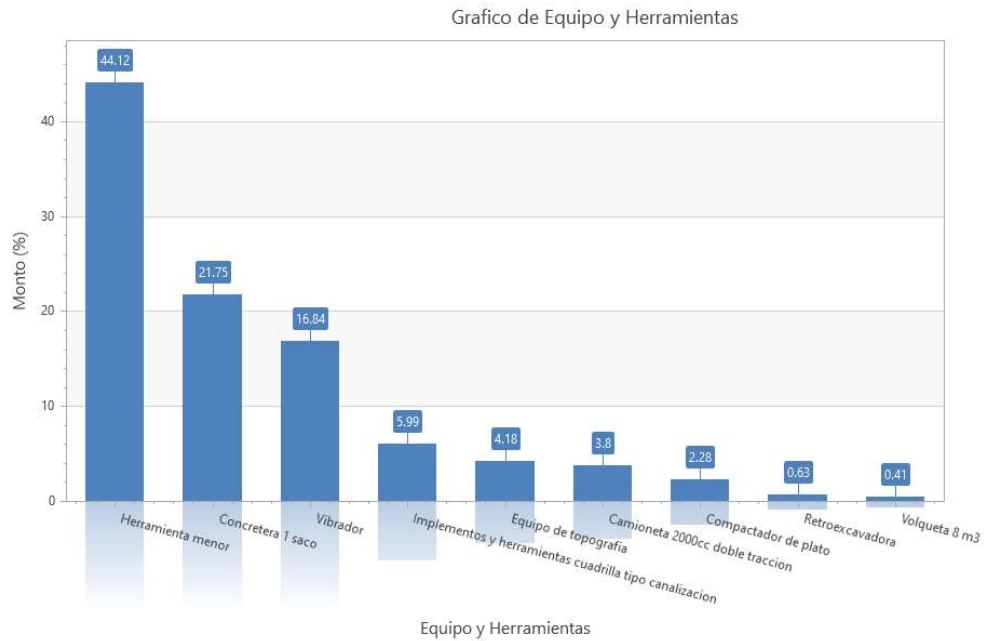


Figura No. 47

Porcentaje de uso de insumos en sistema de hormigón armado

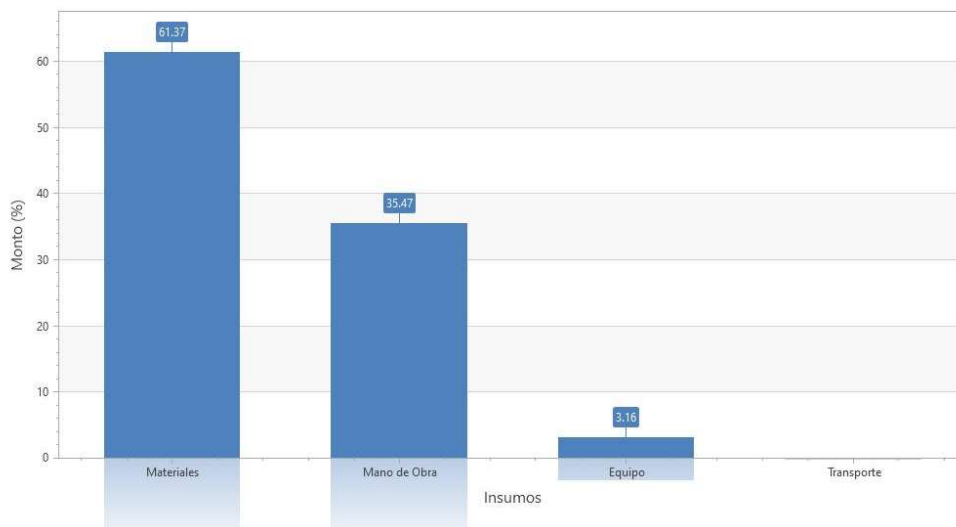


Figura No. 48

Porcentaje de uso de mano de obra en sistema de hormigón armado

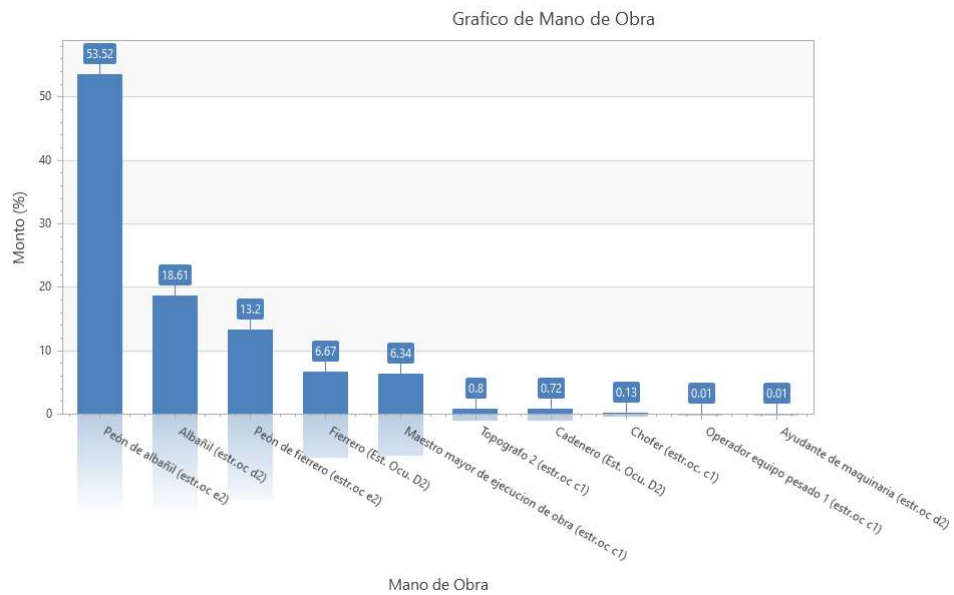
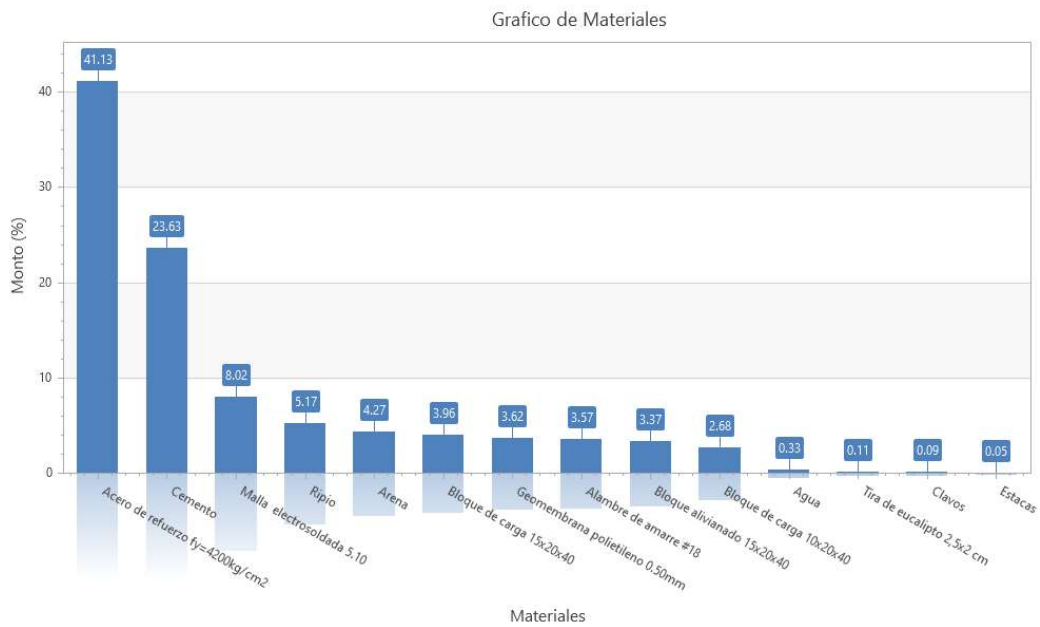


Figura No. 49

Porcentaje de uso de materiales en sistema de hormigón armado



Componentes estructura metálica

Figura No. 50

Porcentaje de uso de insumos en sistema de estructura metálica.

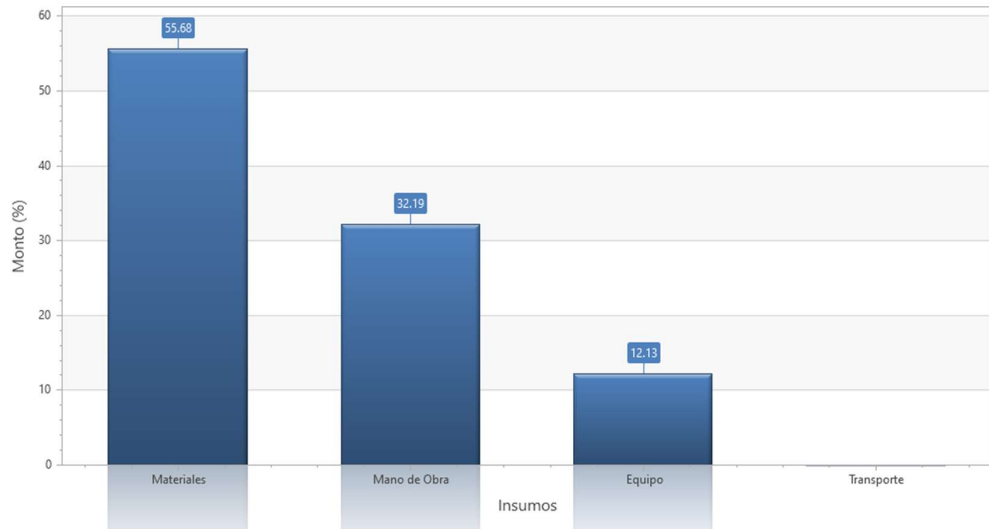


Figura No. 51

Porcentaje de uso de materiales en sistema de estructura metálica.

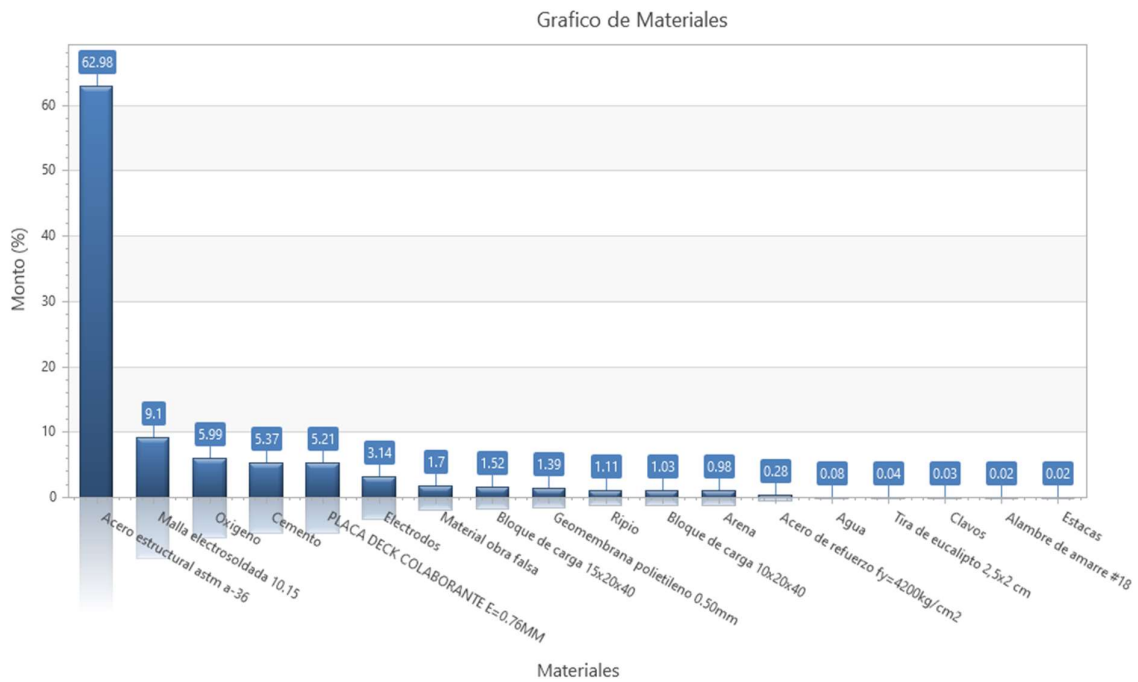


Figura No. 52

Porcentaje de uso de equipo y herramientas en sistema de estructura metálica.

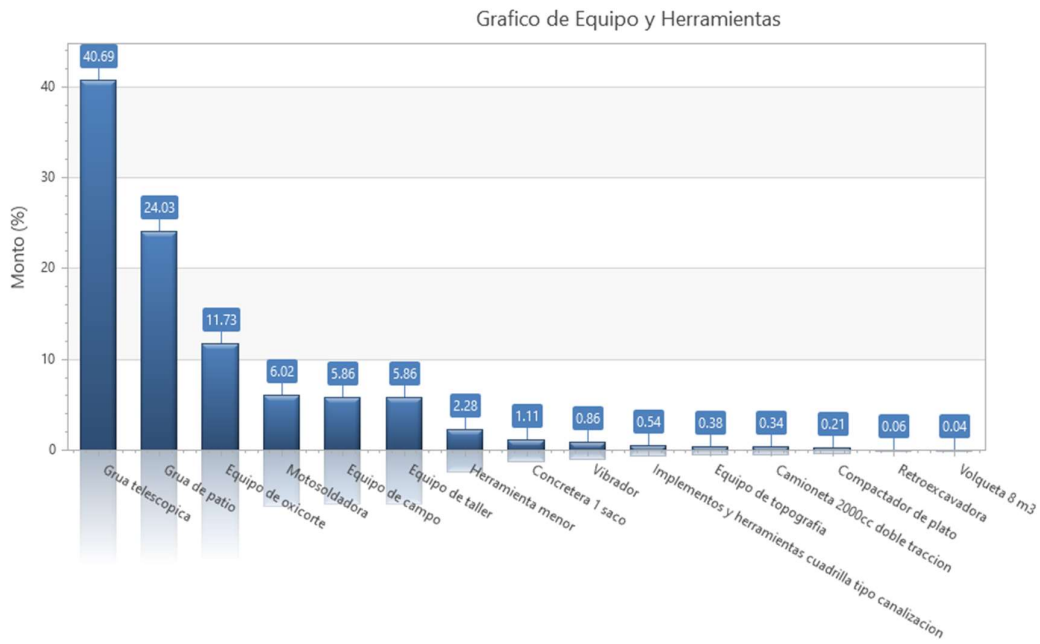
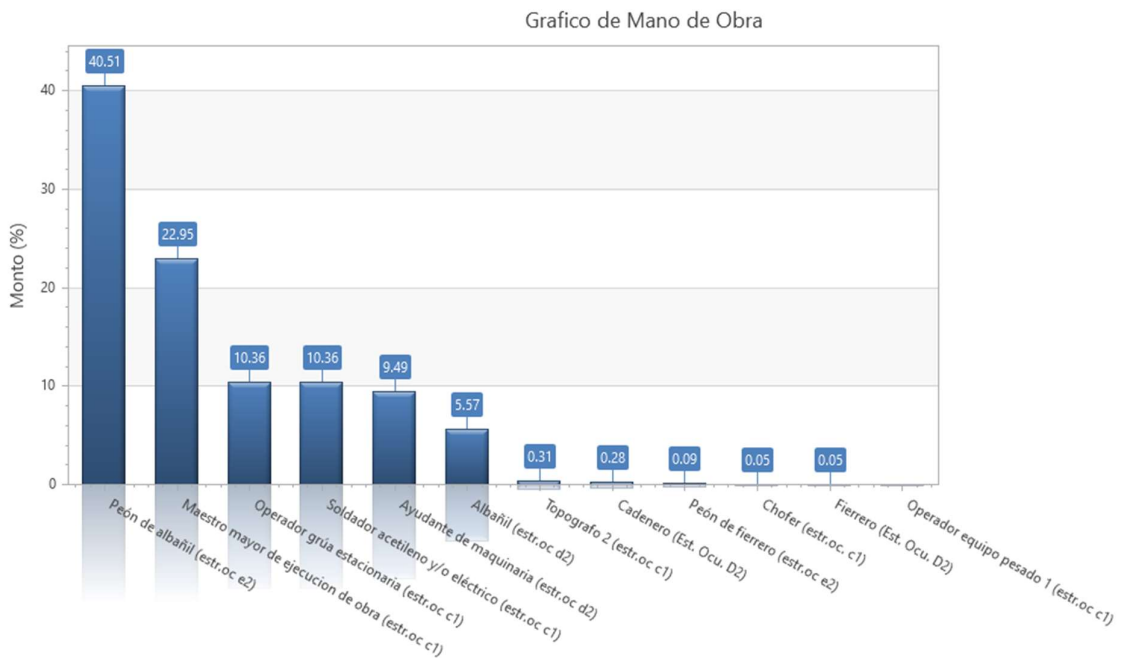


Figura No. 53

Porcentaje de uso de mano de obra en sistema de estructura metálica.



Costo por metro cuadrado referencial

Se calcula el costo por metro cuadrado el cual corresponde a obra negra incluida la mampostería, a partir del presupuesto final el cual contiene costos directos: materiales, mano de obra, maquinaria equipo y transporte, los costos indirectos, para el total de metros de construcción.

$$\mathbf{Costo}_{(hormigón\ armado)} = \frac{16616.60\ USD}{126\ m^2} = \mathbf{131.87\ \frac{USD}{m^2}}$$

$$\mathbf{Costo}_{(estructura\ metálica)} = \frac{47662.60\ USD}{126\ m^2} = \mathbf{378.27\ \frac{USD}{m^2}}$$

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Los resultados de esta evaluación indican que el sistema constructivo tradicional de hormigón armado tiene ventajas significativas. En primer lugar, es un sistema seguro y duradero con respecto a su vida útil. La adaptabilidad del hormigón armado permite el diseño ante una gran variedad de propuestas arquitectónicas, lo que se traduce en un diseño final adaptado a diversas necesidades.
- La población ecuatoriana percibe el sistema constructivo de hormigón armado como satisfactorio y seguro, lo que garantiza que una vivienda construida con hormigón armado en la ciudad de Quito sea satisfactoria.
- El componente estructural del sistema constructivo de hormigón armado y estructura metálica se compone de dos partes principales: la infraestructura y la superestructura. Para los fines de este trabajo, se realizó el análisis de la superestructura, donde se obtuvieron parámetros técnicos como el peso, el período de vibración, las derivas y el cortante basal de la estructura. Se puede concluir que la vivienda de estructura metálica es más liviana.
- El sistema estructural utilizado en el diseño de las soluciones habitacionales es de pórticos especiales resistentes a momento, lo que garantiza una estructura segura y versátil. Durante la evaluación, se comprobó que las derivas elásticas e inelásticas para cada sistema constructivo son menores al máximo permisible de 0.00333 y 2 % respectivamente, lo cual es crucial para la integridad estructural y la funcionalidad de la estructura.
- En las actividades de trabajo del sistema constructivo de hormigón armado el encofrado de las losas puede ser especialmente demoroso debido a que la estructura tiene vigas

peraltadas y la losa no es plana en su totalidad. Esto requiere material y tiempo extra para ejecutar los trabajos adicionales, lo que incrementa los costos. Asimismo, el tiempo de fraguado de la losa implica un período de inactividad, ya que se debe mantener el espacio de trabajo adecuado durante el tiempo de curado. Durante este período, no es recomendable trabajar sobre las losas recién fundidas, ya que el hormigón no ha desarrollado aún la dureza y resistencia necesarias.

- La estructura metálica como sistema constructivo es una alternativa al sistema constructivo tradicional. Para el presente trabajo, se mantuvo la concordancia en las hipótesis de diseño, como, por ejemplo, las cargas permanentes de mampostería utilizadas en ambos diseños. Se buscó una alternativa constructiva para una vivienda de interés social, utilizando acero estructural en perfiles como el principal elemento de los sistemas estructurales conformados por pórticos resistentes a momento.
- En el sistema constructivo de estructura metálica, el mayor aporte al presupuesto referencial es el costo del rubro de acero estructural en perfiles. El rubro eleva el valor del sistema constructivo. Esto se debe a que en el análisis de precios unitarios se considera en su totalidad: mano de obra especializada, materiales garantizados y calidad, procesos estandarizados en talleres y montaje con equipo profesional lo que incrementa los costos, pero al mantener control sobre todo el proceso del acero, se puede garantizar procesos de control de obra óptimos en la construcción.
- Es importante señalar que el constructor puede adaptar el control y la planificación de cada proyecto a sus necesidades económicas y logísticas. En otras palabras, el constructor puede organizar y ajustar sus propios tiempos basándose en sus necesidades, ya sean plazos o aspectos económicos, como los egresos.
- El propósito de los planes de vivienda de interés social es desarrollar proyectos masivos, mantener estándares de producción constructiva en línea que generará una rápida implementación en la construcción de viviendas. La industrialización del proceso, con un flujo continuo de materiales y la optimización del tiempo de

construcción y montaje, puede mejorar significativamente la eficiencia y reducir los costos en proyectos de gran escala.

- Para mitigar el aspecto de la elevación del presupuesto en estructura metálica, una metodología de integración industrial recomendada es: mantener un stock de perfiles tipo, en bodega propia para su despacho inmediato. Esto agiliza la construcción y asemeja el proceso a un sistema continuo de construcción, considerando las limitaciones de la empresa constructiva.
- Una oportunidad de mejora será combinar las ventajas de ambos sistemas para obtener una integración efectiva, reflejada tanto en los parámetros técnicos como económicos. Esto permitiría reducir el tiempo excesivo y los materiales de construcción. Por ejemplo, se podría considerar el diseño de una vivienda que utilice pórticos de hormigón armado en combinación con losas deck de estructura metálica.

6.2 Recomendaciones

- El uso del acero estructural es importante porque estos elementos se fabrican en talleres especializados o se envían desde casas comerciales en un tiempo muy reducido. Esto ayuda a acortar los tiempos de construcción y reducir los costos del proceso constructivo. La rapidez con la que se pueden obtener y ensamblar los elementos de acero estructural contribuye significativamente a la eficiencia del proyecto.
- Implementar estrategias de integración industrial y mantener un stock adecuado de materiales puede ayudar a mitigar estos costos y permitir una rápida construcción de viviendas de interés social.
- Buscar diseños óptimos y eficientes en hormigón armado, una ventaja adicional es que, debido a su peso propio, el hormigón armado brinda estabilidad a las estructuras. Sus elementos estructurales son robustos y aportan rigidez, están diseñados para resistir eventos meteorológicos y sísmicos.
- La integración de sistemas constructivos ofrece una oportunidad única para mejorar la eficiencia en la construcción, reducir costos y optimizar recursos. Una combinación inteligente de materiales y técnicas constructivas puede conducir a proyectos más sostenibles y rentables, beneficiando tanto a desarrolladores como a futuros propietarios.

REFERENCIAS

ACI Committee, & International Organization for Standardization. (2008). Building code requirements for structural concrete (ACI 318-08). American Concrete Institute.

AISC. (2010). Seismic provisions for structural steel buildings ANSI/AISC 341-10. Chicago, IL: AISC Committee on Specifications.

American Institute of Steel Construction. (2010). Specification for structural steel building AISC 360-10. Estados Unidos.

American Society of Civil Engineers. (2010). Minimum design loads for buildings and other structures ASCE/SEI 7-10. Reston, VA: Author.

Arana Luzcando, G. E. (2015). Estudio comparativo técnico-económico entre los sistemas constructivos, convencional y losa deck para viviendas unifamiliares (Tesis de pregrado). UIDE, Quito.

Astudillo, J., & Rocha, M. (2021). Análisis integral técnico-económico de una vivienda de interés social en los sistemas constructivos steel frame, acero, hormigón armado y muros portantes, utilizando la metodología BIM (Tesis de grado). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Quito.

Aulestia, D. (2007). Medios de vida urbanos y vivienda en Ecuador. Inter/secciones urbanas: origen y contexto en América Latina, 195-216.

Ballester, F. (2012). La industrialización de la construcción: avances y retos futuros. Zaragoza: Plataforma Tecnológica Española de Construcción. Recuperado de http://www.anmopyc.es/resources/archivos/noticias/124/ mesa_redonda_2_-_industrializacion_para_la_construccion.pdf

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2019, mayo 22). Ecuador reducirá el déficit de vivienda con apoyo del BID. <https://www.iadb.org/es/noticias/ecuador-reducira-el-deficit-de-vivienda-con-apoyo-del-bid>

Brito-Peña, R., Villa-Enderica, D., & Zalamea-León, E. (2022). Análisis comparativo de confort térmico de vivienda unifamiliar en LSF frente a mampostería. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, (28), 100-124.

Cagua-Gómez, B., Tola-Tola, A., Pilatasig-Caizaguano, J., & Aguilar-Rosero, P. (2022). Influencia sobre el cortante basal y derivas de edificaciones al incluir una fracción de la carga viva en la carga sísmica reactiva. *Investigación y Desarrollo*, 16(1).

Cáceres Gaibor, C. A. (2018). Análisis comparativo técnico-económico de un sistema tradicional aporticado y un sistema estructural liviano para la construcción de viviendas (Tesis de pregrado). PUCE, Quito.

Callejas, F. M. (2018). Análisis comparativo de costos y tiempo para la construcción de un bloque de casas de vivienda social utilizando el método de construcción tradicional y el método de mampostería estructural, caso de estudio conjunto habitacional Mirador de Santa Rosa (Tesis de pregrado). PUCE, Quito.

Canchig, M. (2016). Análisis comparativo del diseño estructural de un proyecto de vivienda en hormigón armado aplicando las Normas del Código Ecuatoriano de Construcción (CEC 2002) y la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC 2015) (Tesis de pregrado). Universidad Internacional del Ecuador.

Cámara de la Industria de la Construcción. (2022). Materiales y equipos. *Revista Construcción*.

Cámara de la Industria de la Construcción. (2023). Materiales y equipos. *Revista Construcción*.

Carrión, F. (1997). La penuria de la vivienda en Ecuador. *Revista Fe y Justicia*, Ed. Fundación Mariana de Jesús. Recuperado de https://works.bepress.com/fernando_carrion/26/

Casa para todos. (s.f.). Programa Casa Para Todos. <https://www.casaparatodos.gob.ec/programa-casa-para-todos/>

Chopra, A. K. (2014). *Dinámica de estructuras* (4ª ed.). PEARSON EDUCACIÓN.

Crisafulli, F. J. (2018). Diseño sismorresistente de construcciones de acero (5ª ed.).

Crisafulli, F. J., Genatios, C., & Lafuente, M. (2020). Vivienda de interés social en América Latina: una guía para sistemas constructivos sismorresistentes.

Dodge Data & Analytics. (2015). Benefits for Construction Industry.
<https://www.prnewswire.com/news-releases/study-finds-bim-offers-substantial-benefits-for-construction-industry-300190510.html>

Ecuador. Defensoría del Pueblo. (2013). El derecho a la vivienda en Ecuador. Quito: DPE.
Disponible en <http://repositorio.dpe.gob.ec/handle/39000/68>

Espinoza, A. S., & Mora, J. V. (2017). Sistemas constructivos: ventajas y desventajas. Observatorio de la Economía Latinoamericana, (234).

González, J. D. (2017). Hábitat III: la participación de la sociedad civil en la construcción de la Nueva Agenda Urbana y el derecho a la ciudad. Comentario Internacional. Revista del Centro Andino de Estudios Internacionales, (17), 103-112.

Grunahuer, T. S. (2016). Guía práctica para el diseño de estructuras de acero de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC2015. Quito.

Guerra, M. (2015). Diseño Sismorresistente de Edificios utilizando ETABS y NEC 2015. Quito: Bustos Guerra Consultora.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2020). Población y Demografía.

McCormac, J., & Csernak, S. (2013). Diseño de Estructuras de Acero. México DF: Grupo Editor.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2014). NEC-SE-HM- Estructuras De Hormigón Armado.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2014). NEC-SE-DS-Peligro-Sísmico-parte-2.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2015a). NEC - SE – CG-Cargas (No Sísmicas). Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2015b). NEC-SE-AC: Estructuras de Acero. Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Morocho, N. (2020). Análisis comparativo estructural y constructivo de una edificación de cuatro pisos entre el sistema steel framing, el hormigón armado y la estructura metálica (Tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Naciones Unidas. (2018). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3). Santiago.

Pacheco Borja, R. (2017). Comparación del sistema tradicional vs la implementación del BIM (Building Information Management) en la etapa de diseño y seguimiento en ejecución. Análisis de un caso de estudio (Tesis de pregrado). UCSG, Guayaquil.

Páez, E., & Paez, C. (2018). Determinación de la carga permanente correspondiente a distintos tipos de mamposterías en edificaciones de vivienda. Revista PUCE.

Pazmiño Lescano, T. V. (2018). Estudio comparativo de la productividad de construcción de viviendas, utilizando el sistema tradicional y el sistema de muros portantes de hormigón armado (Tesis de pregrado). PUCE, Quito.

Romero Vargas, E. V., & Gavilanes Vargas, E. W. (2023). Análisis de la estimación de costos indirectos en obras de ingeniería civil en la zona de planificación 3 (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba.

Salgado Derqui, J. J. (2023, November 15). Ecuador to expand and improve housing for poor and vulnerable populations. <https://www.iadb.org/en/news/ecuador-expand-and-improve-housing-poor-and-vulnerable-populations>

"En 2024 se podrá comprar vivienda de hasta USD 105.340 con tasa de interés subsidiada". PrimiciasEC. (2023, December 22). <https://www.primicias.ec/noticias/economia/credito-vivienda-vip-vis-montos-aumento-salario/>

Torres Beltrán, H. A. (2013). Análisis comparativo para vivienda unifamiliar en la ciudad de Quito, de sistemas constructivos: pórticos de hormigón armado, paredes portantes (Tesis de pregrado). UIDE, Quito.

Torres, W. (2021, June 22). El déficit de vivienda alcanza a 2,7 millones de unidades, según Miduvi. Primicias. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/miduvi-deficit-vivienda-ecuador/>

United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development. (2016). The new urban agenda. Habitat III. Recuperado de <https://habitat3.org/the-new-urban-agenda/>

ANEXOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: REPLANTEO Y NIVELACION DE ESTRUCTURAS **UNIDAD:** m2

DETALLE:

Hoja 1 de 13

| EQUIPOS | | | | | |
|-------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 0.06 |
| Equipo de topografía | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 0.1412 | 0.28 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.34 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Topografo 2 (estr.oc c1) | 1.00 | 4.29 | 4.29 | 0.1412 | 0.61 |
| Cadenero (Est. Ocu. D2) | 1.00 | 3.87 | 3.87 | 0.1412 | 0.55 |
| SUBTOTAL M | | | | | 1.16 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| Tira de eucalipto 2,5x2 cm | m | 0.40 | 0.36 | 0.14 | |
| Clavos | Kg | 0.05 | 2.29 | 0.11 | |
| Estacas | u | 0.50 | 0.12 | 0.06 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 0.31 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 1.81 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 2.17 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 2.17 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: DOS dolares DIECISIETE centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA **UNIDAD:** m3

DETALLE:

Hoja 2 de 13

| EQUIPOS | | | | | |
|-----------------------------|----------|--------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 0.50 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.50 |

| MANO DE OBRA | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 2.00 | 3.83 | 7.66 | 0.8330 | 6.38 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 0.8330 | 0.36 |
| Albañil (estr.oc d2) | 1.00 | 3.87 | 3.87 | 0.8330 | 3.22 |
| SUBTOTAL M | | | | | 9.96 |

| MATERIALES | | | | | |
|-------------|--------|----------|-------------|-----------|------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| | | | | | |
| SUBTOTAL O | | | | | 0.00 |

| TRANSPORTE | | | | | |
|-------------|--------|-----------|----------|--------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |

| | | |
|----------------------------------|-------------------------------|------------|
| ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA | TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | 10.46 |
| | COSTO INDIRECTO | 20.00 2.09 |
| | OTROS INDIRECTOS: | |
| | COSTO TOTAL DEL RUBRO: | 12.55 |
| | VALOR OFERTADO: | 12.55 |

SON: DOCE dolares CINCUENTA Y CINCO centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: DESALOJO DE MATERIAL VOLQUETA **UNIDAD:** m3
 DISTANCIA=5KM CARGADO MECANICO

DETALLE:

Hoja 3 de 13

| EQUIPOS | | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Retroexcavadora | 1.00 | 26.40 | 26.40 | 0.0250 | 0.66 |
| Volqueta 8 m3 | 1.00 | 17.00 | 17.00 | 0.0250 | 0.43 |
| SUBTOTAL M | | | | | 1.09 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Chofer (estr.oc. c1) | 1.00 | 5.62 | 5.62 | 0.0250 | 0.14 |
| Ayudante de maquinaria (estr.oc d2) | 1.00 | 3.93 | 3.93 | 0.0250 | 0.10 |
| Operador equipo pesado 1 (estr.oc c) | 1.00 | 4.29 | 4.29 | 0.0250 | 0.11 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 0.0250 | 0.01 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.36 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| SUBTOTAL O | | | | | 0.00 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 1.45 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 1.74 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 1.74 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: UN dolar SETENTA Y CUATRO centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: RELLENO Y COMPACTACION **UNIDAD:** m3

DETALLE:

Hoja 4 de 13

| EQUIPOS | | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Implementos y herramientas cuadrilla | 1.00 | 7.88 | 7.88 | 0.1670 | 1.32 |
| Compactador de plato | 1.00 | 3.00 | 3.00 | 0.1670 | 0.50 |
| Camioneta 2000cc doble traccion | 1.00 | 5.00 | 5.00 | 0.1670 | 0.84 |
| SUBTOTAL M | | | | | 2.66 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Albañil (estr.oc d2) | 1.00 | 3.87 | 3.87 | 0.1670 | 0.65 |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 2.00 | 3.83 | 7.66 | 0.1670 | 1.28 |
| Chofer (estr.oc. c1) | 0.30 | 5.62 | 1.69 | 0.1670 | 0.28 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 0.1670 | 0.07 |
| SUBTOTAL M | | | | | 2.28 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| SUBTOTAL O | | | | | 0.00 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 4.94 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 5.93 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 5.93 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: CINCO dolares NOVENTA Y TRES centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: HORMIGON SIMPLE CADENAS F'C=210 **UNIDAD:** m3
 KG/CM2

DETALLE:

Hoja 5 de 13

| EQUIPOS | | | | | |
|-------------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 11.00 | 0.20 | 2.20 | 1.0000 | 2.20 |
| Concreteira 1 saco | 1.00 | 2.57 | 2.57 | 1.0000 | 2.57 |
| Vibrador | 1.00 | 1.99 | 1.99 | 1.0000 | 1.99 |
| SUBTOTAL M | | | | | 6.76 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 10.00 | 3.83 | 38.30 | 1.0000 | 38.30 |
| Albañil (estr.oc d2) | 4.00 | 3.87 | 15.48 | 1.0000 | 15.48 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 1.0000 | 0.43 |
| SUBTOTAL M | | | | | 54.21 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| AUX: HORMIGON SIMPLE F'C=210 KG/CM2 | m3 | 1.00 | 71.98 | 71.98 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 71.98 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 132.95 |
| COSTO INDIRECTO | | | | 20.00 | 26.59 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 159.54 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 159.54 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE dolares CINCUENTA Y

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: GEOMEMBRANA DE POLIETILENO **UNIDAD:** m2
 0.50MM

DETALLE:

Hoja 6 de 13

| EQUIPOS | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 1.00 | 0.20 | 0.20 | 0.4000 | 0.08 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.08 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 1.00 | 3.83 | 3.83 | 0.4000 | 1.53 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 1.00 | 4.29 | 4.29 | 0.4000 | 1.72 |
| SUBTOTAL M | | | | | 3.25 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| Geomembrana polietileno 0.50mm | m2 | 1.00 | 2.94 | 2.94 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 2.94 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 6.27 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 7.52 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 7.52 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: SIETE dolares CINCUENTA Y DOS centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ACERO ESTRUCTURAL **UNIDAD:** kg.

DETALLE:

Hoja 7 de 13

| EQUIPOS | | | | | |
|-----------------------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Motosoldadora | 2.00 | 0.94 | 1.88 | 0.0154 | 0.03 |
| Equipo de oxicorte | 2.00 | 1.83 | 3.66 | 0.0154 | 0.06 |
| Equipo de taller | 1.00 | 1.83 | 1.83 | 0.0154 | 0.03 |
| Equipo de campo | 1.00 | 1.83 | 1.83 | 0.0154 | 0.03 |
| Grua de patio | 1.00 | 7.50 | 7.50 | 0.0154 | 0.12 |
| Grua telescópica | 1.00 | 12.70 | 12.70 | 0.0154 | 0.20 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.47 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 6.00 | 3.83 | 22.98 | 0.0154 | 0.35 |
| Maestro mayor de ejecución de obra | 4.00 | 4.29 | 17.16 | 0.0154 | 0.26 |
| Ayudante de maquinaria (estr.oc d2) | 2.00 | 3.93 | 7.86 | 0.0154 | 0.12 |
| Soldador acetileno y/o eléctrico (estr.oc e1) | 2.00 | 4.29 | 8.58 | 0.0154 | 0.13 |
| Operador grúa estacionaria (estr.oc d1) | 2.00 | 4.29 | 8.58 | 0.0154 | 0.13 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.99 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| Acero estructural astm a-36 | kg | 1.00 | 1.39 | 1.39 | |
| Electrodos | kg | 0.02 | 3.46 | 0.07 | |
| Oxígeno | m3 | 0.01 | 13.22 | 0.13 | |
| Material obra falsa | glb | 0.25 | 0.15 | 0.04 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 1.63 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 3.09 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 3.71 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 3.71 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: TRES dolares SETENTA Y UN centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: HORMIGON SIMPLE F'C=210KG/CM2 **UNIDAD:** m3

DETALLE:

Hoja 8 de 13

| EQUIPOS | | | | | |
|--------------------|----------|--------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 9.00 | 0.20 | 1.80 | 1.0000 | 1.80 |
| Concreteira 1 saco | 1.00 | 2.57 | 2.57 | 1.0000 | 2.57 |
| Vibrador | 1.00 | 1.99 | 1.99 | 1.0000 | 1.99 |
| SUBTOTAL M | | | | | 6.36 |

| MANO DE OBRA | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 10.00 | 3.83 | 38.30 | 1.0000 | 38.30 |
| Albañil (estr.oc d2) | 2.00 | 3.87 | 7.74 | 1.0000 | 7.74 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 1.00 | 4.29 | 4.29 | 1.0000 | 4.29 |
| SUBTOTAL M | | | | | 50.33 |

| MATERIALES | | | | |
|-------------------------------------|--------|----------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO |
| | | A | B | C = A x B |
| AUX: HORMIGON SIMPLE F'C=210 KG/CM2 | m3 | 1.00 | 71.98 | 71.98 |
| SUBTOTAL O | | | | 71.98 |

| TRANSPORTE | | | | | |
|-------------------|--------|-----------|----------|--------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |

| | | |
|-------------------------------|--|--------|
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | 128.67 |
| COSTO INDIRECTO | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | 154.40 |
| VALOR OFERTADO: | | 154.40 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: CIENTO CINCUENTA Y CUATRO dolares CUARENTA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: PLACA DECK COLABORANTE **UNIDAD:** M2
 E=0.76MM

DETALLE:

Hoja 9 de 13

| EQUIPOS | | | | | |
|-------------------|----------|--------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 3.00 | 0.20 | 0.60 | 0.3200 | 0.19 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.19 |

| MANO DE OBRA | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 2.00 | 3.83 | 7.66 | 0.3200 | 2.45 |
| Albañil (estr.oc d2) | 1.00 | 3.87 | 3.87 | 0.3200 | 1.24 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 0.3200 | 0.14 |
| SUBTOTAL M | | | | | 3.83 |

| MATERIALES | | | | |
|---------------------------------|--------|----------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO |
| | | A | B | C = A x B |
| PLACA DECK COLABORANTE E=0.76MM | M2 | 1.00 | 9.12 | 9.12 |
| SUBTOTAL O | | | | 9.12 |

| TRANSPORTE | | | | | |
|-------------|--------|-----------|----------|--------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |

| | | |
|----------------------------------|-------------------------------|------------|
| ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA | TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | 13.14 |
| | COSTO INDIRECTO | 20.00 2.63 |
| | OTROS INDIRECTOS: | |
| | COSTO TOTAL DEL RUBRO: | 15.77 |
| | VALOR OFERTADO: | 15.77 |

SON: QUINCE dolares SETENTA Y SIETE centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: MALLA ELECTROSOLDADA 10-15 **UNIDAD:** m2

DETALLE:

Hoja 10 de 13

| EQUIPOS | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 1.00 | 0.20 | 0.20 | 0.0330 | 0.01 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.01 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 2.00 | 3.83 | 7.66 | 0.0330 | 0.25 |
| Albañil (estr.oc d2) | 1.00 | 3.87 | 3.87 | 0.0330 | 0.13 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 0.0330 | 0.01 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.39 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| Malla electrosoldada 10.15 | m2 | 1.05 | 10.12 | 10.63 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 10.63 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 11.03 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 13.24 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 13.24 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: TRECE dolares VEINTE Y CUATRO centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: ACERO DE REFUERZO Fy = 4200 **UNIDAD:** KG
 Kg/cm2

DETALLE:

Hoja 11 de 13

| EQUIPOS | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 3.00 | 0.20 | 0.60 | 0.0300 | 0.02 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.02 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Fierrero (Est. Ocu. D2) | 1.00 | 3.87 | 3.87 | 0.0300 | 0.12 |
| Peón de fierrero (estr.oc e2) | 2.00 | 3.83 | 7.66 | 0.0300 | 0.23 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 0.0300 | 0.01 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.36 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2 | Kg | 1.05 | 1.18 | 1.24 | |
| Alambre de amarre #18 | Kg | 0.05 | 2.15 | 0.11 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 1.35 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 1.73 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 0.35 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 2.08 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 2.08 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: DOS dolares OCHO centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: MAMPOSTERIA DE BLOQUE E= 15 CM **UNIDAD:** M2

DETALLE:

Hoja 12 de 13

| EQUIPOS | | | | | |
|-------------------|----------|--------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 2.00 | 0.20 | 0.40 | 0.6200 | 0.25 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.25 |

| MANO DE OBRA | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 1.00 | 3.83 | 3.83 | 0.6200 | 2.37 |
| Albañil (estr.oc d2) | 1.00 | 3.87 | 3.87 | 0.6200 | 2.40 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 0.6200 | 0.27 |
| SUBTOTAL M | | | | | 5.04 |

| MATERIALES | | | | | |
|--------------------------------|--------|----------|-------------|-----------|------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| Bloque de carga 15x20x40 | u | 13.00 | 0.40 | 5.20 | |
| AUX: MORTERO CEMENTO:ARENA 1:4 | m3 | 0.02 | 79.26 | 1.59 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 6.79 |

| TRANSPORTE | | | | | |
|-------------------|--------|-----------|----------|--------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|-------------------------------|-------|
| | | | | TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | 12.08 |
| | | | | COSTO INDIRECTO | 20.00 |
| | | | | OTROS INDIRECTOS: | |
| | | | | COSTO TOTAL DEL RUBRO: | 14.50 |
| | | | | VALOR OFERTADO: | 14.50 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: CATORCE dolares CINCUENTA centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: MAMPOSTERIA DE BLOQUE E= 10 CM **UNIDAD:** M2

DETALLE:

Hoja 13 de 13

| EQUIPOS | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 2.00 | 0.20 | 0.40 | 0.6200 | 0.25 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.25 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 1.00 | 3.83 | 3.83 | 0.6200 | 2.37 |
| Albañil (estr.oc d2) | 1.00 | 3.87 | 3.87 | 0.6200 | 2.40 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 0.6200 | 0.27 |
| SUBTOTAL M | | | | | 5.04 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| AUX: MORTERO CEMENTO:ARENA 1:4 | m3 | 0.02 | 79.26 | 1.59 | |
| Bloque de carga 10x20x40 | u | 13.00 | 0.36 | 4.68 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 6.27 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 11.56 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 13.87 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 13.87 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: TRECE dolares OCHENTA Y SIETE centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: AUX: HORMIGON SIMPLE F'C=210 **UNIDAD:** m3
 KG/CM2

DETALLE:

Hoja 1 de 2

| EQUIPOS | | | | | |
|-------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| | | | | | |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.00 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| | | | | | |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.00 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| Arena | m3 | 0.65 | 13.80 | 8.97 | |
| Ripio | m3 | 0.95 | 12.50 | 11.88 | |
| Agua | m3 | 0.22 | 3.00 | 0.66 | |
| Cemento | Kg | 360.50 | 0.14 | 50.47 | |
| | | | | | |
| SUBTOTAL O | | | | | 71.98 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| | | | | | |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 71.98 |
| COSTO INDIRECTO | | | | 20.00 | 14.40 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 86.38 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 86.38 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: OCHENTA Y SEIS dolares TREINTA Y OCHO centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
NOMBRE DE OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



RUBRO: AUX: MORTERO CEMENTO:ARENA 1:4 **UNIDAD:** m3

DETALLE:

Hoja 2 de 2

| EQUIPOS | | | | | |
|-------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| | | | | | |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.00 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| | | | | | |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.00 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| Cemento | Kg | 443.00 | 0.14 | 62.02 | |
| Arena | m3 | 1.18 | 13.80 | 16.28 | |
| Agua | m3 | 0.32 | 3.00 | 0.96 | |
| | | | | | |
| SUBTOTAL O | | | | | 79.26 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| | | | | | |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 79.26 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | 15.85 |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 95.11 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 95.11 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: NOVENTA Y CINCO dolares ONCE centavos

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica

OFERENTE: Nicolás Mafla Mendoza



| No. | Rubro / Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario Ofertado | Precio global |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|--------------------------|------------------|
| TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | |
| | REPLANTEO Y NIVELACION DE ESTRUCTURAS | m2 | 64.57 | 2.17 | 140.12 |
| | EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA | m3 | 4.16 | 12.55 | 52.21 |
| | DESALOJO DE MATERIAL VOLQUETA DISTANCIA=5KM CARGADO MECANICO | m3 | 4.16 | 1.74 | 7.24 |
| | RELLENO Y COMPACTACION | m3 | 19.86 | 5.93 | 117.77 |
| ESTRUCTURA | | | | | |
| | HORMIGON SIMPLE CADENAS F'C=210 KG/CM2 | m3 | 9.45 | 159.54 | 1,507.65 |
| | GEOMEMBRANA DE POLIETILENO 0.50MM | m2 | 104.59 | 7.52 | 786.52 |
| | SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ACERO ESTRUCTURAL (*) ASTM - A-36 MTOP | kg. | 10,002.55 | 3.71 | 37,109.46 |
| | HORMIGON SIMPLE F'C=210KG/CM2 | m3 | 11.25 | 154.40 | 1,737.00 |
| | PLACA DECK COLABORANTE E=0.76MM | M2 | 126.00 | 15.77 | 1,987.02 |
| | MALLA ELECTROSOLDADA 10-15 | m2 | 189.00 | 13.24 | 2,502.36 |
| | ACERO DE REFUERZO Fy = 4200 Kg/cm2 | KG | 50.00 | 2.08 | 104.00 |
| ALBAÑILERIA | | | | | |
| | MAMPOSTERIA DE BLOQUE E= 15 CM | M2 | 64.67 | 14.50 | 937.72 |
| | MAMPOSTERIA DE BLOQUE E= 10 CM | M2 | 48.56 | 13.87 | 673.53 |
| | | | | TOTAL | 47,662.60 |

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

PRECIO TOTAL DE LA OFERTA (DE LOS RUBROS OFERTADOS)

SON: CUARENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS SESENTA Y DOS dolares SESENTA centavos

Nicolás Mafla Mendoza

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS
 OBRA: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Estructura Metálica
 UBICACION: QUITO DM

| ITEM | DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | TOTAL | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 | Semana 9 | Semana 10 | Semana 11 | Semana 12 | Escala 100% | |
|------|-----------------------------------------------------------------|--------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|--------|
| | TRABAJOS PRELIMINARES | | | 0.00 | 317.34 | | | | | | | | | | | | | | 100% |
| | REPLANTEO Y NIVELACION DE ESTRUCTURAS | m2 | 64.57 | 2.17 | 140.12 | 140.12 | | | | | | | | | | | | | 98.64% |
| | | | | | | 64.57 | | | | | | | | | | | | | 95.38% |
| | | | | | | 100.00 | | | | | | | | | | | | | |
| | EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA | m3 | 4.16 | 12.55 | 52.21 | 52.21 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 4.16 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 100.00 | | | | | | | | | | | | | |
| | DESALOJO DE MATERIAL VOLQUETA DISTANCIA=5KM CARGADO MECANICO | m3 | 4.16 | 1.74 | 7.24 | 7.24 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 4.16 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 100.00 | | | | | | | | | | | | | 80.61% |
| | RELLENO Y COMPACTACION | m3 | 19.86 | 5.93 | 117.77 | 117.77 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 19.86 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 100.00 | | | | | | | | | | | | | |
| | ESTRUCTURA | | | 0.00 | 45,734.01 | | | | | | | | | | | | | | |
| | HORMIGON SIMPLE CADENAS F'C=210 KG/CM2 | m3 | 9.45 | 159.54 | 1,507.65 | 753.83 | 753.83 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 4.73 | 4.73 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 50.00 | 50.00 | | | | | | | | | | | | 64.29% |
| | GEOMEMBRANA DE POLIETILENO 0.50MM | m2 | 104.59 | 7.52 | 786.52 | 786.52 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 104.59 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 100.00 | | | | | | | | | | | | | |
| | SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ACERO ESTRUCTURAL (*) ASTM | kg. | 10,002.55 | 3.71 | 37,109.46 | 6,182.44 | 6,182.44 | 6,186.15 | 6,186.15 | 6,186.15 | 6,186.15 | 6,186.15 | | | | | | | |
| | | | | | | 1,666.42 | 1,666.42 | 1,667.43 | 1,667.43 | 1,667.43 | 1,667.43 | 1,667.43 | | | | | | | |
| | | | | | | 16.66 | 16.66 | 16.67 | 16.67 | 16.67 | 16.67 | 16.67 | | | | | | | 49.53% |
| | HORMIGON SIMPLE F'C=210KG/CM2 | m3 | 11.25 | 154.40 | 1,737.00 | | 573.21 | | | 573.21 | | 590.58 | | | | | | | |
| | | | | | | | 3.71 | | | 3.71 | | 3.83 | | | | | | | |
| | | | | | | | 33.00 | | | 33.00 | | 34.00 | | | | | | | |
| | PLACA DECK COLABORANTE E=0.76MM | M2 | 126.00 | 15.77 | 1,987.02 | | | 993.51 | | 993.51 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 63.00 | | 63.00 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 50.00 | | 50.00 | | | | | | | | | 32.62% |
| | MALLA ELECTROSOLDADA 10-15 | m2 | 189.00 | 13.24 | 2,502.36 | | | 850.80 | 825.78 | | 825.78 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 64.26 | 62.37 | | 62.37 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 34.00 | 33.00 | | 33.00 | | | | | | | | |
| | ACERO DE REFUERZO Fy = 4200 Kg/cm2 | KG | 50.00 | 2.08 | 104.00 | | | 26.00 | 26.00 | 26.00 | 26.00 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 25.00 | 25.00 | 25.00 | 25.00 | | | | | | | | 16.87% |
| | ALBAÑILERIA | | | 0.00 | 1,611.25 | | | | | | | | | | | | | | |
| | MAMPOSTERIA DE BLOQUE E= 15 CM | M2 | 64.67 | 14.50 | 937.72 | | | | | | | 318.82 | 309.45 | 309.45 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 21.99 | 21.34 | 21.34 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 34.00 | 33.00 | 33.00 | | | | | |
| | MAMPOSTERIA DE BLOQUE E= 10 CM | M2 | 48.56 | 13.87 | 673.53 | | | | | | | 168.38 | 168.38 | 336.77 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 12.14 | 12.14 | 24.28 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 25.00 | 25.00 | 50.00 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.00% |
| | | | | | 47,662.60 | | | | | | | | | | | | | | |
| | MONTO PARCIAL | | | | | 8,040.12 | 7,509.47 | 8,056.46 | 7,037.93 | 7,778.87 | 7,037.93 | 1,077.79 | 477.83 | 646.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | PORCENTAJE PARCIAL | | | | | 16.87 | 15.76 | 16.90 | 14.77 | 16.32 | 14.77 | 2.26 | 1.00 | 1.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | MONTO ACUMULADO | | | | | 8,040.12 | 15,549.59 | 23,606.05 | 30,643.98 | 38,422.84 | 45,460.77 | 46,538.56 | 47,016.39 | 47,662.60 | 47,662.60 | 47,662.60 | 47,662.60 | | |
| | PORCENTAJE ACUMULADO | | | | | 16.87 | 32.62 | 49.53 | 64.29 | 80.61 | 95.38 | 97.64 | 98.64 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado
NOMBRE DE OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



RUBRO: REPLANTEO Y NIVELACION DE ESTRUCTURAS **UNIDAD:** m2

DETALLE:

Hoja 1 de 14

| EQUIPOS | | | | | |
|-------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 0.06 |
| Equipo de topografía | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 0.1412 | 0.28 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.34 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Topografo 2 (estr.oc c1) | 1.00 | 4.29 | 4.29 | 0.1412 | 0.61 |
| Cadenero (Est. Ocu. D2) | 1.00 | 3.87 | 3.87 | 0.1412 | 0.55 |
| SUBTOTAL M | | | | | 1.16 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| Tira de eucalipto 2,5x2 cm | m | 0.40 | 0.36 | 0.14 | |
| Clavos | Kg | 0.05 | 2.29 | 0.11 | |
| Estacas | u | 0.50 | 0.12 | 0.06 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 0.31 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 1.81 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 2.17 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 2.17 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: DOS dolares DIECISIETE centavos

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado
NOMBRE DE OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



RUBRO: EXCAVACION A CIELO ABIERTO A **UNIDAD:** m3
 MANO EN TIERRA

DETALLE:

Hoja 2 de 14

| EQUIPOS | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 0.50 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.50 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 2.00 | 3.83 | 7.66 | 0.8330 | 6.38 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 0.8330 | 0.36 |
| Albañil (estr.oc d2) | 1.00 | 3.87 | 3.87 | 0.8330 | 3.22 |
| SUBTOTAL M | | | | | 9.96 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| SUBTOTAL O | | | | | 0.00 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 10.46 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 12.55 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 12.55 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: DOCE dolares CINCUENTA Y CINCO centavos

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado
NOMBRE DE OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



RUBRO: GEOMEMBRANA DE POLIETILENO **UNIDAD:** m2
 0.50MM

DETALLE:

Hoja 5 de 14

| EQUIPOS | | | | | |
|-------------------|----------|--------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 1.00 | 0.20 | 0.20 | 0.4000 | 0.08 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.08 |

| MANO DE OBRA | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 1.00 | 3.83 | 3.83 | 0.4000 | 1.53 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 1.00 | 4.29 | 4.29 | 0.4000 | 1.72 |
| SUBTOTAL M | | | | | 3.25 |

| MATERIALES | | | | |
|--------------------------------|--------|----------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO |
| | | A | B | C = A x B |
| Geomembrana polietileno 0.50mm | m2 | 1.00 | 2.94 | 2.94 |
| SUBTOTAL O | | | | 2.94 |

| TRANSPORTE | | | | | |
|-------------------|--------|-----------|----------|--------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |

| | | |
|----------------------------------|-------------------------------|------------|
| ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA | TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | 6.27 |
| | COSTO INDIRECTO | 20.00 1.25 |
| | OTROS INDIRECTOS: | |
| | COSTO TOTAL DEL RUBRO: | 7.52 |
| | VALOR OFERTADO: | 7.52 |

SON: SIETE dolares CINCUENTA Y DOS centavos

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado
NOMBRE DE OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



RUBRO: Hormigón SIMPLE CADENAS Y CONTRAPISO F'C=210 KG/CM2 **UNIDAD:** m3

DETALLE:

Hoja 6 de 14

| EQUIPOS | | | | | |
|-------------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 11.00 | 0.20 | 2.20 | 1.0000 | 2.20 |
| Concreteira 1 saco | 1.00 | 2.57 | 2.57 | 1.0000 | 2.57 |
| Vibrador | 1.00 | 1.99 | 1.99 | 1.0000 | 1.99 |
| SUBTOTAL M | | | | | 6.76 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 10.00 | 3.83 | 38.30 | 1.0000 | 38.30 |
| Albañil (estr.oc d2) | 4.00 | 3.87 | 15.48 | 1.0000 | 15.48 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 1.0000 | 0.43 |
| SUBTOTAL M | | | | | 54.21 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| AUX: Hormigón SIMPLE F'C=210 KG/CM2 | m3 | 1.00 | 71.98 | 71.98 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 71.98 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 132.95 |
| COSTO INDIRECTO 20.00 | | | | | 26.59 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 159.54 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 159.54 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE dolares CINCUENTA Y

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado
NOMBRE DE OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



RUBRO: Hormigón SIMPLE VIGAS ENTREPISO Y CUBIERTA F'C=210 KG/CM2 **UNIDAD:** m3

DETALLE:

Hoja 7 de 14

| EQUIPOS | | | | | |
|--------------------|----------|--------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 11.00 | 0.20 | 2.20 | 1.0000 | 2.20 |
| Concreteira 1 saco | 1.00 | 2.57 | 2.57 | 1.0000 | 2.57 |
| Vibrador | 1.00 | 1.99 | 1.99 | 1.0000 | 1.99 |
| SUBTOTAL M | | | | | 6.76 |

| MANO DE OBRA | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 11.00 | 3.83 | 42.13 | 1.0000 | 42.13 |
| Albañil (estr.oc d2) | 6.50 | 3.87 | 25.16 | 1.0000 | 25.16 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 1.0000 | 0.43 |
| SUBTOTAL M | | | | | 67.72 |

| MATERIALES | | | | |
|-------------------------------------|--------|----------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO |
| | | A | B | C = A x B |
| AUX: Hormigón SIMPLE F'C=210 KG/CM2 | m3 | 1.00 | 71.98 | 71.98 |
| SUBTOTAL O | | | | 71.98 |

| TRANSPORTE | | | | | |
|-------------------|--------|-----------|----------|--------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |

| | | |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------|
| ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA | TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | 146.46 |
| | COSTO INDIRECTO | 20.00 29.29 |
| | OTROS INDIRECTOS: | |
| | COSTO TOTAL DEL RUBRO: | 175.75 |
| | VALOR OFERTADO: | 175.75 |

SON: CIENTO SETENTA Y CINCO dolares SETENTA Y CINCO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado
NOMBRE DE OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



RUBRO: Hormigón SIMPLE COLUMNAS F'C=210 **UNIDAD:** m3
 KG/CM2

DETALLE:

Hoja 8 de 14

| EQUIPOS | | | | | |
|--------------------|----------|--------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 1.00 | 0.20 | 0.20 | 1.0000 | 0.20 |
| Concreteira 1 saco | 1.00 | 2.57 | 2.57 | 1.0000 | 2.57 |
| Vibrador | 1.00 | 1.99 | 1.99 | 1.0000 | 1.99 |
| SUBTOTAL M | | | | | 4.76 |

| MANO DE OBRA | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 11.00 | 3.83 | 42.13 | 1.0000 | 42.13 |
| Albañil (estr.oc d2) | 5.00 | 3.87 | 19.35 | 1.0000 | 19.35 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 1.0000 | 0.43 |
| SUBTOTAL M | | | | | 61.91 |

| MATERIALES | | | | |
|-------------------------------------|--------|----------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO |
| | | A | B | C = A x B |
| AUX: Hormigón SIMPLE F'C=210 KG/CM2 | m3 | 1.00 | 71.98 | 71.98 |
| SUBTOTAL O | | | | 71.98 |

| TRANSPORTE | | | | | |
|-------------------|--------|-----------|----------|--------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |

| | | | |
|----------------------------------|--|-------------------------------|-------------|
| | | TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | 138.65 |
| | | COSTO INDIRECTO | 20.00 27.73 |
| ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA | | OTROS INDIRECTOS: | |
| | | COSTO TOTAL DEL RUBRO: | 166.38 |
| | | VALOR OFERTADO: | 166.38 |

SON: CIENTO SESENTA Y SEIS dolares TREINTA Y OCHO centavos

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado
NOMBRE DE OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



RUBRO: Hormigón SIMPLE LOSA ENTREPISO Y CUBIERTA FC=210 KG/CM2 **UNIDAD:** m3

DETALLE:

Hoja 9 de 14

| EQUIPOS | | | | | |
|-------------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 15.00 | 0.20 | 3.00 | 1.0000 | 3.00 |
| Concreteira 1 saco | 1.00 | 2.57 | 2.57 | 1.0000 | 2.57 |
| Vibrador | 1.00 | 1.99 | 1.99 | 1.0000 | 1.99 |
| SUBTOTAL M | | | | | 7.56 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 15.00 | 3.83 | 57.45 | 1.0000 | 57.45 |
| Albañil (estr.oc d2) | 2.00 | 3.87 | 7.74 | 1.0000 | 7.74 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 1.0000 | 0.43 |
| SUBTOTAL M | | | | | 65.62 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| AUX: Hormigón SIMPLE F'C=210 KG/CM2 | m3 | 1.00 | 71.98 | 71.98 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 71.98 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 145.16 |
| COSTO INDIRECTO | | | | 20.00 | 29.03 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 174.19 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 174.19 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: CIENTO SETENTA Y CUATRO dolares DIECINUEVE centavos

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado
NOMBRE DE OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



RUBRO: MALLA ELECTROSOLDADA 5-10 **UNIDAD:** m2

DETALLE:

Hoja 10 de 14

| EQUIPOS | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 1.00 | 0.20 | 0.20 | 0.0330 | 0.01 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.01 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 2.00 | 3.83 | 7.66 | 0.0330 | 0.25 |
| Albañil (estr.oc d2) | 1.00 | 3.87 | 3.87 | 0.0330 | 0.13 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 0.0330 | 0.01 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.39 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| Malla electrosoldada 5.10 | m2 | 1.05 | 3.43 | 3.60 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 3.60 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 4.00 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 4.80 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 4.80 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: CUATRO dolares OCHENTA centavos

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado
NOMBRE DE OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



RUBRO: ACERO DE REFUERZO Fy = 4200 **UNIDAD:** KG
 Kg/cm2

DETALLE:

Hoja 11 de 14

| EQUIPOS | | | | | |
|-------------------|----------|--------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 3.00 | 0.20 | 0.60 | 0.0300 | 0.02 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.02 |

| MANO DE OBRA | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Fierrero (Est. Ocu. D2) | 1.00 | 3.87 | 3.87 | 0.0300 | 0.12 |
| Peón de fierrero (estr.oc e2) | 2.00 | 3.83 | 7.66 | 0.0300 | 0.23 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 0.0300 | 0.01 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.36 |

| MATERIALES | | | | |
|---------------------------------|--------|----------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO |
| | | A | B | C = A x B |
| Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2 | Kg | 1.05 | 1.18 | 1.24 |
| Alambre de amarre #18 | Kg | 0.05 | 2.15 | 0.11 |
| SUBTOTAL O | | | | 1.35 |

| TRANSPORTE | | | | | |
|-------------------|--------|-----------|----------|--------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |

| | | |
|----------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA | TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | 1.73 |
| | COSTO INDIRECTO | 20.00 0.35 |
| | OTROS INDIRECTOS: | |
| | COSTO TOTAL DEL RUBRO: | 2.08 |
| | VALOR OFERTADO: | 2.08 |

SON: DOS dolares OCHO centavos

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado
NOMBRE DE OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



RUBRO: BLOQUE ALIVIANADO LOSA 40X20X15 **UNIDAD:** u
 CM (PROVISION/TIMBRADO)

DETALLE:

Hoja 12 de 14

| EQUIPOS | | | | | |
|-------------------|----------|--------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 1.00 | 0.20 | 0.20 | 0.1000 | 0.02 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.02 |

| MANO DE OBRA | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 1.00 | 3.83 | 3.83 | 0.1000 | 0.38 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 0.1000 | 0.04 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.42 |

| MATERIALES | | | | | |
|----------------------------|--------|----------|-------------|-----------|------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| Bloque alivianado 15x20x40 | u | 1.00 | 0.28 | 0.28 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 0.28 |

| TRANSPORTE | | | | | |
|-------------------|--------|-----------|----------|--------|-----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |

| | | |
|----------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA | TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | 0.72 |
| | COSTO INDIRECTO | 20.00 0.14 |
| | OTROS INDIRECTOS: | |
| | COSTO TOTAL DEL RUBRO: | 0.86 |
| | VALOR OFERTADO: | 0.86 |

SON: CERO dolares OCHENTA Y SEIS centavos

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado
NOMBRE DE OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



RUBRO: MAMPOSTERIA DE BLOQUE E= 10 CM **UNIDAD:** M2

DETALLE:

Hoja 13 de 14

| EQUIPOS | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 2.00 | 0.20 | 0.40 | 0.6200 | 0.25 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.25 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 1.00 | 3.83 | 3.83 | 0.6200 | 2.37 |
| Albañil (estr.oc d2) | 1.00 | 3.87 | 3.87 | 0.6200 | 2.40 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 0.6200 | 0.27 |
| SUBTOTAL M | | | | | 5.04 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| AUX: MORTERO CEMENTO:ARENA 1:4 | m3 | 0.02 | 79.26 | 1.59 | |
| Bloque de carga 10x20x40 | u | 13.00 | 0.36 | 4.68 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 6.27 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 11.56 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 13.87 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 13.87 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: **TRECE dolares OCHENTA Y SIETE centavos**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado
NOMBRE DE OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



RUBRO: MAMPOSTERIA DE BLOQUE E= 15 CM **UNIDAD:** M2

DETALLE:

Hoja 14 de 14

| EQUIPOS | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Herramienta menor | 2.00 | 0.20 | 0.40 | 0.6200 | 0.25 |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.25 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| Peón de albañil (estr.oc e2) | 1.00 | 3.83 | 3.83 | 0.6200 | 2.37 |
| Albañil (estr.oc d2) | 1.00 | 3.87 | 3.87 | 0.6200 | 2.40 |
| Maestro mayor de ejecucion de obra | 0.10 | 4.29 | 0.43 | 0.6200 | 0.27 |
| SUBTOTAL M | | | | | 5.04 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| Bloque de carga 15x20x40 | u | 13.00 | 0.40 | 5.20 | |
| AUX: MORTERO CEMENTO:ARENA 1:4 | m3 | 0.02 | 79.26 | 1.59 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 6.79 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 12.08 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 2.42 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 14.50 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 14.50 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: CATORCE dolares CINCUENTA centavos

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado
NOMBRE DE OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



RUBRO: AUX: Hormigón SIMPLE F'C=210 **UNIDAD:** m3
 KG/CM2

DETALLE:

Hoja 1 de 2

| EQUIPOS | | | | | |
|-------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.00 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.00 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| Arena | m3 | 0.65 | 13.80 | 8.97 | |
| Ripio | m3 | 0.95 | 12.50 | 11.88 | |
| Agua | m3 | 0.22 | 3.00 | 0.66 | |
| Cemento | Kg | 360.50 | 0.14 | 50.47 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 71.98 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 71.98 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 86.38 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 86.38 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: OCHENTA Y SEIS dolares TREINTA Y OCHO centavos

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado
NOMBRE DE OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



RUBRO: AUX: MORTERO CEMENTO:ARENA 1:4 **UNIDAD:** m3

DETALLE:

Hoja 2 de 2

| EQUIPOS | | | | | |
|-------------------------------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.00 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C = A x B | R | D = C x R |
| SUBTOTAL M | | | | | 0.00 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C = A x B | |
| Cemento | Kg | 443.00 | 0.14 | 62.02 | |
| Arena | m3 | 1.18 | 13.80 | 16.28 | |
| Agua | m3 | 0.32 | 3.00 | 0.96 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 79.26 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C = A x B |
| SUBTOTAL P | | | | | 0.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 79.26 |
| COSTO INDIRECTO | | | | | 20.00 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | | 95.11 |
| VALOR OFERTADO: | | | | | 95.11 |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SON: NOVENTA Y CINCO dolares ONCE centavos

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

PROYECTO: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigón Armado

OFERENTE: NICOLÁS MAFLA MENDOZA



| No. | Rubro / Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario Ofertado | Precio global |
|----------|--------------------------------------------------------------|--------|----------|--------------------------|------------------|
| 1 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | |
| 1.1 | REPLANTEO Y NIVELACION DE ESTRUCTURAS | m2 | 64.57 | 2.17 | 140.12 |
| 1.2 | EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA | m3 | 4.16 | 12.55 | 52.21 |
| 1.3 | DESALOJO DE MATERIAL VOLQUETA DISTANCIA=5KM CARGADO MECANICO | m3 | 4.16 | 1.74 | 7.24 |
| 1.4 | RELLENO Y COMPACTACION | m3 | 19.86 | 5.93 | 117.77 |
| 2 | ESTRUCTURA | | | | |
| 2.1 | GEOMEMBRANA DE POLIETILENO 0.50MM | m2 | 104.59 | 7.52 | 786.52 |
| 2.2 | Hormigón SIMPLE CADENAS Y CONTRAPISO F'C=210 KG/CM2 | m3 | 9.45 | 159.54 | 1,507.65 |
| 2.3 | Hormigón SIMPLE VIGAS ENTREPISO Y CUBIERTA F'C=210 KG/CM2 | m3 | 8.96 | 175.75 | 1,574.72 |
| 2.4 | Hormigón SIMPLE COLUMNAS F'C=210 KG/CM2 | m3 | 6.48 | 166.38 | 1,078.14 |
| 2.5 | Hormigón SIMPLE LOSA ENTREPISO Y CUBIERTA FC=210 KG/CM2 | m3 | 12.05 | 174.19 | 2,098.99 |
| 2.6 | MALLA ELECTROSOLDADA 5-10 | m2 | 189.00 | 4.80 | 907.20 |
| 2.7 | ACERO DE REFUERZO Fy = 4200 Kg/cm2 | KG | 2,816.15 | 2.08 | 5,857.59 |
| 2.8 | BLOQUE ALIVIANADO LOSA 40X20X15 CM (PROVISION/TIMBRADO) | u | 1,020.00 | 0.86 | 877.20 |
| 3 | ALBAÑILERIA | | | | |
| 3.1 | MAMPOSTERIA DE BLOQUE E= 10 CM | M2 | 48.56 | 13.87 | 673.53 |
| 3.2 | MAMPOSTERIA DE BLOQUE E= 15 CM | M2 | 64.67 | 14.50 | 937.72 |
| | | | | TOTAL | 16,616.60 |

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

PRECIO TOTAL DE LA OFERTA (DE LOS RUBROS OFERTADOS)

SON: DIECISEIS MIL SEISCIENTOS DIECISEIS dolares SESENTA centavos

NICOLÁS MAFLA MENDOZA

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS
 OBRA: Proyecto Grado NICOLÁS MAFLA Hormigon Armado
 UBICACION: QUITO DM

| ITEM | DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | TOTAL | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 | Semana 9 | Semana 10 | Semana 11 | Escala 100% | |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|--------|----------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|--|
| 1 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | 0.00 | 317.34 | | | | | | | | | | | | 100% | |
| 1.1 | REPLANTEO Y NIVELACION DE ESTRUCTURAS | m2 | 64.57 | 2.17 | 140.12 | 140.12 | | | | | | | | | | | 98.12% | |
| | | | | | | 64.57 | | | | | | | | | | | 94.89% | |
| | | | | | | 100.00 | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA | m3 | 4.16 | 12.55 | 52.21 | 52.21 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 4.16 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 100.00 | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | DESALOJO DE MATERIAL VOLQUETA DISTANCIA=5KM CARGADO MECANICO | m3 | 4.16 | 1.74 | 7.24 | 7.24 | | | | | | | | | | | 84.18% | |
| | | | | | | 4.16 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 100.00 | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 | RELLENO Y COMPACTACION | m3 | 19.86 | 5.93 | 117.77 | 117.77 | | | | | | | | | | | 73.71% | |
| | | | | | | 19.86 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 100.00 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | ESTRUCTURA | | | 0.00 | 14,688.01 | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | GEOMEMBRANA DE POLIETILENO 0.50MM | m2 | 104.59 | 7.52 | 786.52 | 786.52 | | | | | | | | | | | 63.59% | |
| | | | | | | 104.59 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 100.00 | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 | HORMIGON SIMPLE CADENAS Y CONTRAPISO F'C=210 KG/CM2 | m3 | 9.45 | 159.54 | 1,507.65 | | 753.83 | 753.83 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 4.73 | 4.73 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 50.00 | 50.00 | | | | | | | | | | |
| 2.3 | HORMIGON SIMPLE VIGAS ENTREPISO Y CUBIERTA F'C=210 KG/CM2 | m3 | 8.96 | 175.75 | 1,574.72 | | 314.94 | 314.94 | 314.94 | 314.94 | 314.94 | | | | | | 50.96% | |
| | | | | | | | 1.79 | 1.79 | 1.79 | 1.79 | 1.79 | | | | | | | |
| | | | | | | | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | | | | | | | |
| 2.4 | HORMIGON SIMPLE COLUMNAS F'C=210 KG/CM2 | m3 | 6.48 | 166.38 | 1,078.14 | | | 269.54 | 269.54 | 269.54 | 269.54 | | | | | | | |
| | | | | | | | | 1.62 | 1.62 | 1.62 | 1.62 | | | | | | | |
| | | | | | | | | 25.00 | 25.00 | 25.00 | 25.00 | | | | | | | |
| 2.5 | HORMIGON SIMPLE LOSA ENTREPISO Y CUBIERTA FC=210 KG/CM2 | m3 | 12.05 | 174.19 | 2,098.99 | | | | 419.80 | 419.80 | 419.80 | 419.80 | 419.80 | 419.80 | | | 37.87% | |
| | | | | | | | | | 2.41 | 2.41 | 2.41 | 2.41 | 2.41 | 2.41 | | | | |
| | | | | | | | | | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | | | | |
| 2.6 | MALLA ELECTROSOLDADA 5-10 | m2 | 189.00 | 4.80 | 907.20 | | | | | 362.88 | 90.72 | 362.88 | 90.72 | | | | 29.94% | |
| | | | | | | | | | | 75.60 | 18.90 | 75.60 | 18.90 | | | | | |
| | | | | | | | | | | 40.00 | 10.00 | 40.00 | 10.00 | | | | | |
| 2.7 | ACERO DE REFUERZO Fy = 4200 Kg/cm2 | KG | 2,816.15 | 2.08 | 5,857.59 | | 732.20 | 732.20 | 732.20 | 732.20 | 732.20 | 732.20 | 732.20 | 732.20 | | | 17.48% | |
| | | | | | | | 352.02 | 352.02 | 352.02 | 352.02 | 352.02 | 352.02 | 352.02 | 352.02 | | | | |
| | | | | | | | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | | | | |
| 2.8 | BLOQUE ALIVIANADO LOSA 40X20X15 CM (PROVISION/TIMBRADO) | u | 1,020.00 | 0.86 | 877.20 | | | | | 438.60 | | 438.60 | | | | | 6.64% | |
| | | | | | | | | | | 510.00 | | 510.00 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 50.00 | | 50.00 | | | | | | |
| 3 | ALBAÑILERIA | | | 0.00 | 1,611.25 | | | | | | | | | | | | 0.00% | |
| 3.1 | MAMPOSTERIA DE BLOQUE E= 10 CM | M2 | 48.56 | 13.87 | 673.53 | | | | | | | 224.49 | 224.49 | 224.55 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 16.19 | 16.19 | 16.19 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 33.33 | 33.33 | 33.34 | | | | |
| 3.2 | MAMPOSTERIA DE BLOQUE E= 15 CM | M2 | 64.67 | 14.50 | 937.72 | | | | | | | | 312.54 | 312.54 | 312.64 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 21.55 | 21.55 | 21.56 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 33.33 | 33.33 | 33.34 | | | |
| 16,616.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MONTO PARCIAL | | | | | | 1,103.86 | 1,800.97 | 2,070.50 | 1,316.68 | 2,175.08 | 2,099.36 | 1,681.32 | 1,739.36 | 1,779.75 | 537.10 | 312.64 | | |
| PORCENTAJE PARCIAL | | | | | | 6.64 | 10.84 | 12.46 | 7.92 | 13.09 | 12.63 | 10.12 | 10.47 | 10.71 | 3.23 | 1.88 | | |
| MONTO ACUMULADO | | | | | | 1,103.86 | 2,904.83 | 4,975.33 | 6,292.01 | 8,467.08 | 10,566.44 | 12,247.76 | 13,987.12 | 15,766.87 | 16,303.96 | 16,616.60 | | |
| PORCENTAJE ACUMULADO | | | | | | 6.64 | 17.48 | 29.94 | 37.87 | 50.96 | 63.59 | 73.71 | 84.18 | 94.89 | 98.12 | 100.00 | | |