

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller,  
almacenamiento y oficinas en la parroquia El Salto, Babahoyo

INGE - 2676

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Francisco Antonio Lascano Zambrano

Sandra Patricia Paguay Freire

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

## Dedicatoria

---

El presente proyecto se lo dedico a mi familia, pilar fundamental en mi vida, quienes han estado pendientes de todo mi proceso universitario, motivándome cada día a superar mis desafíos y siendo mi mayor ejemplo de fortaleza y dedicación. A mi abuelita Valvina por su amor incondicional y su cálida compañía, y a mi perrito Thor por llenarme de mucha alegría, ánimos, y estar a mi lado en cada momento.

*Sandra Patricia Paguay Freire*

## Agradecimientos

---

Quiero agradecerle profundamente a Dios por permitirme alcanzar esta meta en mi vida, por siempre escucharme, guiarme, darme fortaleza y sabiduría. A mi familia por su incondicional apoyo durante toda mi carrera, por motivarme y darme la oportunidad de hacer esto posible. A mi amigo Francisco por su compromiso, dedicación, ideas y enseñanzas que aportaron a culminar este proyecto de forma exitosa. A todos los que conforman ESPOL por brindarnos educación de calidad, y prepararnos para enfrentar grandes desafíos en la vida profesional.

*Sandra Patricia Paguay Freire*

## Dedicatoria

---

Dedico este proyecto a Dios; a mis padres, quienes con su amor, sacrificio y enseñanzas me han apoyado incondicionalmente; a mis abuelitos y a mi hermana, por su compañía y palabras de aliento en los momentos más difíciles. También a Ana, cuya motivación y apoyo han sido fundamentales para llegar hasta aquí. Este logro es para todos ustedes, que han sido mi inspiración y motor en esta etapa de mi vida.

*Francisco Antonio Lascano Zambrano*

## Agradecimientos

---

Agradezco a la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra y a mis profesores por su dedicación y apoyo en mi formación. En especial, al Ing. David Valverde por su valiosa guía durante este proceso. A mis compañeros de carrera, por el compañerismo y el aprendizaje compartido. Y a mi amiga Sandra Paguay por su colaboración, motivación y trabajo en equipo.

*Francisco Antonio Lascano Zambrano*

## Declaración Expresa

---

Nosotros Francisco Antonio Lascano Zambrano, Sandra Patricia Paguay Freire acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 10 de octubre del 2024.



Francisco Antonio Lascano Zambrano



Sandra Patricia Paguay Freire

## **Evaluadores**

---

---

**Ing. Lenin Dender Aguilar, M. Sc.**

Profesor de Materia

---

**Ing. David Valverde Burneo, M. Sc.**

Tutor de proyecto

## Resumen

El crecimiento acelerado de Babahoyo, junto con sus oportunidades económicas y logísticas, ha creado la necesidad de diseñar y construir un complejo industrial multifuncional de tres plantas para una empresa independiente, en la parroquia El Salto. Este proyecto integra talleres, bodegas y oficinas, utilizando acero como material principal en la estructura y luces mínimas de 5 metros, según los requerimientos del cliente. El diseño estructural incluye columnas tubulares cuadradas de 200x200x12 mm; perfiles de vigas IPE en secciones 240, 330, 400, 550; losa Steel Deck compuesta por una placa de 0.76 mm y 5 cm de hormigón; zapatas cuadradas de 2x2x0.65 m reforzadas con varillas de acero de 18 mm separadas cada 10 cm. Estas especificaciones fueron analizadas bajo criterios sísmicos y verificadas mediante el software SAP 2000. El proyecto considera además los diseños hidrosanitarios, pluviales y eléctricos de la estructura con un presupuesto total que asciende a \$356.488,10; un costo de \$262.31 por metro cuadrado construido, y una duración de 5 meses. Los diseños cumplen con los lineamientos establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción y las normativas ambientales vigentes.

**Palabras Clave:** Acero, normativa, sismorresistente, sostenibilidad.

## **Abstract**

*The rapid growth of Babahoyo, along with its economic and logistical opportunities, has created the need to design and construct a three-story multifunctional industrial complex for an independent company in the El Salto parish. This project integrates workshops, warehouses, and offices, using steel as the primary material for the structure and minimum spans of 5 meters, as required by the client.*

*The structural design includes square tubular columns measuring 200x200x12 mm; IPE beam profiles in sections 240, 330, 400, and 550; a Steel Deck slab composed of a 0.76 mm steel sheet and 5 cm of concrete; and square footings measuring 2x2x0.65 m, reinforced with 18 mm steel bars spaced 10 cm apart. These specifications were analyzed under seismic criteria and verified using the SAP 2000 software.*

*The project also incorporates the hydro-sanitary, stormwater, and electrical designs of the structure, with a total budget of \$356.488,10; a construction cost of \$262.31 per square meter and a duration of 5 months. The designs comply with the guidelines established by the Ecuadorian Construction Code (NEC) and current environmental regulations.*

**Keywords:** *Steel, regulations, earthquake resistant, sustainability.*

## Índice general

Resumen .....	I
Abstract .....	II
Índice general .....	III
Abreviaturas .....	IX
Simbología .....	X
Índice de figuras .....	XI
Índice de tablas.....	XIII
Capítulo 1 .....	1
1.    Introducción .....	2
1.1    Antecedentes.....	3
1.2    Descripción del Problema.....	4
1.3    Justificación del Problema.....	5
1.4    Objetivos.....	5
1.4.1    Objetivo General .....	5
1.4.2    Objetivos Específicos .....	6
Capítulo 2 .....	7
2.    MATERIALES Y MÉTODOS .....	8
2.1    Revisión de Literatura.....	8
2.1.1    Estructuras Industriales Multifuncionales .....	8
2.1.2    Sistemas Estructurales de Acero .....	9
2.1.3    Normativas Aplicables al Diseño Estructural .....	10

2.1.3.1	<i>NEC-SE-AC Estructuras de Acero</i> .....	10
2.1.3.2	<i>NEC-SE-CG Cargas no Sísmicas</i> .....	10
2.1.3.3	<i>NEC-SE-DS Peligro Sísmico</i> .....	10
2.1.3.4	<i>NEC-SE-GC Geotecnia y Cimentaciones</i> .....	10
2.1.3.5	<i>AISC 360</i> .....	11
2.1.3.6	<i>AISC 341</i> .....	11
2.1.3.7	<i>AISC 358</i> .....	11
2.2	Área de Estudio .....	12
2.2.1	Ubicación .....	12
2.2.2	Población .....	13
2.2.3	Geología y Suelo .....	14
2.2.4	Clima .....	14
2.3	Trabajo de Investigación .....	15
2.4	Análisis de Datos .....	16
2.5	Análisis de Alternativas .....	17
2.5.1	Alternativa 1: Estructura de Acero .....	18
2.5.2	Alternativa 2: Estructura de Hormigón y Acero .....	19
2.5.3	Alternativa 3: Estructura de Hormigón .....	20
2.5.4	Selección de Alternativa .....	21
2.5.5	Restricciones del Proyecto .....	22
2.5.5.1	<i>Mano de Obra Calificada</i> .....	22
2.5.5.2	<i>Costos</i> .....	22

2.5.5.3	<i>Mantenimiento</i> .....	22
Capítulo 3.....		23
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES .....	24
3.1	Diseños .....	24
3.1.1	Diseño Arquitectónico.....	24
3.1.2	Diseño Estructural .....	25
3.1.2.1	<i>Definición de cargas</i> .....	25
3.1.2.2	<i>Combinaciones de Carga</i> .....	29
3.1.2.3	<i>Predimensionamiento de Vigas Secundarias</i> .....	30
3.1.2.4	<i>Predimensionamiento de Vigas Principales</i> .....	33
3.1.2.5	<i>Predimensionamiento de Columnas</i> .....	35
3.1.2.6	<i>Diseño Sísmico</i> .....	37
3.1.2.7	<i>Modelado Estructural en SAP2000</i> .....	46
3.1.2.8	<i>Comprobación de Derivas</i> .....	49
3.1.2.9	<i>Índice de Estabilidad</i> .....	51
3.1.3	Diseño de Cimentación .....	52
3.1.3.1	<i>Presión de Contacto</i> .....	53
3.1.3.2	<i>Capacidad de Carga Última</i> .....	54
3.1.3.3	<i>Capacidad de Carga Admisible</i> .....	57
3.1.3.4	<i>Asentamiento Instantáneo</i> .....	59
3.1.3.5	<i>Asentamiento por Consolidación Primaria</i> .....	61
3.1.3.6	<i>Asentamientos Totales</i> .....	64

3.1.3.7	<i>Asentamiento Diferencial</i> .....	64
3.1.3.8	<i>Corte Unidireccional</i> .....	66
3.1.3.9	<i>Corte Bidireccional</i> .....	67
3.1.3.10	<i>Diseño del Acero de Refuerzo</i> .....	69
3.1.3.11	<i>Longitud de Desarrollo a Tracción</i> .....	71
3.1.4	Diseño Hidrosanitario.....	72
3.1.4.1	<i>Sistema de Agua Potable</i> .....	72
3.1.4.2	<i>Sistema de Aguas Residuales</i> .....	81
3.1.4.3	<i>Sistema de Aguas Lluvias</i> .....	88
3.1.5	Diseño Eléctrico.....	93
3.2	Especificaciones Técnicas.....	97
3.2.1	Vigas IPE.....	97
3.2.2	Tubo Estructural Cuadrado.....	97
3.2.3	Losa.....	98
3.2.4	Cubierta.....	98
3.2.5	Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .....	99
3.2.6	Hormigón simple $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ .....	100
Capítulo 4	.....	102
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	103
4.1	Descripción del Proyecto.....	103
4.2	Línea Base Ambiental.....	104
4.2.1	Medio Físico – Químico Inerte.....	104

4.2.1.1	<i>Clima</i> .....	104
4.2.1.2	<i>Aire</i> .....	104
4.2.1.3	<i>Agua Superficial y Subterránea</i> .....	105
4.2.1.4	<i>Suelo y Subsuelo</i> .....	105
4.2.1.5	<i>Ruido</i> .....	106
4.2.2	Medio Físico-Biótico.....	106
4.2.2.1	<i>Flora y Fauna</i> .....	106
4.2.2.2	<i>Paisajes y Espacios Ecológicos</i> .....	107
4.2.3	Medio Humano.....	107
4.2.3.1	<i>Medio Socioeconómico</i> .....	107
4.2.3.2	<i>Calidad de Vida</i> .....	107
4.3	Actividades del Proyecto .....	108
4.4	Identificación de Impactos Ambientales .....	110
4.5	Valoración de Impactos Ambientales .....	112
4.6	Medidas de Prevención/Mitigación .....	114
4.6.1	Reducción del Ruido .....	114
4.6.2	Gestión del Tráfico Vehicular .....	115
4.6.3	Consumo Energético y Sostenible.....	115
4.6.4	Gestión de Residuos .....	116
Capítulo 5	.....	118
5.	Presupuesto.....	119
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo .....	119

5.2	Rubros y análisis de precios unitarios .....	120
5.3	Descripción de cantidades de obra .....	120
5.4	Valoración integral del costo del proyecto .....	120
5.5	Cronograma de obra .....	120
Capítulo 6	.....	122
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	123
6.1	Conclusiones.....	123
6.2	Recomendaciones .....	125
Referencias	.....	126
PLANOS Y ANEXOS	.....	131

## Abreviaturas

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute
ASCE	American Society of Civil Engineers
ASD	Allowable Stress Design
AISC	American Institute of Steel Construction
ASTM	American Society for Testing and Materials
CBR	California Bearing Ratio
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización
LRFD	Load and Resistance Factor Design
MAATE	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONUFI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
PIR	Panel Polisocianurato
PGR	Plan de Gestión de Residuos
PRM	Pórticos Resistentes a Momento
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

## Simbología

m	Metros
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
cm	Centímetro
cm <sup>2</sup>	Centímetro Cuadrado
mm	Milímetro
in	Pulgadas
L	Litros
pH	Potencial de Hidrógeno
°C	Grados Celsius
%	Porcentaje
A	Amperio
g	Gravedad
Kg	Kilogramos
KN	kilo Newton
Ksi	Kilo libras por pulgada cuadrada
Ton	Toneladas
s	Segundos
V	Voltio
W	Vatio

## Índice de figuras

Figura 1 <i>Mapa geográfico de la zona de estudio</i> .....	13
Figura 2 <i>Alternativa 1: Sistema estructural de acero</i> .....	18
Figura 3 <i>Alternativa 2: Sistema estructural de acero y hormigón</i> .....	19
Figura 4 <i>Alternativa 3: Sistema estructural de hormigón armado</i> .....	20
Figura 5 <i>Diseño arquitectónico del complejo industrial multifuncional</i> .....	25
Figura 6 <i>Selección de la separación entre apoyos según la carga viva demandante y los espesores de losa requeridos</i> .....	27
Figura 7 <i>Catálogo de perfiles laminados IPE</i> .....	32
Figura 8 <i>Espesores y separación entre apoyos del panel Kutérmico PIR</i> .....	34
Figura 9 <i>Espectro de respuesta elástico de aceleraciones <math>S_a</math></i> .....	40
Figura 10 <i>Espectro de respuesta elástico (<math>S_a</math>) e inelástico (<math>C_s</math>)</i> .....	42
Figura 11 <i>Coefficiente de importancia (<math>I</math>)</i> .....	43
Figura 12 <i>Regularidad en planta y elevación</i> .....	45
Figura 13 <i>Modelo estructural de la primera planta alta</i> .....	47
Figura 14 <i>Modelo estructural de la segunda planta alta</i> .....	47
Figura 15 <i>Modelo estructural de la cubierta</i> .....	48
Figura 16 <i>Vista 3D de la estructura</i> .....	48
Figura 17 <i>Factores de capacidad de carga para la teoría de Meyerhof</i> .....	55
Figura 18 <i>Selección del factor <math>I_0</math></i> .....	60
Figura 19 <i>Selección del factor <math>I_1</math></i> .....	60
Figura 20 <i>Selección del factor <math>I_r</math></i> .....	63
Figura 21 <i>Esfuerzo de corte bidireccional crítico en diferentes sistemas de unidades</i> .....	68

Figura 22 Trazado para el diseño de agua potable de la planta baja del complejo industrial multifuncional.....	72
Figura 23 Trazado para el diseño de agua potable de la segunda planta alta del complejo industrial multifuncional .....	73
Figura 24 Dimensiones de la cisterna del complejo industrial .....	76
Figura 25 Tabla de Flamant para un diámetro de tubería de $\frac{3}{4}$ ” .....	77
Figura 26 Caudal instantáneo y presión recomendada de los aparatos sanitarios .....	78
Figura 27 Diagrama para la selección de bomba Serie PK.....	80
Figura 28 Trazado para el diseño de aguas residuales de la planta baja del complejo industrial multifuncional.....	81
Figura 29 Trazado para el diseño de aguas residuales de la segunda planta alta del complejo industrial multifuncional .....	82
Figura 30 Caudal requerido de la bajante en función de la unidad de descarga total calculada. ....	84
Figura 31 Velocidad y caudal máximo admisible de una tubería de 4 in en función de la pendiente recomendada.....	85
Figura 32 Relación $D/\emptyset$ .....	86
Figura 33 Diámetros para tuberías de ventilación .....	87
Figura 34 Trazado para el diseño de aguas lluvias de la planta baja del complejo industrial ....	88
Figura 35 Trazado para el diseño de aguas lluvias de la segunda planta alta del complejo industrial .....	89
Figura 36 Vista 3D del sistema de recolección de aguas lluvias del edificio .....	89
Figura 37 Cuadro de cargas.....	96

Figura 38 <i>Resultados de los impactos ambientales que la ejecución del proyecto causaría, por medio de la matriz de Leopold</i> .....	111
Figura 39 <i>Estructura desglosada de trabajo del proyecto</i> .....	119

### Índice de tablas

Tabla 1 <i>Clasificación del suelo en el cantón Babahoyo</i> .....	16
Tabla 2 <i>Peso unitario del suelo según su clasificación SUCS</i> .....	17
Tabla 3 <i>Selección de la mejor alternativa según el factor económico, social, técnico y ambiental del proyecto.</i> .....	21
Tabla 4 <i>Magnitudes de las cargas vivas del proyecto por piso</i> .....	26
Tabla 5 <i>Cargas de los elementos que intervienen en el cálculo de la carga muerta total del complejo industrial</i> .....	28
Tabla 6 <i>Resumen de cargas muertas y combinadas del proyecto</i> .....	30
Tabla 7 <i>Propiedades mecánicas del acero A-36</i> .....	30
Tabla 8 <i>Perfiles seleccionados de vigas principales y secundarias por cada piso</i> .....	34
Tabla 9 <i>Especificaciones de diseño del perfil de la columna seleccionada</i> .....	37
Tabla 10 <i>Coeficiente de amplificación de suelo <math>F_a</math></i> .....	38
Tabla 11 <i>Coeficiente de amplificación de suelo <math>F_d</math></i> .....	38
Tabla 12 <i>Coeficiente del comportamiento no lineal de los suelos <math>F_s</math></i> .....	39
Tabla 13 <i>Coeficientes <math>C_t</math> y <math>\alpha</math> según el tipo de estructura</i> .....	41
Tabla 14 <i>Factor de reducción de resistencia (<math>R</math>) para sistemas estructurales dúctiles</i> .....	44
Tabla 15 <i>Resumen de datos sísmicos del proyecto</i> .....	45
Tabla 16 <i>Límites permisibles de las derivas de los pisos según el tipo de estructura.</i> .....	50
Tabla 17 <i>Derivas elásticas e inelásticas del proyecto</i> .....	50

Tabla 18 <i>Comprobación del índice de estabilidad de cada piso del proyecto</i> .....	51
Tabla 19 <i>Datos iniciales del suelo</i> .....	52
Tabla 20 <i>Dimensiones de la cimentación cuadrada</i> .....	52
Tabla 21 <i>Resultados resumidos del diseño por capacidad de una zapata cuadrada central.</i> .....	58
Tabla 22 <i>Asentamiento máximo diferencial</i> .....	65
Tabla 23 <i>Valores de dotación dependiendo el tipo de edificación</i> .....	74
Tabla 24 <i>Unidades de descarga de aparatos sanitarios</i> .....	77
Tabla 25 <i>Diámetros, pérdidas y presión de cada tramo</i> .....	79
Tabla 26 <i>Total de unidades de descarga de todos los aparatos sanitarios de la estructura</i> .....	82
Tabla 27 <i>Diámetros de bajantes según la cantidad de pisos de la estructura y la unidad de descarga total</i> .....	83
Tabla 28 <i>Pendientes recomendadas para sistemas de desagüe</i> .....	84
Tabla 29 <i>Resumen del diseño de la bajante</i> .....	86
Tabla 30 <i>Diámetro de los ramales horizontales en base al máximo número de unidades de descarga</i> .....	87
Tabla 31 <i>Diámetro de diseño de los colectores según el área y la pendiente de la cubierta</i> .....	90
Tabla 32 <i>Coeficiente de escorrentía para distintos tipos de cobertura</i> .....	91
Tabla 33 <i>Resumen del diseño de aguas lluvias</i> .....	92
Tabla 34 <i>Número mínimo de circuitos según el tipo de vivienda</i> .....	93
Tabla 35 <i>Factores de demanda según el tipo de vivienda</i> .....	93
Tabla 36 <i>Factores de demanda para cargas especiales (CE)</i> .....	94
Tabla 37 <i>Equipos con cargas especiales</i> .....	94
Tabla 38 <i>Resultados del Breaker escogido</i> .....	96
Tabla 39 <i>Especificaciones generales de perfiles laminados IPE</i> .....	97

Tabla 40 <i>Especificaciones generales del tubo estructural cuadrado</i> .....	97
Tabla 41 <i>Especificaciones generales de la Novalosa 55</i> .....	98
Tabla 42 <i>Especificaciones generales de la cubierta termoacústica PIR</i> .....	98
Tabla 43 <i>Especificaciones generales del acero de refuerzo <math>f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2</math></i> .....	99
Tabla 44 <i>Concentraciones de los contaminantes del aire registrados en el cantón Babahoyo</i> ..	104
Tabla 45 <i>Actividades del proyecto susceptibles de causar impactos ambientales</i> .....	108
Tabla 46 <i>Parámetros evaluadores de la magnitud e importancia en la matriz de Leopold</i> .....	110
Tabla 47 <i>Clasificación de la relevancia del impacto negativo según los rangos del AI</i> .....	113
Tabla 48 <i>Clasificación de la relevancia del impacto positivo según los rangos del AI</i> .....	113

# Capítulo 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional y económico de Babahoyo, especialmente de la parroquia El Salto, ha planteado nuevos desafíos relacionados con la planificación urbana, el desarrollo industrial y la sostenibilidad. Es así que, con el objetivo de satisfacer la expansión demográfica y fomentar la eficiencia operativa en sectores clave como la construcción, se ha analizado la necesidad de desarrollar un complejo industrial multifuncional que integre talleres, oficinas y espacios de almacenamiento que reflejen la eficiencia, modernización, adaptación y optimización de infraestructuras industriales, impulsando la oportunidad de diseñar complejos alineados con las normativas estructurales y ambientales vigentes.

Además, su diseño y construcción combina múltiples funciones que permiten distribuir adecuadamente los espacios priorizando los recursos y la reducción de la huella de carbono que se asocia con el transporte y la logística. Es por ello que deben ser diseñados con una perspectiva de largo plazo, que incluya tecnologías sostenibles como los sistemas de energías renovables, eficiencia energética y la reutilización de materiales, que en conjunto conviertan a este proyecto en un modelo de diseño para futuras edificaciones industriales en Ecuador.

La multifuncionalidad del proyecto promueve una mayor cohesión en los procesos internos de las empresas, agilizando la comunicación entre los equipos operativos y administrativos, lo que conlleva a la rápida y eficiente toma de decisiones, reducción del tiempo de respuesta, y la adaptación a las demandas del mercado en tiempo real. Por otro lado, en el contexto económico, la implementación de estos complejos influye sin duda en el desarrollo empresarial de la región y en la generación de nuevas fuentes de empleo, contribuyendo de esta manera con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 8 propuesto por las Naciones Unidas: Trabajo decente y crecimiento económico. Asimismo, se impulsa la inclusión laboral de la parroquia “El Salto” y

de comunidades cercanas, incrementando el bienestar económico de la población local y el desarrollo socioeconómico de la provincia de Los Ríos.

Finalmente, se debe considerar la integración de certificaciones sostenibles en el proyecto para garantizar que el complejo sea diseñado y operado de forma eficiente, incluyendo la fase de mantenimiento, y de esta forma, proyectarlo a ajustes o cambios futuros en el mercado, optimizando así recursos renovables como el agua o la energía, y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. Este apartado beneficiaría a la parroquia El Salto, atrayendo inversionistas y proyectando a Babahoyo como un ejemplo del desarrollo sostenible en la provincia de los Ríos.

### **1.1 Antecedentes**

El cantón Babahoyo, ubicado en la provincia de Los Ríos, cuenta con una población estimada de 178.509 habitantes y una extensión territorial de 1.701 km<sup>2</sup>, de acuerdo con los datos tabulados por el Censo Nacional de 2022, lo que lo posiciona como el segundo cantón más poblado de la provincia. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2022), Babahoyo presenta una tasa de crecimiento poblacional anual del 1.19%, impulsada mayormente por la migración interna, lo cual ha generado un incremento en la demanda de infraestructuras que respondan a las necesidades de la población.

Dentro de este contexto, la parroquia El Salto, perteneciente al mismo cantón, ha experimentado un notable crecimiento industrial y económico durante los últimos años, consolidándose como un área estratégica para la implementación de rutas comerciales y logísticas (Vargas Santillán, 2023). De aquí surge la necesidad de desarrollar complejos multifuncionales integrados por talleres, oficinas y bodegas de almacenamiento, para satisfacer

las funciones operativas del sector empresarial y al mismo tiempo, promover un crecimiento sostenible en la zona.

## **1.2 Descripción del Problema**

Por el crecimiento poblacional de Babahoyo y las necesidades actuales en cuanto a economía e infraestructura, se requiere la creación de complejos industriales que puedan satisfacer las demandas operativas de empresas locales. Al no existir actualmente espacios similares en la zona indicada que integren de manera eficiente las funciones de producción, almacenamiento y administración en un único espacio, se están derivando problemas de coordinación, aumento de tiempos de desplazamiento y elevados costos operativos en las industrias regulares. La empresa del Ing. Manuel García Laborda, una entidad independiente, requiere una solución que optimice estas funciones mediante la construcción de un complejo industrial multifuncional.

Este proyecto propone el diseño de un complejo de tres pisos, con un taller de cerrajería y un espacio de almacenamiento en la planta baja, bodegas adicionales en la primera planta alta, y oficinas administrativas en la segunda planta alta. La estructura debe ser metálica por requerimientos del cliente, con luces de al menos 5 metros y una altura libre de 3.5 metros entre el suelo y la losa. La importancia de este diseño radica en la necesidad de optimizar el uso del terreno, mejorar la eficiencia operativa de la empresa y reducir costos. Además, el proyecto busca cumplir con los estándares ergonómicos y sostenibles, que puedan ser medidos y analizados en el contexto de viabilidad estructural y económica, representando un desafío cada vez más relevante en la industria de la construcción.

### **1.3 Justificación del Problema**

La construcción de esta estructura permite que las empresas locales, como la del Ing. Manuel García Laborda, optimicen la gestión de sus operaciones y reduzcan costos adicionales. Actualmente, la falta de un espacio integrado que combine taller, almacenamiento y oficinas genera ineficiencias en los procesos productivos, dificultades en la coordinación entre áreas clave y pérdidas de tiempo en desplazamientos. Estas limitaciones impactan negativamente en la competitividad y rentabilidad de las empresas del sector de la construcción, que requieren instalaciones más versátiles y adaptadas a sus necesidades operativas.

Resolver este problema no solo mejorará la eficiencia operativa de la empresa del cliente, sino que también ofrecerá una solución que puede replicarse para otras industrias locales. Este proyecto busca contribuir al desarrollo económico sostenible de la parroquia, incrementando las oportunidades de empleo, especialmente para los habitantes del cantón y sus alrededores. Es importante resaltar que la implementación de un complejo multifuncional de tres pisos, con una estructura metálica, permitirá un mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales.

En contraste, no resolver este problema generaría conflictos como el incremento continuo de los costos operativos, la dispersión de funciones críticas y la dificultad para cumplir con estándares de sostenibilidad y eficiencia. Además, se podría comprometer el crecimiento de las empresas creando un entorno de infraestructura obsoleta e ineficiente, lo cual afectaría el desarrollo industrial en Babahoyo y, en consecuencia, la generación de empleo y la economía local.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar un edificio multifuncional que integre de manera eficiente un taller de cerrajería, áreas de almacenamiento y oficinas administrativas, optimizando el uso del espacio y los recursos a través de una distribución funcional y la selección de materiales adecuados, para la mejora de la productividad y la competitividad de una empresa del sector de la construcción.

¿Cuál es la mejor alternativa de diseño para asegurar la flexibilidad del espacio, permitiendo adaptaciones futuras para la empresa?

¿Qué materiales estructurales son los adecuados para garantizar la durabilidad, eficiencia y sostenibilidad del edificio?

¿Cómo se puede optimizar la inversión sin comprometer la funcionalidad del edificio?

¿De qué manera las características geotécnicas y topográficas de Babahoyo condicionan las decisiones de diseño estructural del edificio?

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

Definir la distribución funcional de las áreas de almacenamiento, taller de cerrajería y oficinas administrativas, considerando las especificaciones proporcionadas por el cliente, garantizando así un diseño que optimice el uso del espacio y responda las necesidades operativas.

Seleccionar los materiales estructurales adecuados, priorizando aquellos que promuevan la sostenibilidad y cumplan con estándares de seguridad, para la reducción del impacto ambiental negativo, en concordancia con el ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles.

Diseñar un sistema estructural eficiente mediante el uso de materiales y técnicas que garanticen la seguridad y funcionalidad del edificio, promoviendo la generación de empleo digno en la región, alineado con el ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico.

## Capítulo 2

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 Revisión de Literatura**

#### **2.1.1 Estructuras Industriales Multifuncionales**

Las estructuras industriales multifuncionales destacan por su flexibilidad en el diseño interno, lo que permite adaptaciones futuras según las necesidades evolutivas de las empresas; requieren además una capacidad adecuada para soportar cargas significativas, como maquinaria pesada en talleres o en áreas de almacenamiento y el uso de sistemas estructurales como pórticos y vigas metálicas de grandes luces, que optimicen los espacios interiores y mejoren su funcionalidad.

Según la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), este tipo de estructuras debe promover la integración de actividades económicas y uso adecuado del espacio, incorporando tecnologías y materiales sostenibles. Un ejemplo internacional que vale la pena mencionar es el complejo industrial Green Places en Alemania, el cual integra oficinas y áreas de producción bajo estrictos estándares de construcción sostenible; de manera similar, el Centro de Innovación y Negocios en Brasil enfatiza que la correcta distribución funcional de espacios ayuda a potenciar la productividad empresarial y reducir los costos operativos, cumpliendo con las necesidades demandantes de los usuarios y del entorno regional.

En el contexto ecuatoriano, el Parque Industrial de Cuenca con 77.5 hectáreas y 112 lotes constituye un referente en la implementación de estructuras multifuncionales que combinan diversas áreas productivas (muebles, cerámicas, neumáticos, embutidos, etc) y áreas de almacenamiento (El Comercio, 2014).

Investigaciones realizadas por Paredes y Martínez (2020), resaltan que la selección de materiales locales y la aplicación de normativas estructurales, como la Norma Ecuatoriana de la

Construcción (NEC), son factores importantes que garantizan la viabilidad económica y las buenas prácticas constructivas.

### **2.1.2 Sistemas Estructurales de Acero**

El acero es una aleación compuesta por hierro (generalmente más del 98%) y carbono, siendo este último el principal elemento que influye en las propiedades mecánicas del material. El contenido de carbono determina la dureza y la resistencia del acero, ya que un mayor porcentaje de carbono incrementa la resistencia, pero reduce la ductilidad haciéndolo más frágil; por el contrario, al reducir el contenido de carbono, el acero se vuelve más dúctil pero menos resistente; es por ello que debe existir un equilibrio en base a los objetivos de diseño (McCormac, 2012).

Los sistemas estructurales de acero son utilizados en construcciones industriales debido a su resistencia, ductilidad y versatilidad, las cuales permiten que el acero soporte grandes cargas y disipe energía suficiente durante eventos naturales como sismos, evitando así su falla repentina. Los principales elementos estructurales incluyen columnas, vigas, cerchas y pórticos metálicos diseñados para optimizar el uso del espacio mediante amplias luces libres entre columnas intermedias, siendo ideales para estructuras como puentes, rascacielos, naves industriales, talleres, entre otros (Nawy, 2005).

Una de las mayores ventajas de los sistemas estructurales de acero es la rapidez en la construcción, ya que los componentes se prefabrican en talleres especializados bajo estrictos controles de calidad y se ensamblan en el sitio, reduciendo los tiempos de ejecución y errores de producción y montaje. Así mismo, el acero permite que las construcciones sean más livianas y eficientes, lo cual se convierte en un ahorro de recursos económicos, materiales y humanos.

### **2.1.3 Normativas Aplicables al Diseño Estructural**

#### ***2.1.3.1 NEC-SE-AC Estructuras de Acero***

Esta normativa establece los lineamientos técnicos para el diseño, fabricación y montaje de estructuras sismorresistentes de acero en Ecuador, utilizando perfiles laminados en caliente o ensamblado por medio de soldaduras. Abarca criterios de diseño basados en estados límites que garantizan la resistencia y funcionalidad bajo cargas extremas y la implementación de sistemas estructurales como Pórticos Resistentes a Momento (PRM) y pórticos arriostrados con el objetivo de disipar energía durante eventos sísmicos a través de deformaciones controladas.

#### ***2.1.3.2 NEC-SE-CG Cargas no Sísmicas***

Establece las directrices para el diseño de edificaciones y obras civiles en Ecuador, especialmente se basa en las cargas permanentes (peso propio de las estructuras), cargas variables (cargas vivas y climáticas) y de sus respectivas combinaciones. Su enfoque es que las estructuras sean seguras, funcionales y duraderas, cumpliendo con los estándares nacionales de resistencia y estabilidad.

#### ***2.1.3.3 NEC-SE-DS Peligro Sísmico***

Dispone los criterios y procedimientos para el diseño estructural sismorresistente en Ecuador, en base a los diferentes tipos de suelos y edificaciones. Esta norma clasifica las estructuras en base a un factor de importancia, indica los espectros de diseño elástico e inelástico necesarios para calcular el cortante basal y la fuerza sísmica, el tipo de irregularidades de una edificación y las derivas admisibles.

#### ***2.1.3.4 NEC-SE-GC Geotecnia y Cimentaciones***

El objetivo de esta norma es garantizar un comportamiento estructural adecuado, tanto de la superestructura como de la subestructura, en edificaciones como puentes, torres, silos y otras

construcciones, por medio del estudio del subsuelo, métodos para exploración de campo, ensayos de laboratorio, estabilidad de taludes, capacidad de carga y factores de seguridad, y demás criterios que complementen el diseño de cimentaciones.

#### **2.1.3.5 AISC 360**

Es una norma técnica desarrollada por el Instituto Americano de la Construcción en Acero (American Institute of Steel Construction) que establece los requisitos para el diseño, fabricación y construcción de estructuras de acero. Abarca métodos de diseño basados en estados límites, incluyendo el diseño por resistencia (LRFD) y el diseño por esfuerzos permisibles (ASD). Además, se detallan criterios para la resistencia de los materiales, conexiones, comportamiento sísmico y estabilidad estructural, abordando aspectos como el control de calidad y tolerancias en la fabricación, para que de esta manera, las estructuras cumplan con los estándares de seguridad.

#### **2.1.3.6 AISC 341**

Esta normativa establece los requisitos necesarios para el diseño y construcción de estructuras de acero en zonas sísmicas, cuyo objetivo principal es asegurar que las estructuras sean capaces de disipar energía durante un sismo, minimizando los daños y protegiendo la vida humana. Esta norma complementa a la AISC 360 al enfocarse en elementos como Pórticos Especiales a Momento (SMF), Pórticos Arriostrados Concéntricos (CBF) y excéntricos (EBF).

#### **2.1.3.7 AISC 358**

Proporciona especificaciones y requisitos para el diseño de conexiones precalificadas en estructuras de acero resistentes a momentos sísmicos, con el objetivo de asegurar que estas conexiones cumplan con los estándares de desempeño necesarios para resistir las fuerzas demandantes gravitacionales y laterales.

## **2.2 Área de Estudio**

### **2.2.1 Ubicación**

El predio se ubica en la intersección de la Calle Malecón y Calle Segunda, en la parroquia “El Salto” del cantón Babahoyo, provincia de los Ríos. Se localiza referencialmente a 140 metros del puente peatonal que conecta el Río Babahoyo con su malecón, punto estratégico en el contexto urbano y social de la ciudad. El terreno cuenta con una superficie de 400  $m^2$  y sus coordenadas geográficas, expresadas en formato de latitud y longitud son: -1.796248; -79.53448.

Según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO, 2011), la vía Babahoyo es un sector comercial que conecta la Sierra y la Costa, con un flujo vehicular diario mayor a 25000 vehículos (entre autos, buses y tráileres), resaltando su importancia como punto clave para actividades económicas y logísticas.

## Figura 1

*Mapa geográfico de la zona de estudio*



*Nota.* Figura de elaboración propia.

### 2.2.2 Población

Según el INEC (2022), el cantón Babahoyo cuenta con 178,509 habitantes, de los cuales el 51.20% son mujeres (91,394 habitantes) y el 48.80% son hombres (87,115 habitantes), con una tasa de crecimiento poblacional anual del 1.19%. Por otro lado, en el año 2010 se registraron 47,364 viviendas, de las cuales solo el 7.36% correspondían a departamentos o edificios. En cuanto a la actividad económica de la región, el 5% se dirige al área de la construcción con 2895 casos, para el desarrollo de actividades administrativas y comerciales.

### **2.2.3 Geología y Suelo**

Dentro del contexto geológico, el MTOP presentó en el año 2011 que los suelos de Babahoyo son mayoritariamente de origen sedimentario, pertenecientes a la formación geológica del Cuaternario, indicando además que gran parte de estos provienen de proyecciones volcánicas recientes, compuestos principalmente por materiales de tipo Franco (arcilloso-limoso) y Alofánicos.

Adicionalmente, en la cuenca baja de Babahoyo predominan arenas, limos y arcillas, los cuales desde el punto de vista hidráulico se consideran semi - saturados con características moderadamente impermeables. En un estudio geotécnico propuesto por la municipalidad de Babahoyo en el año 2016, se describió que entre los estratos de 5m y 18m se encuentran suelos arcillosos de alta plasticidad, específicamente en las zonas cercanas al malecón.

Así mismo, Babahoyo es una región importante para actividades como la agricultura, ganadería, pesca y silvicultura, incluyendo cultivos como el arroz, café, cacao, maíz, etc. Por esta razón, una gran parte de los suelos son orgánicos, con un balance adecuado de nutrientes como el Nitrógeno y el Fósforo, y un pH que varía entre 5.2 a 6.6 (Mora, 2019).

Por su ubicación dentro de la zona costera del Ecuador, este cantón presenta una topografía plana, con pendientes inferiores al 2%, altitud absoluta menor a los 5m y áreas con formación de sectores de depresión o también llamado pozas (MTOP, 2011).

### **2.2.4 Clima**

Según datos registrados por la estación meteorológica de Pichilingue (MTOP, 2011), las precipitaciones anuales oscilan entre 1000 mm y 2000 mm, con un promedio de 1845 mm/año concentrado principalmente entre los meses de diciembre a abril, siendo febrero el mes más lluvioso. Por otro lado, las temperaturas promedio anuales se sitúan en 25.7°C aproximadamente,

lo que clasifica a la zona como tropical semi – húmeda, ideal para las actividades agrícolas predominantes del cantón.

La humedad relativa varía entre el 70% y el 90%, lo que contribuye a una sensación térmica elevada, especialmente durante la temporada lluviosa. Según Mora (2019), la región recibe aproximadamente 804.7 horas anuales de heliofanía (duración del brillo solar), lo cual indica una moderada radiación solar, influyendo positivamente en los ciclos de vegetación local.

### **2.3 Trabajo de Investigación**

Como parte fundamental de los estudios preliminares para realizar un diseño estructural, es necesario conocer las características del suelo de la zona donde se construirá el proyecto para el diseño adecuado de la cimentación que garantice la estabilidad y seguridad de la estructura.

En este sentido, se consultó la base de datos del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Babahoyo para conocer el tipo de suelo predominante del cantón, incluyendo sus características geomecánicas para su posterior análisis, mismas que fueron mencionadas en la sección 2.2.3 *Geología y Suelo* de este documento. No obstante, dado que los datos geotécnicos registrados son generales para todo el cantón, no se consideran variaciones específicas que puedan existir dentro de un mismo sector.

Por ello, se recomienda al cliente realizar un estudio de campo detallado en el terreno indicado, que cuente con muestras representativas del suelo para la ejecución de ensayos específicos como granulometría, límites de Atterberg, pruebas de resistencia al corte y ensayos de compactación, que permitan resultados más precisos adaptados a las condiciones reales del terreno.

## 2.4 Análisis de Datos

Los sistemas de clasificación geotécnicos permiten determinar los parámetros críticos del suelo que guían tanto el análisis como las decisiones de diseño del proyecto. A continuación, se presenta una tabla con los datos proporcionados por el GAD Municipal de Babahoyo, que sirven como base para estimar el peso unitario del suelo y demás variables que serán calculadas en el capítulo posterior:

**Tabla 1**

*Clasificación del suelo en el cantón Babahoyo*

<b>Parámetro</b>	<b>Clasificación/Medida</b>	<b>Descripción</b>
Clasificación SUCS	MH	Suelos limos inorgánicos, suelos elásticos
Clasificación AASHTO	A-7-5	Materiales limo-arcillosos
Humedad natural (%)	39.31	Seco
Índice plástico	24.34	Medio
Coefficiente de permeabilidad promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	1.87 E-08	Drenaje pobre
Angulo de fricción interna en grados	30	Consistencia compacta
CBR	3-7	Pobre a regular

*Nota.* Información obtenida del GAD Babahoyo, 2012.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) clasifica a Babahoyo como un suelo limoso inorgánico (MH). M. Budhu (2010) señala que partiendo de esta clasificación, es posible estimar el peso unitario del suelo, tal como lo indica en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Peso unitario del suelo según su clasificación SUCS*

<b>SUCS</b>	<b>Peso Unitario [kN/m<sup>3</sup>]</b>
ML	18-32
MH	18-32
CL	18-28
CH	18-28

*Nota.* Información obtenida según M. Budhu, 2010

## **2.5 Análisis de Alternativas**

Para evaluar las alternativas propuestas en el proyecto se consideran cuatro factores que son primordiales en el ámbito de la ingeniería civil para determinar la factibilidad de una obra antes de su diseño. Estos factores clave son: económico, social, técnico y ambiental, de esta forma se garantiza que la solución estructural seleccionada no sea solo técnicamente eficiente, sino también sostenible y alineada con las necesidades sociales y económicas de la comunidad. La alternativa que mejor equilibre estos factores será seleccionada para la elaboración del diseño estructural.

Dentro de cada factor se analizan los siguientes parámetros:

- Factor económico: tiempo de construcción y costo del proyecto
- Factor Social: satisfacción del cliente y estética general
- Factor Técnico: mantenimiento y vida útil
- Factor ambiental: impacto ambiental

Para evaluar los criterios establecidos y determinar la alternativa más adecuada se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Se determinará la importancia de cada factor en función de su impacto en las necesidades y prioridades del cliente y luego cada parámetro será evaluado, utilizando una escala del 1 al 5 que va desde inconforme a muy conforme respectivamente.

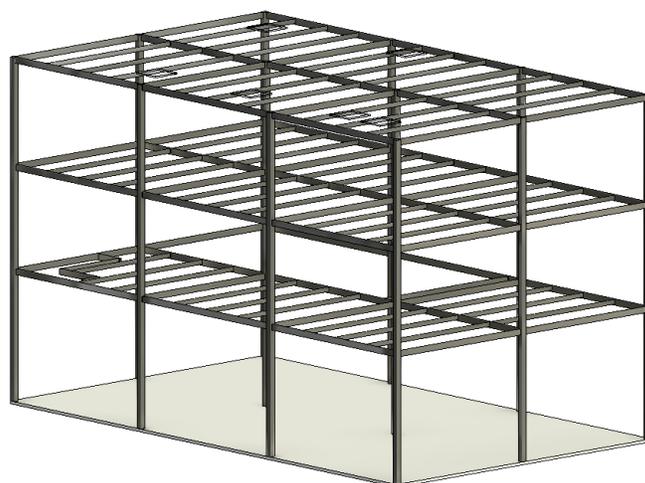
### **2.5.1 Alternativa 1: Estructura de Acero**

El acero es un material versátil que destaca por su alta resistencia, ductilidad, durabilidad, poco peso en comparación al hormigón, entre otras ventajas. Estas características lo convierten en un sistema estructural ideal para edificaciones que requieren soportar grandes cargas y cubrir luces amplias (McCormac, 2012).

En esta primera propuesta, se plantea utilizar columnas y vigas de acero estructural con el objetivo de lograr grandes luces y espacios, lo que facilitará la circulación de materiales, maquinarias y personal dentro del edificio. Además, dado que la edificación está destinada al almacenamiento de materiales, el uso de acero como sistema estructural contribuirá a reducir la carga muerta, permitiendo un diseño de cimentación más económico adaptado a las condiciones del terreno.

### **Figura 2**

*Alternativa 1: Sistema estructural de acero*



*Nota.* Las columnas, vigas y losas cuentan con perfiles metálicos de acero. Figura de elaboración propia.

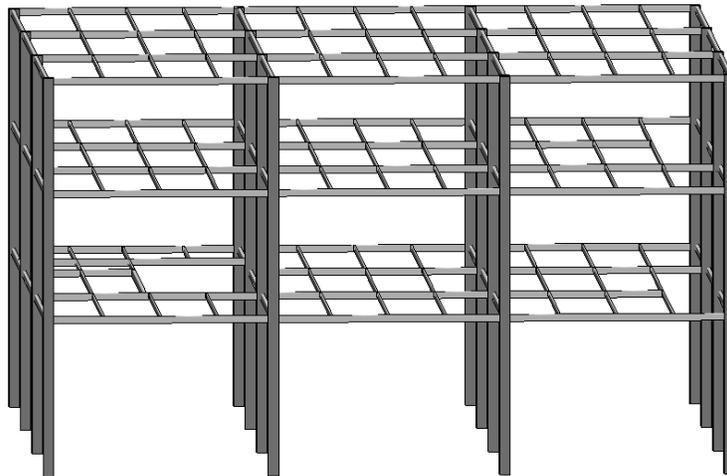
### **2.5.2 Alternativa 2: Estructura de Hormigón y Acero**

La segunda propuesta se enfoca en combinar las ventajas complementarias del acero y el hormigón, aprovechando las fortalezas de ambos materiales. El concreto es un material que presenta un excelente comportamiento bajo esfuerzos de compresión, mientras que su resistencia a la flexión es considerablemente baja. Por otro lado, el acero ofrece una elevada resistencia a la flexión, aunque su capacidad a la compresión es inferior a la del hormigón.

En este contexto, se propone emplear hormigón en las columnas del edificio para aprovechar su capacidad compresiva, y acero estructural en las vigas, maximizando su desempeño a flexión. Adicionalmente, para aligerar la carga muerta del sistema, se plantea el uso de losas Steeldeck, que ofrecen una gran resistencia y son más livianas en comparación con las losas de concreto.

### **Figura 3**

*Alternativa 2: Sistema estructural de acero y hormigón*



*Nota.* Las columnas son de hormigón armado, mientras que las vigas de acero. Figura de elaboración propia.

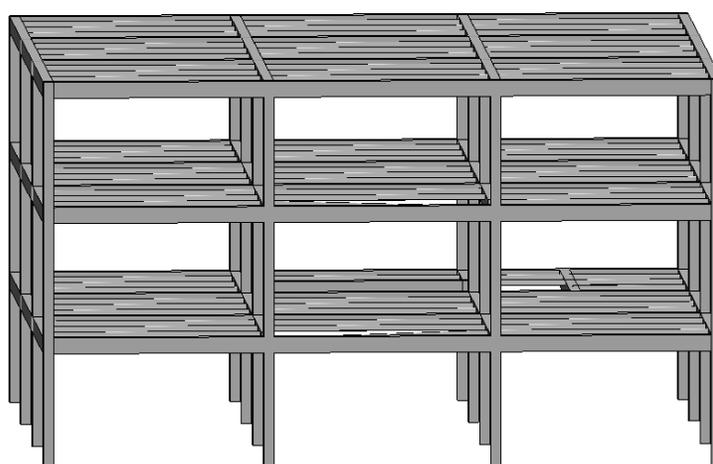
### **2.5.3 Alternativa 3: Estructura de Hormigón**

Esta propuesta plantea el diseño de toda la estructura en hormigón armado, un material ampliamente reconocido y utilizado a nivel nacional por su durabilidad y versatilidad. Este material ha sido empleado en un 84.1% en cimentaciones y en un 76.3% en las estructuras del país, lo que refleja su predominio en la industria constructiva (INEC, 2023).

El entrepiso será de losa aligerada, con el fin de reducir el peso total de la estructura y minimizar las cargas transmitidas a la cimentación. Además, debido a que el hormigón armado es un material de uso generalizado en el país, se cuenta con una mano de obra experimentada y de fácil acceso, que garantice la eficiencia y calidad en la ejecución de la obra.

#### **Figura 4**

*Alternativa 3: Sistema estructural de hormigón armado*



*Nota.* Las columnas, vigas y losas son de hormigón armado. Figura de elaboración propia.

### 2.5.4 Selección de Alternativa

Tras la presentación de las tres alternativas propuestas para atender las necesidades del cliente, se procede a realizar el análisis respectivo para identificar la solución más viable.

**Tabla 3**

*Selección de la mejor alternativa según el factor económico, social, técnico y ambiental del proyecto.*

Factor	Importancia	Parámetro	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
<b>Económico</b>	30%	Tiempo de construcción	4	3	2
		Costo del proyecto	2	3	4
<b>Social</b>	30%	Satisfacción del cliente	5	4	1
		Estética general	4	4	2
<b>Técnico</b>	30%	Mantenimiento	2	3	4
		Vida útil	4	4	3
<b>Ambiental</b>	10%	Impacto ambiental	5	3	1
<b>TOTAL</b>	100%		26	24	17

*Nota.* Esta tabla muestra que la alternativa 1 (estructura de acero) es la que mayor puntaje obtuvo en base a los criterios mencionados anteriormente.

Como se detalla en la tabla 3, se ha seleccionado el sistema estructural de acero como la alternativa más viable, al alcanzar el puntaje más alto en la evaluación de los criterios y factores de diseño previamente definidos. Este resultado se debe a que en el proyecto se requieren grandes luces para asegurar una circulación eficiente de materiales, máquinas y personal. Además, debido al peso significativo asociado a las cargas que deberá soportar la estructura, se vuelve imprescindible el uso de un material con alta resistencia y fácil montaje como el acero. Finalmente, la implementación de este sistema facilitará el diseño de una cimentación menos robusta, logrando el equilibrio entre eficiencia, funcionalidad y presupuesto.

## **2.5.5 Restricciones del Proyecto**

La ejecución de una obra de estructura de acero representa varios retos y limitaciones que se deben tener en cuenta antes de su construcción.

### ***2.5.5.1 Mano de Obra Calificada***

Se requiere de un personal capacitado y con experiencia en obras de acero, esto mayormente debido a las conexiones que se deben realizar para unir los elementos. Las soldaduras si no son realizadas correctamente pueden llegar a fallar ya que no logran su resistencia calculada, ocasionando fallas en las uniones de los perfiles, lo cual puede ser perjudicial para los usuarios de la edificación. Es por ello, que los costos de mano de obra pueden incrementar debido a la experiencia requerida.

### ***2.5.5.2 Costos***

El acero es un material costoso debido a su proceso de fabricación y transportación, a diferencia del hormigón armado que puede ser realizado in situ y su materia prima no es tan costosa como la del acero. Sin embargo, el tiempo de construcción con el acero es menor que la del concreto por lo que, los costos aumentan por el material, pero el tiempo de construcción es menor.

### ***2.5.5.3 Mantenimiento***

La estructura al ser de acero puede verse gravemente afectada por la corrosión producto de la humedad o la salinidad del sector, es por ello que a pesar de que los perfiles suelen tener medidas de protección ante la corrosión, también es necesario que se realice un mantenimiento preventivo ocasionalmente para lograr que la estructura se comporte adecuadamente durante toda su vida útil.

## Capítulo 3

### **3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES**

#### **3.1 Diseños**

El diseño del edificio de acero abarca los aspectos arquitectónicos, estructurales (incluyendo vigas principales y secundarias, correas y columnas), el diseño de la cimentación y los sistemas hidrosanitarios y eléctricos.

##### **3.1.1 Diseño Arquitectónico**

El edificio consta de 3 plantas, cada una presenta una función específica. La planta baja está destinada a talleres de cerrajería y bodegas de almacenamiento e incluye un baño equipado con dos duchas, tres inodoros y dos lavamanos. Además, esta planta cuenta con una escalera de estructura metálica y un ascensor de carga, el cual facilita el transporte por medio de máquinas cargadoras de elementos y materiales hacia la primera planta alta, misma que está dedicada exclusivamente a bodegas de almacenamiento.

Por su parte, en la segunda planta alta destinada a oficinas administrativas, se encuentran dos baños (hombre y mujer), cada uno equipado con tres inodoros y tres lavamanos, una sala de comedor, dos salas de reuniones, dos oficinas máster, tres oficinas regulares, cubículos de trabajo y ocho ventanas (al igual que la primera planta alta). El acceso a esta planta es únicamente por la escalera metálica.

Finalmente, la cubierta (no accesible) cuenta con una pendiente del 1% para facilitar el drenaje de aguas lluvias, y sobre esta reposan diez tragaluces que proporcionan iluminación natural a las oficinas.

En la figura 5 se presenta la vista arquitectónica en 3D del edificio. Cabe mencionar que en la sección de anexos se adjuntarán los planos arquitectónicos completos.

## Figura 5

### *Diseño arquitectónico del complejo industrial multifuncional*



*Nota.* Elaboración propia.

### 3.1.2 Diseño Estructural

#### 3.1.2.1 Definición de cargas

##### Carga Viva ( $W_L$ )

Las cargas aplicadas a la estructura se analizan a partir de la primera planta alta, la cual corresponde a bodegas de almacenamiento. Según la tabla 9 de la NEC-SE-CG, la carga viva para bodegas livianas es de  $6 \text{ KN/m}^2$ , mientras que para las bodegas pesadas es de  $12 \text{ KN/m}^2$ . En este proyecto se seleccionó  $10 \text{ KN/m}^2$  como carga viva para la primera planta alta, siendo este un valor intermedio entre dicho rango.

Bajo esta misma norma se obtuvo la carga viva para la segunda planta alta (oficinas administrativas) y para la cubierta inclinada, cuyos valores son de  $2.4 \text{ KN/m}^2$  y  $0.7 \text{ KN/m}^2$

respectivamente. En la tabla 4 se presenta un resumen de las cargas vivas consideradas en el proyecto.

**Tabla 4**

*Magnitudes de las cargas vivas del proyecto por piso*

Piso	Carga [KN/m <sup>2</sup> ]
Primera planta alta (bodegas de almacenamiento)	10
Segunda planta alta (oficinas)	2.4
Cubierta inclinada	0.7

### Carga Muerta ( $W_D$ )

Se debe considerar el peso de los elementos estructurales de acero, cuyo valor recomendado es de  $30 \text{ kg/m}^2$ . El cálculo para el peso de las paredes externas de hormigón es el siguiente, considerando ladrillos de 12x8x26 cm:

$$W_{\text{paredes}} = 32 \frac{\text{unidades}}{\text{m}^2 \text{ de pared}} * \frac{1.7 \text{ m}^2 \text{ de pared}}{1 \text{ m}^2 \text{ losa}} * \frac{3.5 \text{ kg}}{\text{unidad}}$$

$$W_{\text{paredes}} = 190.4 \text{ kg/m}^2 \text{ losa}$$

Debido a que en la primera planta alta no se necesitan paredes internas, se debe calcular un peso de paredes por metro lineal, que pueda ser utilizado para estimar el peso total de dicha planta. Para ello, se debe multiplicar las unidades de ladrillos con las dimensiones antes especificadas, que caben en un metro cuadrado de pared por su peso y la altura de esta, siendo de 3.5m tal como se muestra a continuación:

$$W_{\text{paredes}_P1} = 32 \frac{\text{unidades}}{\text{m}^2 \text{ de pared}} * \frac{3.5 \text{ kg}}{\text{unidad}} * 3.5\text{m}$$

$$W_{paredes_{P1}} = 392 \text{ kg/m}$$

Para la losa se seleccionó la NOVALOSA 55 de Novacero con un espesor de placa de 0.76 mm cuyo peso es de  $7.47 \text{ kg/m}^2$ . Además, se definió una separación entre apoyos de 2m con una altura de hormigón de 5 cm que aporta un peso adicional de  $179.8 \text{ kg/m}^2$ . Con estas características se cumple con la carga viva más crítica ( $1 \text{ Ton/m}^2$ ), tal como se observa en la figura 6.

### Figura 6

Selección de la separación entre apoyos según la carga viva demandante y los espesores de losa requeridos.

Carga Viva no Factorada Novalosa 55 mm {e} [kg/m <sup>2</sup> ]														
Espesor placa colaborante (mm)	Espesor losa {a} (cm)	Separación entre apoyos (m)												
		1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
0,76	5	1714	1325	1047	841	684	562	465	387	323	270	226	188	156
	6	2007	1552	1227	987	804	662	549	457	383	321	269	225	188
	8	2622	2031	1608	1295	1057	872	725	607	510	429	362	305	256
	10	3264	2530	2006	1618	1322	1093	910	763	643	543	460	389	329
	12	3924	3044	2415	1950	1596	1320	1102	925	781	661	561	476	404
	14	4596	3568	2833	2288	1875	1553	1297	1091	922	782	665	566	481
	16	5277	4099	3256	2632	2158	1788	1495	1259	1066	905	771	657	560
1,00	5	2261	1757	1396	1129	926	768	643	542	459	390	333	284	243
	6	2646	2057	1636	1324	1087	903	756	638	542	462	394	338	289
	8	3460	2693	2144	1738	1429	1189	998	844	718	614	526	452	389
	10	4314	3360	2677	2172	1788	1490	1252	1061	905	775	666	574	495
	12	5194	4047	3227	2621	2159	1800	1515	1286	1097	942	811	700	606
	14	6091	4749	3789	3079	2538	2118	1784	1515	1295	1112	959	830	719
	16	7003	5462	4359	3544	2923	2441	2058	1749	1496	1286	1110	962	835

*Nota.* Se debe escoger el mínimo espesor posible que cumpla con la carga viva demandante para optimizar costos. Imagen obtenida del catálogo de Novalosa.

El cálculo del peso total de la losa es el siguiente:

$$W_{losa\_placa} = 7.47 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{losa\_hormigón} = 179.8 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{losa} = W_{losa\_placa} + W_{losa\_hormigón}$$

$$W_{losa} = 187 \text{ kg/m}^2$$

En la tabla 5 se presenta un resumen de las cargas que intervienen en el cálculo de la carga muerta total de la estructura, para determinar posteriormente la carga muerta por cada piso.

**Tabla 5**

*Cargas de los elementos que intervienen en el cálculo de la carga muerta total del complejo industrial*

Elemento	Carga [kg/m <sup>2</sup> ]
Columnas y vigas ( $W_{pp}$ )	30
Paredes	190.4
Enlucido	107
Cerámica	40
Tumbado	6.05
Instalaciones	10
Tragaluces (vidrio 12mm)	40
Losa	187
Cubierta	12

*Nota.* El peso de las paredes de la primera planta alta es 392 kg/m.

### **Carga muerta de la primera planta alta**

En este piso no se consideró la carga de la cerámica, ya que su uso está dirigido a bodegas de almacenamiento, donde se prevé el tránsito de máquinas pesadas. Por el contrario, se optó por la técnica de hormigón pulido, cuyo peso es despreciable. Además, no se incluye el peso de las paredes en  $kg/m^2$  mencionado en la tabla 5, ya que este piso solo contiene paredes externas de hormigón, sin embargo, en cálculos posteriores se agregará el peso estimado acorde a la densidad de paredes en  $kg/m$ . A continuación, se muestra la carga muerta del piso 1:

$$WD_{P1} = W_{pp} + W_{enlucido} + W_{tumbado} + W_{instalaciones} + W_{losa}$$

$$WD_{P1} = 0.34 \text{ Ton/ m}^2$$

### **Carga muerta de la segunda planta alta**

Este piso al ser solo oficinas administrativas incluirá revestimiento de cerámica y paredes internas, por lo que se consideran ambas cargas en el diseño estructural.

$$WD_{P2} = W_{pp} + W_{paredes} + W_{enlucido} + W_{tumbado} + W_{instalaciones} + W_{piso} + W_{losa}$$

$$WD_{P2} = 0.571 \text{ Ton/ m}^2$$

### **Carga muerta de la cubierta**

$$WD_{P2} = 0.5 * W_{pp} + W_{cubierta} + W_{tragaluces} + W_{instalaciones}$$

$$WD_{P2} = 0.077 \text{ Ton/ m}^2$$

#### **3.1.2.2 Combinaciones de Carga**

Se calcula por cada piso la combinación 2 que propone la NEC-SE-CG en la sección

3.4.3 literal a, tal como se muestra a continuación:

$$W_c = 1.2 * W_D + 1.6 * W_L$$

#### **Primera Planta Alta**

$$W_{cP1} = 1.2 * (0.374 \text{ Ton/ m}^2) + 1.6 * (1 \text{ Ton/ m}^2)$$

$$W_{cP1} = 2.008 \text{ Ton/ m}^2$$

#### **Segunda Planta Alta**

$$W_{cP2} = 1.2 * (0.571 \text{ Ton/ m}^2) + 1.6 * (0.24 \text{ Ton/ m}^2)$$

$$W_{cP2} = 1.069 \text{ Ton/ m}^2$$

#### **Cubierta**

$$W_{cc} = 1.2 * (0.077 \text{ Ton/ m}^2) + 1.6 * (0.07 \text{ Ton/ m}^2)$$

$$W_{cc} = 0.204 \text{ Ton/ m}^2$$

En la tabla 6 se presenta un resumen de las cargas muertas por piso y su respectiva combinación.

**Tabla 6**

*Resumen de cargas muertas y combinadas del proyecto*

<b>Piso</b>	<b>Carga muerta [Ton/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Carga combinada [Ton/m<sup>2</sup>]</b>
Primera Planta Alta	0.340	2.008
Segunda Planta Alta	0.571	1.069
Cubierta	0.077	0.204

### **3.1.2.3 Predimensionamiento de Vigas Secundarias**

#### **Primera Planta Alta**

El acero seleccionado es A-36, ya que según las especificaciones de la ASTM resulta ideal tanto para perfiles de vigas tipo como para columnas tubulares de sección cuadrada. Sus propiedades son las siguientes:

**Tabla 7**

*Propiedades mecánicas del acero A-36*

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Esfuerzo mínimo de fluencia ( <b>F<sub>y</sub></b> )	36	<i>ksi</i>
Esfuerzo de tensión ( <b>F<sub>u</sub></b> )	60	<i>ksi</i>
Módulo de Elasticidad	29000	<i>ksi</i>

*Nota.* El **F<sub>u</sub>** varía entre 58 a 80 ksi, en este caso se seleccionó un valor intermedio del rango.

Conociendo la viga secundaria más crítica (generalmente las centrales), su longitud y la separación entre apoyos (ver la figura 6) se procede a utilizar las siguientes fórmulas para determinar la sección correspondiente:

$$Q_{vs} = sep_{vigas} * W_{CP1}$$

$$M_{vs} = Q_{vs} * (l_{vs}^2 / 8)$$

$$Z_r = \frac{M_{vs}}{\phi * Fy}$$

Donde:

$sep_{vigas} = 2 \text{ m}$  ; Separación entre vigas secundarias

$l_{vs} = 5.9 \text{ m}$  ; Longitud de la viga secundaria

$\phi = 0.9$ ; Coeficiente del método LRFD

$Q_{vs}$  = Carga lineal de la viga secundaria [Ton/m]

$M_{vs}$  = Momento [Ton\* m]

$Z_r$  = Módulo plástico [cm<sup>3</sup>]

A continuación, se muestra el procedimiento de cálculo utilizando los datos previamente mencionados:

$$Q_{vs} = \left( 2 \text{ m} * 2.008 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \right)$$

$$Q_{vs} = 4.017 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

$$M_{vs} = 4.017 \frac{\text{Ton}}{\text{m}} * \left( \frac{(5.90 \text{ m})^2}{8} \right)$$

$$M_{vs} = 17.478 \text{ Ton} * \text{m}$$

$$Z_r = \frac{17.478 \text{ Ton} * \text{m}}{0.9 * 25310 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}}$$

$$Z_r = 767.269 \text{ cm}^3$$

Luego, se escoge el perfil IPE cuyo módulo plástico ( $Z_r$ ) sea mayor o igual al valor determinado. En este caso se revisó el catálogo de IMPORT ACEROS y se seleccionó el perfil que se observa en la figura 7:

**Figura 7**

*Catálogo de perfiles laminados IPE*

PERFILES IPE																					
Perfil	Dimensiones							Términos de la sección										Agujeros			Peso p kp/m
	h mm	b mm	e mm	e <sub>1</sub> mm	r mm	h <sub>1</sub> mm	u mm	A cm	S <sub>x</sub> cm <sup>2</sup>	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>e</sub> cm <sup>6</sup>	w mm	a mm	e <sub>2</sub> mm	
IPE 80	80	46	3,8	5,2	5	60	328	7,64	11,6	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05	0,721	118			3,8	6,00
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	75	400	10,3	19,7	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24	1,140	351			4,1	8,10
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7	93	475	13,2	30,4	318	53,0	4,90	27,7	8,65	1,45	1,770	890	35		4,4	10,4
IPE 140	140	73	4,7	6,9	7	112	551	16,4	44,2	541	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65	2,630	1981	40	11	4,7	12,9
IPE 160	160	82	5,0	7,4	9	127	623	20,1	61,9	869	109	6,58	68,3	16,7	1,84	3,640	3959	44	13	5	15,8
IPE 180	180	91	5,3	8,0	9	146	698	23,9	83,2	1320	146	7,42	101	22,2	2,05	5,060	7431	48	13	5,3	18,8
IPE 200	200	100	5,6	8,5	12	159	788	28,5	110	1940	194	8,26	142	28,5	2,24	6,670	12990	52	13	5,6	22,4
IPE 220	220	110	5,9	9,2	12	178	848	33,4	143	2770	252	9,11	205	37,3	2,48	9,150	22670	58	17	5,9	26,2
IPE 240	240	120	6,2	9,8	15	190	922	39,1	183	3890	324	9,97	284	47,3	2,69	12,00	37390	65	17	6,2	30,7
IPE 270	270	135	6,6	10,2	15	220	1040	45,9	242	5790	429	11,2	420	62,2	3,02	15,40	70580	72	21	6,6	36,1
IPE 300	300	150	7,1	10,7	15	249	1160	53,8	314	8360	557	12,5	604	80,5	3,35	20,10	125900	80	23	7,1	42,2
IPE 330	330	160	7,5	11,5	18	271	1250	62,6	402	11770	713	13,7	788	98,5	3,55	26,50	199100	85	25	7,5	49,1
IPE 360	360	170	8,0	12,7	18	299	1350	72,7	510	16270	904	15,0	1040	123	3,79	37,30	313600	90	25	8	57,1
IPE 400	400	180	8,6	13,5	21	331	1470	84,5	657	23130	1160	16,5	1320	146	3,95	48,30	490000	95	28	8,6	66,3
IPE 450	450	190	9,4	14,6	21	379	1610	98,8	851	33740	1500	18,5	1680	176	4,12	65,90	791000	100	28	9,4	77,6
IPE 500	500	200	10,2	16,0	21	426	1740	116	1100	48200	1930	20,4	2140	214	4,31	91,80	1249000	110	28	10,2	90,7
IPE 550	550	210	11,1	17,2	24	468	1880	134	1390	67120	2440	22,3	2640	254	4,45	122,0	1884000	115	28	11,1	106
IPE 600	600	220	12,0	19,0	24	514	2010	155	1760	92080	3070	24,3	3390	308	4,66	172,0	2846000	120	28	12,0	122

*Nota.* Información extraída del fabricante IMPORT ACEROS.

Este perfil debe ser ingresado al software SAP2000 donde se comprobará si cumple con los criterios de diseño. En este caso no cumplió por capacidad, por lo cual se selecciona el siguiente perfil IPE 400, mismo que satisface los requerimientos de diseño de la viga.

Se repite el mismo procedimiento para determinar el perfil de las vigas secundarias de la segunda planta alta, empezando por seleccionar la separación de apoyos que cumpla con la carga viva demandante de dicha planta (ver figura 6).

### 3.1.2.4 Predimensionamiento de Vigas Principales

#### Primera Planta Alta

Se utilizan las fórmulas presentadas en la sección 3.1.2.3 reemplazando la separación de apoyos por un ancho tributario. La viga seleccionada es una perimetral, por lo tanto, se tienen los siguientes datos:

$$ancho_t = \frac{l_{vs}}{2}; \text{ ancho tributario} = 2.95 \text{ m}$$

$$l_{vp} = 6.7 \text{ m}; \text{ Longitud de la viga principal}$$

Reemplazando los datos se tiene que:

$$Q_{vp} = ancho_t * W_{CP1}$$

$$Q_{vp} = \left( 2.95 \text{ m} * 2.008 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \right) + 0.392 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

$$Q_{vs} = 6.317 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

$$M_{vs} = 6.317 \frac{\text{Ton}}{\text{m}} * \left( \frac{(6.7 \text{ m})^2}{8} \right)$$

$$M_{vs} = 35.445 \text{ Ton} * \text{m}$$

$$Z_r = \frac{35.445 \text{ Ton} * \text{m}}{0.9 * 25310 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}}$$

$$Z_r = 1555.99 \text{ cm}^3$$

Según la figura 7, el perfil que satisface el módulo plástico es el IPE 500, sin embargo, este no cumple por capacidad en base a los resultados arrojados por SAP2000, por lo tanto, se selecciona el perfil IPE 550 el cual reúne los requisitos de diseño.

En la tabla 8 se observa de forma resumida los perfiles seleccionados para las vigas principales y secundarias del complejo industrial.

**Tabla 8**

*Perfiles seleccionados de vigas principales y secundarias por cada piso*

<b>Piso</b>	<b>Tipo de viga</b>	<b>Q [<math>\frac{Ton}{m}</math>]</b>	<b>M [Ton * m]</b>	<b>Z<sub>r</sub> [cm<sup>3</sup>]</b>	<b>Perfil</b>
Primera Planta Alta	Vigas Principales	6.317	35.445	1555.99	IPE 550
	Vigas Secundarias	4.017	17.478	767.269	IPE 400
Segunda Planta Alta	Vigas Principales	7.081	30.812	1352.63	IPE 330
	Vigas Secundarias	3.634	15.813	694.18	IPE 330
Cubierta	Vigas Principales	1.354	5.892	258.665	IPE 240
	Vigas Secundarias	0.511	2.223	97.609	IPE 240

*Nota.* El perfil de las vigas principales de la segunda planta alta fue originalmente un IPE 450.

Sin embargo, tras el análisis en SAP2000 se determinó que un perfil de menor tamaño era suficiente para cumplir con los requisitos de diseño.

Para la cubierta se escogió un panel polisocianurato (PIR) debido a que actúa como aislante termoacústico, brinda protección frente al fuego, es ligero y durable. El espesor del panel seleccionado es de 25 mm con una separación entre apoyos de 2.5 m, ya que cumple con la carga sobrepuesta mínima requerida según el fabricante KUBIEC (ver figura 8).

**Figura 8**

*Espesores y separación entre apoyos del panel Kutérmico PIR*

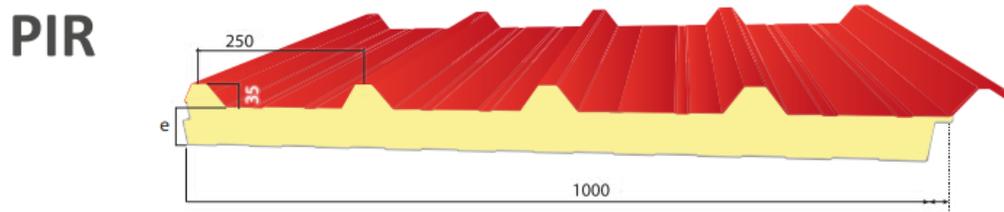


TABLA PARA PANEL KUTÉRMICO TECHO PIR															
CAPACIDADES Y EFICIENCIA		kg				Carga Sobreimpuesta (kg/m <sup>2</sup> )*									
e	R	Condiciones de Apoyo*			Separación entre apoyos (m)										
Espesor de Panel* (mm)	Resistencia Térmica (m <sup>2</sup> k/W)	Peso Panel (kg/m <sup>2</sup> )	Una Luz	Dos Luces	Tres Luces	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
15	0,75	6,79	2,25	2,4	2,6	120	100	80	-	-	-	-	-	-	-
25	1,24	7,13	2,50	2,70	2,90	160	140	110	80	-	-	-	-	-	-
50	2,49	7,98	3,50	3,70	4,10	-	240	200	180	140	110	90	80	-	-
65	3,23	8,01	4,30	4,50	4,90	-	330	280	220	200	160	145	120	110	-
100	4,98	11,6	5,25	5,60	6,10	-	480	460	390	320	280	230	200	170	150

\*Estos apoyos son consideradas para una condición de sobrecarga de 80 kg/m<sup>2</sup>.

\*Esta tabla es sólo una guía referencial, para mayor información consultar a KUBIEC

### 3.1.2.5 Predimensionamiento de Columnas

En este proyecto se realiza el predimensionamiento de la columna más crítica que contenga la mayor área tributaria, ubicada en la planta baja, ya que esta debe soportar el peso de los pisos superiores, es decir, una columna central. El perfil seleccionado se aplicará para todos los pisos y posteriormente será verificado/ajustado en el software SAP2000.

La carga que deben soportar las columnas de la planta baja es la sumatoria de la carga muerta de la primera y segunda planta alta multiplicado por el área tributaria, tal como se indica a continuación:

$$P_u = C_u * A_t$$

Donde;

$$C_u = W_{CP1} + W_{CP2} \left[ \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \right]$$

$$A_t = \left( \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{2} \right) * \left( \frac{y_1}{2} + \frac{y_2}{2} \right) \quad [m^2]$$

$$x_1 = 6.55 \text{ m} \quad x_2 = 6.70 \text{ m} \quad y_1 = 5.90 \text{ m} \quad y_2 = 5.90 \text{ m}$$

Por lo tanto, se tiene que:

$$C_u = 2.008 \frac{Ton}{m^2} + 1.069 Ton/m^2$$

$$C_u = 3.077 \frac{Ton}{m^2}$$

$$A_t = \left( \frac{6.55}{2} + \frac{6.70}{2} \right) * \left( \frac{5.90}{2} + \frac{5.90}{2} \right)$$

$$A_t = 39.088 m^2$$

$$P_u = 3.077 \frac{Ton}{m^2} * 39.088 m^2$$

$$P_u = 120.282 Ton$$

Utilizando la tabla 4-22 de la AISC “Available Critical Stress for Compression Members” se determina que para un acero A-36 ( $F_y = 36 ksi$ ) y con una esbeltez asumida de  $\frac{kL}{r} = 50$ , el  $\phi F_{cr} = 28.4 ksi$ . Con esos datos, se procede a calcular el área requerida para luego seleccionar el perfil adecuado.

$$A_r = \frac{P_u}{\phi F_{cr}}$$

$$A_r = \frac{120.282 Ton}{1.997 \frac{Ton}{cm^2}}$$

$$A_r = 60.24 cm^2$$

El perfil comercial máximo de DIPAC de un tubo estructural cuadrado tiene por base 10 mm que corresponde a un área de  $18.36 cm^2$ , lo cual no cumple con el área requerida calculada. Para que cumpla se debe seleccionar una base ( $b_c$ ) de 30 cm con un espesor ( $e$ ) de 6 mm y en este caso, se debe enviar a fabricar el perfil de las columnas con las dimensiones requeridas a DIPAC. El área de la columna seleccionada es la siguiente:

$$A_c = b_c^2 - (b_c - 2 * e)^2$$

$$A_c = 70.56 \text{ cm}^2$$

Cabe mencionar que se debe comprobar en SAP2000 si esta sección cumple por esbeltez (relación ancho/espesor). En este caso no cumplió, por lo tanto, se cambia la sección por una columna tubular de 20cmx20cm con un espesor de 12 mm, cuya área es de  $90.24 \text{ cm}^2$ , tal como se indica en la tabla 9.

**Tabla 9**

*Especificaciones de diseño del perfil de la columna seleccionada*

<b>Perfil</b>	Tubo estructural cuadrado
<b>Base</b>	20 cm
<b>Altura</b>	20 cm
<b>Espesor</b>	12 mm
<b>Área</b>	$90.24 \text{ cm}^2$ .

*Nota.* Esta sección debe ser enviada a fabricarse, ya que no se comercializan perfiles tubulares cuadrados mayores a 15 cm de base.

### 3.1.2.6 Diseño Sísmico

#### Tipo de Suelo y Factor Z

El proyecto se ubica en la parroquia El Salto, del cantón Babahoyo cuyo suelo es tipo “E” según las especificaciones de la tabla 1, sección 2.4. Además, el factor sísmico (Z) del cantón es 0.3 según la tabla 19 “Poblaciones Ecuatorianas y Valor del Factor Z” de la NEC-SE-DS.

#### Coeficientes del perfil de suelo $F_a$ , $F_d$ , y $F_s$

Se seleccionan los coeficientes de perfil de suelo  $F_a$ ,  $F_d$ , y  $F_s$  según las tablas 3, 4, 5 de la NEC-SE-DS respectivamente.

**Tabla 10***Coeficiente de amplificación de suelo  $F_a$* 

Tipo de perfil del subsuelo	Zona Sísmica y Factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
<b>A</b>	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
<b>B</b>	1	1	1	1	1	1
<b>C</b>	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
<b>D</b>	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
<b>E</b>	1.8	1.4	1.25	1.1	1	0.85
<b>F</b>	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

*Nota.* Información obtenida de la tabla 3 “Tipo de suelo y factores de sitio  $F_a$ ” de la NEC-SE-DS (2014).

En base al tipo de suelo (E) y el factor sísmico (0.3) previamente definidos,  $F_a = 1.25$

**Tabla 11***Coeficiente de amplificación de suelo  $F_a$* 

Tipo de perfil del subsuelo	Zona Sísmica y Factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
<b>A</b>	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
<b>B</b>	1	1	1	1	1	1
<b>C</b>	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
<b>D</b>	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
<b>E</b>	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
<b>F</b>	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

*Nota.* Información obtenida de la tabla 4 “Tipo de suelo y factores de sitio  $F_a$ ” de la NEC-SE-DS (2014).

En este caso,  $F_d = 1.7$

**Tabla 12**

*Coefficiente del comportamiento no lineal de los suelos  $F_s$*

Tipo de perfil del subsuelo	Zona Sísmica y Factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	<b>0.30</b>	<b>0.35</b>	<b>0.40</b>	<b><math>\geq 0.5</math></b>
<b>A</b>	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
<b>B</b>	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
<b>C</b>	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
<b>D</b>	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
<b>E</b>	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
<b>F</b>	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

*Nota.* Información obtenida de la tabla 5 “Tipo de suelo y factores del comportamiento inelástico del subsuelo  $F_s$ ” de la NEC-SE-DS (2014).

En este caso,  $F_s = 1.7$

### **Coefficiente $\eta$**

La NEC-SE-DS propone los siguientes coeficientes según la zona del proyecto:

$\eta = 1.80$ : Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas)

$\eta = 2.48$ : Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos

$\eta = 2.60$ : Provincias del Oriente

Debido a que Babahoyo se ubica en la Provincia de los Ríos, región Costa,  $\eta = 1.80$

### **Coefficiente r**

El valor del coeficiente r depende del tipo de suelo en el que se encuentre el proyecto. La NEC-SE-DS indica que:

$r = 1$ ; para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E.

$r = 1.5$ ; para el suelo tipo E.

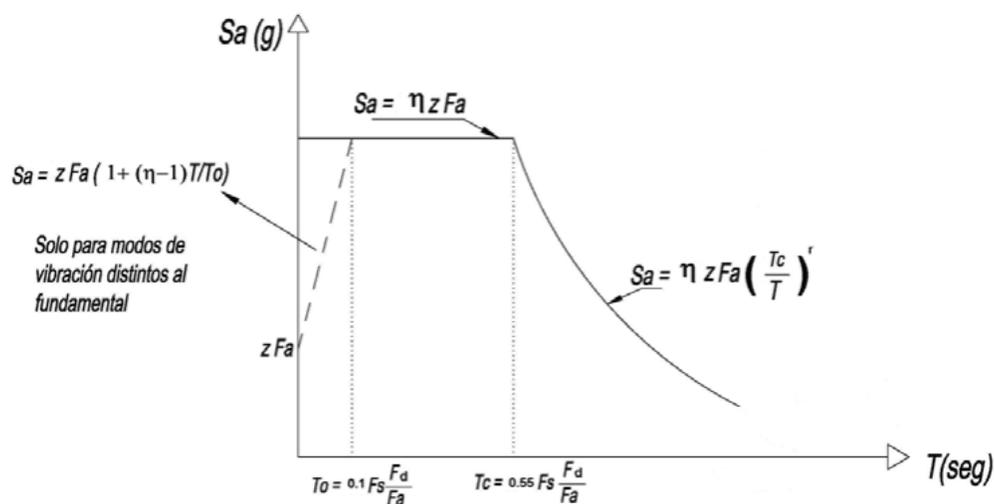
En este caso,  $r = 1.5$  ya que el suelo de estudio corresponde al tipo E.

### Espectro de Respuesta Elástico

La NEC-SE-DS detalla las variables necesarias para realizar la gráfica del espectro de respuesta elástico (ver figura 9), en el cual el eje de las x corresponde al periodo fundamental de vibración de la estructura ( $T$ ) y el eje de las y corresponde al espectro de respuesta elástico ( $S_a$ ), cuyo valor depende del periodo de vibración.

### Figura 9

*Espectro de respuesta elástico de aceleraciones  $S_a$*



*Nota.* Gráfica extraída de la NEC-SE-DS (2014) sección 3.3.1.

Para elaborar la gráfica, se realiza una iteración en la que  $T$  varía generalmente de 0 a 4 segundos, y dependiendo del rango en el que este se encuentre, se aplica la fórmula correspondiente para  $S_a$  tal como se indica en la figura 9. A continuación se calcula los parámetros  $T_0$  y  $T_c$ , clave para la formación del espectro:

$$T_0 = 0.1 * F_S * \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_0 = 0.1 * 1.7 * \frac{1.7}{1.25} = 0.231 \text{ s}$$

$$T_c = 0.55 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_c = 0.55 * 1.7 * \frac{1.7}{1.25} = 1.272 \text{ s}$$

Una vez completada la gráfica, se selecciona el valor de  $S_a$  que resulte del periodo de vibración de la estructura ( $T$ ), el cual se determina utilizando el método 1 descrito en la sección 6.3.3 de la NEC-SE-DS, mediante la siguiente fórmula:

$$T = C_t * h_n^\alpha$$

Donde;

$C_t$ : Coeficiente que depende del tipo de edificio.

$h_n$ : Altura máxima de la edificación de  $n$  pisos, medida en metros desde la base de la estructura.

**Tabla 13**

*Coeficientes  $C_t$  y  $\alpha$  según el tipo de estructura*

<b>Tipo de estructura</b>	<b><math>C_t</math></b>	<b><math>\alpha</math></b>
<b>Estructuras de acero</b>		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
<b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadores	0.055	0.9
Con muros estructurales y diagonales rigidizadores y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

*Nota.* Información extraída de la sección 6.3.3 de la NEC-SE-DS.

En este caso, la estructura no presenta arriostramientos por lo cual los valores de  $C_t$  y  $\alpha$  son 0.072 y 0.8 respectivamente. Considerando que la altura máxima del proyecto es de 12 metros, se tiene que:

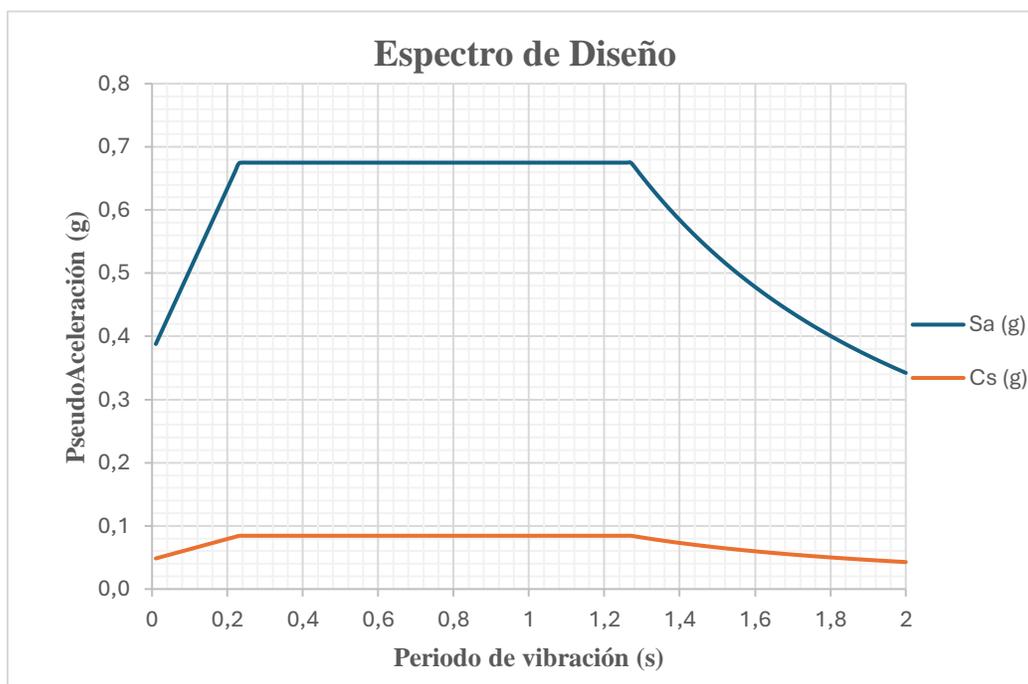
$$T = 0.072 * 12^{0.8}$$

$$T = 0.53 \text{ s}$$

Con este resultado se obtiene  $S_a$  cuyo valor es 0.675 g tal como se observa en la figura 10.

### Figura 10

*Espectro de respuesta elástico ( $S_a$ ) e inelástico ( $C_s$ )*



*Nota.*  $C_s$  es el coeficiente del espectro inelástico que depende del periodo fundamental y será explicado en la siguiente sección.

### Espectro Inelástico ( $C_s$ )

Este valor es el que se incluye en el software SAP2000 para el diseño sísmico, depende del  $S_a$  y por ende del periodo de vibración ( $T$ ). A continuación, se presenta la fórmula que propone la normativa para calcularlo:

$$C_s = \frac{S_a * I}{R * \emptyset_p * \emptyset_e}$$

Donde;

$S_a$ : Espectro de respuesta elástico

I: Coeficiente de importancia

R: Factor de reducción de resistencia

$\emptyset_p$ : Factor de regularidad en planta

$\emptyset_e$ : Factor de regularidad en elevación

## Figura 11

*Coeficiente de importancia (I)*

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
<b>Edificaciones esenciales</b>	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras substancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras substancias peligrosas.	1.5
<b>Estructuras de ocupación especial</b>	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
<b>Otras estructuras</b>	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

*Nota.* Figura extraída de la sección 4.1 de la NEC-SE-DS, tabla 6 “Tipo de uso, destino e importancia de la estructura”.

El complejo industrial multifuncional pertenece a la categoría “Otras estructuras” por lo que, el coeficiente de importancia es 1.

**Tabla 14**

*Factor de reducción de resistencia (R) para sistemas estructurales dúctiles*

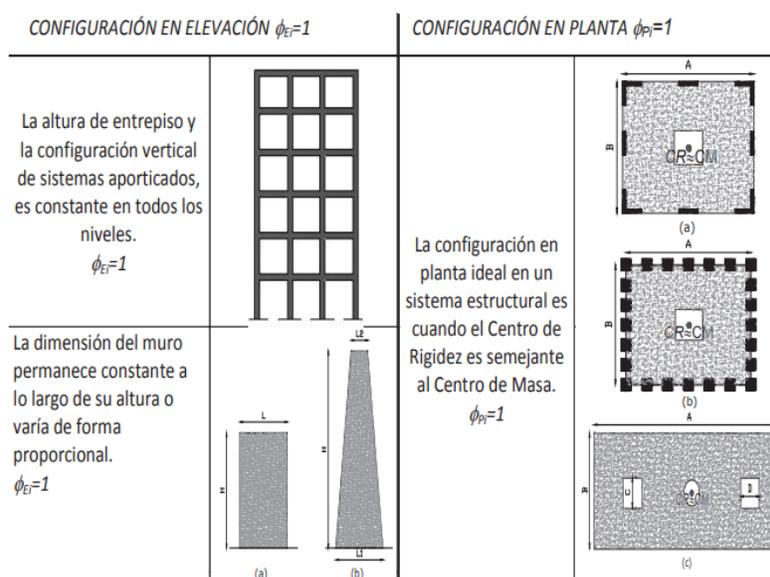
<b>Sistemas Estructurales Dúctiles</b>	<b>R</b>
<b>Sistemas Duales</b>	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadores (sistemas duales).	8
Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadores (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadores (excéntricas o concéntricas).	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadores.	7
<b>Pórticos resistentes a momentos</b>	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
<b>Otros sistemas estructurales para edificaciones</b>	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

*Nota.* Información extraída de la tabla 15 “Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles” de la NEC-SE-DS.

En este caso, el proyecto corresponde a la categoría de pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas, cuyo coeficiente R es 8.

## Figura 12

### Regularidad en planta y elevación



*Nota.* Figura extraída de la sección 5.2.1 de la NEC-SE-DS, tabla 11 “Configuraciones estructurales recomendadas”.

El diseño estructural del proyecto cumple con todas las indicaciones de la figura 12, por lo tanto  $\phi_p$  y  $\phi_e$  son 1. Con los valores previamente descritos, se procede a calcular  $C_s$  cuyo resultado se puede observar en la figura 10.

$$C_s = \frac{0.675 * 1}{8 * 1 * 1}$$

$$C_s = 0.084 \text{ g}$$

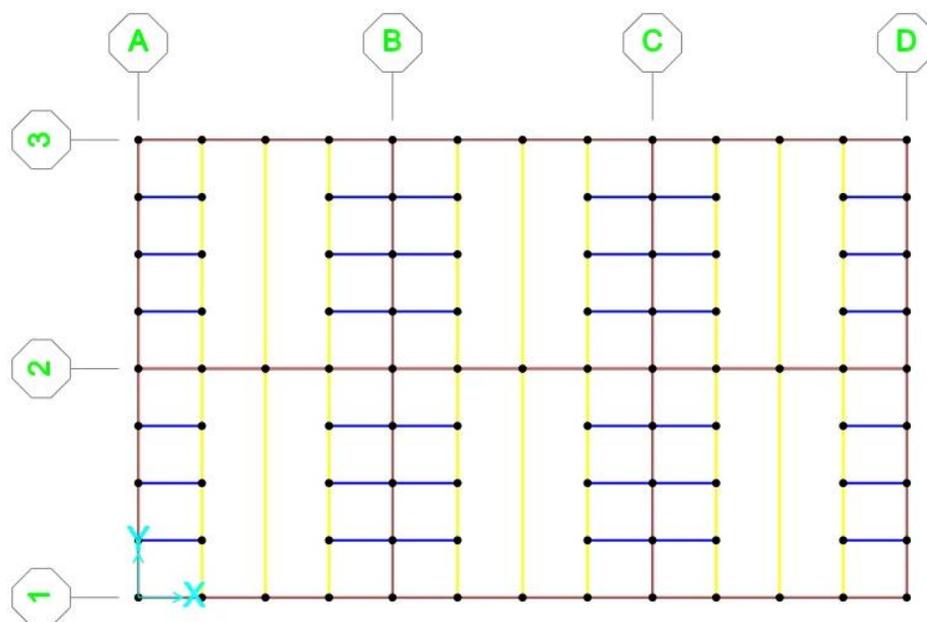
## Tabla 15

### Resumen de datos sísmicos del proyecto

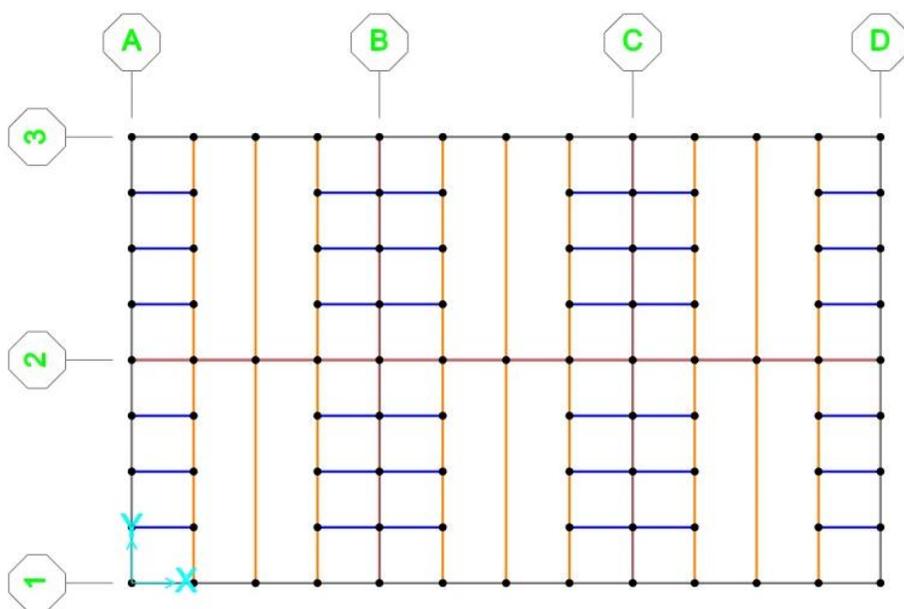
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Tipo de suelo	E
Factor Z	0.3
$F_a$	1.25
$F_d$	1.7
$F_s$	1.7
$\eta$	1.80
r	1.5
$C_t$	0.072
$\alpha$	0.8
$T_0$	0.231
$T_c$	1.272
T	0.53
Sa	0.675
I	1
R	8
$\emptyset_p$ y $\emptyset_e$	1
$C_s$	0.084

### **3.1.2.7 Modelado Estructural en SAP2000**

Se dibuja la estructura en el software y se agregan las cargas viva y muerta previamente calculadas, asignando el material a cada elemento estructural con los perfiles calculados en el predimensionamiento. Además, se incluyen las combinaciones de carga propuesta por la NEC-SE-CG en la sección 3.4.3. y se crea la envolvente (sumatoria de todas las combinaciones de carga). Luego se corre el programa y se verifica si todos los elementos estructurales cumplieron con los criterios de diseño. A continuación, se muestra las vistas en planta y en 3D de la estructura en el programa:

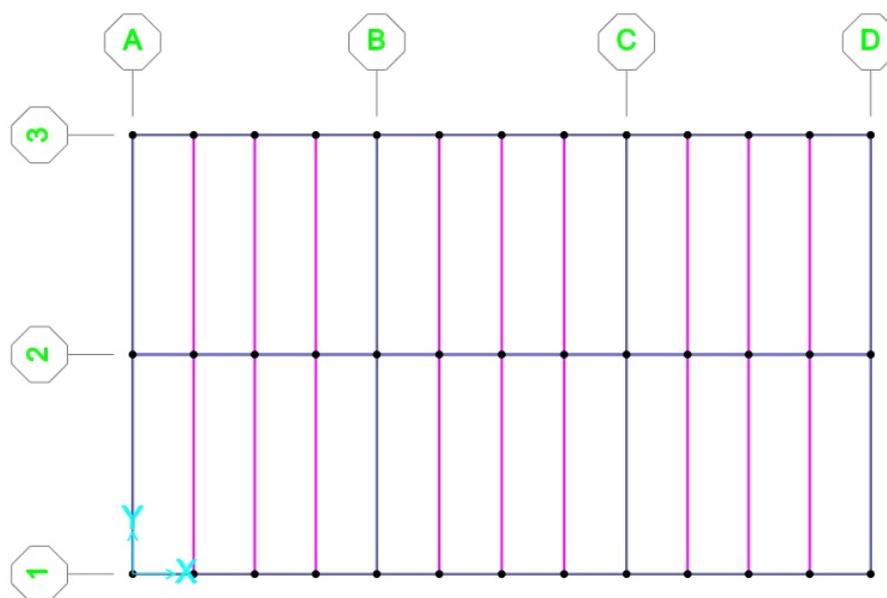
**Figura 13***Modelo estructural de la primera planta alta*

*Nota.* Los elementos de color azul no son estructurales, sirven para mejorar el arriostramiento de las vigas.

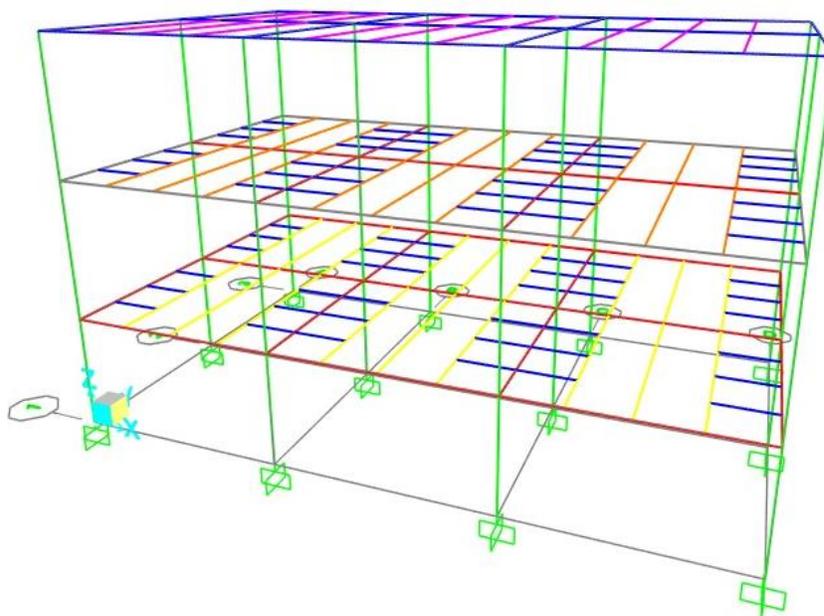
**Figura 14***Modelo estructural de la segunda planta alta*

**Figura 15**

*Modelo estructural de la cubierta*

**Figura 16**

*Vista 3D de la estructura*



El peso de la estructura lo calcula el programa, cuyo valor es:

$$W_p = 332.8 \text{ Ton}$$

El cortante basal (V) se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$V = W_p * C_s$$

$$V = 332.8 T * 0.084$$

$$V = 28.08 \text{ Ton}$$

### 3.1.2.8 Comprobación de Derivas

La comprobación por derivas es primordial para asegurar que los perfiles seleccionados de los elementos estructurales garantizan la estabilidad y deformación permisible de la estructura. En caso de que la estructura exceda los límites de deformación permisible descritos en la tabla 16, se debe redimensionar la sección de los perfiles.

#### Deriva elástica ( $\Delta_E$ )

$$\Delta_E = \frac{\delta_i - \delta_{i-1}}{h_i}$$

Donde;

$\delta_i$ : Deformada del piso i [m]

$\delta_{i-1}$ : Deformada del piso i-1 [m]

$h_i$ : Altura del piso i [m]

El software SAP2000 ya calcula la deriva elástica por cada piso, pero no la divide para la altura del mismo.

#### Deriva máxima inelástica ( $\Delta_M$ )

Debe calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_E$$

Donde;

R: Factor de reducción de resistencia (tabla 14)

$\Delta_E$ : Deriva elástica

**Tabla 16**

*Límites permisibles de las derivas de los pisos según el tipo de estructura.*

<b>Estructuras de:</b>	<b><math>\Delta_M</math> máxima (sin unidad)</b>
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

*Nota.* Información extraída de la sección 4.2.2 de la NEC-SE-DS, tabla 7 “Valores de  $\Delta_M$  máximos, expresados como fracción de la altura de piso”

En la tabla 17 se presentan los resultados de derivas determinados por el software (deriva elástica) y las derivas calculadas (derivadas inelásticas).

**Tabla 17**

*Derivas elásticas e inelásticas del proyecto*

<b>Piso</b>	<b>h (m)</b>	<b>Deriva</b>	<b>Deriva</b>	<b>Deriva</b>		<b>Deriva Inelástica</b>	
		<b>Elástica X</b>	<b>Elástica Y</b>	<b>Elástica/Altura</b>		<b>X</b>	<b>Y</b>
		<b>m</b>	<b>m</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>Sismo X</b>							
1	3,5	0,00166	0,0E+00	4,7E-04	0,0E+00	0,28%	0,00%
2	4,3	0,00427	0,0E+00	9,9E-04	0,0E+00	0,60%	0,00%
Cubierta	4,2	5,9E-03	0,0E+00	1,4E-03	0,0E+00	0,84%	0,00%
<b>Sismo Y</b>							
1	3,5	0,0E+00	1,9E-03	0,00054	5,4E-04	0,33%	0,33%
2	4,3	0,0E+00	4,9E-03	0,00113	1,1E-03	0,68%	0,68%
Cubierta	4,2	0,00E+00	4,81E-03	0,00115	1,15E-03	0,69%	0,69%

Como se observa en la tabla 17, ningún piso excede la deriva máxima permisible (2%), por lo tanto, la deformación es aceptable.

### 3.1.2.9 Índice de Estabilidad

$$Q_i = \frac{P_i * \Delta_i}{V_i * h_i}$$

Donde;

$Q_i$ : índice de estabilidad

$P_i$ : Suma de la carga vertical total sin mayorar [Ton]

$\Delta_i$ : Deriva del piso i

$V_i$ : Cortante sísmico del piso i

$h_i$ : Altura del piso i

El software determina los valores de  $P_i$  y  $V_i$ , mientras que la  $\Delta_i$  se refiere a la deriva elástica en metros de la tabla 17. Además, la normativa indica que el índice de estabilidad de cada piso debe ser menor o igual a 0.30, en caso de que no se cumpla se debe redimensionar la sección de los perfiles. A continuación se presentan los resultados:

**Tabla 18**

*Comprobación del índice de estabilidad de cada piso del proyecto*

Piso	$P_i$ (Ton)	$V_i$ (Ton)	$\Delta$ (m)	$h_i$ (m)	$Q_i$	Chequeo
<b>Sismo X</b>						
1	624,99	3,60	0,00166	3,5	0,0823	Si Cumple
2	223,14	2,66	0,00427	4,3	0,0832	Si Cumple
Cubierta	19,54	1,07	5,88E-03	4,2	0,0255	Si Cumple
<b>Sismo Y</b>						
1	624,99	3,60	1,90E-03	3,5	0,0944	Si Cumple
2	223,14	2,66	4,86E-03	4,3	0,0948	Si Cumple

Cubierta	19,54	1,07	4,81E-03	4,2	0,0209	Si Cumple
----------	-------	------	----------	-----	--------	-----------

### 3.1.3 Diseño de Cimentación

La caracterización del suelo es primordial para iniciar con los cálculos geotécnicos. En este caso, el análisis de la tabla 1 y 2 establece que el tipo de suelo del proyecto es arcilloso-limoso, lo que se clasifica como un suelo cohesivo. A continuación, se presentan detalles importantes para el diseño de la cimentación:

**Tabla 19**

*Datos iniciales del suelo*

Parámetro	Cantidad	Unidad
$c'$	0	KPa
$\emptyset$	30	°
$\gamma_{suelo}$	18	$KN/m^3$
$\gamma_w$	10	$KN/m^3$
$\gamma_H$	23.6	$KN/m^3$

*Nota.*  $\gamma_{suelo}$  se refiere al peso específico del suelo,  $\gamma_w$  es el peso específico del agua y  $\gamma_H$  corresponde al peso específico del hormigón.

Cabe mencionar que se desconoce la presencia del nivel freático, y por esta razón se desprecia la presión de poros en los cálculos. Para el diseño se emplearán las siguientes secciones, las cuales serán verificadas en términos de capacidad y asentamiento para garantizar el cumplimiento de los requisitos técnicos:

**Tabla 20**

*Dimensiones de la cimentación cuadrada*

Parámetro	Valor [m]
B	2.0
L	2.0
e	0.5
$D_f$	1.7
$h_c = b_c$	0.3

*Nota.* B es la base de la cimentación, L la longitud, e el espesor,  $D_f$  la profundidad de desplante y  $b_c$  la base de la columna de cimentación.

### 3.1.3.1 Presión de Contacto

Para obtener la presión de contacto, se utiliza la siguiente fórmula:

$$q = \frac{P + W_f}{A} - u_D$$

Donde;

q: Presión de contacto [KPa]

P: Fuerza o carga aplicada [KN]

$W_f$ : Peso propio de la cimentación [KN]

A: Área de la cimentación [ $m^2$ ]

$u_D$ : Presión de poros en la base de la cimentación [ $KN/m^2$ ]

El peso propio de la cimentación ( $W_f$ ) se lo calcula mediante la siguiente forma:

$$W_f = \gamma_H [B * L * e + (D_f - e) * b_c * h_c] + \gamma_{suelo} [(B - b_c) * L * (D_f - e)]$$

$$W_f = 23.6 \text{ KN/m}^3 [2\text{m} * 2\text{m} * 0.5\text{m} + (1.7\text{m} - 0.5\text{m}) * 0.30\text{m} * 0.30\text{m}]$$

$$+ 18\text{KN/m}^3 [(2\text{m} - 0.3\text{m}) * 2\text{m} * (1.7\text{m} - 0.5\text{m})]$$

$$W_f = 123.19 \text{ KN}$$

La fuerza aplicada para una columna central se la obtiene mediante el programa SAP2000, cuyo valor es:

$$P = 1500 \text{ KN}$$

El área de la cimentación es la siguiente:

$$A = B * L$$

$$A = 2m * 2m$$

$$A = 4 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, se tiene que:

$$q = \frac{1500 \text{ KN} + 123.19 \text{ KN}}{4 \text{ m}^2} - 0$$

$$q = 405.80 \text{ KPa}$$

### 3.1.3.2 Capacidad de Carga Última

Se utiliza la teoría de Meyerhof (1963), el cual propone la siguiente expresión para determinar la capacidad de carga última:

$$q_{ult} = c' N_c s_c d_c i_c + q_e N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Donde;

$q_{ult}$ : Capacidad de carga última [ $\text{KN}/\text{m}^2$ ]

$c'$ : cohesión

$N_c, N_q, N_\gamma$ : Factores de capacidad de carga

$s_c, s_q, s_\gamma$ : Factores de forma

$d_c, d_q, d_\gamma$ : Factores de profundidad

$i_c, i_q, i_\gamma$ : Factores de inclinación de carga

$q_e$ : sobrecarga efectiva [ $\text{KN}/\text{m}^2$ ]

$\gamma$ : Peso específico del suelo [ $KN/m^3$ ]

$B$ : Ancho de la cimentación [m]

Los factores de carga se eligen en base al ángulo de fricción del suelo ( $\phi$ ) tal como se observa en la siguiente figura:

### Figura 17

*Factores de capacidad de carga para la teoría de Meyerhof*

$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5.14	1.00	0.00	26	22.25	11.85	12.54
1	5.38	1.09	0.07	27	23.94	13.20	14.47
2	5.63	1.20	0.15	28	25.80	14.72	16.72
3	5.90	1.31	0.24	29	27.86	16.44	19.34
4	6.19	1.43	0.34	30	30.14	18.40	22.40
5	6.49	1.57	0.45	31	32.67	20.63	25.99
6	6.81	1.72	0.57	32	35.49	23.18	30.22
7	7.16	1.88	0.71	33	38.64	26.09	35.19
8	7.53	2.06	0.86	34	42.16	29.44	41.06
9	7.92	2.25	1.03	35	46.12	33.30	48.03
10	8.35	2.47	1.22	36	50.59	37.75	56.31
11	8.80	2.71	1.44	37	55.63	42.92	66.19
12	9.28	2.97	1.69	38	61.35	48.93	78.03
13	9.81	3.26	1.97	39	67.87	55.96	92.25
14	10.37	3.59	2.29	40	75.31	64.20	109.41
15	10.98	3.94	2.65	41	83.86	73.90	130.22
16	11.63	4.34	3.06	42	93.71	85.38	155.55
17	12.34	4.77	3.53	43	105.11	99.02	186.54
18	13.10	5.26	4.07	44	118.37	115.31	224.64
19	13.93	5.80	4.68	45	133.88	134.88	271.76
20	14.83	6.40	5.39	46	152.10	158.51	330.35
21	15.82	7.07	6.20	47	173.64	187.21	403.67
22	16.88	7.82	7.13	48	199.26	222.31	496.01
23	18.05	8.66	8.20	49	229.93	265.51	613.16
24	19.32	9.60	9.44	50	266.89	319.07	762.89
25	20.72	10.66	10.88				

*Nota.* Información extraída de la tabla 3.3 del libro “Fundamentos de ingeniería de cimentaciones” séptima edición de Braja M. Das.

En este caso, el ángulo de fricción es  $30^\circ$ , por lo cual:

$$N_c = 30.14$$

$$N_q = 18.40$$

$$N_\gamma = 22.40$$

Por otro lado, los factores de forma se obtienen de las siguientes fórmulas:

Para  $\emptyset > 10$ :

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1\left(\frac{B}{L}\right)\tan^2\left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right)$$

$$s_c = 1 + 0.2\left(\frac{B}{L}\right)\tan^2\left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right)$$

Por lo tanto:

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1\left(\frac{2 \text{ m}}{2 \text{ m}}\right)\tan^2\left(45 + \frac{30}{2}\right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1.30$$

$$s_c = 1 + 0.2\left(\frac{2 \text{ m}}{2 \text{ m}}\right)\tan^2\left(45 + \frac{30}{2}\right)$$

$$s_c = 1.60$$

Las fórmulas para calcular los factores de profundidad son las siguientes:

Para  $\emptyset > 10$ :

$$d_c = 1 + 0.2\left(\frac{D_f}{B}\right)\sqrt{\tan^2\left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right)}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1\left(\frac{D_f}{B}\right)\sqrt{\tan^2\left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right)}$$

Reemplazando valores:

$$d_c = 1 + 0.2\left(\frac{1.7 \text{ m}}{2 \text{ m}}\right)\sqrt{\tan^2\left(45 + \frac{30}{2}\right)}$$

$$d_c = 1.29$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1\left(\frac{1.7 \text{ m}}{2 \text{ m}}\right)\sqrt{\tan^2\left(45 + \frac{30}{2}\right)}$$

$$d_q = d_\gamma = 1.15$$

Con respecto a los factores de inclinación, todos son 1 ya que la cimentación es perpendicular.

$$i_c, i_q, i_\gamma = 1$$

Para calcular la sobrecarga efectiva se tiene que:

$$q_e = D_f * \gamma_{suelo}$$

$$q_e = 1.7 \text{ m} * 18 \text{ KN/m}^3$$

$$q_e = 30.6 \text{ KN/m}^2$$

Finalmente, se determina la capacidad de carga última:

$$q_{ult} = 0 * 30.14 * 1.60 * 1.29 * 1 + 30.6 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} * 18.40 * 1.30 * 1.15 * 1 + 0.5 * 18 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} * 2\text{m} \\ * 22.40 * 1.30 * 1.15 * 1$$

$$q_{ult} = 1441 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

### 3.1.3.3 Capacidad de Carga Admisible

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

Donde;

$q_{adm}$ : Capacidad de carga admisible [ $\frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$ ]

$q_{ult}$ : Capacidad de carga última [ $\frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$ ]

FS: Factor de seguridad

Según la NEC-SE-GC en la tabla 6 “Factores de Seguridad Indirectos Mínimos FSIM”, el factor de seguridad para combinaciones de carga muerta + carga viva es de 3.

$$q_{adm} = \frac{1441 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}}{3}$$

$$q_{adm} = 480.3 \frac{KN}{m^2}$$

Para que el diseño de la zapata sea aceptable por capacidad, se debe cumplir que:

$$q_{adm} > q$$

q: presión de contacto

$$480.3 KPa > 405.80 KPa$$

Por lo tanto, el diseño satisface la teoría de capacidad.

Se repite el mismo procedimiento para una zapata esquinera considerando que la carga aplicada P es 470 KN y por ende, una presión de contacto de 154.74 KN, lo cual sigue cumpliendo con el criterio de capacidad de carga admisible.

### Tabla 21

*Resultados resumidos del diseño por capacidad de una zapata cuadrada central.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
$W_f$	123.19 KN
$P$	1500 KN
$A$	4 m <sup>2</sup>
$u_D$	0 KPa
$q$	405.80 KPa
$N_c$	30.14
$N_q$	18.40
$N_\gamma$	22.40
$s_c$	1.60
$s_q = s_\gamma$	1.30

$d_c$	1.29
$d_q = d_\gamma$	1.15
$i_c, i_q, i_\gamma$	1
$q_e$	30.6 KN/m <sup>2</sup>
FS	3
$q_{ult}$	1441 $\frac{KN}{m^2}$
$q_{adm}$	480.3 $\frac{KN}{m^2}$
Si cumple por capacidad	

### 3.1.3.4 Asentamiento Instantáneo

La profundidad de influencia de una zapata cuadrada es dos veces la base de esta:

$$Prof_i = 2 * B$$

$$Prof_i = 2 * 2m = 4 m$$

Lo que significa que el estudio de suelo es hasta los 5.7 m ya que se suma la profundidad de desplante (1.7m). Sin embargo, la altura de la capa de estudio tendrá una dimensión de 4 m.

Para determinar el asentamiento elástico, se utiliza la siguiente fórmula:

$$S_0 = I_0 I_1 * \frac{q_0 * B}{E_s} * (1 - \nu^2)$$

Donde;

$S_0$ : Asentamiento elástico [mm]

$I_0 I_1$ : Se los determina por medio de gráficos, los cuales están en función de  $D_f/B$  y H/B respectivamente.

$q_0$ : presión de contacto [ $\frac{KN}{m^2}$ ]

B: base de la zapata [m]

$E_s$ : Módulo de elasticidad del suelo 10000 KPa

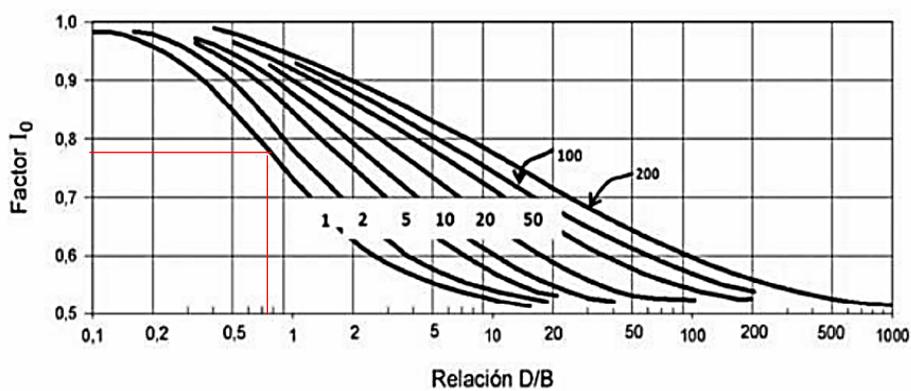
$\nu = 0.3$

$$\frac{D_f}{B} = \frac{1.7 \text{ m}}{2 \text{ m}} = 0.85$$

$$\frac{H}{B} = \frac{4 \text{ m}}{2 \text{ m}} = 2 \text{ m}$$

**Figura 18**

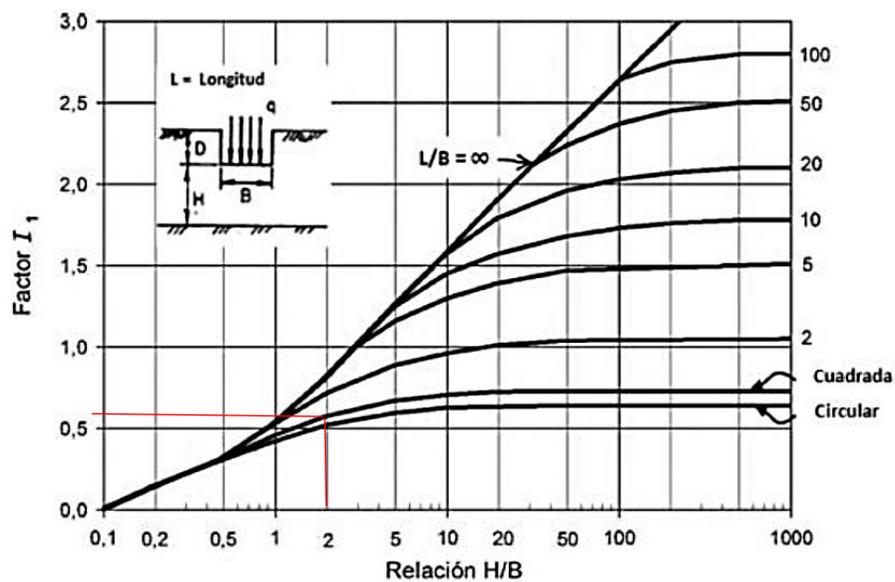
Selección del factor  $I_0$



La figura 18 indica que  $I_0 = 0.76$

**Figura 19**

Selección del factor  $I_1$



La figura 19 indica que  $I_1 = 0.6$

Reemplazando valores se tiene que:

$$S_0 = 0.76 * 0.6 * \frac{405.80 \text{ KPa} * 2 \text{ m}}{10000 \text{ KPa}} * (1 - (0.3)^2)$$

$$S_0 = 33.68 \text{ mm}$$

Se repite el mismo procedimiento con una columna esquinera, teniendo en cuenta que la presión de contacto es de 154.74 KPa, por lo tanto, el asentamiento elástico para dicho tipo de columna es:

$$S_0 = 12.84 \text{ mm}$$

### 3.1.3.5 Asentamiento por Consolidación Primaria

Para el cálculo del asentamiento por consolidación en suelos arcillosos se deben considerar dos condiciones.

Para arcillas sobreconsolidadas con  $\sigma'_o + \Delta\sigma < \sigma'_p$

$$S_1 = \frac{C_r H_c}{1 + e_o} \log \left( \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma}{\sigma'_o} \right)$$

Para arcillas sobreconsolidadas con  $\sigma'_o < \sigma'_p < \sigma'_o + \Delta\sigma$

$$S_1 = \frac{C_r H_c}{1 + e_o} \log \left( \frac{\sigma'_p}{\sigma'_o} \right) + \frac{C_c H_c}{1 + e_o} \left( \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma}{\sigma'_p} \right)$$

Donde;

$S_1$ : Consolidación primaria [mm]

$C_r$ : Índice de recompresión [0.08]

$C_c$ : Índice de compresión

$H_c$ : Espesor del estrato de arcilla [m]

$e_o$ : relación de vacíos [1.90]

$\sigma'_o$ : Esfuerzo efectivo [KPa]

$\Delta\sigma$ : Incremento de la presión efectiva sobre el estrato de arcilla [KPa]

$\sigma'_p$ : Presión de preconsolidación [KPa]

El índice de compresión para todas las arcillas se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_c = 0.156 * e_o + 0.0107$$

$$C_c = 0.156 * 1.90 + 0.0107$$

$$C_c = 0.307$$

Para el análisis, la altura de la capa de suelo es la mitad del espesor del estrato de arcilla:

$$H_c = 5.7m$$

$$Z = 2.85 m$$

Por ende, el cálculo del esfuerzo efectivo se realizará desde la superficie hasta dicha distancia.

$$\sigma'_o = (\gamma * Z) - u_D$$

$$\sigma'_o = (18 \text{ KN/m}^3 * 2.85m) - 0 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma'_o = 51.3 \text{ KN/m}^2$$

Por otro lado, para determinar el incremento de la presión efectiva ( $\Delta\sigma$ ), se requiere de la siguiente fórmula y figura:

$$\Delta\sigma = q_o * I_r$$

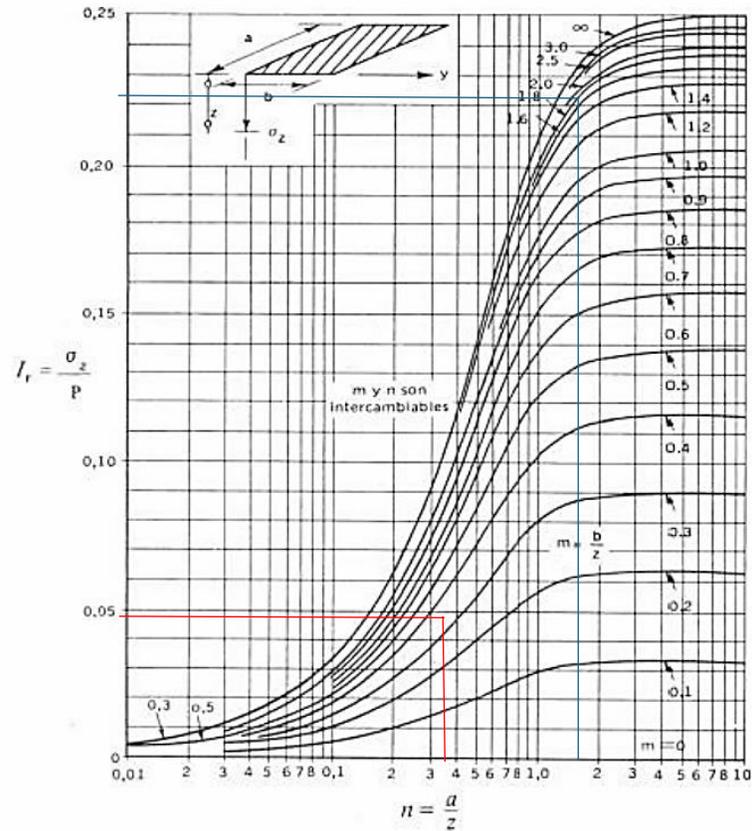
Donde;

$q_o$ : Presión de contacto [KPa]

$I_r$ : coeficiente que depende de la base y longitud de la zapata y de  $H_c$

**Figura 20**

Selección del factor  $I_r$



Nota. B es la base de la zapata y a la longitud, por lo tanto,  $m = n = 0.35$

$$I_r = 0.048$$

$$\Delta\sigma = 405.80 \text{ KN/m}^2 * 0.048$$

$$\Delta\sigma = 19.48 \text{ KN/m}^2$$

La presión de preconsolidación ( $\sigma'_p$ ) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\sigma'_p = OCR * \sigma'_o$$

Donde;

OCR = 1.5 para arcillas

$$\sigma'_p = 1.5 * 51.3 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma'_p = 76.95 \text{ KN/m}^2$$

Como  $\sigma'_o + \Delta\sigma = 70.78 \text{ KN/m}^2$  es menor que  $\sigma'_p$  se utiliza el primer caso del asentamiento por consolidación:

$$S_1 = \frac{0.08 * 5.7m}{1 + 1.90} \log \left( \frac{51.3 \frac{KN}{m^2} + 19.48 \frac{KN}{m^2}}{51.3 \frac{KN}{m^2}} \right) * \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}}$$

$$S_1 = 21.98 \text{ mm}$$

Se repite el mismo procedimiento para una columna esquinera, resultando que:

$$S_1 = 9.23 \text{ mm}$$

### 3.1.3.6 Asentamientos Totales

Para una zapata central:

$$S_T = S_0 + S_1$$

$$S_T = 33.68 \text{ mm} + 21.98 \text{ mm}$$

$$S_T = 55.66 \text{ mm}$$

Para una zapata esquinera:

$$S_T = 12.84 \text{ mm} + 9.23 \text{ mm}$$

$$S_T = 22.08 \text{ mm}$$

La NEC - sección 6.3.4 propone un límite máximo de asentamientos totales para construcciones entre medianeros de 10 cm. Por ende, los asentamientos calculados son tolerables.

### 3.1.3.7 Asentamiento Diferencial

La NEC-SE-GC clasifica el asentamiento máximo según el tipo de construcción tal como se muestra a continuación:

**Tabla 22***Asentamiento máximo diferencial*

<b>Tipo de Construcción</b>	$\Delta_{max}$
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.	L/1000
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	L/500
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.	L/300
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.	L/160

Nota. Información extraída de la tabla 7 “Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas, L [mm]” de la NEC-SE-GC.

En este caso, el complejo industrial multifuncional es de estructura metálica, por lo cual, se trata del caso d, cuyo asentamiento máximo diferencial es:

$$\Delta_{max} = L/160$$

La longitud entre la columna exterior y la columna interior más alejada es 13250 mm, por lo tanto:

$$\Delta_{max} = 13250 \text{ mm}/160$$

$$\Delta_{max} = 82.81 \text{ mm}$$

Mientras que, el asentamiento diferencial calculado es:

$$\Delta_{cal} = S_{Tc} - S_{Te}$$

$$\Delta_{cal} = 55.66 \text{ mm} - 22.08 \text{ mm}$$

$$\Delta_{cal} = 33.58 \text{ mm}$$

Como  $\Delta_{cal} < \Delta_{max}$ , el diseño cumple con los requerimientos de la normativa.

Para determinar el armado de la cimentación se sigue el procedimiento de la “*Guía práctica de diseño de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros*” que propone la NEC (2015).

### 3.1.3.8 Corte Unidireccional

Se debe calcular el esfuerzo último por carga vertical ( $q_{su}$ ):

$$q_{su} = \frac{P}{A}$$

Donde;

P: Carga vertical de la columna [KN]

A: Área de la cimentación [ $m^2$ ]

$$q_{su} = \frac{1500 \text{ KN}}{4 \text{ m}^2}$$

$$q_{su} = 38.24 \text{ Ton/m}^2$$

La resistencia de diseño ( $f'_c$ ) seleccionada para el hormigón es  $240 \frac{kg}{cm^2}$

El esfuerzo unidireccional que resiste el hormigón ( $V_{cu}$ ) se lo calcula por la siguiente fórmula:

$$V_{cu} = 0.53 * \sqrt{f'_c}$$

$$V_{cu} = 0.53 * \sqrt{240 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$V_{cu} = 82.11 \text{ Ton/m}^2$$

Ahora se procede a determinar el esfuerzo unidireccional último ( $V_{uu}$ ) conociendo que:

$$V_{cu} = \frac{V_{uu}}{\emptyset * A}$$

Donde;

$$\emptyset = 0.75$$

$$A = B * d$$

$$V_{uu} = q_{su} \left( \left( \frac{B}{2} - \frac{b_{cim}}{2} \right) - d \right) * L$$

Donde;

$B$  y  $L$  corresponden a la base y longitud de la cimentación respectivamente.

$b_{cim}$ : Base de la columna de cimentación, cuyo valor es 30 cm

$d$ : espesor (incógnita)

$$V_{uu} = 38.24 \text{ KN/m}^2 \left( \left( \frac{2 \text{ m}}{2} - \frac{0.3 \text{ m}}{2} \right) - d \right) * 2 \text{ m}$$

$$V_{uu} = 38.24 \text{ KN/m}^2 (0.85 \text{ m} - d) * 2 \text{ m}$$

$$V_{cu} = \frac{38.24 \text{ KN/m}^2 (0.85 \text{ m} - d) * 2 \text{ m}}{0.75 * 2 \text{ m} * d}$$

$$82.11 \text{ Ton} = \frac{38.24 \text{ KN/m}^2 (0.85 \text{ m} - d) * 2 \text{ m}}{0.75 * 2 \text{ m} * d}$$

Por lo tanto,  $d = 0.325 \text{ m}$

### 3.1.3.9 Corte Bidireccional

El esfuerzo de corte bidireccional crítico ( $V_{cb}$ ) se calcula de la siguiente manera:

$$V_{cb} = \frac{V_{ub}}{\emptyset * A}$$

Donde;

$V_{ub}$  = Esfuerzo último bidireccional [ $\text{Ton/m}^2$ ]

Además, la ACI 318S-14 “*Requisito de Reglamento para Concreto Estructural*” propone formas para calcular  $V_{cb}$ , el cual depende de tres límites como se muestra a continuación.

### Figura 21

*Esfuerzo de corte bidireccional crítico en diferentes sistemas de unidades*

	Sistema SI esfuerzos en MPa	Sistema mks esfuerzos en kgf/cm <sup>2</sup>	Sistema de unidades usuales en USA esfuerzos en libras por pulgada cuadrada (lb./pulg. <sup>2</sup> )
22.5.8.3.2	$V_{cw} = (0.29\lambda\sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc})b_w d_p + V_p$	$V_{cw} = (0.93\lambda\sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc})b_w d_p + V_p$	$V_{cw} = (3.5\lambda\sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc})b_w d_p + V_p$
22.5.8.3.3	$0.33\lambda\sqrt{f'_c}$	$1.1\lambda\sqrt{f'_c}$	$4\lambda\sqrt{f'_c}$
22.5.10.6.2a 22.5.10.6.2b	$V_s \leq 0.25\sqrt{f'_c}b_w d$	$V_s \leq 0.8\sqrt{f'_c}b_w d$	$V_s \leq 3\sqrt{f'_c}b_w d$
22.6.3.1	$\sqrt{f'_c} \leq 8.3 \text{ MPa}$	$\sqrt{f'_c} \leq 27 \text{ kgf/cm}^2$	$\sqrt{f'_c} \leq 100 \text{ psi}$
22.6.5.2(a)	$v_c = 0.33\lambda\sqrt{f'_c}$	$v_c = 1.1\lambda\sqrt{f'_c}$	$v_c = 4\lambda\sqrt{f'_c}$
22.6.5.2(b)	$V_c = 0.17\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'_c}$	$V_c = 0.53\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'_c}$	$V_c = \left(2 + \frac{4}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'_c}$
22.6.5.2(c)	$V_c = 0.083\left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right)\lambda\sqrt{f'_c}$	$V_c = 0.27\left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right)\lambda\sqrt{f'_c}$	$V_c = \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right)\lambda\sqrt{f'_c}$

Nota. Se utiliza las fórmulas correspondientes al sistema mks  $\left[\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^3}\right]$

Se escoge el menor valor entre las fórmulas 22.6.5.2 (a), 22.6.5.2 (b), 22.6.5.2 (c), considerando que:

$$\alpha = 0.40 \text{ para columna interior}$$

$$\beta = \frac{\text{Lado largo de la columna}}{\text{Lado corto de la columna}}$$

$$\beta = \frac{0.30 \text{ m}}{0.30 \text{ m}} = 1$$

$$\lambda = 1 \text{ Hormigón normal}$$

$$b_o = 4 * (c + dc)$$

$$b_o = 4 * (0.022 \text{ m} + 0.325 \text{ m})$$

$$b_o = 1.39 \text{ m}$$

Reemplazando valores, resultó que:

$$V_{cb} = 87.87 \text{ Ton/m}^2$$

Por otro lado, para calcular  $V_{ub}$  se tiene que:

$$V_{ub} = P[\text{Ton}] - q_{su}(d_u + b_{cim})(d + b_{cim})$$

$$V_{ub} = 152.96 \text{ Ton} - 38.24 \text{ Ton/m}^2(d_u + 0.30)(d_u + 0.30)$$

$$V_{cb} = \frac{152.96 \text{ Ton} - 38.24 \text{ Ton/m}^2(d_u + 0.30)(d_u + 0.30)}{0.75 * 2 \text{ m} * d_u}$$

$$87.87 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = \frac{152.96 \text{ Ton} - 38.24 \text{ Ton/m}^2(d_u + 0.30)(d_u + 0.30)}{0.75 * 2 \text{ m} * d_u}$$

$$d_u = 0.56 \text{ m}$$

El recubrimiento para las cimentaciones es 7.5 cm, por lo tanto, la altura o espesor de la cimentación es:

$$h = d_u + rec_{cim}$$

$$h = 0.56 \text{ m} + 0.075 \text{ m}$$

$$h = 0.635 \text{ m} \approx 65 \text{ cm}$$

El espesor propuesto de la cimentación fue de 50 cm, pero el espesor requerido resultó de 65 cm.

### 3.1.3.10 *Diseño del Acero de Refuerzo*

El esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo ( $f_y$ ) es  $4200 \text{ kg/cm}^2$

Se escoge un diámetro de varilla longitudinal ( $\emptyset_v$ ) de 14 mm, cuya área es:

$$A_v = \pi * \frac{\emptyset_v^2}{4}$$

$$A_v = \pi * \frac{(1.4 \text{ cm})^2}{4}$$

$$A_v = 1.54 \text{ cm}^2$$

Se calcula el peralte real de la cimentación:

$$d_v = h - 2 * rec_{cim} - \frac{\emptyset_v}{2}$$

$$d_v = 65 \text{ cm} - 2 * 7.5 \text{ cm} - \frac{1.4 \text{ cm}}{2}$$

$$d_v = 49.3 \text{ cm}$$

El momento requerido es el siguiente:

$$M_u = q_{su} * \frac{(\frac{B}{2} - \frac{b_{cim}}{2})^2}{2}$$

$$M_u = 38.24 \text{ Ton/m}^2 * \frac{(0.85 \text{ m})^2}{2}$$

$$M_u = 13.82 \text{ Ton} * \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

Acero mínimo:

$$A_{Smin} = 0.0018 * b * h$$

Para ello, se realiza el análisis en un metro de ancho:

$$A_{Smin} = 0.0018 * 1 \text{ m} * 0.65 \text{ m}$$

$$A_{Smin} = 11.7 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Acero requerido:

$$A_{req} = 0.85 * \frac{f'_c * b * \emptyset_v}{f_y} * (b - \sqrt{b - \frac{2 * M_u}{0.85 * \emptyset * f'_c * b * \emptyset_v^2}})$$

Por lo tanto, reemplazando los valores previamente definidos:

$$A_{req} = 7.53 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Se debe seleccionar el valor máximo entre el acero mínimo ( $A_{Smin}$ ) y el acero requerido

( $A_{req}$ ), resultando que el acero colocado es:

$$A_{sc} = \max (A_{Smin}, A_{req})$$

$$A_{sc} = 11.7 \frac{cm^2}{m}$$

Esto permite conocer la cantidad de varillas requeridas en la zapata:

$$\#varillas = \frac{A_{sc}}{A_v}$$

$$\#varillas = \frac{11.7 cm^2}{1.54 cm^2}$$

$$\#varillas = 7.6 \approx 8$$

Separación de varillas:

$$Sep_v = \frac{100cm}{\#varillas}$$

$$Sep_v = \frac{100cm}{8} = 12.5 cm$$

$$Sep_v = 10 cm$$

Lo que significa que se necesitan 8 varillas de 14 mm con una separación 10 cm entre ellas

### 3.1.3.11 Longitud de Desarrollo a Tracción

Este cálculo permite conocer si las varillas necesitan gancho y en caso de serlo, su ángulo de inclinación.

$$l_d = \frac{f_y * \varphi_t * \varphi_e * \lambda}{6.6 * \sqrt{f'_c}} * \varnothing_v$$

Donde;

$$\varphi_t, \varphi_e = 1$$

$$l_d = \frac{4200 \frac{kg}{cm^2} * 1 * 1 * 1}{6.6 * \sqrt{240 \frac{kg}{cm^2}}} * 1.4 \text{ cm}$$

$$l_d = 0.575 \text{ cm}$$

Como  $l_d$  es menor a la mitad de la longitud de la zapata (L), la varilla no necesita gancho.

### 3.1.4 Diseño Hidrosanitario

#### 3.1.4.1 Sistema de Agua Potable

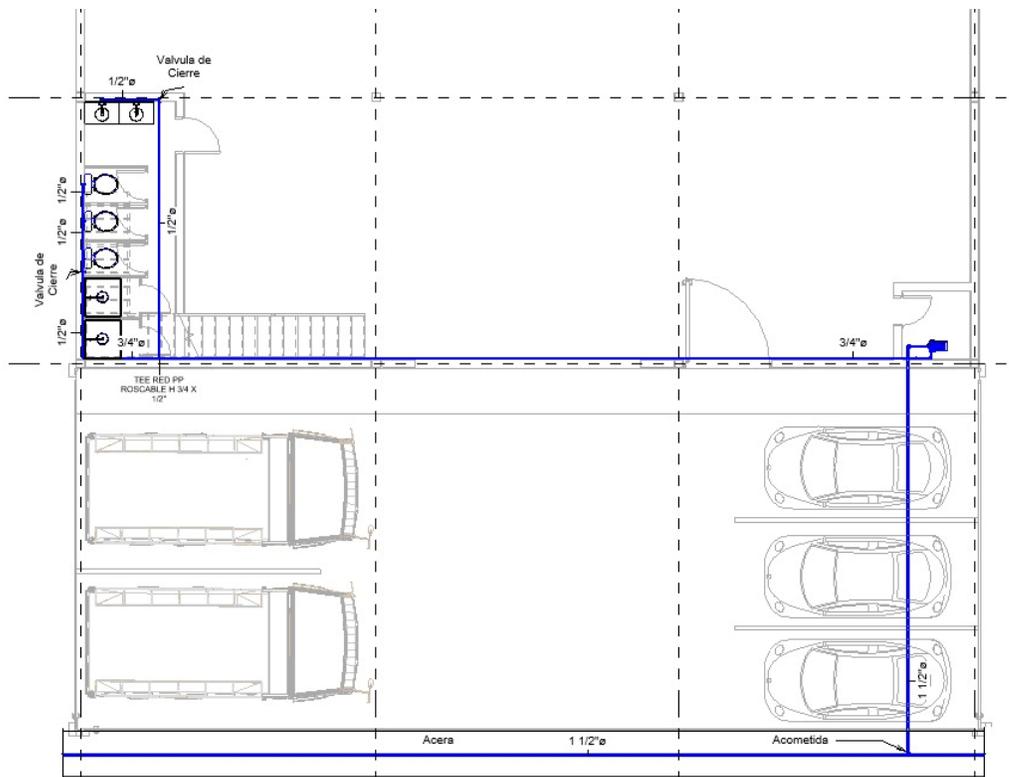
##### Trazado

Al tratarse de una estructura de tres plantas, es necesario implementar un sistema que garantice la adecuada presión del agua en todos los pisos, asegurando comodidad y funcionalidad para los usuarios. El diseño del sistema de agua potable debe determinar tanto el tipo de bomba como los diámetros de las tuberías requeridos, considerando la ubicación de la acometida (conexión a la red pública) y la posición de la bomba. En el modelo arquitectónico se destinó un cuarto de bombas, lo que facilita la distribución del agua sin comprometer la estética del edificio.

A continuación se presenta la distribución de tuberías de agua potable para los pisos correspondientes.

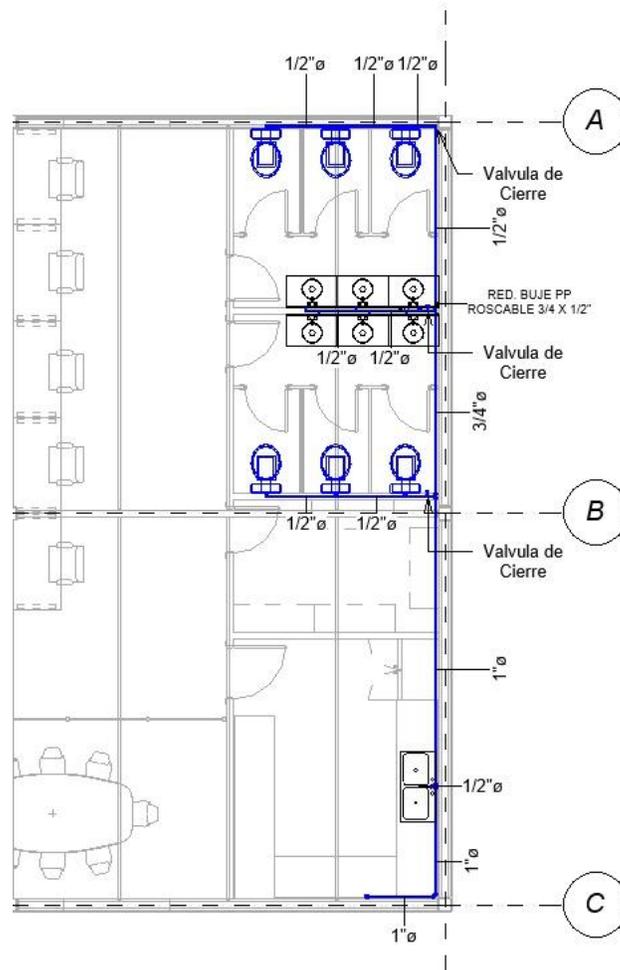
##### Figura 22

*Trazado para el diseño de agua potable de la planta baja del complejo industrial multifuncional*



**Figura 23**

*Trazado para el diseño de agua potable de la segunda planta alta del complejo industrial multifuncional*



### Dotación

La NEC 11 Capítulo 16 describe los rangos de dotación adecuados según el tipo de edificación.

### Tabla 23

*Valores de dotación dependiendo el tipo de edificación*

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m <sup>2</sup> área útil/día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m <sup>2</sup> área útil/día	15 a 25
Cines. Templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10

Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	5000 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de hasta 4 estrellas en adelante	L/ocupante/día	350 a 800
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m <sup>2</sup> / día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m <sup>2</sup> área útil/día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/m <sup>2</sup> área útil/día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales agropecuarias y fábricas	L/s/Ha	1 a 2

*Nota.* Información extraída de la tabla 16.2 “Dotaciones para edificaciones de uso específico” de la Norma Hidrosanitaria (NHE) Agua.

En este caso, la edificación se clasifica como “Talleres, industrias y agencias”, cuya dotación escogida es 90 L/trabajador/jornada.

$$Dotación = 90 \frac{L}{trabajador * jornada}$$

Se estima una cantidad promedio de 40 trabajadores y considerando que una jornada de trabajo representa 8 horas diarias se tiene que:

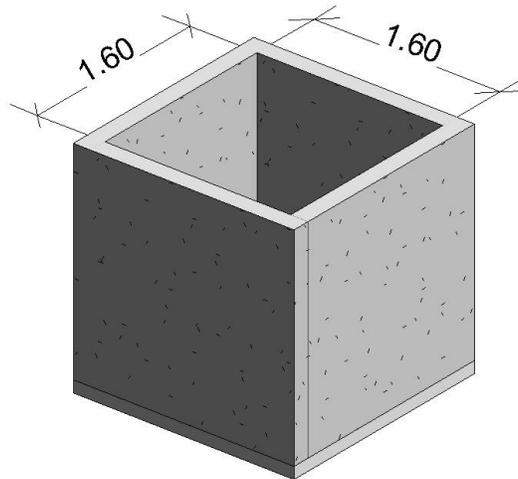
$$\text{Volumen} = 90 \frac{L}{\text{trabajador} * \text{jornada}} * 40 \text{ trabajadores} * 1 \text{ jornada}$$

$$\text{Volumen} = 3600 L = 3.6 m^3$$

Lo que significa que las dimensiones de la cisterna son:

### Figura 24

*Dimensiones de la cisterna del complejo industrial*



*Nota.* La altura del agua de la cisterna es 1.50 m, pero la altura total (sumado 30 cm de la capa de aire recomendada) es 1.80 m

### Caudal de abastecimiento

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{tiempo}}$$

Se debe considerar que la cisterna debe llenarse en un tiempo de 4 horas, por lo tanto:

$$Q = \frac{3600 L}{4 h * \frac{3600s}{1h}}$$

$$Q = 0.25 \frac{L}{s}$$

### Selección de la tubería de servicio

Con ayuda de las tablas de Flamant, se selecciona un diámetro de tubería cuyo caudal calculado cumpla con el rango de velocidad de diseño recomendado ( $0.6 \frac{m}{s}$  a  $1.5 \frac{m}{s}$ ). En este caso, un diámetro de  $\frac{3}{4}$ " con un caudal de  $0.25 \frac{L}{s}$  presenta una velocidad de  $0.88 \frac{m}{s}$ , lo cual está dentro del rango establecido, tal como se observa en la siguiente figura.

**Figura 25**

*Tabla de Flamant para un diámetro de tubería de  $\frac{3}{4}$ "*

**$\frac{3}{4}$ "**       $j = 4C (V^{1.75} / D^{1.25})$        $Q = AV$        $j = 6,1C (Q^{1.75} / D^{4.75})$

Unidades	Caudal Q			V	hv	Pérdidas por fricción en m/m				
						Coeficiente de fricción C				
	gal/min	l/min	l/s			Fundido 0,00031	Galva- nizado 0,00023	Acero 0,00018	Cobre 0,00012	P.V.C. 0,00010
2	2	7,57	0,13	0,46	0,01	0,044	0,033	0,026	0,017	0,014
3	3	11,35	0,19	0,67	0,02	0,086	0,064	0,050	0,033	0,028
5	4	15,14	0,25	0,88	0,04	0,139	0,103	0,081	0,054	0,045
6	5	18,92	0,32	1,12	0,06	0,215	0,159	0,125	0,083	0,069
7	6	22,71	0,38	1,33	0,09	0,290	0,215	0,168	0,112	0,093
8	7	26,46	0,44	1,54	0,12	0,375	0,278	0,218	0,145	0,121
10	8	30,24	0,50	1,75	0,16	0,469	0,348	0,272	0,181	0,151
12	9	34,07	0,57	1,99	0,20	0,585	0,434	0,340	0,227	0,189
14	10	37,80	0,63	2,21	0,25	0,702	0,521	0,408	0,272	0,226
16	12	45,36	0,76	2,67	0,36	0,975	0,723	0,566	0,377	0,314
20	14	52,92	0,88	3,09	0,49	1,260	0,935	0,732	0,488	0,406
23	16	60,48	1,01	3,54	0,64	1,604	1,190	0,931	0,621	0,517
27	18	68,04	1,13	3,96	0,80	1,952	1,448	1,133	0,755	0,630

$$\emptyset_{serv} = \frac{3}{4} in$$

### Tubería de impulsión

Para el cálculo es importante conocer las unidades de descarga (UD) de cada aparato.

**Tabla 24**

*Unidades de descarga de aparatos sanitarios*

Aparato	Diámetro [mm]	Unidades de descarga
Bañera o tina	50	2-3

Bidet	50	2
Ducha privada	75	2
Ducha pública	75	4
Fregaderos	50	2
Inodoro	110	1-3
Inodoro fluxómetro	110	6
Lavaplatos	50	2
Lavadora	50	2
Lavaplatos con triturador	50	3
Fuente de agua potable	50	1-2
Urinario	50	2
Urinario de fluxómetro	75	10
Urinario de pared	50	5

*Nota.* Información extraída de “Instalaciones hidrosanitarias y gas para edificaciones”.

Según la NHE, las presiones recomendadas por cada aparato sanitario son:

## Figura 26

*Caudal instantáneo y presión recomendada de los aparatos sanitarios*

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Conociendo esta información, se realiza la ruta crítica entre el trazado de la figura 22 y 23 y se lo segmenta para luego, por medio de las tablas de Flamant calcular el diámetro, caudal, velocidad, presión, entre otros datos que se presentan a continuación:

**Tabla 25**

*Diámetros, pérdidas y presión de cada tramo*

Aparato	Punto	UD	F	V	$h_v$	C	j	Ø	Longitud de la tubería				J	Presión	
			u	L/s	m/s	m	Fricción	m/m	plg	H	V	$A_{cc}$	Total	m	m
Inodoro	1														7
Inodoro-Codo	1-2	3	0,19	1,5	0,11	1E-04	0,19	1/2	3,1	0,5	1,1	4,7	0,90	8,5	
Codo-Tee	2-3	2	0,13	1,0	0,05	1E-04	0,10	1/2	2,1	0,0	0,2	2,3	0,22	8,8	
Tee-Tee	3-4	3	0,19	1,5	0,11	1E-04	0,19	1/2	2,1	0,0	0,8	2,8	0,54	9,4	
Baño 3	4-5	6	0,32	1,1	0,06	1E-04	0,07	3/4	1,3	0,6	5,8	7,8	0,53	10,6	
Baño 2	5-6	12	0,57	1,1	0,06	1E-04	0,05	1	3,0	0,0	0,5	3,5	0,17	10,8	
Cocina	6-7	13	0,62	1,2	0,07	1E-04	0,06	1	3,9	0,0	0,4	4,3	0,24	11,2	
Bajante PB	7-8	13	0,62	1,2	0,07	1E-04	0,06	1	0,2	8,0	1,2	9,4	0,53	19,8	
Bomba Bomba	8-	20	0,89	1,7	0,16	1E-04	0,11	1	2,0	0,3	1,3	3,6	0,38	20,6	

*Nota.* H se refiere a la longitud horizontal de la tubería, V a la longitud vertical y “ $A_{cc}$ ” a las pérdidas de los accesorios, y sus unidades es metros.

Cabe mencionar que  $h_v$  hace referencia a la pérdida por gravedad y se la determina de la siguiente manera:

$$h_v = \frac{V^2}{2 * g}$$

Donde;

$V$ : Velocidad de la tubería [m/s]

$g$ : Gravedad [9.81 m/s<sup>2</sup>]

Además:

$$J = j * \sum H + V + A_{cc}$$

$$Presión [m] = J + h_v + H + Presión anterior$$

A la presión final de la tabla 25 (20.6 m), se le suma dos metros para incluir la presión manométrica resultando que:

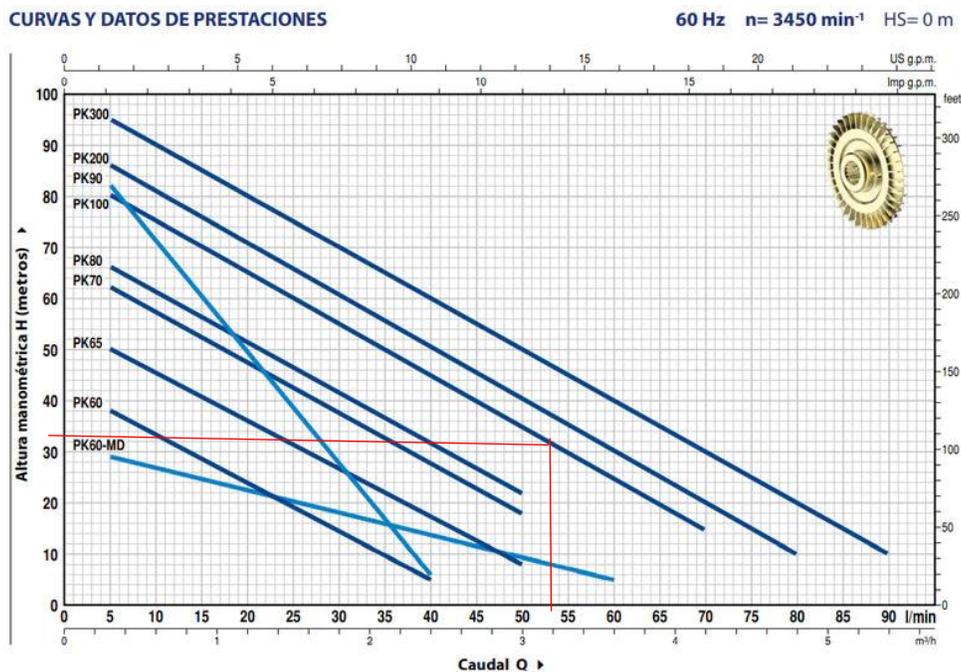
$$P_{final} = 20.6 m + 2 m = 22.6 m$$

Finalmente, se selecciona el tipo de bomba en base al caudal correspondiente al segmento 8-bomba de la tabla 25, en [L/min]

$$Caudal = 0.89 \frac{L}{s} = 53.4 \frac{L}{min}$$

## Figura 27

Diagrama para la selección de bomba Serie PK



*Nota.* Imagen perteneciente a la ficha técnica de “Bomba de agua Periférica Serie PK de 0.5 a 1.5 HP”, Pedrollo.

Como se puede observar en la figura 27, la bomba seleccionada es PK 100, cuya presión máxima admisible es 32 m, lo que significa que cumple con la presión requerida (22.6 m).

### 3.1.4.2 Sistema de Aguas Residuales

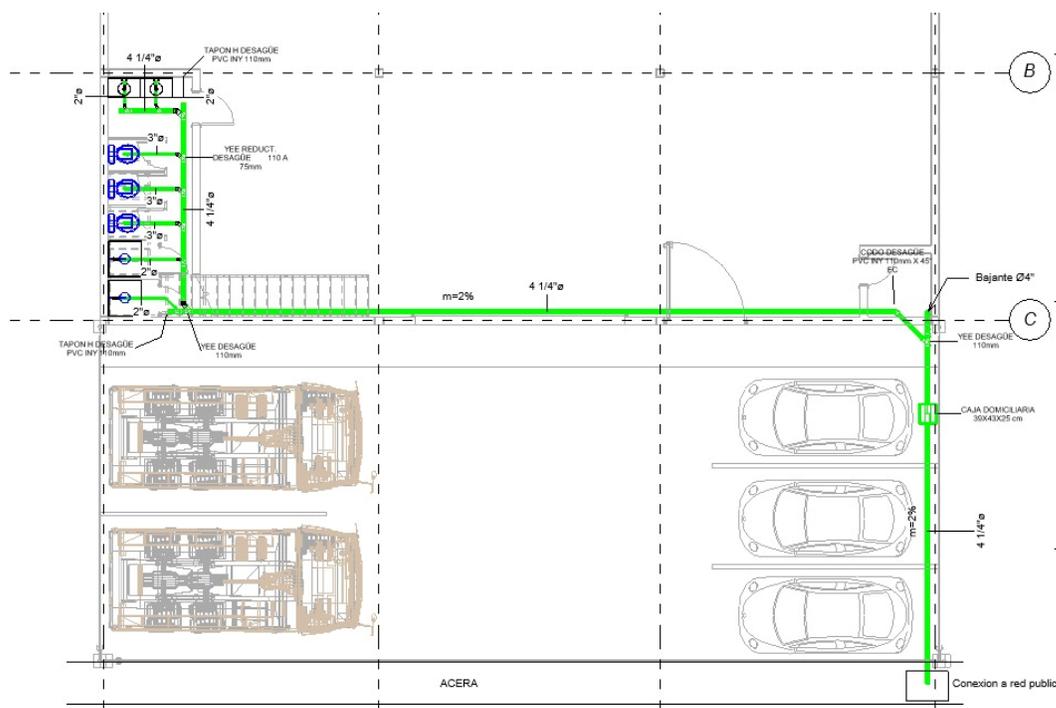
Para el diseño se debe realizar giros de 45° para evitar fugas o daños en la tubería.

Además, se debe asegurar que la caja domiciliaria se conecte con el recolector de la red pública.

A continuación, se presenta el trazado de la planta baja y de la segunda planta alta para el diseño de aguas residuales del proyecto:

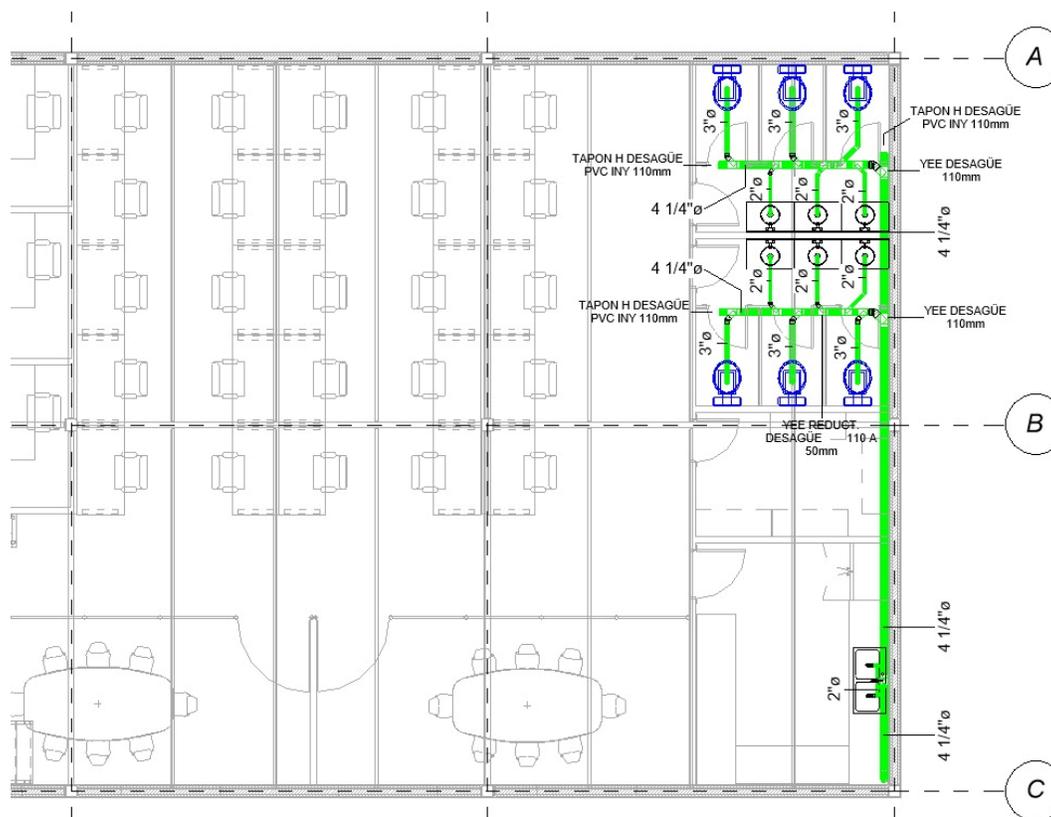
#### Figura 28

*Trazado para el diseño de aguas residuales de la planta baja del complejo industrial multifuncional*



**Figura 29**

*Trazado para el diseño de aguas residuales de la segunda planta alta del complejo industrial multifuncional*



### **Diseño de Bajante**

El primer paso es cuantificar los aparatos sanitarios por cada piso y por medio de la tabla 24, identificar las unidades de descarga de cada uno de ellos para así obtener el total de descargas que la bajante de la estructura deberá recibir.

### **Tabla 26**

*Total de unidades de descarga de todos los aparatos sanitarios de la estructura*

<b>SISTEMA DE DESCARGAS</b>					
<b>Piso</b>	<b>Aparatos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Unidades de Descarga (UD)</b>	<b>Total UD</b>
<b>PISO 1</b>	Inodoros (Fluxómetro)	3	110	6	18
	Lavamanos	2	50	2	4
	Duchas	2	75	2	4
	<b>Total</b>				26
<b>PISO 2</b>	Inodoros (Fluxómetro)	6	110	6	36
	Lavamanos	6	50	2	12
	Fregadero	1	50	2	2
	<b>Total</b>				50
<b>Sumatoria</b>					76

Luego se determina el diámetro de la bajante según la cantidad de pisos de la estructura y la cantidad de unidades de descarga total, tal como se indica a continuación:

**Tabla 27**

*Diámetros de bajantes según la cantidad de pisos de la estructura y la unidad de descarga total*

<b>Ø [mm]</b>	<b>Bajante</b>		
	<b>Hasta 3 pisos</b>	<b>Más de 3 pisos</b>	
		<b>Total por bajantes</b>	<b>Total por piso</b>
75	30	60	16
110	240	500	90
160	960	1900	350
200	2200	3600	600
250	3800	5600	1000
315	6000	8400	1500

En este caso, se trata de una estructura de 3 pisos con una UD = 76, por lo tanto, el diámetro de la bajante es de 110 mm

$$\varnothing_b = 110 \text{ mm} = 4 \text{ in}$$

### Caudal de la bajante

#### Figura 30

*Caudal requerido de la bajante en función de la unidad de descarga total calculada.*

Unidades	Caudal			Unidades	Caudal		
	gal/min	l/min	l/s		gal/min	l/min	l/s
10	27,0	102,0	1,69	500	140,29	531,0	8,85
12	28,6	108,3	1,81	600	154,08	583,2	9,72
14	30,5	114,3	1,91	700	167,24	633,0	10,55
16	31,8	120,4	1,99	800	182,30	690,0	11,50
18	33,4	126,0	2,09	900	194,98	738,0	12,30
20	35,0	132,5	2,19	1,000	207,66	786,0	13,10
25	38,0	143,8	2,38	1,100	220,34	834,0	13,90
30	41,0	155,2	2,56	1,200	235,40	891,0	14,85
35	43,8	165,8	2,74	1,300	245,71	930,0	15,50
40	46,5	176,0	2,91	1,400	256,80	972,0	16,20
45	49,0	185,5	3,06	1,500	269,48	1,020,0	17,00
50	51,5	195,0	3,22	1,600	280,58	1,062,0	17,70
60	55,0	208,2	3,44	1,700	293,26	1,100,0	18,50
70	58,5	221,4	3,66	1,800	304,36	1,152,0	19,20
80	62,0	234,7	3,88	1,900	315,45	1,194,0	19,90
90	64,8	245,3	4,05	2,000	323,38	1,224,0	20,40

$$Q_b = 3.88 \text{ L/s}$$

Para el diseño también es importante conocer las pendientes recomendadas de las tuberías según el diámetro de la bajante.

#### Tabla 28

*Pendientes recomendadas para sistemas de desagüe*

Diámetro [mm]	Pendiente [%]
50	3.5
75	3
110	2

160	0.7
200	0.5

Como  $\varnothing_b = 110 \text{ mm}$ ,  $S_{rec} = 2 \%$

En base a esta pendiente, se puede conocer la capacidad máxima del caudal y velocidad que puede soportar la tubería de 4 in, por medio del método de manning

### Figura 31

*Velocidad y caudal máximo admisible de una tubería de 4 in en función de la pendiente recomendada*

Tabla 5.6							
4"				n = 0.009			
S %	9,60√s	77,84√s	250√S	S %	9,60√s	77,84√s	250√S
	V	Q	F <sub>t</sub>		V	Q	F <sub>t</sub>
	m/s	l/s	kg/m <sup>2</sup>		m/s	l/s	kg/m <sup>2</sup>
0,4	0,61	4,92	0,10	5,2	2,19	17,75	1,32
0,5	0,68	5,50	0,13	5,4	2,23	18,09	1,37
0,6	0,74	6,03	0,15	5,6	2,27	18,42	1,42
0,7	0,80	6,51	0,18	5,8	2,31	18,75	1,47
0,8	0,86	6,96	0,20	6,0	2,35	19,07	1,52
0,9	0,91	7,38	0,23	6,2	2,39	19,38	1,57
1,0	0,96	7,78	0,25	6,4	2,43	19,69	1,63
1,1	1,01	8,16	0,28	6,6	2,47	20,00	1,68
1,2	1,05	8,53	0,30	6,8	2,50	20,30	1,73
1,3	1,09	8,88	0,33	7,0	2,54	20,59	1,78
1,4	1,14	9,21	0,36	7,2	2,58	20,89	1,83
1,5	1,18	9,53	0,38	7,4	2,61	21,17	1,88
1,6	1,21	9,85	0,41	7,6	2,65	21,46	1,93
1,7	1,25	10,15	0,43	7,8	2,68	21,74	1,98
1,8	1,29	10,44	0,46	8,0	2,72	22,02	2,03
1,9	1,32	10,73	0,48	8,2	2,75	22,29	2,08
2,0	1,36	11,01	0,51	8,4	2,78	22,56	2,13
2,1	1,39	11,28	0,53	8,6	2,82	22,83	2,18
2,2	1,42	11,55	0,56	8,8	2,85	23,09	2,24

La velocidad y caudal máximo que una tubería de 4 in con una pendiente del 2 % puede soportar es:

$$Q_o = 11.01 \text{ L/s}$$

$$V_o = 1.36 \text{ m/s}$$

Por lo tanto:

$$Q/Q_o = \frac{3.88 \frac{L}{s}}{11.01 \frac{L}{s}}$$

$$Q/Q_o = 0.352$$

La siguiente figura permite comprobar si la altura del agua de la tubería no sobrepasa el 75% del diámetro de esta por medio de la relación  $Q/Q_o$ .

**Figura 32**

Relación  $D/\phi$

Q/Qo	Y/φ	V/Vo	D/φ	A/Ao	Q/Qo	Y/φ	V/Vo	D/φ	A/Ao
.010	.061	.272	.041	.025	.540	.587	.881	.487	.610
.020	.099	.327	.067	.051	.550	.594	.886	.494	.618
.030	.126	.366	.086	.073	.560	.600	.891	.502	.626
.040	.148	.398	.102	.092	.570	.600	.891	.502	.626
.050	.168	.426	.116	.110	.580	.613	.901	.518	.642
.060	.185	.450	.128	.127	.590	.619	.905	.526	.650
.070	.200	.473	.140	.143	.600	.625	.910	.534	.658
.080	.215	.495	.151	.157	.610	.632	.915	.542	.666
.090	.228	.515	.161	.172	.620	.638	.919	.550	.674
.100	.241	.534	.170	.185	.630	.644	.924	.559	.681
.110	.253	.553	.179	.199	.640	.651	.928	.561	.689
.120	.264	.564	.180	.211	.650	.657	.933	.575	.697
.130	.275	.575	.197	.224	.660	.663	.937	.585	.704
.140	.286	.586	.205	.236	.670	.670	.942	.595	.712
.150	.296	.596	.213	.248	.680	.676	.946	.604	.720
.160	.306	.606	.221	.259	.690	.683	.950	.614	.727
.170	.316	.616	.229	.271	.700	.689	.954	.623	.735
.180	.325	.626	.236	.282	.710	.695	.959	.633	.742
.190	.334	.636	.244	.293	.720	.702	.963	.644	.750
.200	.343	.645	.251	.304	.730	.709	.967	.654	.757
.210	.352	.655	.258	.314	.740	.715	.971	.665	.765
.220	.361	.664	.266	.325	.750	.721	.975	.677	.772
.230	.369	.673	.273	.335	.760	.728	.978	.688	.780
.240	.377	.681	.280	.345	.770	.735	.982	.700	.787
.250	.385	.690	.287	.355	.780	.741	.986	.713	.795
.260	.393	.699	.294	.365	.790	.748	.990	.725	.802
.270	.401	.707	.300	.375	.800	.755	.993	.739	.810
.280	.409	.715	.307	.385	.810	.761	.997	.753	.817
.290	.417	.724	.314	.394	.820	.768	1.000	.767	.824
.300	.424	.732	.321	.404	.830	.775	1.003	.783	.832
.310	.432	.740	.328	.413	.840	.782	1.007	.798	.839
.320	.439	.747	.334	.422	.850	.789	1.010	.815	.847
.330	.446	.755	.341	.432	.860	.796	1.013	.833	.854
.340	.453	.763	.348	.441	.870	.804	1.016	.852	.861
.350	.460	.770	.354	.450	.880	.811	1.019	.871	.869
.360	.468	.778	.361	.459	.890	.818	1.022	.892	.876
.370	.475	.785	.368	.468	.900	.826	1.024	.915	.883
.380	.482	.792	.374	.476	.910	.834	1.027	.940	.891
.390	.488	.799	.381	.485	.920	.842	1.029	.966	.896
.400	.495	.806	.388	.494	.930	.850	1.032	.995	.906
.410	.502	.813	.395	.503	.940	.858	1.034	1.027	.913
.420	.509	.820	.402	.511	.950	.867	1.036	1.063	.921
.430	.516	.827	.408	.520	.960	.875	1.037	1.103	.928

Por lo tanto:

$$D/\phi = 0.354$$

**Tabla 29**

Resumen del diseño de la bajante

Diseño Bajante		
$Q_b$	3,88	L/s
$\phi_b$	4	in

$S_{rec}$	2	%
$V_o$	1,36	m/s
$Q_o$	11,01	L/s
n	0,009	
$Q/Q_o$	0,352	
D/Ø	0,354	
Como $D = 0,354\text{Ø} < 0,75\text{Ø}$ está OK		
L	9	m

### Diámetro de ramales horizontales

**Tabla 30**

*Diámetro de los ramales horizontales en base al máximo número de unidades de descarga*

Ø [mm]	UD	Caudales [L/s]
75	20	2.19
110	160	5.16
160	620	10.3
220	1400	23.40

En este caso la máxima unidad de descarga es 76, por ende, el diámetro del ramal horizontal requerido es 110 mm, cuyo caudal es menor a la demanda calculada [3.88 L/s], por lo tanto, cumple con los límites de diseño.

### Tubería de ventilación

Se selecciona el diámetro de ventilación en base al aparato más alto, el cual corresponde al lavamanos de la segunda planta alta, cuya unidad de descarga es dos.

**Figura 33**

*Diámetros para tuberías de ventilación*

**TABLE 911.3  
COMMON VENT SIZES**

PIPE SIZE (inches)	MAXIMUM DISCHARGE FROM UPPER FIXTURE DRAIN (dfu)
1½	1
2	4
2½ to 3	6

For SI: 1 inch = 25.4 mm.

Por lo tanto:

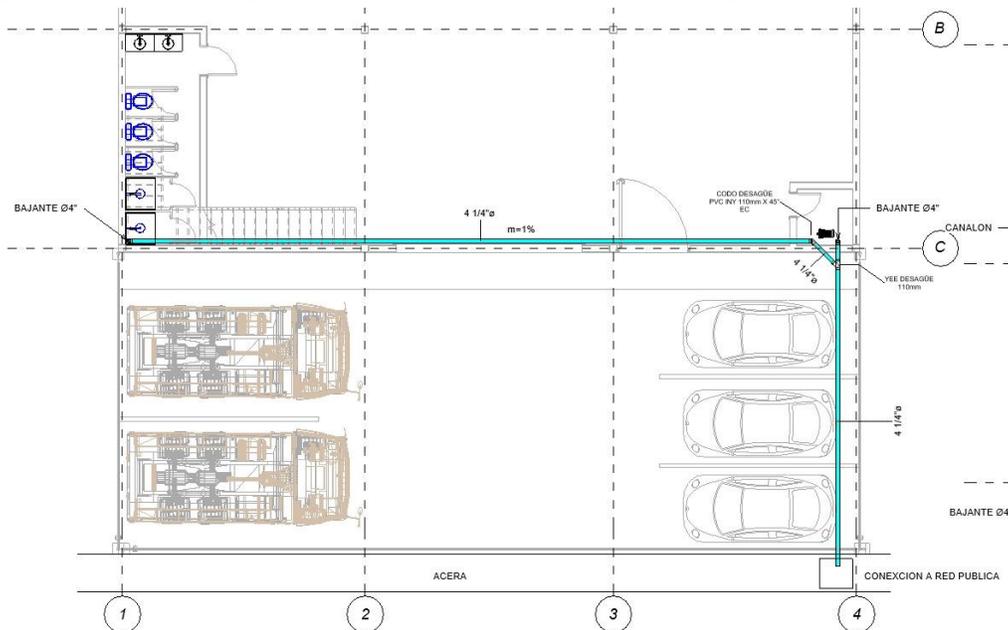
$$\varnothing_{vent} = 2 \text{ in}$$

### 3.1.4.3 Sistema de Aguas Lluvias

La cubierta cuenta con un área total de  $240 \text{ m}^2$  y está diseñada con un sistema de drenaje bidireccional considerando una pendiente del 1%. En cada dirección se instalan canalones para la recolección de aguas lluvias, las cuales son conducidas hacia los colectores para su evacuación.

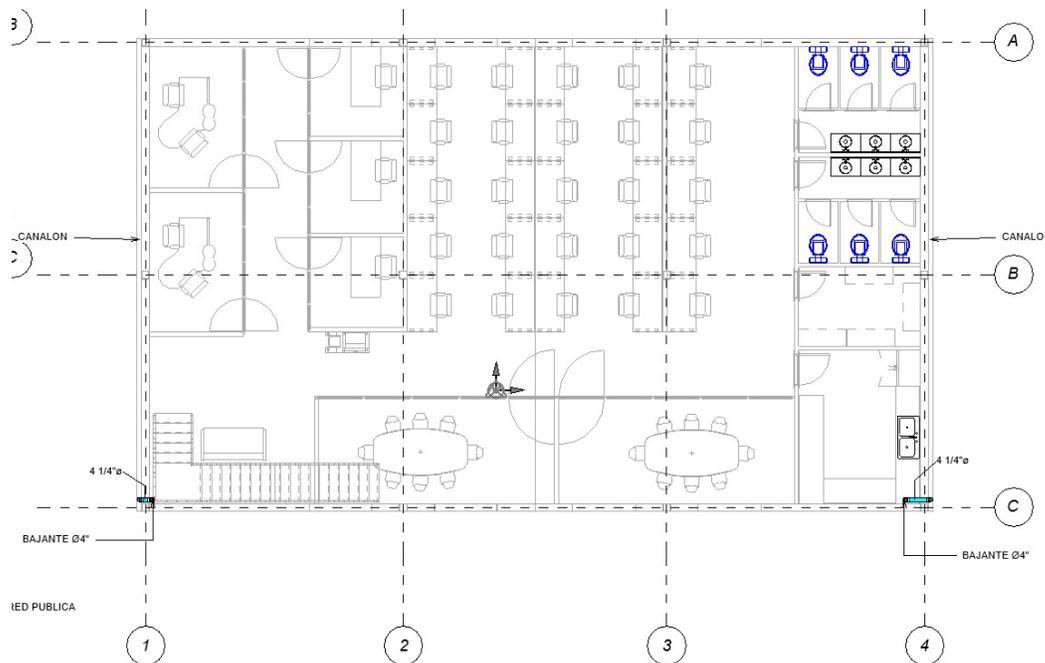
**Figura 34**

*Trazado para el diseño de aguas lluvias de la planta baja del complejo industrial*



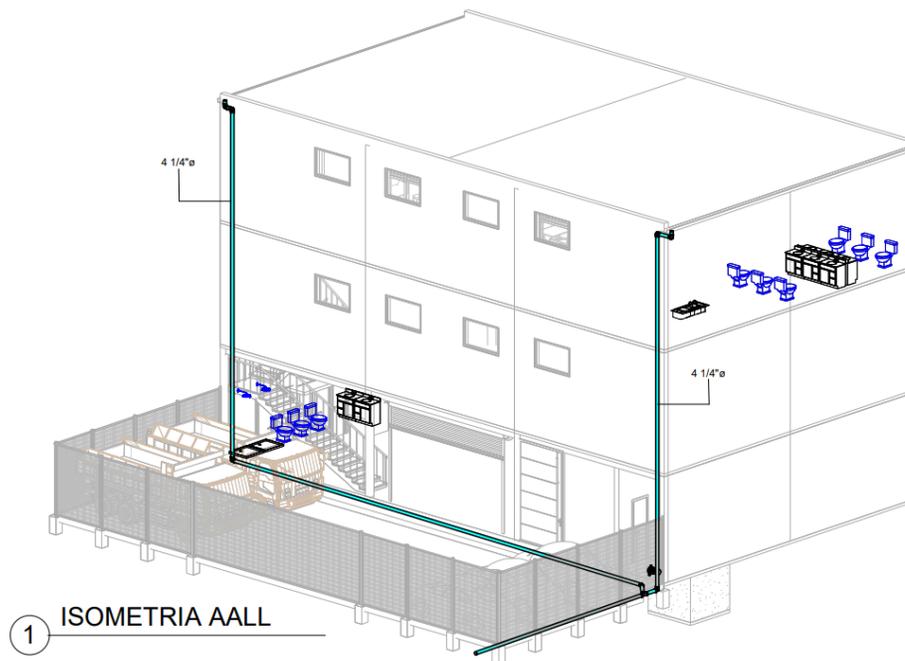
**Figura 35**

*Trazado para el diseño de aguas lluvias de la segunda planta alta del complejo industrial*



**Figura 36**

*Vista 3D del sistema de recolección de aguas lluvias del edificio*



### Criterios de diseño

Área total de la cubierta:

$$A_{Tc} = 240 \text{ m}^2$$

Debido a que se trata de una cubierta bidireccional, el área de diseño es el siguiente:

$$A_{cd} = \frac{A_{Tc}}{2}$$

$$A_{cd} = \frac{240 \text{ m}^2}{2} = 120 \text{ m}^2$$

Para determinar el diámetro del colector, se utiliza la siguiente tabla:

**Tabla 31**

*Diámetro de diseño de los colectores según el área y la pendiente de la cubierta*

$\emptyset$ [in]	Área en $\text{m}^2$		
	1 %	2 %	3%
3	75	105	154
4	170	245	350
5	310	435	620
6	495	700	995
8	1065	1510	2140
10	1920	2710	3840
12	3090	4370	6190
15	5520	7800	4050

En este caso, al tener una pendiente de 1% y un área de diseño de  $120 \text{ m}^2$ , el diámetro escogido es 4 in.

Por otro lado, para conocer el caudal demandante se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = C * I * A$$

Donde;

Q = Caudal [L/s]

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia [mm/h]

A = Área de diseño [ $m^2$ ]

**Tabla 32**

*Coeficiente de escorrentía para distintos tipos de cobertura*

<b>Cobertura suelo</b>	<b>C</b>
Césped	0.3
Chapa	0.9
Asfalto	0.9
Hormigón	0.9
Arboleda	0.23
Cultivo	0.2
Suelo desnudo	0.44

*Nota.* Información obtenida del paper “Metodologías para la estimación del coeficiente de escorrentía en áreas urbanizadas mediante teledetección”, Chirarito et al., (2018).

Al tratarse de una cobertura de hormigón en la cubierta,  $C = 0.9$ .

La intensidad de lluvia promedio de Babahoyo es de  $100 \frac{mm}{h \cdot m^2}$ , por lo que:

$$I = 100 \frac{mm}{h \cdot m^2} * \frac{1 h}{3600 s}$$

$$I = 0.0278 \frac{mm}{s \cdot m^2}$$

Por lo tanto:

$$Q = 0.9 * 0.0278 \frac{mm}{s * m^2} * 120 m^2$$

$$Q = 3.0 L/s$$

Finalmente, se comprueba por medio de la figura 31 si el caudal demandante es menor a la capacidad que dicho colector puede soportar, considerando una pendiente del 1%. Para los sistemas de aguas lluvias, la velocidad recomendada para el flujo es de 0.8 m/s a 1 m/s. A continuación, se presenta una tabla que resume los valores de diseño calculados.

**Tabla 33**

*Resumen del diseño de aguas lluvias*

<b>Diseño del Colector</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Ancho	12	m
Largo	20	m
$A_{Tc}$	240	$m^2$
$A_{cd}$	120	$m^2$
S	1	%
$\emptyset$	4	mm
Área máxima	170	$m^2$
I	100	mm/h
I	0,0278	$\frac{mm}{s * m^2}$
C	0,9	
Q	3,00	L/s
$Q_o$	7,78	L/s
$V_o$	0,96	m/s
Como $Q_o > Q$ , el diseño está ok.		

### 3.1.5 Diseño Eléctrico

Para el diseño del sistema eléctrico del edificio, se utilizó la normativa NEC-SB-IE: Instalaciones Eléctricas, el cual contempla la instalación de luminarias y tomacorrientes de 120V y 220V para satisfacer la demanda de los equipos que puedan ser utilizados en el taller. Se debe analizar la cantidad mínima de circuitos que la estructura debe contener, para ello se utiliza la siguiente tabla:

**Tabla 34**

*Número mínimo de circuitos según el tipo de vivienda*

Tipo de vivienda	Área de construcción ( $m^2$ )	Número mínimo de circuitos	
		Iluminación	Tomacorrientes
Pequeña	$A < 80$	1	1
Mediana	$80 < A < 200$	2	2
Mediana grande	$201 < A < 300$	3	3
Grande	$301 < A < 400$	4	4
Especial	$A > 400$	1 por cada $100 m^2$ o fracción de $100 m^2$	1 por cada $100 m^2$ o fracción de $100 m^2$

*Nota.* Información extraída de la tabla 1 “Clasificación de las viviendas según el área de construcción” de la NEC-SB-IE.

En este caso, el área del edificio es de  $400 m^2$ , por lo tanto, se trata de una construcción grande que debe contener mínimo 4 circuitos tanto para iluminación como para tomacorrientes. De igual forma, para los cálculos se debe considerar un factor de demanda para cada aparato, cuyo valor depende del tipo de construcción, tal como se muestra a continuación:

**Tabla 35**

*Factores de demanda según el tipo de vivienda*

<b>Vivienda tipo</b>	<b>FD Iluminación</b>	<b>FD Tomacorrientes</b>
Pequeña – mediana	0.70	0.50
Mediana – grande	0.55	0.40
Especial	0.53	0.30

*Nota.* Información extraída de la tabla 2 “Factores de demanda” de la NEC-SB-IE.

También existen factores de demanda para cargas especiales, que por lo general se refieren a los tomacorrientes mayores a 110V

### **Tabla 36**

*Factores de demanda para cargas especiales (CE)*

<b>Para 1 carga</b>	<b>Para 2 o más cargas</b>	<b>Para 2 o más cargas</b>	<b>Para 2 o más cargas</b>
	CE < 10kW	10kW < CE < 20kW	CE > 20kW
1	0.80	0.75	0.65

*Nota.* Información extraída de la tabla 4 de la NEC-SB-IE.

De acuerdo con los valores recomendados de la tabla 35, se establecerá un factor de demanda de 0.50 para los aparatos que no requieren de uso frecuente o que operan con un voltaje de 110V. Por otro lado, para equipos que demandan un mayor voltaje y su uso es constante, se aplicará un factor de demanda de 0.8, conforme lo indicado en la tabla 36.

### **Tabla 37**

*Equipos con cargas especiales*

<b>Equipo eléctrico</b>	<b>Potencia media (W)</b>
Ducha eléctrica	3500
Horno eléctrico	3000
Cocina eléctrica	6000
Calefón eléctrico	8000
Aire acondicionado	2500
Calentador eléctrico	3000

Cargador para vehículo eléctrico	7500
----------------------------------	------

Nota. Información extraída de la tabla 3 “Cargas especiales” de la NEC-SB-IE.

El primer paso en el diseño eléctrico es identificar y describir los circuitos, lo que permite determinar el voltaje requerido de cada uno. Luego, se define la cantidad de polos (1 para 110V y 2 para 220V), así como la cantidad de puntos y la potencia que cada circuito requiere, para así calcular la potencia instalada.

$$Potencia\ instalada = Puntos * Poder\ unitario$$

Donde;

Poder unitario es la potencia de cada equipo [W]

$$DMU [W] = Potencia\ instalada * FD$$

Donde;

FD: Factor de demanda

$$Amperaje [A] = DMU / Voltaje$$

El amperaje colocado debe ser el valor redondeado superior del amperaje requerido.

Luego se calcula la demanda total:

$$Demanda = \sum DMU * FP$$

Donde;

FP = 0.92

Amperaje total:

$$Amperaje_T [A] = \frac{Demanda}{Voltaje\ mayor}$$

Umbral de disparo (UD):

$$UD [A] = Amperaje_T * 1.25$$

Finalmente, se redondea el umbral de disparo al valor superior y se lo escoge como breaker.

**Figura 37**

*Cuadro de cargas*

Panel	Circuito	Descripción	Voltaje	Polos	Fase	Conductor	Puntos	Poder Unitario (W)	Poder Instalado	Factor de Demanda	DMU (W)	A	B	AMPERAJE REQUERIDO (A)	BREAKER ELEJIDO
PD-1	1	Iluminacion - PB	120	1	A	1F#12-1N#12	7	150	1050	0,5	525	525		4,38	5
PD-1	2	Iluminacion - PB - Baño	120	1	B	1F#12-1N#12	6	10	60	0,5	30		30	0,25	5
PD-1	3	Iluminacion - 1PA	120	1	A	1F#12-1N#12	6	150	900	0,5	450	450		3,75	5
PD-1	4	Iluminacion - 2PA - Oficinas	120	1	B	1F#12-1N#12	6	20	120	0,5	60		60	0,50	5
PD-1	5	Iluminacion - 2PA - Escritorios	120	1	A	1F#12-1N#12	9	20	180	0,5	90	90		0,75	5
PD-1	6	Iluminacion - 2PA - Baños	120	1	B	1F#12-1N#12	2	20	40	0,5	20		20	0,17	5
PD-1	7	Iluminacion - 2PA - Cocina	120	1	A	1F#12-1N#12	2	20	40	0,5	20	20		0,17	5
PD-1	8	Iluminacion - 2PA - Reuniones	120	1	B	1F#12-1N#12	2	20	40	0,5	20		20	0,17	5
PD-1	9	Tomacorrientes - PB	120	1	A	1F#12-1N#12	3	200	600	0,8	480	480		4,00	5
PD-1	10	Tomacorrientes - Cerrajería 1	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	1500	1500	0,8	1200	600	600	5,45	10
PD-1	11	Tomacorrientes - Cerrajería 2	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	1500	1500	0,8	1200	600	600	5,45	10
PD-1	12	Tomacorrientes - Cerrajería 3	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	1500	1500	0,8	1200	600	600	5,45	10
PD-1	13	Tomacorrientes - Cerrajería 4	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	1500	1500	0,8	1200	600	600	5,45	10
PD-1	14	Tomacorrientes - Bomba	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	1500	1500	0,8	1200	600	600	5,45	10
PD-1	15	Tomacorrientes - 2PA - Oficinas	120	1	A	1F#12-1N#12	7	200	1400	0,5	700	700		5,83	10
PD-1	16	Tomacorrientes - 2PA - Escritorios1	120	1	B	1F#12-1N#12	10	200	2000	0,5	1000		1000	8,33	10
PD-1	17	Tomacorrientes - 2PA - Escritorios2	120	1	A	1F#12-1N#12	10	200	2000	0,5	1000	1000		8,33	10
PD-1	18	Tomacorrientes - 2PA - Escritorios3	120	1	B	1F#12-1N#12	5	200	1000	0,5	500		500	4,17	5
PD-1	19	Tomacorrientes - 2PA - Cocina	120	1	A	1F#12-1N#12	3	200	600	0,5	300	300		2,50	5
PD-1	20	Tomacorrientes - 2PA - A/C - OFM1	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	2000	2000	0,8	1600	800	800	7,27	10
PD-1	21	Tomacorrientes - 2PA - A/C - OFM2	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	2000	2000	0,8	1600	800	800	7,27	10
PD-1	22	Tomacorrientes - 2PA - A/C - OF1	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	2000	2000	0,8	1600	800	800	7,27	10
PD-1	23	Tomacorrientes - 2PA - A/C - OF2	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	2000	2000	0,8	1600	800	800	7,27	10
PD-1	24	Tomacorrientes - 2PA - A/C - OF3	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	2000	2000	0,8	1600	800	800	7,27	10
PD-1	25	Tomacorrientes - 2PA - A/C - REU1	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	2000	2000	0,8	1600	800	800	7,27	10
PD-1	26	Tomacorrientes - 2PA - A/C - REU2	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	2000	2000	0,8	1600	800	800	7,27	10
PD-1	27	Tomacorrientes - 2PA - Refri - Cocina	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	500	500	0,8	400	200	200	1,82	5
PD-1	28	Tomacorrientes - 2PA - A/C - ESCRI1	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	2000	2000	0,8	1600	800	800	7,27	10
PD-1	29	Tomacorrientes - 2PA - A/C - ESCRI2	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	2000	2000	0,8	1600	800	800	7,27	10
PD-1	30	Tomacorrientes - 2PA - A/C - ESCRI3	220	2	AB	2F#10-1T#12	1	2000	2000	0,8	1600	800	800	7,27	10
								<b>SUMATORIA</b>	<b>38030</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>27595</b>	<b>14765</b>	<b>12830</b>		

A continuación se presenta un resumen de los parámetros importantes para la determinación del medidor:

**Tabla 38**

*Resultados del Breaker escogido*

<b>Breaker Medidor</b>	
Potencia Instalada (W)	38030
DMU (W)	27595
Factor Demanda	0,73
Demanda Total (W)	27595

Factor Potencia	0,92
Demanda (W)	25387,4
Amperaje (A)	115,40
Umbral de disparo (A)	144,25
Breaker	150
BREAKER 2P-150A	

## 3.2 Especificaciones Técnicas

### 3.2.1 Vigas IPE

**Tabla 39**

*Especificaciones generales de perfiles laminados IPE*

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
Norma	RTE INEN 018
Calidad	ASTM A36/ ENS 235 JR/ EN10025/ ASTM A572 GR 50/ ENS 355 J2
Largo	6 metros y 12 metros
Acabado	Acero negro
Observaciones	Otras calidades, largos y acabados previa consulta.

*Nota.* Información extraída del catálogo de IMPORT ACEROS.

### 3.2.2 Tubo Estructural Cuadrado

**Tabla 40**

*Especificaciones generales del tubo estructural cuadrado*

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
Norma	NTE INEN 2415
Calidad	SAE J 403 1008

Largo	6 metros y medidas especiales
Acabado	Acero negro o galvanizado
Dimensiones	Desde 20mm a 100mm
Espesores	Desde 1.20mm a 5mm

*Nota.* Información extraída del catálogo de DIPAC.

### 3.2.3 Losa

**Tabla 41**

*Especificaciones generales de la Novalosa 55*

Parámetro	Descripción
Norma	NTE INEN 2397 / ASTM A653 / ANSI ASCE 3-91
Longitudes	4, 5 y 6 metros en stock. Otras longitudes bajo pedido.
Recubrimiento	Galvanizado G90
Uso del producto	Sistema de losa alivianada para entresijos de estructuras metálicas, sistemas mixtos (estructura de hormigón y metálica).

*Nota.* Información extraída del catálogo de Novacero “Novalosa”.

### 3.2.4 Cubierta

**Tabla 42**

*Especificaciones generales de la cubierta termoacústica PIR*

Parámetro	Descripción
Material	Poliisocianurato (PIR)
Norma	ASTM, ACI 318-11, NEC-11
Densidad	34-35 kg/m <sup>3</sup>
Nivel de aislamiento acústico	36 dB

Coeficiente de reducción de ruido	0.5
Temperatura de operación	De -200 °C a +120°C
Espesor	De 15 a 100 mm
Usos	Viviendas residenciales, centros comerciales de grandes luces, aeropuertos, cubiertas en general con pendientes menores y de grandes luces.

*Nota.* Información extraída del catálogo Kutérmico de KUBIEC.

### 3.2.5 Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 43**

*Especificaciones generales del acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$*

Parámetro	Descripción
Límite de fluencia ( $f_y$ )	4200 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la tracción ( $f_u$ )	$\geq 5250 \text{ kg/cm}^2$
Clasificación	Barras de refuerzo corrugado (grado 60 o equivalente).
Uso	Armado de la cimentación.
Longitud	6 m
Almacenamiento	Se evitará el reposo de las varillas sobre superficies húmedas o mojadas y su exposición prolongada a situaciones climáticas desfavorables.
Corte y doblado	Se utilizarán las herramientas adecuadas, que disponen los manuales de construcción para el corte y doblado del material.
Observación	Supervisar la correcta colocación de las varillas, respetando la separación y especificaciones del diseño.

### 3.2.6 Hormigón simple $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$

#### Generalidades

El hormigón simple con una resistencia de diseño de  $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$  se aplicará para la construcción de la cimentación y de la losa, considerando que esta última requiere una capa de 5 cm de espesor. Previo a su aplicación, se recomienda revisar los diseños arquitectónicos, estructurales, geotécnicos, hidrosanitarios y eléctricos con el objetivo de coordinar las actividades y evitar errores durante la ejecución.

#### Preparación de la obra

Antes de colocar el hormigón, se debe inspeccionar que los encofrados estén en correctas condiciones, libres de vacíos, desniveles, deformaciones, o defectos que comprometan la calidad del elemento. Además, deben estar limpios, libre de contaminantes como químicos, aceites, polvo, etc.

#### Control de calidad

Se deberán realizar ensayos que garanticen que el material cumpla con los estándares de calidad requeridos, lo cual incluye:

- Prueba de revenimiento (Cono de Abrams) para verificar la trabajabilidad y consistencia del hormigón.
- Ensayo de temperatura.
- Preparación de cilindros con muestra del hormigón recibido, para comprobar la resistencia de diseño.
- Medición del contenido de aire de la muestra.
- Otros ensayos relacionados con la calidad del material.

#### Proceso de curado

Después del endurecimiento, el hormigón debe ser inmediatamente curado mediante métodos adecuados como rociado con agua, uso de superficies o membranas húmedas, en un periodo mínimo de 7 días para evitar fisuras o grietas a temprana edad.

Además, no se debe aplicar el 100% de la carga del edificio hasta que el hormigón haya alcanzado su máxima resistencia.

## Capítulo 4

## **4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL**

### **4.1 Descripción del Proyecto**

La evaluación de impacto ambiental del proyecto está dirigido a analizar y mitigar los efectos derivados de la construcción y operación del complejo industrial multifuncional que se desarrollará en la parroquia El Salto, cantón Babahoyo. Este análisis permite identificar los impactos positivos y negativos que puedan surgir en el uso de materiales de construcción, recursos hídricos, generación de residuos y consumo de energía; alineándose con el ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico y ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles.

Las acciones que generarán impactos en el contexto ambiental son principalmente el uso de maquinaria pesada, transporte de materiales, producción de residuos sólidos y líquidos, posible aglomeración del tráfico vehicular, consumo de recursos naturales como el agua y la energía, y movimientos de tierra generando polvo, ruido, vibraciones que alteran temporalmente la biodiversidad local.

Se realizará un análisis de las condiciones iniciales del sitio mediante información actual y pública como los datos del GAD municipal de Babahoyo, las Ordenanzas Municipales, la Prefectura de Los Ríos, entre otras, que permitan caracterizar parámetros como la calidad del aire, ruido, suelo y agua.

Adicionalmente, en base a lo que establece la normativa ambiental vigente del Ecuador, se tramitarán los permisos necesarios con las entidades competentes, incluyendo al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), que autoricen la licencia ambiental requerida para la ejecución de la obra, la gestión adecuada de residuos sólidos y líquidos, etc.

## 4.2 Línea Base Ambiental

### 4.2.1 Medio Físico – Químico Inerte

#### 4.2.1.1 Clima

En el capítulo 2, sección “Área de estudio” se mencionó que el clima de Babahoyo es tropical semi-húmedo, con temperaturas promedio anuales de 25.7°C y precipitaciones concentradas entre diciembre y abril, alcanzando un promedio de 1845 mm/año. La humedad relativa varía entre el 70% y 90%, aumentando la sensación térmica, datos corroborados por la estación meteorológica de Pichilingue, según el MTOP en el año 2011. Estas condiciones climáticas influyen directamente en la planificación del proyecto, especialmente en el diseño de las cubiertas y sistemas de drenaje para manejar la alta pluviosidad.

#### 4.2.1.2 Aire

La calidad del aire es aceptable, aunque las actividades agrícolas y vehiculares del cantón contribuyen principalmente a la emisión de partículas en suspensión menores a 2.5 micrones (PM2.5) con una concentración de 13.29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tal como se observa en la tabla 44 (The Weather Channel, 2024). Según la Norma de Calidad del Aire Ambiente Libro VI Anexo IV, ninguna de las concentraciones de los siguientes contaminantes representa una alerta en la calidad del aire para el cantón.

**Tabla 44**

*Concentraciones de los contaminantes del aire registrados en el cantón Babahoyo*

<b>Contaminante</b>	<b>Concentración (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Calificador</b>
Partículas en suspensión menores a 2,5 micrones (PM2.5)	13.29	Moderado

Ozono (O3)	53.16	Bueno
Partículas en suspensión menores a 10 micrones (PM10)	18.46	Bueno
Dióxido de nitrógeno (NO2)	9.64	Bueno
Monóxido de carbono (CO)	210	Bueno
Dióxido de azufre (SO2)	3.83	Bueno

*Nota.* Información obtenida del portal The Weather Channel, 2024.

#### **4.2.1.3 Agua Superficial y Subterránea**

El río Babahoyo es el principal cuerpo hídrico de la zona, el cual bordea la parroquia El Salto y constituye un factor importante para la ejecución de actividades agrícolas, industriales y domésticas. Sin embargo, mediante ensayos microbiológicos y fisicoquímicos como la medición de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), pH, conductividad eléctrica, temperatura, Oxígeno Disuelto (OD), entre otros, se han identificado niveles de contaminación debido a descargas de aguas residuales sin tratar y lixiviados agrícolas, al sobrepasar los límites establecidos por la normativa TULSMA (Layana, 2013).

Caicedo et al. (2019) indica que parámetros como la salinidad efectiva, salinidad potencial, relación de adsorción de sodio, porcentaje de sodio posible y disuelto permitieron definir que para la época seca, las aguas del río San Pablo del cantón Babahoyo no son aptas para la agricultura.

#### **4.2.1.4 Suelo y Subsuelo**

Los suelos del área son mayoritariamente sedimentarios de origen cuaternario, con características franco-limosas y arcillosas, moderadamente impermeables. Se clasifican como suelos limosos inorgánicos (MH) bajo el sistema SUCS, con un ángulo de fricción interno de 30°

y una consistencia compacta. La topografía es predominantemente plana, con pendientes menores al 2% y áreas con formación de depresiones que podrían influir en la capacidad de drenaje del terreno (MTO, 2011).

#### **4.2.1.5 Ruido**

Debido a la problemática acústica enfrentada por el cantón, el Concejo Cantonal de Babahoyo aprobó en 2018 una ordenanza que previene y controla la contaminación del ruido, estableciendo en su artículo 10 que el nivel de ruido máximo permitido en el horario de 6:00 a 20:00 horas sea de 70 decibeles (dB), mientras que de 20:00 a 6:00 horas de 35 dB. Esta medida comprende especialmente la zona céntrica como el Malecón, calle García Moreno, Avenida Clemente Baquerizo, Roldós y Baleta. Además, en el artículo 27 de la ordenanza se prohíbe el uso de megáfonos y altavoces para promocionar sus productos, salvo eventos deportivos, sociales y culturales. Para quienes incumplan dichas disposiciones, serán sancionados con una multa equivalente al 20% del Salario Básico Unificado (La Hora, 2018).

El doctor Carlos Germán (2018), residente de Babahoyo, explica que la contaminación acústica activa respuestas hormonales y nerviosas en el cuerpo, elevando la presión arterial y la frecuencia cardiaca. Además, advirtió que la exposición a sonidos intensos puede acelerar los problemas cardiovasculares, desencadenando incluso infartos al miocardio.

### **4.2.2 Medio Físico-Biótico**

#### **4.2.2.1 Flora y Fauna**

La vegetación que predomina en la parroquia El Salto son los cultivos agrícolas, especialmente el arroz, banano, cacao, maíz, soya, café y caña de azúcar. De igual manera, el cantón dispone de pastos cultivados y naturales para la actividad ganadera como la producción

de leche (MTOPI, 2011). Adicionalmente, debido a la fertilidad de sus tierras, existen árboles frutales como el limón, la mandarina, la toronja, futa de pan, entre otros.

Respecto a la fauna, la zona contiene diversidad de aves como las garzas, patos, colibríes, pericos y palomas. Además, cuenta con especies acuáticas como las tilapias, barbudos, róbalos, bocachicos, entre otros.

#### ***4.2.2.2 Paisajes y Espacios Ecológicos***

El paisaje del cantón combina espacios rurales y urbanos, con una notoria presencia de infraestructura agrícola e industrial. Existe una reserva natural llamada “Santuario de las Aves” compuesta de tres islotes con un área total de 18 hectáreas ubicada en la parroquia Febres Cordero, que tiene el objetivo de incentivar la restauración ecológica como espacio sostenible y de conservación silvestre.

### **4.2.3 Medio Humano**

#### ***4.2.3.1 Medio Socioeconómico***

Según un estudio realizado por el MTOPI en 2011, el 33% de la actividad económica del cantón proviene de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, seguido por el comercio al por mayor y menor con un 16%, la enseñanza con el 7% y el área de la construcción representando el 5%. Cabe destacar que la población de Babahoyo, según el INEC (2022) es de 178,509 habitantes, de los cuales el 51.20% son mujeres y el 48.80% son hombres.

#### ***4.2.3.2 Calidad de Vida***

Según Yamille (2016), Babahoyo ofrece un costo de vida relativamente asequible con un presupuesto aproximado de \$500 mensuales para que una pareja viva modestamente incluyendo gastos de alquiler, servicios básicos y mercado. En cuanto a infraestructura y servicio, el cantón

ha reflejado mejoras en el sistema de alcantarillado y en la regeneración de áreas urbanas, lo cual ayuda a prevenir inundaciones y mejorar las condiciones sanitarias (ALDIA, 2024). Además, el cantón ha demostrado un crecimiento industrial y económico importante, principalmente impulsado por las pequeñas y medianas empresas que aportan al desarrollo local.

### 4.3 Actividades del Proyecto

En esta sección se divide al proyecto en tres fases: construcción, operación y abandono, en donde se identifican y detallan todas las actividades que podrían causar impactos en el ambiente, tal como se detalla en la tabla 45.

**Tabla 45**

*Actividades del proyecto susceptibles de causar impactos ambientales*

<b>Fase</b>	<b>Labor</b>	<b>Acción</b>
<b>Construcción</b>	Movimiento de tierras	Excavación y nivelación del terreno para la cimentación, utilizando maquinaria pesada, lo cual puede generar emisión de polvo y ruido.
	Transporte de materiales	Emisiones de gases y desgaste de vías locales.
	Instalación de la estructura de acero	Montaje de elementos estructurales metálicos, incluyendo grúas y la soldadura que generan ruido y desechos.
	Residuos sólidos	Disposición de escombros, plásticos, madera, basura, etc.
	Consumo energético y uso de recursos hídricos	Uso de equipos para soldar los perfiles metálicos, herramientas menores que requieran electricidad. Consumo de agua para limpieza y mezclas de hormigón, pudiendo limitar la disponibilidad del recurso en la zona.

<b>Operación</b>	Actividades industriales en el taller	Operación de maquinaria en el taller de cerrajería, generando ruido y residuos metálicos.
	Almacenamiento de materiales	Manejo y disposición de productos o materiales peligrosos (pinturas, químicos, aceites, metales) con riesgo de derrames o contaminación en caso de no ser controlado adecuadamente.
	Consumo energético	Uso constante de energía para iluminación, equipos eléctricos, y sistemas de climatización en todo el edificio, lo que conlleva a la implementación de sistemas eficientes para reducir costos y disminuir la huella de carbono.
	Incremento del tráfico vehicular	Aumento de emisiones de gases contaminantes, congestión vehicular y mayor desgaste de vías a causa de movimientos de camiones que entregan y retiran material.
<b>Abandono</b>	Cuidado de áreas verdes	Poda, fertilización y manejo de residuos vegetales generados. El uso excesivo de fertilizantes químicos puede contaminar el suelo y cuerpos de agua.
	Desmontaje	Retiro de elementos metálicos, equipos y componentes industriales.
	Reciclaje y reutilización de materiales	Clasificación de materiales reciclables como acero, madera, plástico y vidrio. Residuos no reciclados puede impactar a la calidad del suelo y de los cuerpos hídricos.

*Nota.* Elaboración propia.

#### 4.4 Identificación de Impactos Ambientales

Con ayuda de la Matriz de Leopold se puede identificar, analizar y evaluar los efectos ambientales que puede tener un proyecto en su ejecución. Fue desarrollada por el geólogo estadounidense Luna Leopold en 1971 y es muy utilizada en la evaluación ambiental de proyectos industriales, estructurales, mineros, etc.

Esta matriz permite estructurar y organizar la información de manera clara, considerando las acciones del proyecto y sus factores ambientales, pudiendo aplicarse en proyectos de diferentes tipos y escalas. La matriz consta de dos ejes, vertical y horizontal, en el primero se listan las acciones del proyecto o actividades que puedan generar impacto; mientras que en el eje horizontal se ubican los factores ambientales afectados como el aire, suelo, agua, flora y fauna, etc. Cada celda de la matriz representa la interacción entre una acción y un factor ambiental, incluyendo una valoración de la magnitud e importancia del impacto.

Los impactos se clasifican por su magnitud e importancia, la magnitud se refiere a la intensidad del impacto que puede puntuarse en un rango del 1 al 10 (positivo o negativo); mientras que la importancia es la relevancia que tiene la generación de dicho impacto, siendo siempre positiva del 1 al 10, tal como se detalla en la tabla 46. Cabe mencionar que la evaluación y asignación de la magnitud e importancia, dependerán de la experiencia y criterio del evaluador.

**Tabla 46**

*Parámetros evaluadores de la magnitud e importancia en la matriz de Leopold*

<b>Intensidad</b>	<b>Magnitud</b>		<b>Duración</b>	<b>Importancia</b>	
	<b>Alteración</b>	<b>Calificación</b>		<b>Influencia</b>	<b>Calificación</b>
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3

Media	Baja	-4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	10

*Nota.* Información recopilada de Luna, A. (2021). La sección de magnitud también se aplica para impactos positivos, en ese caso la calificación tiene signo “+”.

En base a las consideraciones mencionadas en la tabla 6, se evaluó la magnitud e importancia de cada factor ambiental junto con las acciones descritas en la sección 4.2 y 4.3 respectivamente, considerando todos los posibles impactos que podría causar dicha actividad frente al factor correspondiente, sea positivo o negativo, obteniendo la siguiente matriz de Leopold alineada con la problemática del proyecto.

### **Figura 38**

*Resultados de los impactos ambientales que la ejecución del proyecto causaría, por medio de la matriz de Leopold*

FACTORES AMBIENTALES			ACCIONES		ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN					ACTIVIDADES DE OPERACIÓN				ACTIVIDADES DE ABANDONO			AFECTACIONES		AGREGADO DEL IMPACTO
					Movimiento de tierras	Transporte de materiales	Instalación estructura metálica	Residuos sólidos	Consumo energético e hídrico	Actividades industriales en el taller	Almacenamiento de materiales	Consumo energético	Incremento del tráfico vehicular	Cuidado de áreas verdes	Desmontaje	Reciclaje y reutilización de materiales	POSITIVA	NEGATIVA	
MEDIO FÍSICO	QUÍMICO INERTE	Clima				-3	-6	-2		-7	8	-3	7			2	5	36	
		Aire	-6	-4	-6			-3	-3			7	-5	5		2	6	-30	
		Ruido	-4	-5	-8		-5	-7	-4	-8			-8	5		1	9	-153	
		Agua superficial y subterránea	-1		-5	-4	-3	-2				2	-1	2		2	6	-9	
		Suelo y subsuelo	-2	-1	-2	-3	1	-1	-1			8	-3		4	2	8	4	
	BIÓTICO	Flora	-1		-1							9	-2			1	3	41	
		Fauna				-5	2					6				1	1	20	
		Espacios ecológicos				-4	-2	-2				9	-2	9		2	5	70	
	MEDIO HUMANO	Medio socioeconómico	5	5	7	-4	-4	8	5	-6	-4	-6	5	-3		6	6	42	
		Calidad de vida	-4	-2	-5	-7	-4	6	3	2	-6	7	5	8		6	6	63	
AFECTACIONES		POSITIVA	1	1	1	0	1	2	2	1	0	8	2	6	25				
		NEGATIVA	6	4	6	7	6	6	3	4	4	1	7	1	55				
AGREGADO DEL IMPACTO			-28	-28	-32	-49	-39	7	0	-63	-95	257	6	148	84				

Nota. Elaboración propia.

### 4.5 Valoración de Impactos Ambientales

Una forma de evaluar e interpretar los resultados de la figura 38 es por medio del Agregado del Impacto (AI), el cual consiste en multiplicar la magnitud del impacto (ya sea positivo o negativo) por la importancia de este, tanto en el eje de las acciones como en el eje de los factores involucrados en el proyecto.

$$AI = \sum Magnitud * Importancia$$

Donde,

AI: Agregado del impacto

Magnitud: Representa al valor superior de cada cuadrado (puede ser positiva o negativa).

Importancia: Representa al valor inferior de cada cuadrado (es siempre positiva).

Nota: La sumatoria se realiza por cada fila y columna de la matriz.

Esto permite no solo identificar qué acciones/factores generan los mayores y menores impactos, sino también entender las razones detrás de estos resultados. Al analizar las circunstancias específicas del proyecto y utilizar herramientas como tablas de evaluación, se logra determinar de forma objetiva qué tan significativo es cada resultado en el deterioro del ambiente. Para este propósito, se presentan las siguientes tablas:

**Tabla 47**

*Clasificación de la relevancia del impacto negativo según los rangos del AI*

<b>Calificación de Impactos Negativos</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Rango del AI</b>
Irrelevante	0 a -25
Moderado	-25 a -50
Severo	-50 a -75
Crítico	Menores a -75

*Nota.* Información extraída de Franz Pucha, (2023).

**Tabla 48**

*Clasificación de la relevancia del impacto positivo según los rangos del AI*

<b>Calificación de Impactos Positivos</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Rango del AI</b>
Poco importante	0 a 25
Importante	25 a 50
Muy importante	Mayores a 50

*Nota.* Información extraída de Franz Pucha, (2023).

Como se muestra en la figura 38, el ruido destaca como el factor de mayor impacto en la construcción del complejo industrial con un AI de -153, mientras que los espacios ecológicos generan el impacto positivo más significativo, con un AI de 70. De acuerdo con las clasificaciones establecidas en las tablas 47 y 48, estos resultados corresponden a un “impacto negativo crítico” y un “impacto positivo muy importante”, respectivamente.

En cuanto a las acciones, el incremento del tráfico vehicular generó el mayor impacto negativo, con un AI de -95, especialmente por factores como el ruido y la afectación a la calidad de vida de los habitantes del cantón. Le sigue el consumo energético con un AI de -63 lo cual tiene sentido ya que, para el buen funcionamiento de la estructura se requiere un alto consumo de energía eléctrica, afectando de esta manera al medio socioeconómico de la empresa. Estos resultados, según la tabla 47 se clasifican como impacto “crítico” y “severo” respectivamente.

Por otro lado, las acciones como el cuidado de áreas verdes y, el reciclaje y reutilización de materiales resultaron ser las de mayor impacto positivo, con un AI de 257 y 148 respectivamente. Estas actividades benefician principalmente al clima, aire, suelo, espacios ecológicos y la calidad de vida de los habitantes, clasificándose como un impacto positivo “muy importante” para el cuidado del ambiente, según la tabla 48.

#### **4.6 Medidas de Prevención/Mitigación**

Teniendo en cuenta los impactos negativos presentados en la figura 38, se proponen las siguientes medidas o acciones para reducir los efectos ambientales peligrosos.

##### **4.6.1 Reducción del Ruido**

En la fase de construcción, la maquinaria pesada es una de las principales fuentes de generación de ruido, es por ello que, con el objetivo de minimizar este impacto, se propone limitar el uso de máquinas pesadas a horarios laborales establecidos, principalmente en las

mañanas, evitando operar en horarios nocturnos que puedan perturbar el descanso de los habitantes del sector.

También es importante verificar que toda la maquinaria se encuentre en condiciones adecuadas mediante un mantenimiento regular, que ayude a reducir el desgaste de los equipos y por ende las vibraciones y el ruido. De ser posible, se podrían implementar equipos diseñados para emitir menos ruido durante su operación.

Adicionalmente, se propone instalar dispositivos como el sonómetro que permitan controlar y monitorear las emisiones acústicas durante la construcción del edificio, garantizando mantener los límites establecidos por las normativas y ordenanzas legales del cantón.

En cuanto a la fase operativa, se deben incorporar materiales aislantes como el concreto poroso, fibra de vidrio, madera tratada o poliestireno expandido en los techos, paredes y pisos de la estructura, de tal forma que absorban el sonido y reduzcan su propagación hacia el exterior.

#### **4.6.2 Gestión del Tráfico Vehicular**

Se debe realizar un estudio de tráfico antes de iniciar con la construcción del proyecto, para que de esta forma se puedan identificar puntos críticos e implementar rutas específicas para el transporte de materiales, evitando calles residenciales o vías altamente transitadas, siempre y cuando existan alternativas posibles. Adicionalmente, se deberá establecer horarios para la circulación de maquinaria pesada preferiblemente en momentos de bajo tráfico, previo acuerdo con los proveedores de equipos y materiales, reduciendo así la congestión y la emisión de los diferentes tipos de contaminantes que esta actividad genera.

#### **4.6.3 Consumo Energético y Sostenible**

Integrar sistemas de energía renovable como la instalación de paneles solares en el techo del edificio, lo cual permite aprovechar la energía solar para abastecer las demandas energéticas

del lugar. Otra opción es la instalación de pequeñas turbinas eólicas en áreas estratégicas del complejo industrial, pero en este caso se deberá evaluar si las condiciones climáticas locales lo permiten. Estas tecnologías no solo aportan positivamente a la reducción de la huella de carbono, sino que también producen beneficios económicos a largo plazo.

En cuanto a la iluminación, factor significativo en el consumo energético de la estructura, se podría sustituir las bombillas tradicionales por sistemas de iluminación LED (Light Emitting Diode), incluyendo sensores de movimiento con reguladores automáticos de intensidad lumínica en áreas específicas, logrando reducir el consumo eléctrico en un 70%. En el proyecto ya se incluyen tragaluces en la última planta (oficinas administrativas), que permiten captar la luz natural durante la jornada laboral, disminuyendo la dependencia de focos eléctricos en ese piso.

Para complementar la gestión, se debe planificar capacitaciones periódicas sobre sostenibilidad y ahorro energético que involucre al equipo técnico y administrativo del proyecto para garantizar el uso controlado y responsable de los recursos.

#### **4.6.4 Gestión de Residuos**

Se debe empezar por establecer puntos de recolección internos de materiales reciclables (papel, plástico, vidrio, metales, etc), materiales orgánicos y residuos peligrosos, para aportar con el reciclaje, la reutilización y el tratamiento de desechos. Por otro lado, los residuos peligrosos como aceites, pinturas, químicos, baterías, entre otros, requieren un manejo especial, por esta razón, se debe capacitar a los trabajadores sobre la correcta manipulación y administración de dichos recursos para evitar riesgos en la salud y en el ambiente.

Es importante además, contar con un Plan de Gestión de Residuos (PGR), que incluya políticas, metas, sanciones, incentivos e instrucciones sobre procedimientos específicos para el reciclaje o disposición de diferentes tipos de residuos, estableciendo indicadores que permitan

cuantificar el desempeño de las actividades, rigiéndose a las normativas ambientales municipales y nacionales.

## Capítulo 5

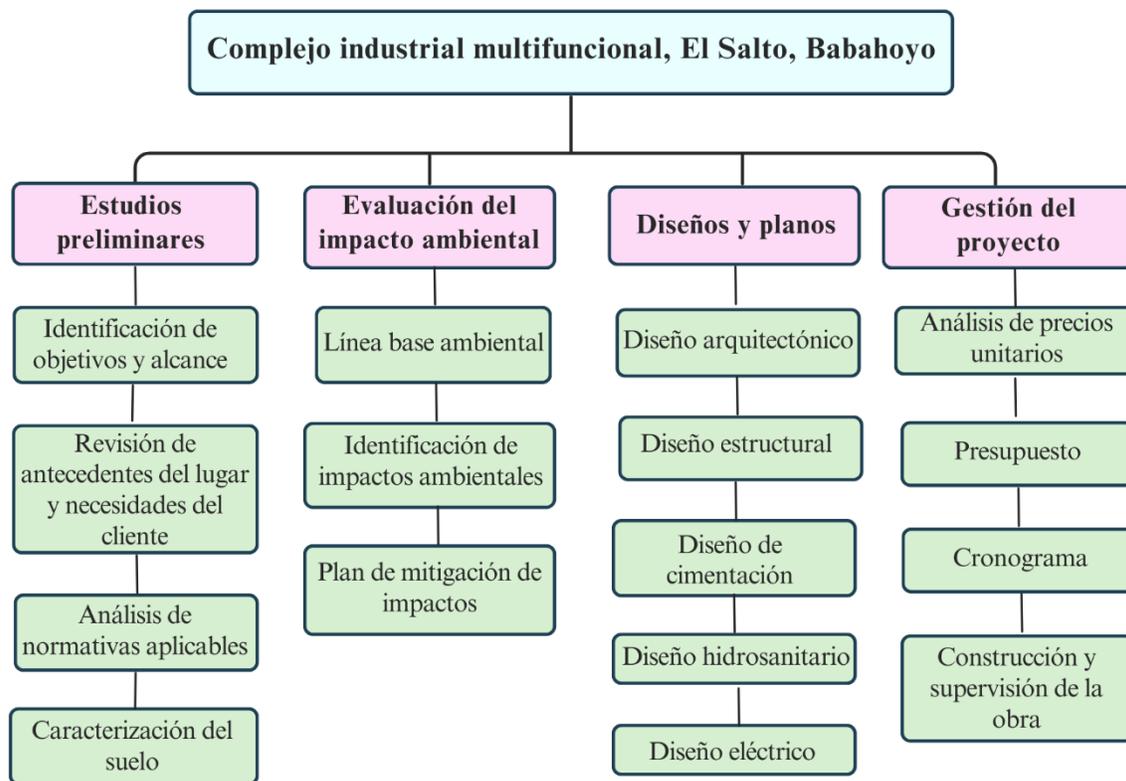
## 5. PRESUPUESTO

### 5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

La Estructura Desglosada de Trabajo (EDT) es una herramienta visual y jerárquica que permite organizar las fases de un proyecto en un orden determinado, con el fin de identificar las actividades necesarias para alcanzar los objetivos planteados. La figura 39 expresa las etapas realizadas para el diseño del complejo industrial en la parroquia El Salto.

**Figura 39**

*Estructura desglosada de trabajo del proyecto*



## **5.2 Rubros y análisis de precios unitarios**

Los detalles de los rubros pueden consultarse en la sección de anexos. Sin embargo, es importante mencionar que los precios unitarios de cada rubro se determinaron en base a páginas oficiales como la “Revista Digital Construcción y Desarrollo” propuesta por la Cámara de la Construcción de Guayaquil, los salarios mínimos de mano de obra establecidos por la Contraloría General del Estado, los presupuestos de proyectos de obras públicas emitidos por la Prefectura del Guayas, entre otras referencias.

## **5.3 Descripción de cantidades de obra**

Las cantidades necesarias de cada rubro se determinaron mediante el software Revit, que generó automáticamente estas cifras gracias al modelado completo de los diseños. En cuanto a los materiales principales del diseño estructural, el acero se cuantificó en kilogramos (kg), mientras que el hormigón requerido para las zapatas y el contrapiso se calculó en metros cúbicos ( $m^3$ ). Los detalles de estas cantidades pueden consultarse en los planos adjuntados en la sección de anexos.

## **5.4 Valoración integral del costo del proyecto**

Dado que el área de construcción de cada planta es  $300 m^2$  y el proyecto consta de tres plantas, el presupuesto total resultó de \$356.488,10. Esto equivale a un precio por metro cuadrado de construcción de \$262.31. Los detalles específicos de cada actividad involucrada se encuentran en la sección de anexos.

## **5.5 Cronograma de obra**

La duración estimada de la obra es de 5 meses, calculada en función de los rendimientos de cada Análisis de Precios Unitarios (APU) y las cantidades totales de cada rubro, considerando

una jornada laboral de 12 horas diarias. Para obtener información más detallada, revisar la sección de anexos.

## Capítulo 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- Las columnas están diseñadas con una sección tubular cuadrada de 200x200x12mm, proporcionando la estabilidad y resistencia que el proyecto necesita. Las vigas (principales y secundarias) emplean perfiles IPE en secciones de 330, 400 y 550, seleccionadas de acuerdo con el estudio de cargas realizado, mientras que las correas necesitan perfiles IPE 240. Dichas secciones cumplen con los criterios de diseño sismorresistente que establece la NEC, garantizando así durabilidad, servicio y seguridad.
- Las zapatas son cuadradas con dimensiones de 2x2x0.65 m, reforzadas con varillas de acero de 18 mm de diámetro, distribuidas a cada 10 cm cumpliendo con los criterios de capacidad de carga y asentamientos totales permisibles que propone la NEC-SE-GC.
- La bomba seleccionada para el sistema de agua potable es el modelo PK-100, el cual garantiza una presión de agua de hasta 32 m, superando la presión requerida de 22.6 m para la estructura. Por otro lado, el sistema de aguas residuales satisface el caudal requerido de 3.88 L/s mediante la implementación de tuberías de desagüe de 4 pulgadas, con capacidad para manejar hasta 11 L/s, complementado con un sistema de ventilación de 2 pulgadas.
- El presupuesto total calculado para la estructura, incluyendo los acabados es de \$356.488,10; con un precio por metro cuadrado de construcción de \$262.31. Cabe mencionar que la estructura metálica representa el 66.22% del presupuesto general del proyecto.
- El tiempo estimado para la construcción del proyecto es de 5 meses. La fase de mayor duración corresponde al levantamiento de la estructura de acero, que se extiende por 3

meses. Aunque este sistema incluye la mayoría de los elementos prefabricados en taller, es necesario contar con una mayor precisión durante el montaje para asegurar la correcta instalación de los componentes. Además, es crucial mantener un estricto control de calidad en las conexiones. Todos estos factores influyen en el rendimiento de la actividad, lo que se traduce en una mayor duración de la ejecución.

- Se identificaron diversos impactos ambientales negativos asociados a la obra, entre los que destacan el ruido generado por las actividades constructivas y el aumento en el tráfico vehicular en la zona.
- Entre las acciones para contrarrestar los impactos negativos relacionados con el consumo de recursos, el sistema estructural de acero reduce significativamente el uso de agua en comparación con los métodos tradicionales de construcción en concreto, ya que no requiere procesos como el curado prolongado.
- Se priorizó la eficiencia energética del proyecto mediante la instalación de iluminación LED, instalación de tragaluces en el techo y ventanas en el piso 1 y 2, que disminuye el consumo eléctrico y prolonga la vida útil de los equipos. Asimismo, se incorporó una cubierta termoacústica diseñada para optimizar el aislamiento térmico y acústico del edificio. Estas medidas no solo contribuyen a la sostenibilidad del proyecto, sino que también mejoran las condiciones de confort y habitabilidad para los usuarios.
- El proyecto logró alinearse con los ODS 8 y 9, ya que en la matriz de Leopold se evidenció que los impactos positivos superan los negativos. Esto se debe en gran parte a la menor generación de residuos asociados al uso de acero en comparación con el hormigón, la preservación de áreas verdes al evitar la tala árboles en el lugar de construcción, y los beneficios socioeconómicos que el proyecto aporta a la comunidad.

## 6.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar un estudio geotécnico exhaustivo y detallado de las características geomecánicas del suelo en el terreno destinado para la construcción. Este estudio debe incluir la identificación de los tipos de suelo presentes, su capacidad de carga, el nivel de agua subterránea y la posible presencia de material orgánico o elementos no cohesivos que puedan afectar la estabilidad de la obra. Con esta información, será posible realizar cálculos más precisos sobre la resistencia del suelo y su comportamiento bajo carga, lo que permitirá diseñar una cimentación más adecuada y optimizada para las condiciones específicas del terreno.
- Se propone ejecutar las actividades que más ruido generan durante la construcción de la estructura, como el montaje de los elementos estructurales, los movimientos de tierra, y la cimentación, en horarios matutinos y vespertinos ya que estos son los momentos en los que la mayoría de los habitantes suelen estar en sus lugares de trabajo o centros educativos, lo que ayuda a evitar la intensificación del ruido durante los horarios de descanso.
- Se recomienda que en el futuro se diseñe e implemente un sistema de recolección de aguas lluvias que permita aprovechar esta fuente natural de agua y reutilizarla para el riego, limpieza de exteriores, abastecimiento de sanitarios, suministro para sistemas de climatización, reduciendo el consumo de agua potable, lo que a su vez contribuye con la sostenibilidad del proyecto.
- Se recomienda incorporar en la malla académica asignaturas relacionadas con el diseño y armado estructural de cimentaciones, ya que para realizar estos cálculos fue necesario recurrir a la investigación debido a la falta de conocimientos en esta área.

## Referencias

McCormac, J. (2012). *Diseño de Estructuras de Acero*. Alfaomega Grupo Editor

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2023). *Estadística de Edificaciones (ESED)*.

[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/Encuesta\\_Edificaciones/2023/Trimestral\\_I/2.2023\\_ESED\\_Principales\\_resultados\\_IT.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Edificaciones/2023/Trimestral_I/2.2023_ESED_Principales_resultados_IT.pdf)

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2022). *Reporte Técnico*.

[https://www.censoecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2024/03/CPV\\_2022\\_Reporte\\_Tecnico\\_mar2024.pdf](https://www.censoecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2024/03/CPV_2022_Reporte_Tecnico_mar2024.pdf)

Budhu, M. (2010). *Soil Mechanics and Foundations*.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2011). *Estudios de factibilidad, impactos ambientales e ingeniería definitivos para la rehabilitación de accesos norte de la ciudad de Babahoyo*. [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/09/Literal-K-Proyecto-175200000.641.4096\\_PROY.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/09/Literal-K-Proyecto-175200000.641.4096_PROY.pdf)

El Comercio. (2014). El Parque Industrial de Cuenca

<https://www.elcomercio.com/galerias/parque-industrial-cuenca.html>

Vargas Santillán, M. A. (2023). Crecimiento económico y social de la ciudad de Babahoyo.

Influjo de las Pymes. *Sinergia Académica*, 6(2). <https://doi.org/10.51736/sa.v6i2.117>

Nawy, E. G. (2005). *Fundamentals of High-Performance Concrete*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Mora, F. (2019). *Evaluación de la fertilidad de Suelos y Calidad de aguas, en el agroecosistema de la Granja San Pablo, Provincia De Los Ríos*. [Tesis de grado de la Universidad

Técnica de Babahoyo]. Dspace. <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6187/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON->

[000150.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Textura%2C%20materia%20org%C3%A1nica%20y%20pH,suelos%20agr%C3%ADcolas%20de%20Babahoyo%2C%202019](https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6187/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000150.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Textura%2C%20materia%20org%C3%A1nica%20y%20pH,suelos%20agr%C3%ADcolas%20de%20Babahoyo%2C%202019)

Área Metropolitana. (S.F.) *Proceso para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad y desarrollar estrategias de mejora ambiental.*

<https://www.metropol.gov.co/ambiental/Paginas/consumo-sostenible/analisis-de-ciclo-de>

[vida.aspx#:~:text=%E2%80%8BEI%20An%C3%A1lisis%20del%20Ciclo,las%20e-tapas%20de%20su%20vida.](https://www.metropol.gov.co/ambiental/Paginas/consumo-sostenible/analisis-de-vida.aspx#:~:text=%E2%80%8BEI%20An%C3%A1lisis%20del%20Ciclo,las%20e-tapas%20de%20su%20vida.)

The Weather Chanel. (S.F.) Calidad del aire hoy-Babahoyo, Los Ríos, Ecuador

[https://weather.com/es-PY/forecast/air-](https://weather.com/es-PY/forecast/air-quality/l/Cant%C3%B3n+Babahoyo+Los+R%C3%ADos+Ecuador?canonicalCityId=62e27362dfa02968336a9256d1fdbb130a6c6a17ac40e058ff226aab15a9c59f)

[quality/l/Cant%C3%B3n+Babahoyo+Los+R%C3%ADos+Ecuador?canonicalCityId=62e27362dfa02968336a9256d1fdbb130a6c6a17ac40e058ff226aab15a9c59f](https://weather.com/es-PY/forecast/air-quality/l/Cant%C3%B3n+Babahoyo+Los+R%C3%ADos+Ecuador?canonicalCityId=62e27362dfa02968336a9256d1fdbb130a6c6a17ac40e058ff226aab15a9c59f)

Presidencia de la Republica. (S.F.) *NORMA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE.*

<https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu112183.pdf>

Layana, E. (S.F.) *Estudio de la calidad del agua del río Babahoyo y sus afluentes: Índice de Saprobio.* [Tesis de grado de la Universidad de Guayaquil].

<https://repositorio.ug.edu.ec/items/3703fcd9-612c-4c6e-a4fa-dcfe407e9628>

Caicedo, G., Balmaseda, C., Tandazo, J., Layana, E., Sánchez, V., (2019). *Calidad para el riego de las aguas del río San Pablo, cantón Babahoyo, Ecuador. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 28.*

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2071-00542019000300002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2071-00542019000300002)

Prefectura de Los Rios (S.F.). *SANTUARIO DE LAS AVES*”, *ENCANTO NATURAL DE*

*BABAHOYO*. <https://obras.losrios.gob.ec/publicacion/1112>

Green Progress (S.F.). *Matriz de Leopold*. <https://evaluaciondeimpactoambiental.com/matriz-de-leopold-evaluando-los-impactos-ambientales/>

Don Franz. (2023). *Matriz de Leopold en Excel: ¡Aprende a llenarla desde cero!*

<https://www.youtube.com/watch?v=dLEzvDH0deg>

Alex Enseña. (2021). *Matriz de Leopold*. <https://www.youtube.com/watch?v=4SbW6G9XjhM>

EXPAT. (2016). *Vivir en Babahoyo*. <https://www.expats.com/forum/viewtopic.php?id=561600>

ALDIA. (2024). *Babahoyo: Nuevo sistema de alcantarillado y regeneración integral en La*

*Petra para mejorar calidad de vida*. <https://www.aldia.com.ec/babahoyo-nuevo-sistema-de-alcantarillado-y-regeneracion-integral-en-la-petra-para-mejorar-calidad-de-vida/>

Coduto, D., Kitch, W., Yeung, R. (2015). *Foundation Design: Principles and Practices*

<https://bibliotecadigital.espol.edu.ec/library/publication/foundation-design-principles-and-practices>

Norma Ecuatoriana de la Construcción (2011). *CAPÍTULO 16 NORMA HIDROSANITARIA*

*NHE AGUA*. <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-nacional-de-chimborazo/instalaciones-hidrosanitarias/nec11-cap16-norma-hidrosanitaria/29840013>

Carmona, R. (S.F.) *Cálculo de pérdidas en tuberías y accesorios*.

<https://www.studocu.com/ec/document/escuela-superior-politecnica-del-litoral/instalaciones-electricas/tablas-de-flamant-interesante/100369941>

PumpStopOnline. (S.F.). *Bomba de Agua Periférica Serie PK*.

<https://www.pumpstoponline.com.ec/products/bomba-de-agua-pedrollo-periferica-0-5hp->

[pkm60?srsIid=AfmBOoocQKanRXpXjVmZhOawbQm3UiUC  
k1B71WVOK2eBf4EUPLD9nk-](https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-k1B71WVOK2eBf4EUPLD9nk-Instalaciones-Elctricas.pdf)

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2018). *INSTALACIONES ELECTRICAS*.

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-Instalaciones-Elctricas.pdf>

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2018). *EFICIENCIA ENERGETICA en Edificaciones Residenciales (EE)*. [https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-](https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-HS-EE-Final.pdf)

[content/uploads/downloads/2019/03/NEC-HS-EE-Final.pdf](https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-HS-EE-Final.pdf)

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). *CARGAS (NO SÍSMICAS)*.

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SE-CG-Cargas-No-Sismicas.pdf>

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). *PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO*

*RESISTENTE*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-1.pdf>

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). *GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES*.

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/7.-NEC-SE-GC-Geotecnia-y-Cimentaciones.pdf>

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). *ESTRUCTURAS DE ACERO*

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/9.-NEC-SE-AC-Estructuras-de-Acero.pdf>

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). *Guía práctica para el diseño de*

*estructuras de acero*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/GUIA-3-ACERO.pdf>

Instituto Americano de la Construcción en Acero. (2022). Specification for Structural Steel Buildings. [https://www.aisc.org/globalassets/product-files-not-](https://www.aisc.org/globalassets/product-files-not-searched/publications/standards/a360-22w.pdf)

[searched/publications/standards/a360-22w.pdf](https://www.aisc.org/globalassets/product-files-not-searched/publications/standards/a360-22w.pdf)

DIPAC (2022). *Catalogo-actualizado-JULIO 2022*. [https://dipacmanta.com/wp-](https://dipacmanta.com/wp-content/uploads/2022/07/Catalogo-actualizado-JULIO-2022.pdf-3.pdf)

[content/uploads/2022/07/Catalogo-actualizado-JULIO-2022.pdf-3.pdf](https://dipacmanta.com/wp-content/uploads/2022/07/Catalogo-actualizado-JULIO-2022.pdf-3.pdf)

Novacero (2019). *ESTRUCTURAS METÁLICAS Y MIXTAS*. [https://www.novacero.com/wp-](https://www.novacero.com/wp-content/uploads/2021/12/Novalosa-Catalogo-Digital.pdf)

[content/uploads/2021/12/Novalosa-Catalogo-Digital.pdf](https://www.novacero.com/wp-content/uploads/2021/12/Novalosa-Catalogo-Digital.pdf)

Kubiec. (2024). *KUTÉRMICO*. <https://kubiec.com/kutermico/>

Importaceros. (2024). *VIGA IPE*. <https://www.importaceros.com/ecuador-quito/viga-ipe/>

# **PLANOS Y ANEXOS**

## PREDIMENSIONAMIENTO

### Definición de cargas

$$CV1p := 1 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad CV2p := 0.24 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad CVcub := 0.07 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$Wpp := 30 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad (\text{Columnas y vigas}) \quad Winsta := 10 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad Wpiso := 40 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$Wparedes := 190.4 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad Wenlucido := 107 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad Wvidrio := 40 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$Wlosa55hm := 179.8 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad Wlosaplaca := 7.47 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad Wtumbado := 6.05 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$Wlosa := Wlosa55hm + Wlosaplaca = 0.187 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad Wparedes\_P1 := 392 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$WD1 := Wparedes + Wenlucido + Wlosa + Wtumbado + Wpp + Winsta = 0.531 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$WD1\_sp := WD1 - Wparedes = 0.34 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$Wcubierta := 12 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad WD2 := WD1 + Wpiso = 0.571 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$WDcubierta := Wcubierta + Winsta + Wvidrio + 0.5 \cdot Wpp = 0.077 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

### Combinación de carga PISO 1

$$Wc1\_sp := 1.2 WD1\_sp + 1.6 CV1p = 2.008 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

### Combinación de carga PISO 2

$$Wc2 := 1.2 WD2 + 1.6 CV2p = 1.069 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

### Combinación de carga CUBIERTA

$$Wcb := 1.2 WDcubierta + 1.6 \cdot CVcub = 0.204 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

### Predimensionamiento de vigas secundarias. PISO 1

$$sep\_vigas := 2 \text{ m}$$

Se escogió en base a la carga viva (ver la siguiente tabla)

$$lvs := 5.9 \text{ m}$$

Carga Viva no Factorada Noalosa 55 mm {e} [kg/m²]														
Espesor placa colaborante (mm)	Espesor losa (a) (cm)	Separación entre apoyos (m)												
		1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
0,76	5	1714	1325	1047	841	684	562	465	387	323	270	226	188	156
	6	2007	1552	1227	987	804	662	549	457	383	321	269	225	188
	8	2622	2031	1608	1295	1057	872	725	607	510	429	362	305	256
	10	3264	2530	2006	1618	1322	1093	910	763	643	543	460	389	329
	12	3924	3044	2415	1950	1596	1320	1102	925	781	661	561	476	404
	14	4596	3568	2833	2288	1875	1553	1297	1091	922	782	665	566	481
1,00	16	5277	4099	3256	2632	2158	1788	1495	1259	1066	905	771	657	560
	5	2261	1757	1396	1129	926	768	643	542	459	390	333	284	243
	6	2646	2057	1636	1324	1087	903	756	638	542	462	394	338	289
	8	3460	2693	2144	1738	1429	1189	998	844	718	614	526	452	389
	10	4314	3360	2677	2172	1788	1490	1252	1061	905	775	666	574	495
	12	5194	4047	3227	2621	2159	1800	1515	1286	1097	942	811	700	606
	14	6091	4749	3789	3079	2538	2118	1784	1515	1295	1112	959	830	719
	16	7003	5462	4359	3544	2923	2441	2058	1749	1496	1286	1110	962	835

$$Q_{vs} := sep\_vigas \cdot Wc1\_sp = 4.017 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$M_{vs} := Q_{vs} \cdot \frac{lvs^2}{8} = 17.478 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$f_y := 36 \text{ ksi} \quad \phi := 0.9$$

$$Z_r := \frac{M_{vs}}{\phi \cdot f_y} = 767.269 \text{ cm}^3$$

## Sección de la viga

IPE360

PERFILES IPE																						
Perfil	Dimensiones							Términos de la sección										Agujeros			Peso p [kp/m]	
	h [mm]	b [mm]	e [mm]	e <sub>1</sub> [mm]	r [mm]	h <sub>1</sub> [mm]	u [mm]	A [cm]	S <sub>x</sub> [cm³]	I <sub>x</sub> [cm⁴]	W <sub>x</sub> [cm³]	i <sub>x</sub> [cm]	I <sub>y</sub> [cm⁴]	W <sub>y</sub> [cm³]	i <sub>y</sub> [cm]	I <sub>t</sub> [cm⁴]	I <sub>e</sub> [cm⁶]	w [mm]	a [mm]	e <sub>2</sub> [mm]		
IPE 80	80	46	3,8	5,2	5	60	328	7,64	11,6	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05	0,721	118			3,8	6,00	
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	75	400	10,3	19,7	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24	1,140	351			4,1	8,10	
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7	93	475	13,2	30,4	318	53,0	4,90	27,7	8,65	1,45	1,770	890	35		4,4	10,4	
IPE 140	140	73	4,7	6,9	7	112	551	16,4	44,2	541	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65	2,630	1981	40	11	4,7	12,9	
IPE 160	160	82	5,0	7,4	9	127	623	20,1	61,9	869	109	6,58	68,3	16,7	1,84	3,640	3959	44	13	5	15,8	
IPE 180	180	91	5,3	8,0	9	146	698	23,9	83,2	1320	146	7,42	101	22,2	2,05	5,060	7431	48	13	5,3	18,8	
IPE 200	200	100	5,6	8,5	12	159	788	28,5	110	1940	194	8,26	142	28,5	2,24	6,670	12990	52	13	5,6	22,4	
IPE 220	220	110	5,9	9,2	12	178	848	33,4	143	2770	252	9,11	205	37,3	2,48	9,150	22670	58	17	5,9	26,2	
IPE 240	240	120	6,2	9,8	15	190	922	39,1	183	3890	324	9,97	284	47,3	2,69	12,00	37390	65	17	6,2	30,7	
IPE 270	270	135	6,6	10,2	15	220	1040	45,9	242	5790	429	11,2	420	62,2	3,02	15,40	70580	72	21	6,6	36,1	
IPE 300	300	150	7,1	10,7	15	249	1160	53,8	314	8360	557	12,5	604	80,5	3,35	20,10	125900	80	23	7,1	42,2	
IPE 330	330	160	7,5	11,5	18	271	1250	62,6	402	11770	713	13,7	788	98,5	3,55	26,50	199100	85	25	7,5	49,1	
IPE 360	360	170	8,0	12,7	18	299	1350	72,7	510	16270	904	15,0	1040	123	3,79	37,30	313600	90	25	8	57,1	

En el SAP el perfil IPE360 supera la capacidad, por lo tanto se escoge un perfil **IPE400**

## Predimensionamiento de vigas principales. PISO 1

$$anch\_trib := \frac{lvs}{2} = 2.95 \text{ m} \quad Lvp\_p1 := 6.7 \text{ m}$$

$$Q_{vp\_p1} := Wc1\_sp \cdot anch\_trib + W_{paredes\_P1} = 6.317 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$M_{vp\_P1} := Q_{vp\_p1} \cdot \frac{L_{vp\_p1}^2}{8} = 35.445 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Z_{r\_vp} := \frac{M_{vp\_P1}}{\phi \cdot f_y} = 1555.997 \text{ cm}^3$$

### Sección de la viga

IPE500

IPE 450	450	190	9,4	14,6	21	379	1610	98,8	851	33740	1500	18,5	1680	176	4,12	65,90	791000	100	28	9,4	77,6
IPE 500	500	200	10,2	16,0	21	426	1740	116	1100	48200	1930	20,4	2140	214	4,31	91,80	1249000	110	28	10,2	90,7
IPE 550	550	210	11,1	17,2	24	468	1880	134	1390	67120	2440	22,3	2640	254	4,45	122,0	1884000	115	28	11,1	106
IPE 600	600	220	12,0	19,0	24	514	2010	155	1760	92080	3070	24,3	3390	308	4,66	172,0	2846000	120	28	12,0	122

En el SAP el perfil IPE500 supera la capacidad, por lo tanto se escoge un perfil **IPE550**

### Predimensionamiento de vigas secundarias. PISO 2

		Carga Viva no Factorada Noalosa 55 mm {e} (kg/m²)												
Espesor placa colaborante (mm)	Espesor losa {a} (cm)	Separación entre apoyos (m)												
		1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
0,76	5	1714	1325	1047	841	684	562	465	387	323	270	226	188	156
	6	2007	1552	1227	987	804	662	549	457	383	321	269	225	188
	8	2622	2031	1608	1295	1057	872	725	607	510	429	362	305	256
	10	3264	2530	2006	1618	1322	1093	910	763	643	543	460	389	329
	12	3924	3044	2415	1950	1596	1320	1102	925	781	661	561	476	404
	14	4596	3568	2833	2288	1875	1553	1297	1091	922	782	665	566	481
	16	5277	4099	3256	2632	2158	1788	1495	1259	1066	905	771	657	560
1,00	5	2261	1757	1396	1129	926	768	643	542	459	390	333	284	243
	6	2646	2057	1636	1324	1087	903	756	638	542	462	394	338	289
	8	3460	2693	2144	1738	1429	1189	998	844	718	614	526	452	389
	10	4314	3360	2677	2172	1788	1490	1252	1061	905	775	666	574	495
	12	5194	4047	3227	2621	2159	1800	1515	1286	1097	942	811	700	606
	14	6091	4749	3789	3079	2538	2118	1784	1515	1295	1112	959	830	719
16	7003	5462	4359	3544	2923	2441	2058	1749	1496	1286	1110	962	835	

$$sep\_vigas\_P2 := 3.4 \text{ m} \quad lvs\_P2 := 5.9 \text{ m}$$

$$Q_{vs\_P2} := sep\_vigas\_P2 \cdot Wc2 = 3.634 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$M_{vs\_P2} := Q_{vs\_P2} \cdot \frac{lvs\_P2^2}{8} = 15.813 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Z_{r\_P2} := \frac{M_{vs\_P2}}{\phi \cdot f_y} = 694.18 \text{ cm}^3$$

### Sección de la viga

IPE330

### Predimensionamiento de vigas principales. PISO 2

$$Lx1 := 6.55 \text{ m}$$

$$Lx2 := 6.70 \text{ m}$$

$$anch\_trib\_P2 := \frac{Lx1}{2} + \frac{Lx2}{2} = 6.625 \text{ m} \quad Lvp\_p2 := 5.9 \text{ m}$$

$$Qvp\_p2 := Wc2 \cdot anch\_trib\_P2 = 7.081 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$Mvp\_P2 := Qvp\_p2 \cdot \frac{Lvp\_p2^2}{8} = 30.812 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Zr\_vp2 := \frac{Mvp\_P2}{\phi \cdot fy} = 1352.63 \text{ cm}^3$$

## Sección de la viga

IPE450

En el SAP el perfil IPE450 de las vigas principales perimetrales cumplieron demasiado, por lo tanto para optimizar costos se podría disminuir su perfil a **IPE330**

## Predimensionamiento de vigas SECUNDARIAS. CUBIERTA

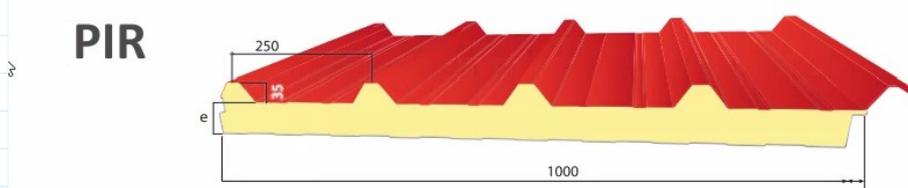


TABLA PARA PANEL KUTÉRMICO TECHO PIR															
CAPACIDADES Y EFICIENCIA		kg	Condiciones de Apoyo*			Carga Sobreimpuesta (kg/m²)*									
e	R		Una Luz	Dos Luces	Tres Luces	Separación entre apoyos (m)									
Espesor de Panel* (mm)	Resistencia Térmica (m² k/W)	Peso Panel (kg/m²)				1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
15	0,75	6,79	2,25	2,4	2,6	120	100	80	-	-	-	-	-	-	-
25	1,24	7,13	2,50	2,70	2,90	160	140	110	80	-	-	-	-	-	-
50	2,49	7,98	3,50	3,70	4,10	-	240	200	180	140	110	90	80	-	-
65	3,23	8,01	4,30	4,50	4,90	-	330	280	220	200	160	145	120	110	-
100	4,98	11,6	5,25	5,60	6,10	-	480	460	390	320	280	230	200	170	150

\*Estos apoyos son consideradas para una condición de sobrecarga de 80 kg/m².

\*Esta tabla es sólo una guía referencial, para mayor información consultar a KUBIEC

$$sep\_cub := 2.5 \text{ m} \quad e := 25 \text{ mm} \quad lvs\_cb := 5.9 \text{ m}$$

$$Qvs\_cb := sep\_cub \cdot Wcb = 0.511 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$Mvs\_cb := Qvs\_cb \cdot \frac{lvs\_cb^2}{8} = 2.223 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Zr\_cb := \frac{Mvs\_cb}{\phi \cdot fy} = 97.609 \text{ cm}^3$$

## Sección de la viga

IPE160

En el SAP el perfil IPE160 supera la capacidad, por lo tanto se escoge un perfil **IPE240**

## Predimensionamiento de vigas PRINCIPALES. CUBIERTA

$$Lx1 := 6.55 \text{ m}$$

$$Lx2 := 6.70 \text{ m}$$

$$anch\_trib\_cb := \frac{Lx1}{2} + \frac{Lx2}{2} = 6.625 \text{ m} \quad Lvp\_cb := 5.9 \text{ m}$$

$$Qvp\_cb := Wcb \cdot anch\_trib\_cb = 1.354 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$Mvp\_cb := Qvp\_cb \cdot \frac{Lvp\_cb^2}{8} = 5.892 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Zrvp\_cb := \frac{Mvp\_cb}{\phi \cdot fy} = 258.665 \text{ cm}^3$$

### Sección de la viga

IPE240

## PREDIMENSIONAMIENTO COLUMNAS

$$Cu := Wc1\_sp + Wc2 = 3.077 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$x1 := 6.55 \text{ m}$$

$$x2 := 6.70 \text{ m}$$

$$y1 := 5.90 \text{ m}$$

$$y2 := 5.90 \text{ m}$$

$$At := \left( \frac{x1}{2} + \frac{x2}{2} \right) \cdot \left( \frac{y1}{2} + \frac{y2}{2} \right) = 39.088 \text{ m}^2$$

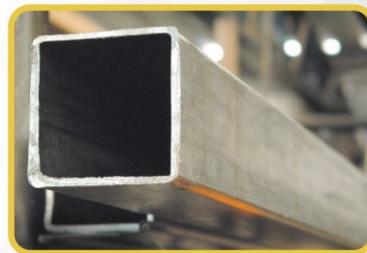
$$Pu := Cu \cdot At = 120.282 \text{ tonnef}$$

$$esbeltez := 50$$

### TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

#### Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 2415
Calidad:	SAE J 403 1008
Acabado:	Acero negro o Galvanizado
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales
Dimensiones:	Desde 20mm a 100mm
Espesores:	Desde 1.20mm a 5.00mm



$$fy\_c := 36 \text{ ksi}$$

$$\phi Fcr := 28.4 \text{ ksi}$$

$$Ar := \frac{Pu}{\phi Fcr} = 60.24 \text{ cm}^2$$

$$Ar = 9.337 \text{ in}^2$$

## Sección de la columna

$$bc := 30 \text{ cm} \quad e := 6 \text{ mm}$$

$$Ac := bc^2 - (bc - 2e)^2 = 70.56 \text{ cm}^2$$

Con el propósito de que la sección cumpla por esbeltez (relación/ancho espesor, se cambia la sección a **20x20cm con un espesor de 12mm**)

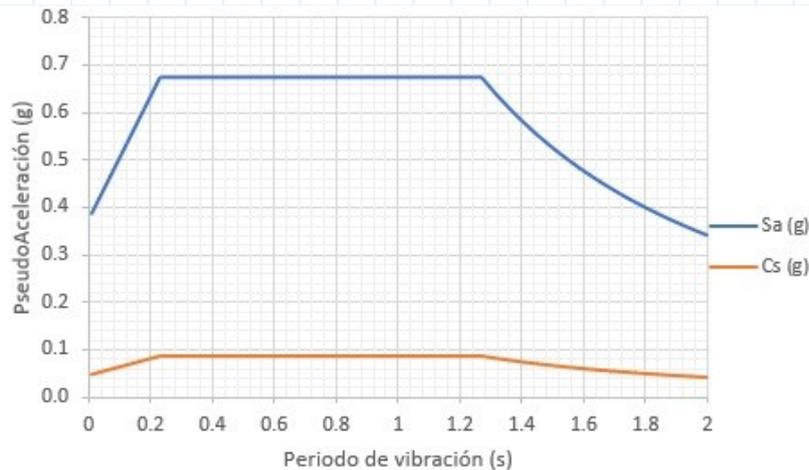
$$\bar{bc} := 20 \text{ cm}$$

## DISEÑO DE LOS COMPONENTES ESTRUCTURALES

### Sismo de diseño

$$Z := 0.3 \quad \text{Tipo de suelo: E} \quad Sa := 0.675$$

$$Fi := 1 \quad R := 8 \quad Cs := \frac{Sa}{R} = 0.084$$



### Chequeo de derivas

DERIVAS											
Story	Output Case	h (m)	Deriva Elastica X m	Deriva Elastica Y m	Deriva Elastica/Altura de piso (1)		Deriva inelástica=(1)*R*3/4		Deriva Admisible	Cumple deriva admisible?	
					X	Y	X	Y		X	Y
PISO 1	Sx Est	3,5	0,00166	0,00E+00	4,74E-04	0,00E+00	0,2846%	0,0000%	2%	Si Cumple	Si Cumple
PISO 2	Sx Est	4,3	0,004267	0,00E+00	9,92E-04	0,00E+00	0,5954%	0,0000%	2%	Si Cumple	Si Cumple
CUBIERTA	Sx Est	4,2	5,88E-03	0,00E+00	1,40E-03	0,00E+00	0,8393%	0,0000%	2%	Si Cumple	Si Cumple
PISO 1	Sy Est	3,5	0,00E+00	1,90E-03	0,00054371	5,44E-04	0,3262%	0,3262%	2%	Si Cumple	Si Cumple
PISO 2	Sy Est	4,3	0,00E+00	4,86E-03	0,00113023	1,13E-03	0,6781%	0,6781%	2%	Si Cumple	Si Cumple
CUBIERTA	Sy Est	4,2	0,00E+00	4,81E-03	0,00114619	1,15E-03	0,6877%	0,6877%	2%	Si Cumple	Si Cumple

PISO	SISMO	Pi(T)	Vi (T)	Δ (m)	hi (m)	Q	chequeo
1	EJE X	624,99	3,6	0,00166	3,5	0,08233995	SI CUMPLE
2	EJE X	223,14	2,66	0,004267	4,3	0,08324343	SI CUMPLE
Cubierta	EJE X	19,54	1,07	5,88E-03	4,2	0,02554462	SI CUMPLE
1	EJE Y	624,99	3,6	1,90E-03	3,5	0,09439333	SI CUMPLE
2	EJE Y	223,14	2,66	4,86E-03	4,3	0,09481207	SI CUMPLE
Cubierta	EJE Y	19,54	1,07	4,81E-03	4,2	0,02093137	SI CUMPLE

## Diseño de columna

$$Pu_{-} := 153.13 \text{ tonnef} \quad Vu := 0.5 \text{ tonnef} \quad Mu_{top} := 0.25 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Mu_{btm} := 0.23 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$E := 29000 \text{ ksi} \quad E = (1.999 \cdot 10^5) \text{ MPa}$$

$$bc_1 := 0.2 \text{ m} \quad e1 := 12 \text{ mm}$$

$$Ac1 := bc_1^2 - (bc_1 - 2 e1)^2 = 90.24 \text{ cm}^2$$

## Chequeo esbeltez

$$\lambda_c := \frac{(bc_1 - 2 e1)}{e1} = 14.667 \quad \lambda_{ps} := 0.55 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 15.61$$

## Factores de longitud efectiva para columnas

$$Kx := 1 \quad Ky := 1 \quad rx := 0.0769 \text{ m} \quad ry := 0.0769 \text{ m}$$

## Resistencia de diseño a la compresión

$$Lx := 3.5 \text{ m} \quad Ly := 3.5 \text{ m}$$

$$esbeltez_x := Kx \cdot \frac{Lx}{rx} = 45.514 \quad esbeltez_y := Ky \cdot \frac{Ly}{ry} = 45.514$$

$$lim := 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 133.681$$

$$Fe := \frac{(\pi^2 \cdot E)}{(esbeltez_x)^2} = 138.17 \text{ ksi} \quad Fcr := \left(0.658 \left(\frac{fy}{Fe}\right)\right) fy = 32.281 \text{ ksi}$$

$$\phi Pn := \phi \cdot Fcr \cdot Ac1 = 184.324 \text{ tonnef}$$

$$\text{if}(\phi Pn \geq Pu_{-}, \text{"CUMPLE"}, \text{"NO CUMPLE"}) = \text{"CUMPLE"}$$

$$Lb := 3.5 \text{ m} \quad Lp := 1.76 \cdot ry \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 3.841 \text{ m}$$

Como  $Lb < Lp$  se usa la siguiente fórmula:

$$Zp := 6.37 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \quad Mcx := \phi \cdot fy \cdot Zp = 14.511 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Mrx := Mu_{top} = 0.25 \text{ tonnef} \cdot m \quad Mcy := Mcx = 14.511 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{ry} := M_{rx} = 0.25 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_r := P_{u\_} = 153.13 \text{ tonnef}$$

$$P_c := \emptyset P_n = 184.324 \text{ tonnef}$$

$$\text{Comprobacion} := \frac{P_r}{P_c} = 0.831$$

Como  $P_r/P_c$  es mayor a 0.2 se usa la siguiente ecuación:

$$\text{calculo} := \frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left( \frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) = 0.861$$

Como cálculo es menor a 1, está OK

## Diseño de vigas

$$M_{uv} := 48.58 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{uv} := 31.85 \text{ tonnef}$$

$$b_f := 0.21 \text{ m} \quad d := 0.55 \text{ m}$$

$$0.5 \cdot b_f = 0.105 \text{ m} \quad a := 0.11 \text{ m} \quad 0.75 \cdot b_f = 0.158 \text{ m}$$

$$0.65 \cdot d = 0.358 \text{ m} \quad b := 0.36 \text{ m} \quad 0.85 \cdot d = 0.468 \text{ m}$$

$$0.1 \cdot b_f = 0.021 \text{ m} \quad c := 0.022 \text{ m} \quad 0.25 \cdot b_f = 0.053 \text{ m}$$

## Chequeo de esbeltez local en viga

### Ala

$$t_f := 0.0172 \text{ m}$$

$$h_a := 0.55 \text{ m}$$

$$b_{f\_sr} := b_f - 2 \cdot c = 0.166 \text{ m}$$

$$\text{anchoespesor} := \frac{\left( \frac{b_{f\_sr}}{2} \right)}{t_f} = 4.826 \quad \lambda_{ps\_v} := 0.3 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 8.515$$

Como ancho espesor  $< \lambda_{ps}$ , es **sísmicamente compacto.**

### Alma

$$t_w := 0.011 \text{ m}$$

$$A_w := h_a \cdot t_w = 60.5 \text{ cm}^2$$

$$\lambda_{ps\_a} := 2.45 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 69.537 \quad \lambda := \frac{h_a}{t_w} = 50$$

Como  $\lambda_{ps\_a} > \lambda$  es **sísmicamente compacto.**

## Espaciamiento del arriostamiento lateral

$$r_{y\_v} := 0.22 \text{ m}$$

$$Lb_v := 0.086 \cdot r_{y_v} \cdot \left( \frac{E}{fy} \right) = 15.241 \text{ m} \quad Lp_v := 1.76 \cdot r_{y_v} \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 10.99 \text{ m}$$

Como  $Lb_v > Lp_v$ , se trata de una **sección inelástica**

### Resistencia a flexión

$$Cb := 2.38 \quad Sx := 2.33 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad Zv := 2.66 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$Iy := 6.4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 \quad rts := \sqrt{\frac{Iy \cdot h_a}{2 \cdot Sx}} = 0.275 \text{ m}$$

$$Lr := \pi \cdot rts \cdot \sqrt{\frac{E}{0.7 \cdot fy}} = 29.291 \text{ m}$$

$$Mp := fy \cdot Zv = 67.326 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mn := Cb \cdot \left( Mp - (Mp - 0.7 \cdot fy \cdot Sx) \cdot \left( \frac{Lb_v - Lp_v}{Lr - Lp_v} \right) \right) = 145.836 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mn_v := Mp = 67.326 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\emptyset Mn_v := \emptyset \cdot Mn_v = 60.593 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\text{if}(\emptyset Mn_v > Muw, \text{"CUMPLE"}, \text{"NO CUMPLE"}) = \text{"CUMPLE"}$$

### Módulo de sección plástico en el centro de la sección reducida

$$Zvsr := Zv - 2 \cdot c \cdot tf \cdot (d - tf) = (2.257 \cdot 10^3) \text{ cm}^3$$

### Resistencia requerida y de diseño en el centro de la sección reducida

$$Mnv_{sr} := fy \cdot Zvsr = 57.12 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\emptyset Mn_{v_{sr}} := \emptyset \cdot Mn_{v_{sr}} = 51.408 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\text{if}(\emptyset Mn_{v_{sr}} > Muw, \text{"CUMPLE"}, \text{"NO CUMPLE"}) = \text{"CUMPLE"}$$

### Resistencia de cortante de diseño

$$\emptyset v := 0.6 \quad \emptyset Vn := 0.6 \cdot fy \cdot Aw = 91.877 \text{ tonnef}$$

$$\text{if}(\emptyset Vn > Vuw, \text{"CUMPLE"}, \text{"NO CUMPLE"}) = \text{"CUMPLE"}$$

### Diseño de la conexión VIGA-COLUMNA en el Pórtico Resistente a Momento

$$Fu := 60 \text{ ksi} \quad Cpr := \left( \frac{fy + Fu}{2 \cdot fy} \right) = 1.333 \quad Cpr := 1.2 \quad Ry := 1.3$$

$$M_{pr} := R_y \cdot C_{pr} \cdot f_y \cdot Z_{vsr} = 89.107 \text{ tonnef} \cdot m$$

### Fuerza cortante en el centro de la sección reducida de la viga para cada extremo

$$Sh := a + \frac{b}{2} = 0.29 \text{ m} \quad Lh := L_{vp\_p1} - 2 \left( \frac{bc}{2} \right) - 2 \cdot Sh = 5.92 \text{ m}$$

$$V_{vsr} := \left( \frac{2 \cdot M_{pr}}{Lh} \right) + \frac{Q_{vp\_p1} \cdot Lh}{2} = 48.801 \text{ tonnef}$$

$$V_{vsr\_} := \left( \frac{2 \cdot M_{pr}}{Lh} \right) - \frac{Q_{vp\_p1} \cdot Lh}{2} = 11.406 \text{ tonnef}$$

### Momento máximo probable en la cara de la columna

$$M_f := M_{pr} + V_{vsr} \cdot Sh = 103.26 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{f\_} := M_{pr} + V_{vsr\_} \cdot Sh = 92.415 \text{ tonnef} \cdot m$$

### Momento plástico de la viga basado en el esfuerzo de fluencia esperado

$$M_{pe} := Z_v \cdot R_y \cdot f_y = 87.524 \text{ tonnef} \cdot m$$

### Chequeo

$$V_{u\_v} := V_{vsr} + Q_{vp\_p1} \cdot Sh = 50.633 \text{ tonnef}$$

$$\text{if}(\emptyset V_n > V_{u\_v}, \text{"CUMPLE"}, \text{"NO CUMPLE"}) = \text{"CUMPLE"}$$

### Unión VIGA - COLUMNA

$$d_{min} := \frac{V_{u\_v}}{1 \cdot 0.6 \cdot f_y \cdot t_w} = 303.104 \text{ mm}$$

### Diseño de la placa de continuidad

$$comprob1 := 0.4 \cdot \sqrt{1.8 \cdot b_f \cdot t_f \cdot \left( \frac{R_y \cdot f_y}{R_y \cdot f_y} \right)} = 32.253 \text{ mm}$$

$$comprob2 := \frac{b_f}{6} = 35 \text{ mm}$$

Como comprob 1 y comprob 2 son menores a 60 mm no se necesita una placa de continuidad.

## DISEÑO DE CIMENTACIONES

### Corte Unidireccional

$$f'c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$V_{cu\_c} := 0.53 \cdot \sqrt{\frac{f'c}{\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 82.107 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$P_{cm} := 1500 \text{ kN} \quad B := 2 \text{ m} \quad L := 2 \text{ m} \quad D_f := 1.7 \text{ m} \quad e := 0.5 \text{ m}$$

$$bc\_cim := 0.3 \text{ m} \quad \text{Se refiere al ancho de la columna de cimentación.}$$

$$q_{su} := \frac{P_{cm}}{B \cdot L} = 38.239 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad dist := \frac{L}{2} - \frac{bc\_cim}{2} = 0.85 \text{ m}$$

$$dc := 0.325 \text{ m} \quad P_{cm} = 152.957 \text{ tonnef}$$

### Corte Bidireccional

544 REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318S-14) Y COMENTARIO (ACI 318SR-14)

	Sistema SI esfuerzos en MPa	Sistema mks esfuerzos en kgf/cm <sup>2</sup>	Sistema de unidades usuales en USA esfuerzos en libras por pulgada cuadrada (lb./pulg. <sup>2</sup> )
22.5.8.3.2	$V_{cn} = (0.29\lambda\sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc})b_w d_p + V_p$	$V_{cn} = (0.93\lambda\sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc})b_w d_p + V_p$	$V_{cn} = (3.5\lambda\sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc})b_w d_p + V_p$
22.5.8.3.3	$0.33\lambda\sqrt{f'_c}$	$1.1\lambda\sqrt{f'_c}$	$4\lambda\sqrt{f'_c}$
22.5.10.6.2a 22.5.10.6.2b	$V_c \leq 0.25\sqrt{f'_c}b_w d$	$V_c \leq 0.8\sqrt{f'_c}b_w d$	$V_c \leq 3\sqrt{f'_c}b_w d$
22.6.3.1	$\sqrt{f'_c} \leq 8.3 \text{ MPa}$	$\sqrt{f'_c} \leq 27 \text{ kgf/cm}^2$	$\sqrt{f'_c} \leq 100 \text{ psi}$
22.6.5.2(a)	$v_c = 0.33\lambda\sqrt{f'_c}$	$v_c = 1.1\lambda\sqrt{f'_c}$	$v_c = 4\lambda\sqrt{f'_c}$
22.6.5.2(b)	$V_c = 0.17 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \lambda \sqrt{f'_c}$	$V_c = 0.53 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \lambda \sqrt{f'_c}$	$V_c = \left(2 + \frac{4}{\beta}\right) \lambda \sqrt{f'_c}$
22.6.5.2(c)	$V_c = 0.083 \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right) \lambda \sqrt{f'_c}$	$V_c = 0.27 \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right) \lambda \sqrt{f'_c}$	$V_c = \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right) \lambda \sqrt{f'_c}$
22.6.5.5	$\sqrt{f'_c} \leq 5.8 \text{ MPa}$ $0.9 \text{ MPa} \leq f_{pw} \leq 3.5 \text{ MPa}$	$\sqrt{f'_c} \leq 19 \text{ kgf/cm}^2$ $9 \text{ kgf/cm}^2 \leq f_{pw} \leq 35 \text{ kgf/cm}^2$	$\sqrt{f'_c} \leq 70 \text{ psi}$ $125 \text{ psi} \leq f_{pw} \leq 500 \text{ psi}$
22.6.5.5a	$v_c = (0.29\lambda\sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc}) + V_p / (b_o d)$	$v_c = (0.93\lambda\sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc}) + V_p / (b_o d)$	$v_c = (3.5\lambda\sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc}) + V_p / (b_o d)$
22.6.5.5b	$v_c = 0.083 \left(1.5 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right) \lambda \sqrt{f'_c}$ $+ 0.3f_{pc} + V_p / (b_o d)$	$v_c = 0.27 \left(1.5 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right) \lambda \sqrt{f'_c}$ $+ 0.3f_{pc} + V_p / (b_o d)$	$v_c = \left(1.5 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right) \lambda \sqrt{f'_c}$ $+ 0.3f_{pc} + V_p / (b_o d)$

$$\alpha := 0.40 \quad bo := 4 \cdot (c + dc) = 1.388 \text{ m}$$

$$V_{c\_b} := \min \left( 1.1 \cdot \sqrt{\frac{f'c}{\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}, 0.53 \cdot \left(1 + \frac{2}{1}\right) \cdot \sqrt{\frac{f'c}{\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}, 0.27 \cdot \left(2 + \frac{\alpha \cdot dc}{bo}\right) \cdot \sqrt{\frac{f'c}{\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$V_{c\_b} = 87.574 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

## Esfuerzo último

$$f_{y_v} := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad d_u := 0.56 \text{ m} \quad \text{rec}_{\text{cim}} := 7.5 \text{ cm}$$

$$h := d_u + \text{rec}_{\text{cim}} = 0.635 \text{ m}$$

El espesor inicial fue de 50 cm, pero en el análisis resultó ser de 65 cm.

$$\bar{h} := 0.65 \text{ m}$$

$$\bar{\phi}_v := 14 \text{ mm}$$

## Diseño del acero de refuerzo

$$A_{_v} := \pi \cdot \frac{(\bar{\phi}_v)^2}{4} = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$M_u := \frac{q_{su} \cdot \text{dist}^2}{2} = 13.814 \text{ tonnef} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} \quad d_v := h - 2 \cdot \text{rec}_{\text{cim}} - \frac{\bar{\phi}_v}{2} = 0.493 \text{ m}$$

$$A_{s_{\text{min}}} := 0.0018 \cdot 1 \cdot h = 11.7 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{s_r} := 0.85 \cdot \frac{f'_c \cdot 1 \cdot d_v}{f_{y_v}} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{0.85 \cdot \bar{\phi} \cdot f'_c \cdot 1 \cdot d_v^2}} \right) = 7.531 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{s_c} := \max(A_{s_{\text{min}}}, A_{s_r}) = 11.7 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$\# \text{varillas} := \frac{A_{s_c}}{A_{_v}} = 7.6 \frac{1}{\text{m}} \quad \text{Sep} := \frac{100}{8} = 12.5 \quad \text{Sep}_v := 10 \text{ cm}$$

**Se necesitan 8 varillas de 14 mm separadas cada 10 cm**

## Longitud de desarrollo a tracción

$$l_d := \frac{f_{y_v} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{6.6 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} \cdot \bar{\phi}_v = 0.575 \text{ m}$$

Como  $l_d$  es menor a la longitud de la zapata sobre 2, la varilla no necesita gancho.

## Revisión de aplastamiento

$$A_{c_{\text{cim}}} := b_{c_{\text{cim}}}^2 = 0.09 \text{ m}^2$$

$$A_{z_{ap}} := B \cdot L = 4 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{rel}} := \sqrt{\frac{A_{z_{ap}}}{A_{c_{\text{cim}}}}} = 6.667$$

Debe ser menor o igual a 2, por lo tanto se asume un valor mínimo de 2

$$A_{rel} := 2$$

$$R_{apl\_col} := 0.85 \cdot \emptyset \cdot f'c = (1.836 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{m^2}$$

$$R_{apl\_zap} := 0.85 \cdot \emptyset \cdot f'c \cdot A_{rel} = (3.672 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{m^2}$$

Como la resistencia de aplastamiento de la zapata es mayor al de la columna, no presenta este tipo de falla.

Nombre del proyecto		Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
Ubicación		Parroquia El Salto, Babahoyo				
Fecha		17/1/2025				
PRESUPUESTO TOTAL						
Item	Código	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
<b>1</b>		<b>PRELIMINARES</b>				
1.1	1000	Limpieza del terreno	m2	400,00	1,59	\$ 635,43
1.2	1001	Replanteo y trazado	m2	400,00	1,39	\$ 557,90
1.3	1002	Instalación de caseta de herramientas	m2	2,25	83,95	\$ 188,89
1.4	1003	Alquiler de baño portátil estándar (inc. Mantenimiento)	mes	5,00	185,80	\$ 929,00
1.5	1004	Instalación provisional de agua	mes	5,00	48,37	\$ 241,86
1.6	1005	Instalación provisional de luz	mes	5,00	73,92	\$ 369,61
<b>2</b>		<b>MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>				
2.1	1006	Excavación y desalojo	m3	135,00	10,12	\$ 1.365,66
2.2	1007	Relleno compactado con material mejorado	m3	135,00	24,33	\$ 3.284,69
<b>3</b>		<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN</b>				
3.1	1008	Replanteo H.S f´c=180 kg/cm2 (e= 0.10m)	m2	58,01	8,43	\$ 489,30
3.2	1009	Acero de refuerzo fy = 4200kg/cm2 para cimentación	kg	2142,58	2,91	\$ 6.230,51
3.3	1010	Hormigón f´c=240 kg/cm2 en zapatas cuadradas	m3	35,01	216,62	\$ 7.583,96
3.4	1011	Hormigón f´c=240 kg/cm2 para contrapiso e=0.08	m2	240,00	19,97	\$ 4.792,46
<b>4</b>		<b>ESTRUCTURAS DE ACERO</b>				
4.1	1012	Placa metálica para anclaje hormigón-acero	u	12,00	67,00	\$ 804,02
4.2	1013	Fabricación de acero estructural A 36 para columnas, vigas y co	kg	43686,40	2,59	\$ 112.956,92
4.3	1014	Montaje de elementos de acero estructural A36	kg	43686,40	1,18	\$ 51.583,73
4.4	1015	Novalosa 55 e=0,75mm hormigón 240kg/cm2 e=5cm	m2	480,00	55,87	\$ 26.818,45
4.5	1016	Placa metálica para columna	u	12,00	45,47	\$ 545,68
4.6	1017	Ascensor metálico 2.50X2.50m capacidad de 2Ton para la PB hacia el 1PA	u	1,00	22200,75	\$ 22.200,75
4.7	1018	Escalera metálica con reja de protección	m	17,80	116,69	\$ 2.077,12
<b>5</b>		<b>MAMPOSTERIA</b>				
5.1	1019	Paredes exteriores de ladrillo espesor 20 cm	m2	729,47	28,32	\$ 20.657,64
5.2	1020	Paredes de Gypsum espesor 10 cm	m2	198,24	20,42	\$ 4.047,98
5.3	1021	Enlucido paredes perimetrales (exterior-interior)	m2	1458,94	6,98	\$ 10.177,78
5.4	1022	Empastado de pared	m2	1855,42	4,85	\$ 8.991,03
<b>6</b>		<b>CUBIERTA</b>				
6.1	1023	Instalación de cubierta PIR	m2	239,93	28,06	\$ 6.732,73
<b>7</b>		<b>REVESTIMIENTOS</b>				
7.1	1024	Pulido mecánico de superficie de hormigón	m2	468,00	1,80	\$ 840,42
7.2	1025	Cerámica antideslizante para pisos (oficinas, baños)	m2	236,00	21,75	\$ 5.134,16
<b>8</b>		<b>TUMBADO</b>				
8.1	1026	Tumbado GYPSUM con estructura de suspensión galvanizada	m2	236,00	24,93	\$ 5.883,40
<b>9</b>		<b>PINTURAS Y ACABADOS</b>				
9.1	1027	Pintura de esmalte (interior y exterior) para mampostería	m2	1855,42	7,83	\$ 14.529,94
9.2	1028	Pintura anticorrosiva para elementos estructurales	m2	1182,70	5,85	\$ 6.918,88
<b>10</b>		<b>ALUMINIO, VIDRIO Y METAL</b>				
10.1	1029	Puerta metálica principal	u	1,00	364,28	\$ 364,28
10.2	1030	Puerta enrollable	u	1,00	601,42	\$ 601,42
10.3	1031	Puerta de madera (entrada de baños y cocina)	u	3,00	297,40	\$ 892,19
10.4	1032	Puerta de aluminio interna para baños	u	6,00	139,20	\$ 835,22
10.5	1033	Muro de vidrio (inc. Puerta y Brazo neumático)	m2	104,23	107,12	\$ 11.165,07
10.6	1034	Ventanas de aluminio y vidrio	m2	25,60	100,39	\$ 2.570,09
10.7	1035	Vidrio claro 5mm (tragaluces)	m2	15,00	100,39	\$ 1.505,91
<b>11</b>		<b>SISTEMAS HIDROSANITARIOS DE AGUA POTABLE</b>				
11.1	1036	Tubería PVC 3/4" incluye accesorio	m	36,15	3,58	\$ 129,59
11.2	1037	Tubería PVC 1/2" incluye accesorios	m	32,85	3,61	\$ 118,65
11.3	1038	Tubería PVC 1" incluye accesorios	m	16,20	7,73	\$ 125,24
11.4	1039	Bomba LEO AMP110 1.5HP inc. Instalación	u	1,00	375,37	\$ 375,37
11.5	1040	Válvula de compuerta 1/2"	u	6,00	15,17	\$ 91,03
11.6	1041	Instalación de Grifería de Duchas incluye accesorios	u	2,00	59,54	\$ 119,08
11.7	1042	Instalación de Grifería Lavamanos incluye accesorios	u	8,00	36,75	\$ 293,99
11.8	1043	Instalación de Fregadero incluye accesorios y llave	u	1,00	274,91	\$ 274,91
11.9	1044	Instalación de Sanitario color blanco incluye accesorios	u	9,00	176,21	\$ 1.585,85
<b>12</b>		<b>SISTEMAS HIDROSANITARIOS DE AGUA SERVIDA</b>				
12.1	1045	Tubería de PVC Desagüe D=4" (incl. accesorios)	m	50,00	8,66	\$ 432,83
12.2	1046	Tubería de PVC Desagüe D=3" (incl. accesorios)	m	12,52	7,19	\$ 89,99
12.3	1047	Tubería PVC desagüe 2" inc ventilación	m	20,00	4,98	\$ 99,54
12.4	1048	Caja domiciliaria	u	1,00	122,62	\$ 122,62
<b>13</b>		<b>SISTEMAS HIDROSANITARIOS DE AGUA LLUVIAS</b>				
13.1	1049	Tubería de PVC Desagüe D=4" (incl. accesorios)	m	52,69	8,66	\$ 456,12
13.2	1050	Canalones	m	24,00	13,24	\$ 317,83
<b>14</b>		<b>SISTEMA ELECTRICO</b>				
14.1	1051	Instalación de puntos de luz	u	33,00	58,68	\$ 1.936,44
14.2	1052	Instalación de puntos de tomacorriente 120V	u	37,00	58,19	\$ 2.153,12
14.3	1053	Instalación de puntos de tomacorriente 220V	u	16,00	80,72	\$ 1.291,57
14.4	1054	Instalación de panel de Breaker 30 espacios	u	1,00	356,86	\$ 356,86
14.5	1055	Instalación de tablero de medidor, incluye acometida 2P-150A	u	1,00	613,36	\$ 613,36
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 356.488,10</b>
					<b>PRECIO ESTR.</b>	<b>\$ 236.082,90</b>
					<b>PRECIO/m2</b>	<b>\$ 262,31</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Limpieza de terreno	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1000				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Retroexcavadora 75HP	1	35	35	0,01	\$ 0,35
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,04
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,39
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	1	4,14	4,14	0,09	\$ 0,37
Operador de retroexcavadora	1	4,65	4,65	0,09	\$ 0,42
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,79
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 1,18
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 0,20
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 1,38
<b>IVA (15%)</b>					\$ 0,21
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 1,59

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Replanteo y trazado	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1001				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,04
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,04
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	2	4,14	8,28	0,05	\$ 0,41
Carpintero	1	4,19	4,19	0,05	\$ 0,21
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,05	\$ 0,23
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,86
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Cuartón semiduro encofrado	u	0,02	3,17	\$ 0,06	
Tira semidura encofrado	u	0,03	1,88	\$ 0,06	
Clavos 2 1/2"	kg	0,01	1,8	\$ 0,02	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,14
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 1,04
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 0,18
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 1,21
<b>IVA (15%)</b>					\$ 0,18
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 1,39

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Instalación de caseta de herramientas	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1001				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,71
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,71
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	1	4,14	4,14	1,14	\$ 4,72
Carpintero	2	4,19	8,38	1,14	\$ 9,55
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 14,27
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Caña rolliza	u	0,29	1,96	\$ 0,57	
Caña picada 0.30m x 5m	u	2,57	2,94	\$ 7,56	
Latillas 2"x5m	u	0,76	0,2	\$ 0,15	
Cuartón semiduro encofrado	u	2	3,17	\$ 6,34	
Tira semidura encofrado	u	0,67	1,88	\$ 1,26	
Clavos 2 1/2"	kg	0,1	1,8	\$ 0,18	
Candado	u	1	21,45	\$ 21,45	
Cadena	m	0,05	3,95	\$ 0,20	
Zinc 8 ´	u	0,381	6	\$ 2,29	
Zinc 6 ´	u	0,38	18,68	\$ 7,10	
Bisagra 3.5"	par	0,05	6,42	\$ 0,32	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 47,41
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 62,40
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 10,61
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 73,00
<b>IVA (15%)</b>					\$ 10,95
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 83,95

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Alquiler de baño portátil estándar (inc. Mantenimiento)	<b>Unidad</b>	mes		
<b>Código</b>	1004				
EQUIPOS					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
MANO DE OBRA					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
MATERIALES					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Baño portátil estándar (inc. Mantenimiento)	u	1	138	\$ 138,00	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 138,00	
TRANSPORTE					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Transporte varios	glb	1	0,09	\$ 0,09	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,09	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>				\$ 138,09	
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>				\$ 23,48	
<b>SUBTOTAL</b>				\$ 161,57	
<b>IVA (15%)</b>				\$ 24,23	
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>				\$ 185,80	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Instalación provisional de agua	<b>Unidad</b>	mes		
<b>Código</b>	1004				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,02
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	1	4,14	4,14	0,03	\$ 0,12
Plomero	1	4,19	4,19	0,03	\$ 0,13
Maestro de obra	1	4,42	4,42	0,03	\$ 0,13
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,38
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Llave de manguera Manija "T" 1/2"	u	1	9,55	\$ 9,55	
Manguera flex PE 1/2"	m	15	0,4	\$ 6,00	
Montura y accesorios para acometida de agua	u	1	20	\$ 20,00	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 35,55
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 35,95
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 6,11
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 42,06
<b>IVA (15%)</b>					\$ 6,31
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 48,37

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Instalación provisional de luz	<b>Unidad</b>	mes		
<b>Código</b>	1005				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,48
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,48
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	1	4,14	4,14	0,75	\$ 3,11
Electricista	1	4,19	4,19	0,75	\$ 3,14
Maestro de obra	1	4,42	4,42	0,75	\$ 3,32
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 9,56
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Breaker 2 polos 100A	u	1	38,71	\$ 38,71	
Foco 100W	u	1	0,95	\$ 0,95	
Cable tw solido #12	m	1	0,49	\$ 0,49	
Interruptor simple	u	1	2	\$ 2,00	
Boquilla colgante sencilla	u	1	0,4	\$ 0,40	
Tomacorriente doble 110 V	u	1	2,35	\$ 2,35	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 44,90	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 54,94
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 9,34
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 64,28
<b>IVA (15%)</b>					\$ 9,64
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 73,92

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Excavación y desalojo	<b>Unidad</b>	m3		
<b>Código</b>	1006				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Retroexcavadora 75HP	1	35	35	0,03	\$ 1,05
Volqueta 8m3	1	30	30	0,2	\$ 6,00
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,02
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 7,07
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Operador de retroexcavadora	1	4,65	4,65	0,03	\$ 0,14
Chofer: Volquetas	1	6,08	6,08	0,03	\$ 0,18
Peón	1	4,14	4,14	0,03	\$ 0,12
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,45
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 7,52
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 1,28
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 8,80
<b>IVA (15%)</b>					\$ 1,32
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 10,12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Relleno compactado con material mejorado	<b>Unidad</b>	m3		
<b>Código</b>	1007				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Compactador mediano manual	1	3,84	3,84	0,5	\$ 1,92
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,32
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 2,24
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,5	\$ 2,33
Peón	2	4,14	8,28	0,5	\$ 4,14
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 6,47
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Cascajo mediano/fino	m3	1,25	7,5	\$ 9,38	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 9,38
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 18,08
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 3,07
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 21,16
<b>IVA (15%)</b>					\$ 3,17
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 24,33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Replantillo H.S f´c=210 kg/cm2 (e= 0.05m)	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1008				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Concretetera	1	4,38	4,38	0,114	\$ 0,50
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,07
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,57
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Albañil	1	4,19	4,19	0,114	\$ 0,48
Peón	2	4,14	8,28	0,114	\$ 0,94
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,465	0,114	\$ 0,05
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,47
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Cemento	kg	16,84	0,16	\$ 2,69	
Arena gruesa	m3	0,03	13,68	\$ 0,41	
Piedra	m3	0,05	12,68	\$ 0,63	
Agua	m3	0,01	1,24	\$ 0,01	
Tira semidura encofrado	u	0,25	1,88	\$ 0,47	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 4,22
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 6,27
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 1,07
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 7,33
<b>IVA (15%)</b>					\$ 1,10
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 8,43

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Acero de refuerzo fy = 4200kg/cm2 para cimentación	<b>Unidad</b>	kg		
<b>Código</b>	1009				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Cortadora	1	1,25	1,25	0,04	\$ 0,05
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,03
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,08
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Fierrero	1	4,19	4,19	0,04	\$ 0,17
Peón	2	4,14	8,28	0,04	\$ 0,33
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,04	\$ 0,19
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,68
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Acero de refuerzo en barras fy = 4200 kg/cm2	kg	1,03	1,24	\$ 1,28	
Alambre recocido 18	kg	0,05	2,13	\$ 0,11	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,38
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Transporte de acero longitud de acarreo (30-180km)	ton-km	0,05	0,17	\$ 0,01	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,01
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 2,16
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 0,37
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 2,53
<b>IVA (15%)</b>					\$ 0,38
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 2,91

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Hormigón f´c=240 kg/cm2 en zapatas cuadradas	<b>Unidad</b>	m3		
<b>Código</b>	1010				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Concreteira	1	4,38	4,38	1,03	\$ 4,51
Vibrador de manguera	1	3,84	3,84	1,03	\$ 3,96
Herramientas menores (5%MO)					\$ 2,16
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 10,63
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Albañil	2	4,19	8,38	1,14	\$ 9,55
Peón	5	4,14	20,7	1,14	\$ 23,60
Carpintero	1	4,19	4,19	1,14	\$ 4,78
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	1,14	\$ 5,30
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 43,23
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Cemento	kg	400	0,16	\$ 64,00	
Arena gruesa	kg	0,6	13,68	\$ 8,21	
Piedra #4	m3	0,9	12,68	\$ 11,41	
Agua	m3	0,2	1,24	\$ 0,25	
Tabla semidura encofrado	u	2,5	4,84	\$ 12,10	
Cuartón semiduro encofrado	u	1,25	3,17	\$ 3,96	
Tira semidura encofrado	u	0,5	1,88	\$ 0,94	
Clavos 2 1/2"	kg	2,04	1,8	\$ 3,67	
Alambre recocido 18	kg	1,22	2,13	\$ 2,60	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 107,14
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 161,00
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 27,37
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 188,37
<b>IVA (15%)</b>					\$ 28,26
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 216,62

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Hormigón f´c=240 kg/cm2 para contrapiso e=0.08	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1011				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Concreteira	1	4,38	4,38	0,12	\$ 0,53
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,35
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,88
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Albañil	2	4,19	8,38	0,12	\$ 1,01
Peón	11	4,14	45,54	0,12	\$ 5,46
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,12	\$ 0,56
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 7,03
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Cemento	kg	31,75	0,16	\$ 5,08	
Arena gruesa	m3	0,05	13,68	\$ 0,68	
Piedra #4	m3	0,08	12,68	\$ 1,01	
Agua	m3	0,01	1,24	\$ 0,01	
Cuartón semiduro encofrado	u	0,04	3,17	\$ 0,13	
Clavos 2 1/2"	kg	0,01	1,8	\$ 0,02	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 6,94
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 14,84
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 2,52
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 17,36
<b>IVA (15%)</b>					\$ 2,60
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 19,97

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Placa metálica para anclaje hormigón-acero	<b>Unidad</b>	u		
<b>Código</b>	1012				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Amoladora	1	0,5	0,5	0,5	\$ 0,25
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,31
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,56
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	2	4,14	8,28	0,5	\$ 4,14
Técnico electromecánico de construcción	1	4,19	4,19	0,5	\$ 2,10
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 6,24
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Placa metálica (200x300x6mm)	u	1	27	\$ 27,00	
Pernos de anclaje incluye tuercas y arandelas	u	4	4	\$ 16,00	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 43,00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 49,80
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 8,47
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 58,26
<b>IVA (15%)</b>					\$ 8,74
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 67,00

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Fabricación de acero estructural A 36 para columnas, vigas y correas	<b>Unidad</b>	kg		
<b>Código</b>	1013				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Soldadora	2	2,2	4,4	0,008	\$ 0,04
Equipo oxicorte	2	1,25	2,5	0,008	\$ 0,02
Grúa 20 Ton	1	30	30	0,008	\$ 0,24
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,01
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,31
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Fierrero	1	4,19	4,19	0,008	\$ 0,03
Peón	2	4,14	8,28	0,008	\$ 0,07
Soldador en construcción	1	4,26	4,26	0,008	\$ 0,03
Operador de equipo liviano	1	4,19	4,19	0,008	\$ 0,03
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,008	\$ 0,04
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,20
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Acero estructural ASTM A36	kg	1,03	1,24	\$ 1,28	
Soldadura 7018	kg	0,03	3,2	\$ 0,10	
Accesorios (pernos, etc)	glb	1	0,03	\$ 0,03	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,40
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Transporte de acero longitud de acarreo (30-180km)	ton-km	0,05	0,17	\$ 0,01	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,01
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 1,92
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 0,33
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 2,25
<b>IVA (15%)</b>					\$ 0,34
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 2,59

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Montaje de elementos de acero estructural A36	<b>Unidad</b>	kg		
<b>Código</b>	1014				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Grúa 20 Ton	1	30	30	0,0064	\$ 0,19
Elevador	1	40	40	0,0064	\$ 0,26
Máquina soldadora a Diesel	2	5	10	0,0064	\$ 0,06
Amoladora	2	1,25	2,5	0,0064	\$ 0,02
Equipo de topografía	1	4	4	0,0064	\$ 0,01
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,01
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,55
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Fierrero	1	4,19	4,19	0,0064	\$ 0,03
Peón	2	4,19	8,38	0,0064	\$ 0,05
Soldador en construcción	1	4,26	4,26	0,0064	\$ 0,03
Topógrafo	1	4,65	4,65	0,0064	\$ 0,03
Operador de grúa	1	4,42	4,42	0,0064	\$ 0,03
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,0064	\$ 0,03
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,20
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Soldadura 7018	kg	0,03	3,2	\$ 0,10	
Accesorios (pernos, etc)	glb	1	0,03	\$ 0,03	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,13
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Transporte de acero longitud de acarreo (30-180km)	ton-km	0,05	0,17	\$ 0,01	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,01
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 0,88
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 0,15
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 1,03
<b>IVA (15%)</b>					\$ 0,15
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 1,18

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Novalosa 55 e=0,75mm hormigón 240kg/cm2 e=5cr	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1015				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Concretera	1	4,38	4,38	0,114	\$ 0,50
Vibrador de manguera	1	3,84	3,84	0,114	\$ 0,44
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,15
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,09
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Albañil	2	4,19	8,38	0,114	\$ 0,96
Peón	4	4,14	16,56	0,114	\$ 1,89
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,2	4,65	0,93	0,144	\$ 0,13
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 2,98
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Cemento	kg	16,84	0,16	\$ 2,69	
Arena gruesa	m3	0,3	13,68	\$ 4,10	
Piedra#4	m3	0,95	18	\$ 17,10	
Agua	m3	0,2	1,24	\$ 0,25	
Novalosa 55 e=0,75mm	m2	1,05	12,11	\$ 12,72	
Separador tipo torre	u	4	0,15	\$ 0,60	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 37,46
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Transporte Guayaquil-Babahoyo	km				
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 41,52
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 7,06
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 48,58
<b>IVA (15%)</b>					\$ 7,29
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 55,87

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Placa metálica para columna	<b>Unidad</b>	u		
<b>Código</b>	1016				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Amoladora	1	0,5	0,5	0,5	\$ 0,25
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,31
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,56
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	2	4,14	8,28	0,5	\$ 4,14
Técnico electromecánico de construcción	1	4,19	4,19	0,5	\$ 2,10
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 6,24
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Placa metálica (200x300x6mm)	u	1	27	\$ 27,00	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 27,00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 33,80
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 5,75
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 39,54
<b>IVA (15%)</b>					\$ 5,93
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 45,47

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Ascensor metálico 2.50X2.50m capacidad de 2Ton para la PB hacia el 1PA	<b>Unidad</b>	u		
<b>Código</b>	1017				
EQUIPOS					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
MANO DE OBRA					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
MATERIALES					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Ascensor metálico 2.50X2.50m capacidad 2Ton (inc. Instalación)	u	1	16500	\$ 16.500,00	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 16.500,00	
TRANSPORTE					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>				\$ 16.500,00	
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>				\$ 2.805,00	
<b>SUBTOTAL</b>				\$ 19.305,00	
<b>IVA (15%)</b>				\$ 2.895,75	
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>				\$ 22.200,75	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Escalera metálica con reja de protección	<b>Unidad</b>	m		
<b>Código</b>	1018				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Soldadora	1	2,2	2,2	2	\$ 4,40
Herramientas menores (5%MO)					\$ 1,25
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 5,65
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Peón	2	4,14	8,28	2	\$ 16,56
Técnico electromecánico de construcción	1	4,19	4,19	2	\$ 8,38
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 24,94
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Varilla corr. D=16mm	kg	3,76	1,24	\$ 4,66	
Platina 1 1/4" x 1/4"	kg	9,5	1,24	\$ 11,78	
Platina 2" x 1/4"	kg	6	1,24	\$ 7,44	
Ángulo 60x6mm	kg	3,2	1,24	\$ 3,97	
Ángulo 100x6 mm	kg	18,25	1,24	\$ 22,63	
Placa FE 6mm	kg	0,2	1,24	\$ 0,25	
Pintura anticorrosiva	gln	0,12	21,37	\$ 2,56	
Soldadura 60-11	kg	0,8	3,56	\$ 2,85	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 56,14
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 86,73
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 14,74
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 101,47
<b>IVA (15%)</b>					\$ 15,22
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 116,69

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Paredes exteriores de ladrillo espesor 20 cm	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1019				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,27
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,27
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	1	4,14	4,14	0,615	\$ 2,55
Albañil	1	4,19	4,19	0,615	\$ 2,58
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,465	0,615	\$ 0,29
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 5,41
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Cemento	kg	22,7	0,16	\$ 3,63	
Arena gruesa	m3	0,06	13,68	\$ 0,82	
Agua	m3	0,02	1,24	\$ 0,02	
Ladrillo e=20 cm	u	99	0,11	\$ 10,89	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 15,37
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 21,05
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 3,58
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 24,62
<b>IVA (15%)</b>					\$ 3,69
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 28,32

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Paredes de Gypsum espesor 10 cm	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1020				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,17
Andamios metálicos	1	6,97	6,97	0,2	\$ 1,39
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,57
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	2	4,14	8,28	0,2	\$ 1,66
Técnico de albañilería	1	4,42	4,42	0,2	\$ 0,88
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,2	\$ 0,93
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 3,47
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Placa de GYPSUM (incl. Estructura metálica, anclaje, masillado de junta)	m2	1,03	9,29	\$ 9,57	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 9,57
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Transporte de materiales	glb	1	0,57	\$ 0,57	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,57
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 15,18
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 2,58
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 17,76
<b>IVA (15%)</b>					\$ 2,66
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 20,42

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Enlucido paredes perimentrales (exterior-interior)	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1021				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,09
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,09
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	2	4,14	8,28	0,1	\$ 0,83
Albañil	1	4,19	4,19	0,1	\$ 0,42
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,1	\$ 0,47
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,71
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Cemento	kg	15,5	0,16	\$ 2,48	
Arena fina	m3	0,04	13,68	\$ 0,55	
Agua	m3	0,02	1,24	\$ 0,02	
Tabla semidura encofrado	u	0,04	4,84	\$ 0,19	
Caña rolliza	u	0,06	1,96	\$ 0,12	
Soga	u	0,05	0,48	\$ 0,02	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 3,39	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				\$ -	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>				\$ 5,18	
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>				\$ 0,88	
<b>SUBTOTAL</b>				\$ 6,07	
<b>IVA (15%)</b>				\$ 0,91	
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>				\$ 6,98	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Empastado de pared	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1022				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Andamios metálicos	1	6,97	6,97	0,1	\$ 0,70
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,06
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,76
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	1	4,14	4,14	0,1	\$ 0,41
Albañil	1	4,19	4,19	0,1	\$ 0,42
Inspector de obra	1	4,65	4,65	0,1	\$ 0,47
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,30
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Resina y empaste para exterior 20kg	m2	0,08	19,27	\$ 1,54	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,54	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				\$ -	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 3,60
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 0,61
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 4,21
<b>IVA (15%)</b>					\$ 0,63
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 4,85

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Instalación de cubierta PIR	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1023				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Andamios metálicos	1	6,97	6,97	0,4	\$ 2,79
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,09
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 2,87
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	2	4,14	8,28	0,1	\$ 0,83
Albañil	1	4,19	4,19	0,1	\$ 0,42
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,1	\$ 0,47
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,71
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Cubierta PIR KUBIEC	m2	1	16,27	\$ 16,27	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 16,27	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				\$ -	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 20,86
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 3,55
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 24,40
<b>IVA (15%)</b>					\$ 3,66
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 28,06

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Pulido mecánico de superficie de hormigón	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1024				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Pulidora de piso	1	4,6	4,6	0,1	\$ 0,46
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,04
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,50
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	1	4,14	4,14	0,1	\$ 0,41
Operador de equipo liviano	1	4,19	4,19	0,1	\$ 0,42
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,83
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				\$ -	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 1,33
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 0,23
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 1,56
<b>IVA (15%)</b>					\$ 0,23
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 1,80

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Cerámica antideslizante para pisos (oficinas, baños)	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1025				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,04
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,04
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	1	4,14	4,14	0,1	\$ 0,41
Albañil	1	4,19	4,19	0,1	\$ 0,42
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,83
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Cemento	kg	3,4	0,16	\$ 0,54	
Arena gruesa	m3	0,02	13,68	\$ 0,27	
Agua	m3	0,01	1,24	\$ 0,01	
Cerámica antideslizante	m2	1,03	12,8	\$ 13,18	
Porcelana	kg	0,5	2,56	\$ 1,28	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 15,29
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				\$ -	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 16,17
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 2,75
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 18,92
<b>IVA (15%)</b>					\$ 2,84
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 21,75

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Tumbado yeso con estructura de suspensión de aluminio		<b>Unidad</b>	m2	
<b>Código</b>	1026				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,06
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,06
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	2	4,14	8,28	0,1	\$ 0,83
Albañil	1	4,19	4,19	0,1	\$ 0,42
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,465	0,1	\$ 0,05
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,29
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Yeso y suspensión aluminio	m2	1,01	17	\$ 17,17	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 17,17	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				\$ -	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 18,53
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 3,15
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 21,68
<b>IVA (15%)</b>					\$ 3,25
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 24,93

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Pintura de esmalte (interior y exterior) para mampostería	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1027				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,13
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,13
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Pintor	2	4,19	8,38	0,2	\$ 1,68
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,2	\$ 0,93
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 2,61
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Pintura esmalte	galon	0,05	20,47	\$ 1,02	
Blancola	L	0,12	17,17	\$ 2,06	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 3,08	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				\$ -	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 5,82
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 0,99
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 6,81
<b>IVA (15%)</b>					\$ 1,02
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 7,83

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Pintura anticorrosiva para elementos estructurales		<b>Unidad</b>	m2	
<b>Código</b>	1028				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,15
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,15
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Pintor	2	4,19	8,38	0,228	\$ 1,91
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,228	\$ 1,06
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 2,97
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Pintura anticorrosiva	galon	0,05	21,37	\$ 1,07	
Lija	pliego	0,5	0,32	\$ 0,16	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,23	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				\$ -	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 4,35
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 0,74
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 5,09
<b>IVA (15%)</b>					\$ 0,76
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 5,85

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Puerta metálica principal	<b>Unidad</b>	u		
<b>Código</b>	1029				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 1,67
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,67
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	1	4,14	4,14	4	\$ 16,56
Albañil	1	4,19	4,19	4	\$ 16,76
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 33,32
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Puerta metálica	u	1	235	\$ 235,00	
Cerradura de engrampe tipo principal	u	1	0,75	\$ 0,75	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 235,75	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				\$ -	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 270,74
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 46,03
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 316,76
<b>IVA (15%)</b>					\$ 47,51
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 364,28

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Puerta enrollable	<b>Unidad</b>	u		
<b>Código</b>	1030				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 1,25
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,25
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	1	4,19	4,14	3	\$ 12,42
Albañil	1	4,19	4,19	3	\$ 12,57
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 24,99
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Puerta enrollable	u	1	420	\$ 420,00	
Cerradura de engrampe tipo principal	u	1	0,75	\$ 0,75	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 420,75	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				\$ -	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 446,99
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 75,99
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 522,98
<b>IVA (15%)</b>					\$ 78,45
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 601,42

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Puerta de madera teca (entrada de baños)	<b>Unidad</b>	u		
<b>Código</b>	1031				
EQUIPOS					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,42
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,42
MANO DE OBRA					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Peón	1	4,14	4,14	1	\$ 4,14
Carpintero	1	4,19	4,19	1	\$ 4,19
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 8,33
MATERIALES					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Puerta de madera teca (inc. Curado y laqueado)	u	1	125,19	\$ 125,19	
Bisagra (inc. Tornillos)	par	1,5	1,12	\$ 1,68	
Batiente de teca (juego)	u	1	41,5	\$ 41,50	
Jamba teca (juego)	u	1	23,5	\$ 23,50	
Clavos 2 1/2"	kg	0,18	1,8	\$ 0,32	
Cerradura de pestillo muerto	u	1	20,09	\$ 20,09	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 212,28
TRANSPORTE					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
				\$ -	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 221,03
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 37,58
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 258,61
<b>IVA (15%)</b>					\$ 38,79
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 297,40

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Puerta de aluminio interna para baños	<b>Unidad</b>	u		
<b>Código</b>	1032				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,88
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,88
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	1	4,14	4,14	2	\$ 8,28
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	2	\$ 9,30
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 17,58
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Puerta de aluminio (incluye cerradura)	u	1	85	\$ 85,00	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 85,00	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				\$ -	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 103,46
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 17,59
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 121,05
<b>IVA (15%)</b>					\$ 18,16
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 139,20

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Muro de vidrio (inc. Puerta y Brazo neumático)	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1033				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,22
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,22
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	1	4,14	4,14	0,5	\$ 2,07
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,5	\$ 2,33
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 4,40
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Puerta de aluminio y vidrio (incluye cerradura)	m2	1	70	\$ 70,00	
Brazo neumático para puertas	u	0,2	25	\$ 5,00	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 75,00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				\$ -	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 79,61
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 13,53
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 93,15
<b>IVA (15%)</b>					\$ 13,97
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 107,12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Ventanas de aluminio y vidrio	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1034				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,22
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,22
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	1	4,14	4,14	0,5	\$ 2,07
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,5	\$ 2,33
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 4,40
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Ventana de aluminio y vidrio 4mm con malla	m2	1	70	\$ 70,00	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 70,00	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				\$ -	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 74,61
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 12,68
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 87,30
<b>IVA (15%)</b>					\$ 13,09
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 100,39

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Vidrio claro 5mm (tragaluces)	<b>Unidad</b>	m2		
<b>Código</b>	1035				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,22
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,22
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Peón	1	4,14	4,14	0,5	\$ 2,07
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,5	\$ 2,33
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 4,40
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Ventana de aluminio y vidrio 4mm con malla	m2	1	70	\$ 70,00	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 70,00	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				\$ -	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 74,61
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 12,68
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 87,30
<b>IVA (15%)</b>					\$ 13,09
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 100,39

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Tubería PVC 3/4" incluye accesorio	<b>Unidad</b>	m		
<b>Código</b>	1036				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,04
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,04
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	0,07	\$ 0,03
Peón	2	4,14	8,28	0,07	\$ 0,55
Plomero	1	4,19	4,19	0,07	\$ 0,28
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,87
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Tubería PVC presión roscable 3/4"	m	1	1,45	\$ 1,45	
Unión PVC roscable 3/4"	u	0,25	0,58	\$ 0,15	
Teflon	rollo	0,25	0,24	\$ 0,06	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,66	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$ 0,10	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,10	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 2,66
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 0,45
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 3,12
<b>IVA (15%)</b>					\$ 0,47
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 3,58

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Tubería PVC 1/2" incluye accesorios	<b>Unidad</b>	m		
<b>Código</b>	1037				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,04
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,04
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	0,067	\$ 0,03
Peón	2	4,14	8,28	0,067	\$ 0,55
Plomero	1	4,19	4,19	0,067	\$ 0,28
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,87
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Tubería de PVC Presión D=1/2"	m	1	1,44	\$ 1,44	
Unión PVC roscable 1/2"	u	0,3	0,58	\$ 0,17	
Teflon	rollo	0,25	0,24	\$ 0,06	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,67
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$ 0,10	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,10
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 2,68
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 0,46
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 3,14
<b>IVA (15%)</b>					\$ 0,47
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 3,61

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Tubería PVC 1" incluye accesorios	<b>Unidad</b>	m		
<b>Código</b>	1038				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,04
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,04
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	0,067	\$ 0,03
Peón	2	4,14	8,28	0,067	\$ 0,55
Plomero	1	4,19	4,19	0,067	\$ 0,28
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,87
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Tubería de PVC Presión D=1"	m	1	4,22	\$ 4,22	
Unión PVC roscable 1"	u	0,3	0,94	\$ 0,28	
Teflon	rollo	0,25	0,24	\$ 0,06	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 4,56	
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$ 0,27	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,27	
				<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>	\$ 5,75
				<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>	\$ 0,98
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 6,72
				<b>IVA (15%)</b>	\$ 1,01
				<b>TOTAL DEL RUBRO</b>	\$ 7,73

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Bomba PK 100	<b>Unidad</b>	u		
<b>Código</b>	1039				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,88
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,88
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	2	\$ 0,93
Peón	1	4,14	4,14	2	\$ 8,28
Plomero	1	4,19	4,19	2	\$ 8,38
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 17,59
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Bomba periferica 1.5hp de 1 x 1 pulgada 220 V leo	u	1	195,68	\$ 195,68	
Accesorios de instalación (Valvulas, codos, tee, unión)	u	1	64,35	\$ 64,35	
Teflon	rollo	2	0,24	\$ 0,48	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 260,51	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 278,98
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 47,43
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 326,41
<b>IVA (15%)</b>					\$ 48,96
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 375,37

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Válvula de compuerta 1/2"	<b>Unidad</b>	m		
<b>Código</b>	1040				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,13
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,13
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	0,3	\$ 0,14
Peón	1	4,14	4,14	0,3	\$ 1,24
Plomero	1	4,19	4,19	0,3	\$ 1,26
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 2,64
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Válvula de compuerta de 1/2"	u	1	8,11	\$ 8,11	
Sellador para uniones de tubería	tubo	0,06	4,6	\$ 0,28	
Teflon	rollo	0,5	0,24	\$ 0,12	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 8,51	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>				\$ 11,28	
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>				\$ 1,92	
<b>SUBTOTAL</b>				\$ 13,19	
<b>IVA (15%)</b>				\$ 1,98	
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>				\$ 15,17	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Instalación de Grifería de Duchas incluye accesorios	<b>Unidad</b>	m		
<b>Código</b>	1041				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,66
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,66
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	1,5	\$ 0,70
Peón	1	4,14	4,14	1,5	\$ 6,21
Plomero	1	4,19	4,19	1,5	\$ 6,29
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 13,19
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Ducha Plástica Articulada 15 cm	u	1	30,28	\$ 30,28	
Teflon	rollo	0,5	0,24	\$ 0,12	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 30,40
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 44,25
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 7,52
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 51,77
<b>IVA (15%)</b>					\$ 7,77
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 59,54

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Instalación de Grifería Lavamanos incluye acc.	<b>Unidad</b>	m		
<b>Código</b>	1042				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,66
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,66
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	1,5	\$ 0,70
Peón	1	4,14	4,14	1,5	\$ 6,21
Plomero	1	4,19	4,19	1,5	\$ 6,29
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 13,19
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Lavamanos ANDES blanco	u	1	13,4	\$ 13,40	
Teflon	rollo	0,25	0,24	\$ 0,06	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 13,46
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 27,31
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 4,64
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 31,96
<b>IVA (15%)</b>					\$ 4,79
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 36,75

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas		
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo		
<b>Fecha</b>	17/1/2025		
<b>Rubro</b>	Instalación de Fregadero incluye accesorios y llave	<b>Unidad</b>	m
<b>Código</b>	1043		

**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 1,02
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,02

**MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	2,33	\$ 1,08
Peón	1	4,14	4,14	2,33	\$ 9,65
Plomero	1	4,19	4,19	2,33	\$ 9,76
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 20,49

**MATERIALES**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Fregadero empotrable Stylo 2C	u	1	182,68	\$ 182,68
Teflon	rollo	0,5	0,24	\$ 0,12
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 182,80

**TRANSPORTE**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -

<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>	\$ 204,32
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>	\$ 34,73
<b>SUBTOTAL</b>	\$ 239,05
<b>IVA (15%)</b>	\$ 35,86
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>	\$ 274,91

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Instalación de Sanitario color blanco incluye accesorios	<b>Unidad</b>	m		
<b>Código</b>	1044				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,88
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,88
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	2,00	\$ 0,93
Peón	1	4,14	4,14	2,00	\$ 8,28
Plomero	1	4,19	4,19	2,00	\$ 8,38
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 17,59
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Wc. Ischia Plus Blanco F.V.	u	1	98,75	\$ 98,75	
Anillo de cera	u	1	2,69	\$ 2,69	
Llave angular metálica con manguera flexible (117mm)	u	1	11,05	\$ 11,05	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 112,49	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 130,96
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 22,26
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 153,22
<b>IVA (15%)</b>					\$ 22,98
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 176,21

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Tubería de PVC Desagüe D=4" (incl. accesorios)	<b>Unidad</b>	m		
<b>Código</b>	1045				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,07
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,07
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	0,16	\$ 0,07
Peón	1	4,14	4,14	0,16	\$ 0,66
Plomero	1	4,19	4,19	0,16	\$ 0,67
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,41
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Tubería anillada PVC alcant DIN=4"	m	1	4,3	\$ 4,30	
Anillo de caucho 1DE: 125mm	u	0,17	2,21	\$ 0,38	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 4,68	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$ 0,28	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,28	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 6,43
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 1,09
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 7,53
<b>IVA (15%)</b>					\$ 1,13
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 8,66

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Tubería de PVC Desagüe D=3" (incl. accesorios)	<b>Unidad</b>	m		
<b>Código</b>	1046				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,07
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,07
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	0,16	\$ 0,07
Peón	1	4,14	4,14	0,16	\$ 0,66
Plomero	1	4,19	4,19	0,16	\$ 0,67
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,41
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Tubería anillada PVC alcant DIN=3"	m	1	3,27	\$ 3,27	
Anillo de caucho 1DE: 125mm	u	0,17	2,21	\$ 0,38	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 3,65	
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$ 0,22	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,22	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 5,34
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 0,91
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 6,25
<b>IVA (15%)</b>					\$ 0,94
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 7,19

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Tubería de PVC Desagüe D=2" (incl. acc)	<b>Unidad</b>	m		
<b>Código</b>	1047				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,07
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,07
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	0,16	\$ 0,07
Peón	1	4,14	4,14	0,16	\$ 0,66
Plomero	1	4,19	4,19	0,16	\$ 0,67
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,41
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Tubería anillada PVC alcant DIN=2"	m	1	1,72	\$ 1,72	
Anillo de caucho 1DE: 125mm	u	0,17	2,21	\$ 0,38	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 2,10	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$ 0,13	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,13	
			<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>	\$ 3,70	
			<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>	\$ 0,63	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 4,33	
			<b>IVA (15%)</b>	\$ 0,65	
			<b>TOTAL DEL RUBRO</b>	\$ 4,98	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/12/2025				
<b>Rubro</b>	Caja Domiciliaria	<b>Unidad</b>	m		
<b>Código</b>	1048				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 1,39
Concretera	1	4,25	4,25	1,28	\$ 5,45
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 6,84
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,2	4,65	0,93	1,28	\$ 1,19
Peón	3	4,14	12,42	1,28	\$ 15,92
Albañil	1	4,19	4,19	1,28	\$ 5,37
Carpintero	1	4,19	4,19	1,28	\$ 5,37
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 27,86
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Cemento portland tipo GU (50kg)	Saco	0,95	7,14	\$ 6,78	
Piedra #3/4 fina inc. transporte	m3	0,07	24,14	\$ 1,69	
Agua	m3	0,09	1,24	\$ 0,11	
Arena homogenizada (0-5mm) inc. transporte	m3	0,08	15	\$ 1,20	
Tablas semiduras para encofrado	u	2,2	4,03	\$ 8,87	
Tira semidura para encofrado	u	2	1,47	\$ 2,94	
Cuarton semiduro encofrado	u	1,5	1,88	\$ 2,82	
Clavos para encofrado de 2 1/2"	kg	0,32	1,65	\$ 0,53	
Marco y tapa prefabricados de hormigón armado	u	1	31,49	\$ 31,49	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 56,43
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 91,13
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 15,49
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 106,62
<b>IVA (15%)</b>					\$ 15,99
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 122,62

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Tubería de PVC Desagüe D=4" (incl. accesorios)	<b>Unidad</b>	m		
<b>Código</b>	1049				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,07
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,07
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	0,16	\$ 0,07
Peón	1	4,14	4,14	0,16	\$ 0,66
Plomero	1	4,19	4,19	0,16	\$ 0,67
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,41
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Tubería anillada PVC alcant DIN=4"	m	1	4,3	\$ 4,30	
Anillo de caucho 1DE: 125mm	u	0,17	2,21	\$ 0,38	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 4,68	
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Transporte de varios	%MT	6%MT		\$ 0,28	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,28	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 6,43
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 1,09
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 7,53
<b>IVA (15%)</b>					\$ 1,13
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 8,66

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Canalones	<b>Unidad</b>	m		
<b>Código</b>	1050				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,13
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,13
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	0,30	\$ 0,14
Peón	1	4,14	4,14	0,30	\$ 1,24
Plomero	1	4,19	4,19	0,30	\$ 1,26
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 2,64
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Canal Decorativo Blanco Pvc	m	1	6,2	\$ 6,20	
Accesorios de Fijacion	u	0,4	2,18	\$ 0,87	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 7,07	
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 9,84
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 1,67
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 11,52
<b>IVA (15%)</b>					\$ 1,73
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 13,24

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Instalación de puntos de luz	<b>Unidad</b>	pto		
<b>Código</b>	1051				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,66
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,66
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	1,50	\$ 0,70
Peón	1	4,14	4,14	1,50	\$ 6,21
Electricista	1	4,19	4,19	1,50	\$ 6,29
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 13,19
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Caja octogonal grande metálica	u	1	0,75	\$ 0,75	
Cajetín 4x2	u	1	0,45	\$ 0,45	
Unión EMT 1/2"	u	2	0,2	\$ 0,40	
Tubo conduit de 1/2" EMT	m	10	2,2	\$ 22,00	
Cable gemelo 12 AWG	u	7	0,88	\$ 6,16	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 29,76	
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 43,61
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 7,41
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 51,03
<b>IVA (15%)</b>					\$ 7,65
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 58,68

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Instalación de puntos de tomacorriente 120V	<b>Unidad</b>	pto		
<b>Código</b>	1052				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,44
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,44
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	1,00	\$ 0,47
Peón	1	4,14	4,14	1,00	\$ 4,14
Electricista	1	4,19	4,19	1,00	\$ 4,19
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 8,80
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Tomacorriente doble 110v	u	1	2,54	\$ 2,54	
Cajetín 4x2	u	1	0,45	\$ 0,45	
Unión EMT 1/2"	u	2	0,2	\$ 0,40	
Tubo conduit de 1/2" EMT	m	10	2,2	\$ 22,00	
Conductor TW AWG 10 (sólido)	m	12,5	0,69	\$ 8,63	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 34,02	
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 43,25
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 7,35
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 50,60
<b>IVA (15%)</b>					\$ 7,59
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 58,19

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Instalación de puntos de tomacorriente 220V	<b>Unidad</b>	pto		
<b>Código</b>	1053				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,44
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,44
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	1,00	\$ 0,47
Peón	1	4,14	4,14	1,00	\$ 4,14
Electricista	1	4,19	4,19	1,00	\$ 4,19
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 8,80
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Tomacorriente 220v	u	1	3	\$ 3,00	
Cajetín 4x2	u	1	0,45	\$ 0,45	
Conector EMT 1"	u	2	0,65	\$ 1,30	
Tubo conduit de 1" EMT	m	15	1,65	\$ 24,75	
Conductor TW AWG 8	m	12	1,28	\$ 15,36	
Cable solido THHN/THWN 10 AWG	m	10	0,59	\$ 5,90	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 50,76	
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>				\$ 59,99	
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>				\$ 10,20	
<b>SUBTOTAL</b>				\$ 70,19	
<b>IVA (15%)</b>				\$ 10,53	
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>				\$ 80,72	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Instalación de panel de Breaker 30 espacios	<b>Unidad</b>	pto		
<b>Código</b>	1054				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Herramientas menores (5%MO)					\$ 0,53
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 0,53
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hora</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total</b>
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	1,20	\$ 0,56
Peón	1	4,14	4,14	1,20	\$ 4,97
Electricista	1	4,19	4,19	1,20	\$ 5,03
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 10,55
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
Panel Trifasico 30 Espacios	u	1	253,94	\$ 253,94	
Taco fisher y tornillos T 12	u	1	0,2	\$ 0,20	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 254,14	
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>					\$ 265,22
<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>					\$ 45,09
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 310,31
<b>IVA (15%)</b>					\$ 46,55
<b>TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 356,86

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas				
<b>Ubicación</b>	Parroquia El Salto, Babahoyo				
<b>Fecha</b>	17/1/2025				
<b>Rubro</b>	Instalación de tablero de medidor, incluye acometida 2P-150A	<b>Unidad</b>	pto		
<b>Código</b>	1055				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores (5%MO)					\$ 1,29
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1,29
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,47	2,00	\$ 0,93
Peón	2	4,14	8,28	2,00	\$ 16,56
Electricista	1	4,19	4,19	2,00	\$ 8,38
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 25,87
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
codo hg d= 1/2"x90	u	3	5	\$ 15,00	
Breaker 2 polos 150 AMP. SD.	u	1	276,29	\$ 276,29	
Alambre sólido THHN 10 AWG	m	10	0,91	\$ 9,10	
Alambre sólido THHN 12 AWG	m	12	0,58	\$ 6,96	
Tubería galv. EMT 1 1/2"x3m	u	1	15,45	\$ 15,45	
Reversible EMT de 2"	u	1	4,5	\$ 4,50	
Varilla copperweld y conector 16x2400mm	u	1,5	10,6	\$ 15,90	
Caja Medidor clase 200	u	1	85,5	\$ 85,50	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 428,70	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	
				<b>COSTO DIRECTO (EQ+MO+MA+TR)</b>	\$ 455,86
				<b>COSTOS INDIRECTOS+UTILIDADES (17%)</b>	\$ 77,50
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 533,36
				<b>IVA (15%)</b>	\$ 80,00
				<b>TOTAL DEL RUBRO</b>	\$ 613,36



SELLOS MUNICIPALES

**INFORMACIÓN DEL PROYECTO:**

**Nombre del proyecto:**

Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas en la parroquia El Salto, Babahoyo.

**Propietario:**

Ing. Manuel García Laborda

**Diseño Arquitectónico:**

Francisco Lascano Zambrano  
Sandra Paguay Freire

**Tutor del proyecto:**

M. Sc. David Valverde Burneo

**Institución:**

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

**Nombre del plano:**

PLANOS DE PLANTA

**Número del plano:**

A-01

**Fecha:**

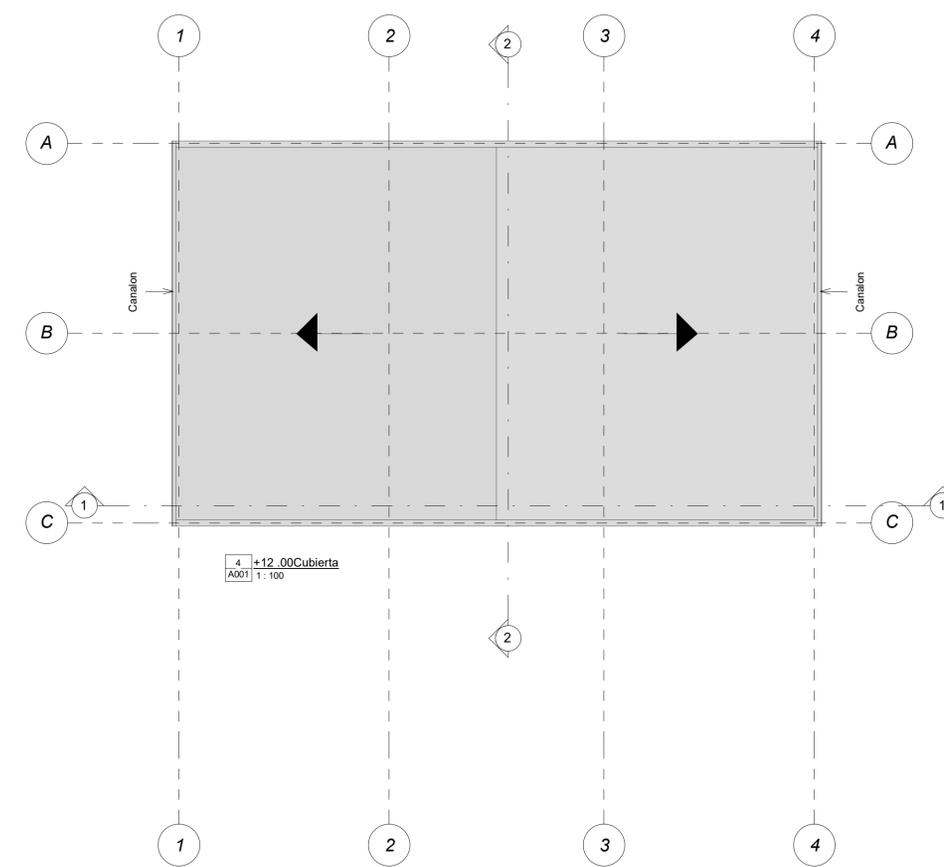
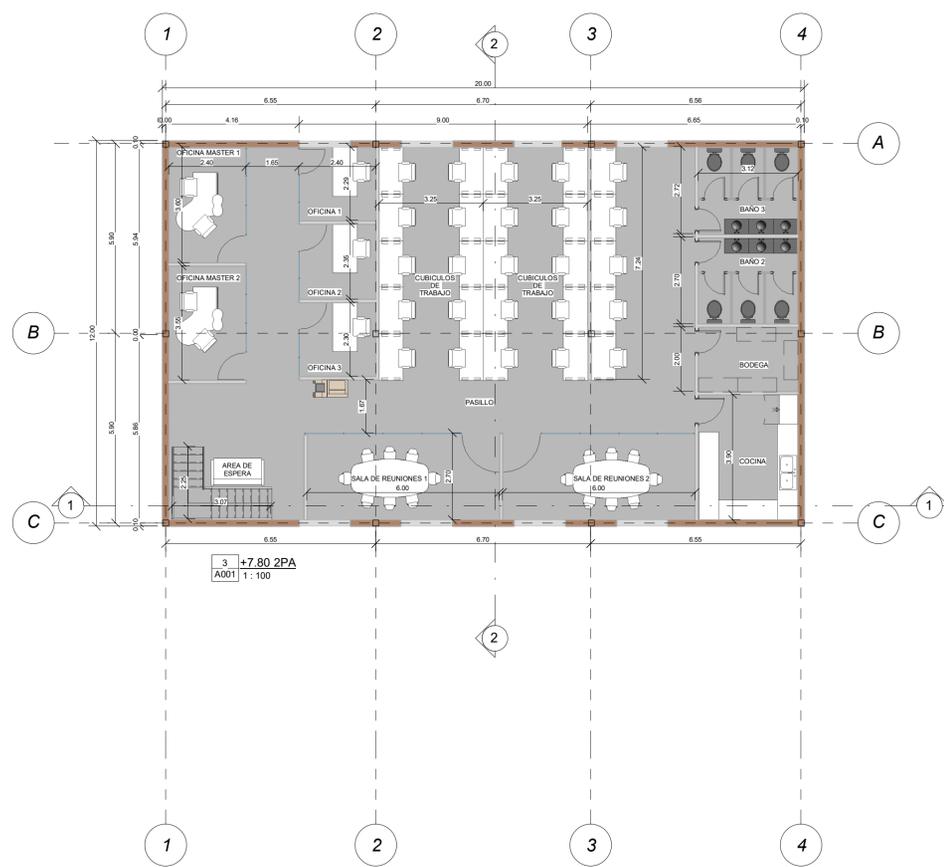
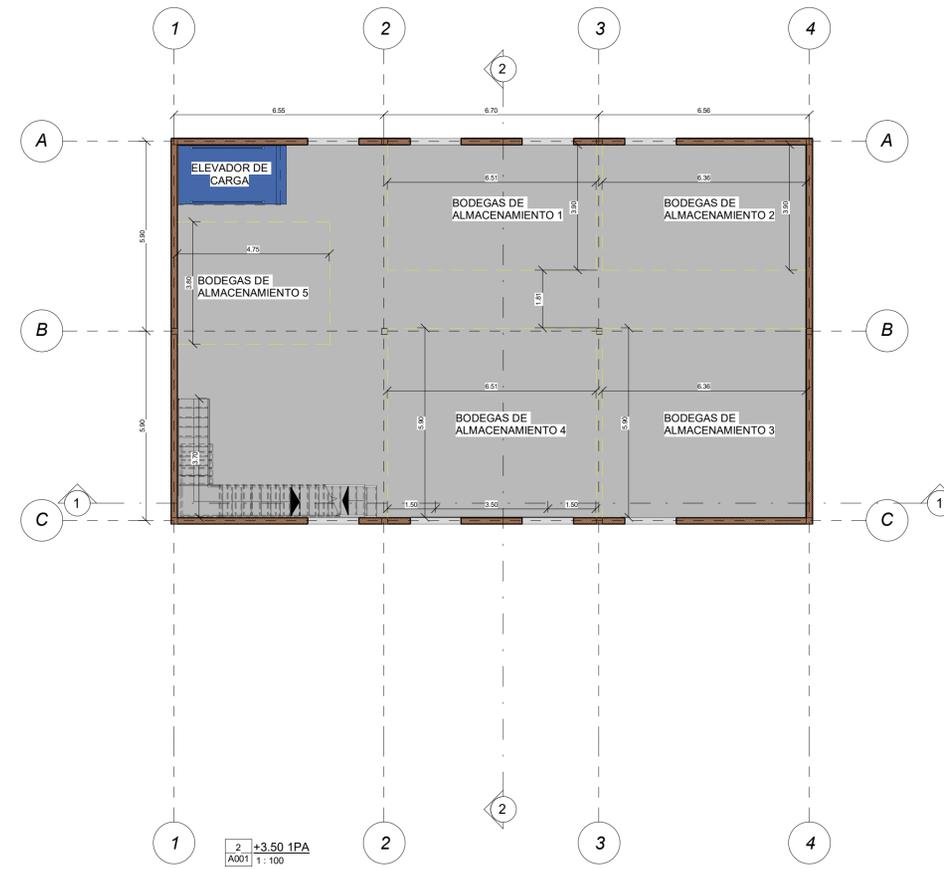
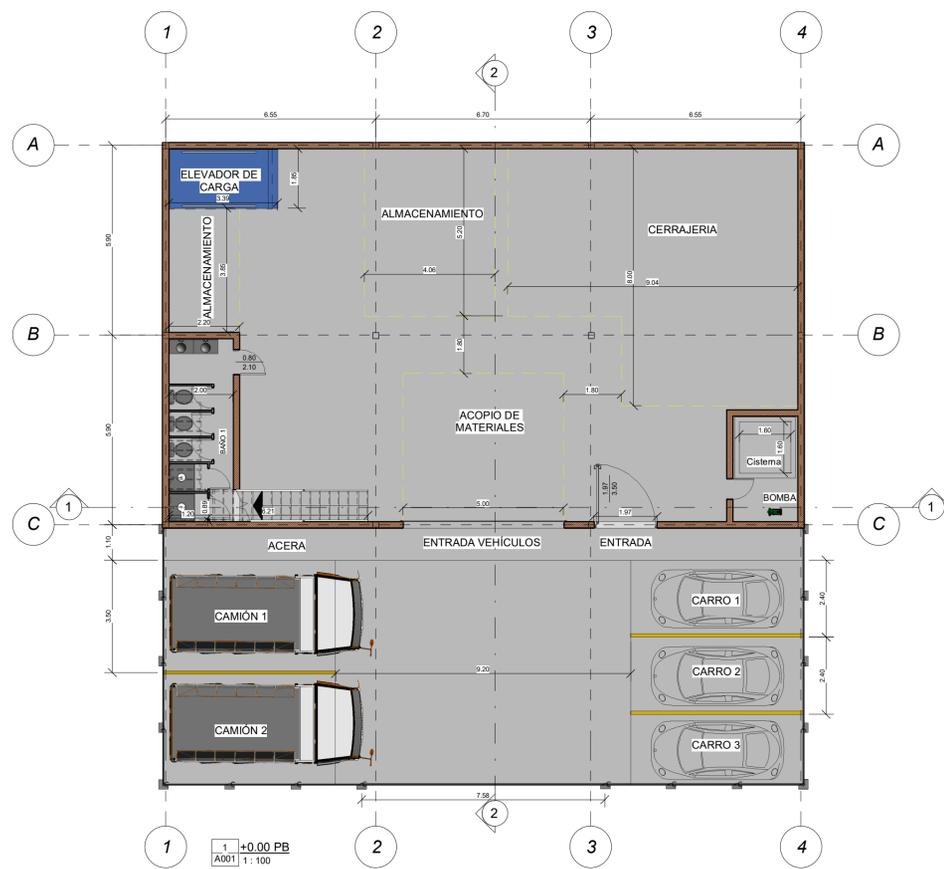
12/11/2024

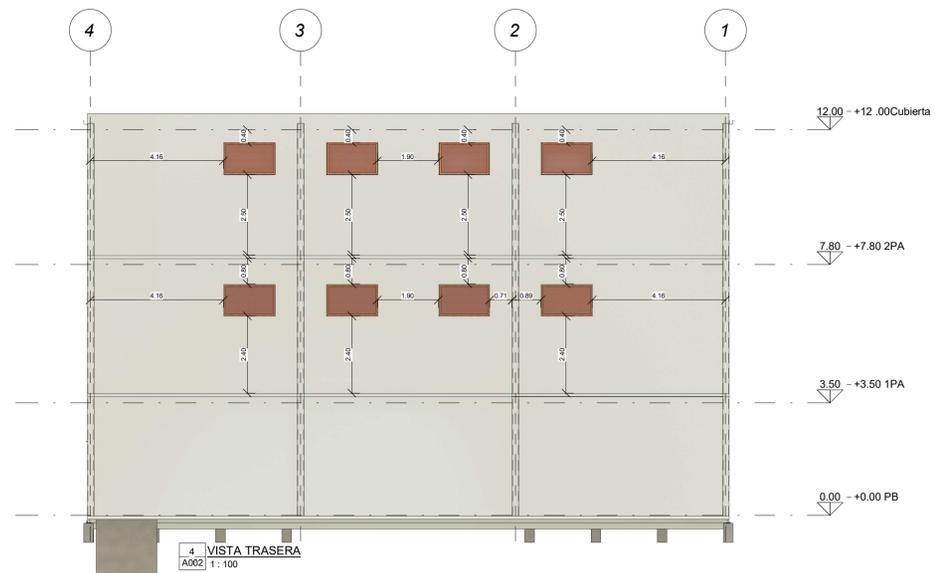
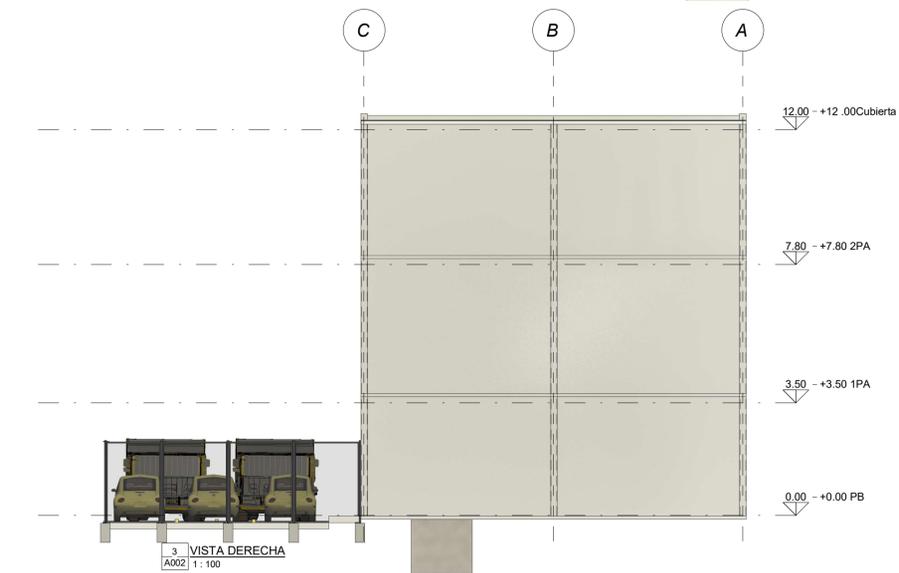
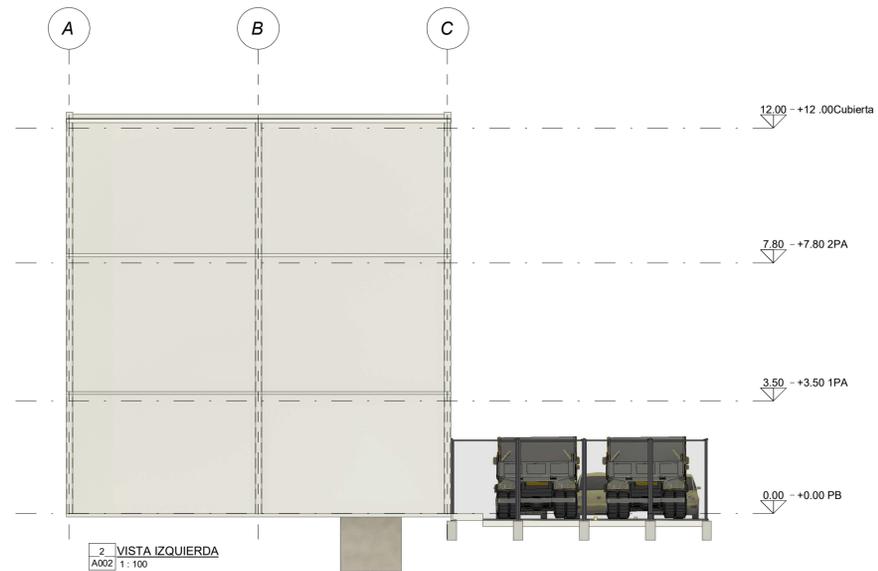
**Dibujado por**

**Comprobado por**

**Lámina:** A 1/3

**Escala:** 1 : 100





SELLOS MUNICIPALES

**INFORMACIÓN DEL PROYECTO:**

**Nombre del proyecto:**

*Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas en la parroquia El Salto, Babahoyo.*

**Propietario:**

Ing. Manuel García Laborda

**Diseño Arquitectónico:**

Francisco Lascano Zambrano  
Sandra Paguay Freire

**Tutor del proyecto:**

M. Sc. David Valverde Burneo

**Institución:**

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

**Nombre del plano:**

FACHADAS Y VISTA 3D

**Número del plano:**

A002

**Fecha:**

12/11/2024

**Dibujado por**

**Comprobado por**

**Lámina:**

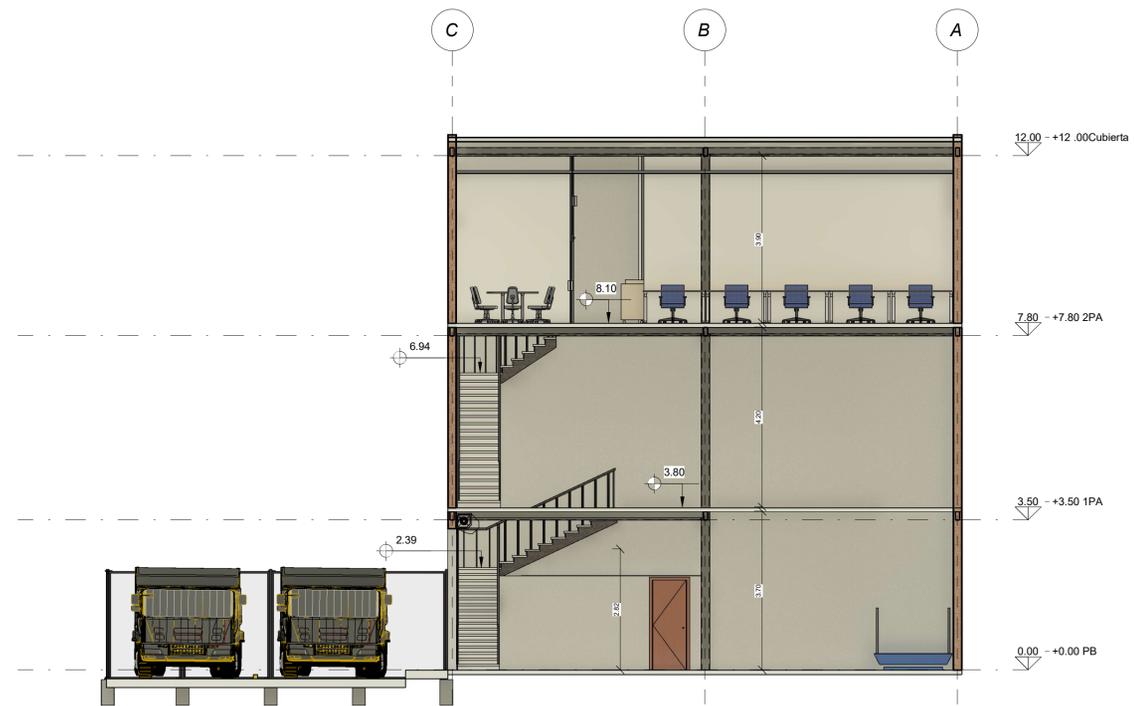
A 2/3

**Escala:**

1 : 100



1 Sección 1  
A003 1:75



2 Sección 2  
A003 1:75

**SELLOS MUNICIPALES**

**INFORMACIÓN DEL PROYECTO:**

**Nombre del proyecto:**

*Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas en la parroquia El Salto, Babahoyo.*

**Propietario:**

Ing. Manuel García Laborda

**Diseño Arquitectónico:**

Francisco Lascano Zambrano  
Sandra Paguay Freire

**Tutor del proyecto:**

M. Sc. David Valverde Burneo

**Institución:**

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

**Nombre del plano:**

CORTES

**Número del plano:**

A003

**Fecha:**

12/11/2024

Dibujado por

Comprobado por

**Lámina:**

A 3/3

**Escala:**

1 : 75

**SELLOS MUNICIPALES**

**INFORMACIÓN DEL PROYECTO:**

**Nombre del proyecto:**  
Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas en la parroquia El Salto, Babahoyo.

**Propietario:**  
Ing. Manuel García Laborda

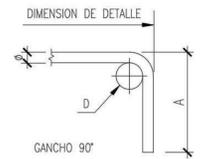
**Diseño Estructural:**  
Francisco Lascano Zambrano  
Sandra Paguay Freire

**Tutor del proyecto:**  
M. Sc. David Valverde Burneo

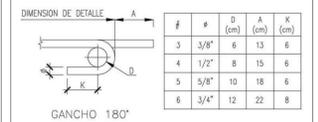
**Institución:**  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

**Especificaciones Técnicas:**

- Materiales**
- Hormigón  $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$
  - Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
  - Acero de Perfiles A36
  - Soldadura de Electrodo E60-11
- Notas Estructurales:**
- Recubrimiento: 7.5cm
  - Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
  - Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
  - Todas las medidas están en metros a menos que se indique lo contrario



#	Ø	D (cm)	A (cm)
2	1/4"	4	10
3	3/8"	6	16
4	1/2"	8	21
5	5/8"	10	26
6	3/4"	12	31



#	Ø	D (cm)	A (cm)	K (cm)
3	3/8"	6	13	6
4	1/2"	8	15	6
5	5/8"	10	18	6
6	3/4"	12	22	8

**Nombre del plano:**

**CIMENTACION**

**Fecha:** 12/11/2024

Dibujado por

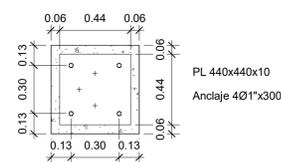
Comprobado por

**Lámina:** E-01

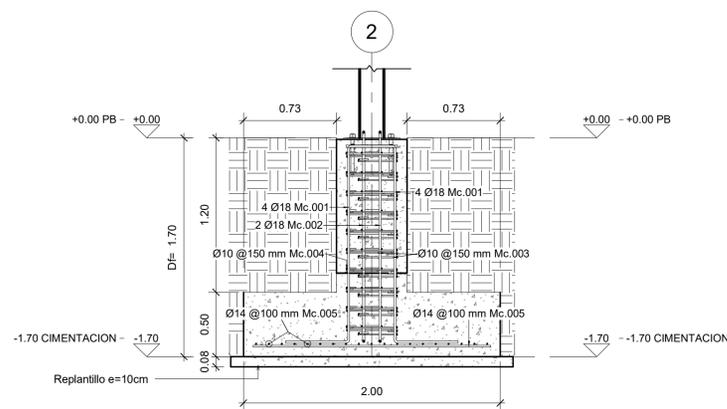
**Escala:** Como se indica



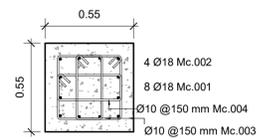
**1 -1.70 CIMENTACION**  
1 : 50



**4 DETALLE DE PLACA BASE**  
1 : 20



**2 DETALLE CIMENTACION**  
1 : 25



**3 ARMADO DADO**  
1 : 20

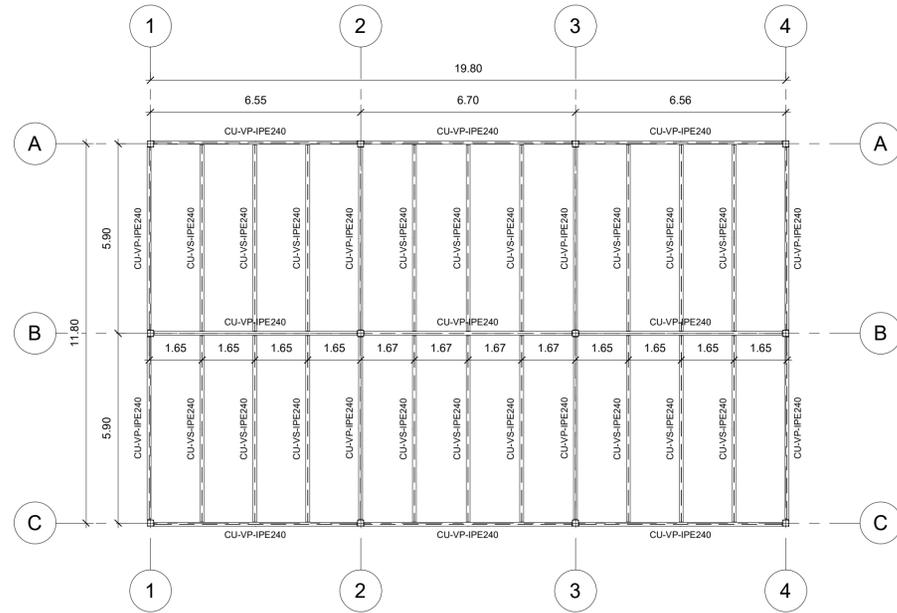
PLANILLA DE HIERROS									
Marca	Tipo	A	B	C	D	E	Recuento	Longitud total de barra	Peso (kg)

001	Ø10	<varia>	<varia>	500 mm	0 mm	0 mm	1	12300 mm	7.58 kg	
002	Ø18	450 mm	1640 mm	450 mm	0 mm	0 mm	18	<varia>	362.76 kg	
003	Ø10						44	<varia>	238.75 kg	
004	Ø10						24	<varia>	225.34 kg	
005	Ø14	1850 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	12	<varia>	95.93 kg	
006	Ø18	<varia>	1640 mm	<varia>	0 mm	0 mm	24	35150 mm	1019.42 kg	
Total general								6	<varia>	118.90 kg
										2068.69 kg

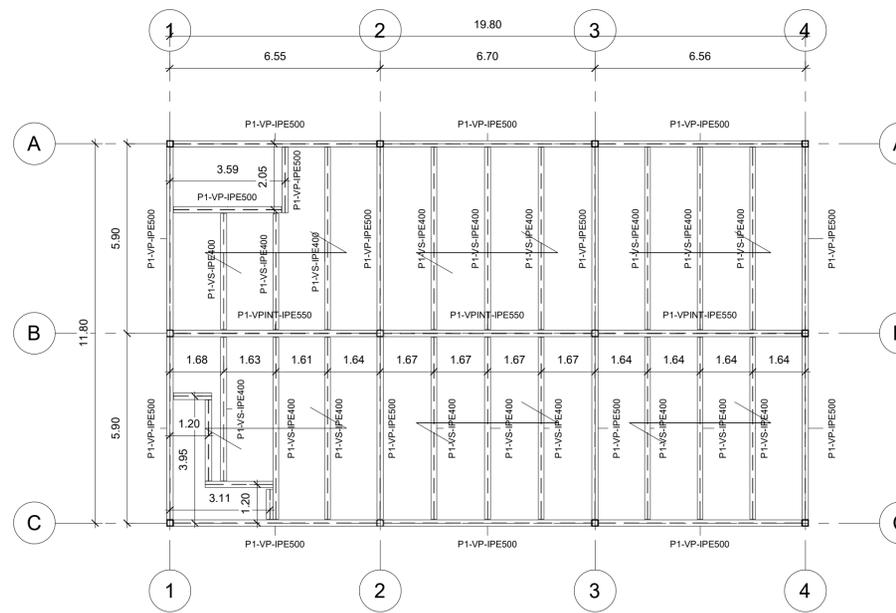
Hormigón en Cimentación			
Tipo	Material estructural	Recuento	Volumen
Zapata-2x2x0.65	Hormigón $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$	12	31.20 m³

Hormigón en Dados			
Tipo	Material estructural	Recuento	Volumen
Dado- 550x550	Hormigón $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$	12	3.81 m³

CANTIDADES SUELOS		
Tipo	Material estructural	Volumen
Contrapiso e=8cm	Hormigón $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$	19.20 m³
Contrapiso e=8cm		19.20 m³
NOVALOSA 55MM	Hormigón $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$	48.58 m³
NOVALOSA 55MM		48.58 m³
Replantiillo e=10cm	Hormigón $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$	4.65 m³
Replantiillo e=10cm		4.65 m³



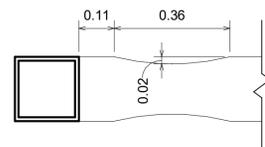
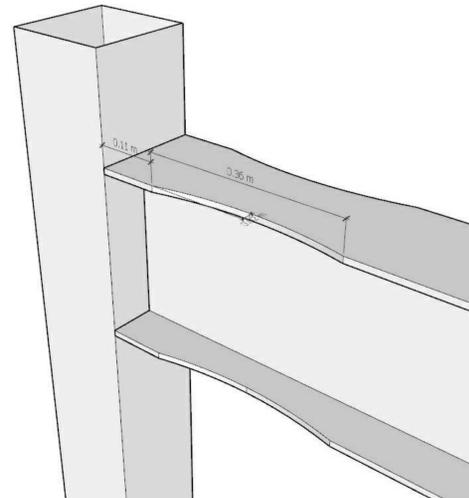
3 EST. Cubierta  
1 : 100



1 EST. Primer Piso Alto  
1 : 100

Planilla de Vigas				
ELEMENTO	LONGITUD	CANTIDAD	Volumen	Peso (kg)

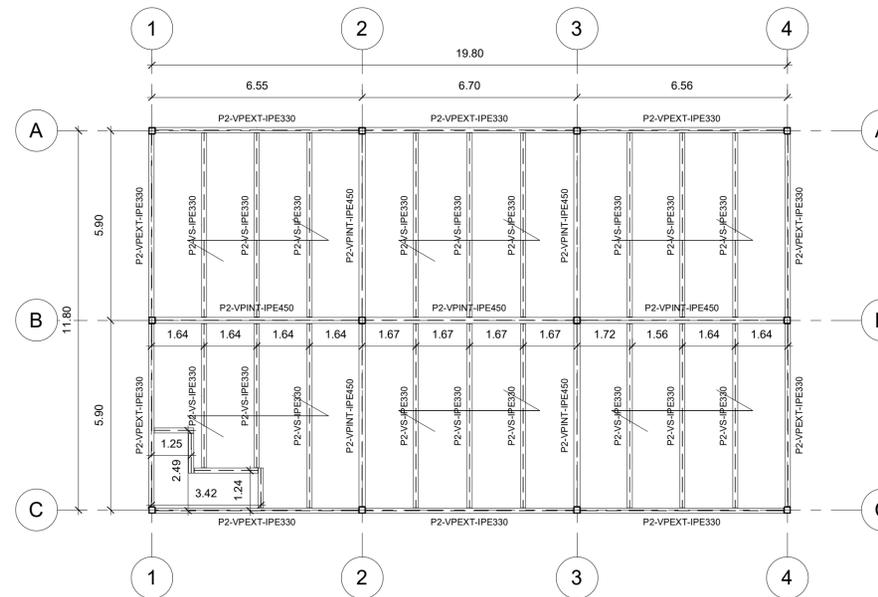
CU-VP-IPE240	5.85 m	8	0.17 m³	1325.14 kg
CU-VP-IPE240	6.50 m	3	0.07 m³	553.53 kg
CU-VP-IPE240	6.51 m	3	0.07 m³	554.28 kg
CU-VP-IPE240	6.70 m	3	0.07 m³	566.54 kg
CU-VS-IPE240	5.94 m	18	0.39 m³	3044.61 kg
P1-VP-IPE500	1.20 m	2	0.02 m³	186.28 kg
P1-VP-IPE500	1.52 m	1	0.02 m³	185.03 kg
P1-VP-IPE500	2.05 m	1	0.02 m³	178.78 kg
P1-VP-IPE500	2.75 m	1	0.03 m³	221.04 kg
P1-VP-IPE500	3.59 m	1	0.04 m³	295.01 kg
P1-VP-IPE500	5.85 m	1	0.06 m³	497.73 kg
P1-VP-IPE500	5.90 m	7	0.44 m³	3484.14 kg
P1-VP-IPE500	6.55 m	2	0.14 m³	1108.86 kg
P1-VP-IPE500	6.56 m	2	0.14 m³	1110.37 kg
P1-VP-IPE500	6.70 m	2	0.14 m³	1134.93 kg
P1-VPINT-IPE550	6.55 m	1	0.08 m³	642.44 kg
P1-VPINT-IPE550	6.56 m	1	0.08 m³	643.31 kg
P1-VPINT-IPE550	6.70 m	1	0.08 m³	657.54 kg
P1-VS-IPE400	3.85 m	2	0.06 m³	458.34 kg
P1-VS-IPE400	4.70 m	1	0.04 m³	283.10 kg
P1-VS-IPE400	5.90 m	15	0.69 m³	5386.03 kg
P2-VPEXT-IPE330	5.92 m	4	0.14 m³	1065.98 kg
P2-VPEXT-IPE330	6.57 m	2	0.08 m³	593.70 kg
P2-VPEXT-IPE330	6.58 m	2	0.08 m³	594.51 kg
P2-VPEXT-IPE330	6.70 m	2	0.08 m³	607.66 kg
P2-VPINT-IPE450	5.85 m	1	0.05 m³	423.34 kg
P2-VPINT-IPE450	5.92 m	3	0.16 m³	1270.02 kg
P2-VPINT-IPE450	6.57 m	1	0.06 m³	471.56 kg
P2-VPINT-IPE450	6.58 m	1	0.06 m³	472.20 kg
P2-VPINT-IPE450	6.70 m	1	0.06 m³	482.65 kg
P2-VS-IPE330	1.24 m	1	0.01 m³	57.85 kg
P2-VS-IPE330	1.25 m	1	0.01 m³	58.13 kg
P2-VS-IPE330	1.36 m	1	0.01 m³	57.87 kg
P2-VS-IPE330	2.17 m	1	0.01 m³	93.20 kg
P2-VS-IPE330	4.68 m	2	0.05 m³	420.32 kg
P2-VS-IPE330	5.92 m	16	0.55 m³	4297.72 kg
<b>TOTAL</b>			<b>4.27 m³</b>	<b>33483.75 kg</b>



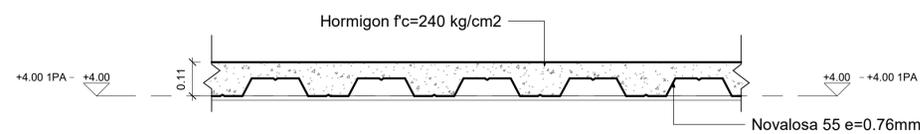
DETALLE CONEXION RBS  
1 : 10

CANTIDADES DE COLUMNAS DE ACERO				
Tipo	Longitud	Recuento	Volumen	Peso (kg)

CP-200x200x12	6.00	24	1.30 m³	10200.73 kg
<b>Total general:</b>	<b>24</b>		<b>1.30 m³</b>	<b>10200.73 kg</b>



2 EST. Segundo Piso Alto  
1 : 100



4 Detalle de Entrepiso  
1 : 10

## SELLOS MUNICIPALES

## INFORMACIÓN DEL PROYECTO:

### Nombre del proyecto:

Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas en la parroquia El Salto, Babahoyo.

### Propietario:

Ing. Manuel Garcia Laborda

### Diseño Estructural:

Francisco Lascano Zambrano  
Sandra Paguay Freire

### Tutor del proyecto:

M. Sc. David Valverde Burneo

### Institución:

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

### Especificaciones Técnicas:

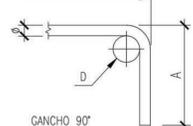
#### Materiales

- Hormigon f<sub>c</sub>= 240 kg/cm<sup>2</sup>
- Acero de Refuerzo fy= 4200 kg/cm<sup>2</sup>
- Acero de Perfilas A36
- Soldadura de Electrodo E60-11

#### Notas Estructurales:

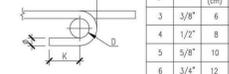
- Recubrimiento: 7.5cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podran ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalacion
- Todas las medidas estan en metros a menos que se indique lo contrario

#### DIMENSION DE DETALLE



#	φ	D (cm)	A (cm)
2	1/4"	4	10
3	3/8"	6	16
4	1/2"	8	21
5	5/8"	10	26
6	3/4"	12	31

#### DIMENSION DE DETALLE



#	φ	D (cm)	A (cm)	K (cm)
3	3/8"	6	13	6
4	1/2"	8	15	6
5	5/8"	10	18	6
6	3/4"	12	22	8

### Nombre del plano:

PLANTAS

### Fecha:

12/11/2024

### Dibujado por

### Comprobado por

### Lámina:

E-02

### Escala:

Como se indica

**SELLOS MUNICIPALES**

**INFORMACIÓN DEL PROYECTO:**

**Nombre del proyecto:**

Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas en la parroquia El Salto, Babahoyo.

**Propietario:**

Ing. Manuel García Laborda

**Diseño Estructural:**

Francisco Lascano Zambrano  
Sandra Paguyo Freire

**Tutor del proyecto:**

M. Sc. David Valverde Burneo

**Institución:**

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

**Especificaciones Técnicas:**

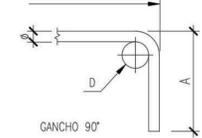
**Materiales**

- Hormigón  $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Perfiles A36
- Soldadura de Electrodo E60-11

**Notas Estructurales:**

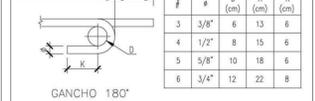
- Recubrimiento: 7.5cm
- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo
- Los elementos estructurales no podrán ser atravesados bajo ningún concepto por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalación
- Todas las medidas están en metros a menos que se indique lo contrario

DIMENSION DE DETALLE



#	Ø	D (cm)	A (cm)
2	1/4"	4	10
3	3/8"	6	16
4	1/2"	8	21
5	5/8"	10	26
6	3/4"	12	31

DIMENSION DE DETALLE



#	Ø	D (cm)	A (cm)	K (cm)
3	3/8"	6	13	6
4	1/2"	8	15	6
5	5/8"	10	18	6
6	3/4"	12	22	8

**Nombre del plano:**

**ISOMETRICO**

**Fecha:**

12/11/2024

**Dibujado por**

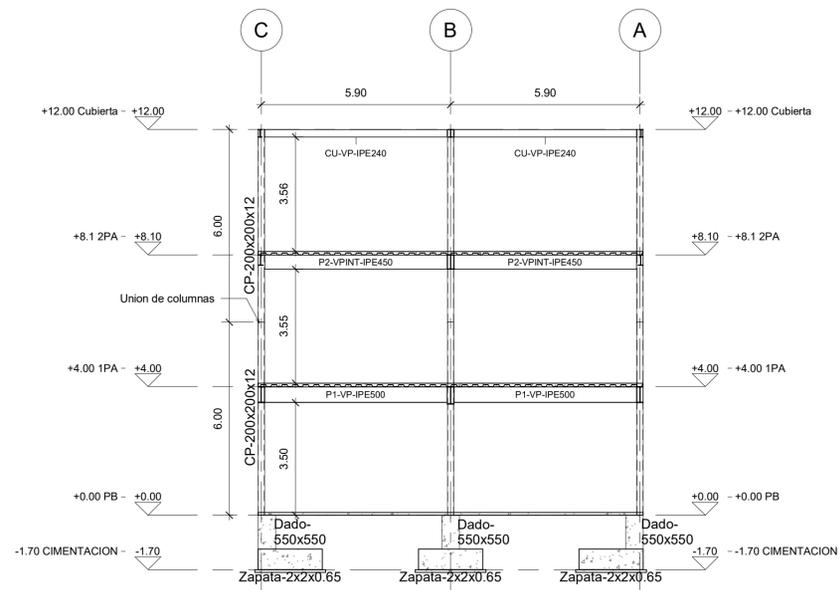
**Comprobado por**

**Lámina:**

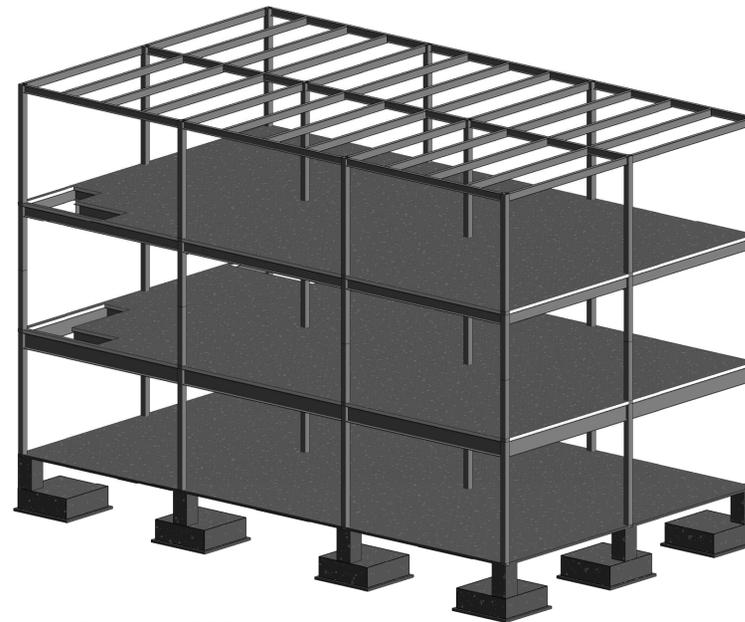
**E-03**

**Escala:**

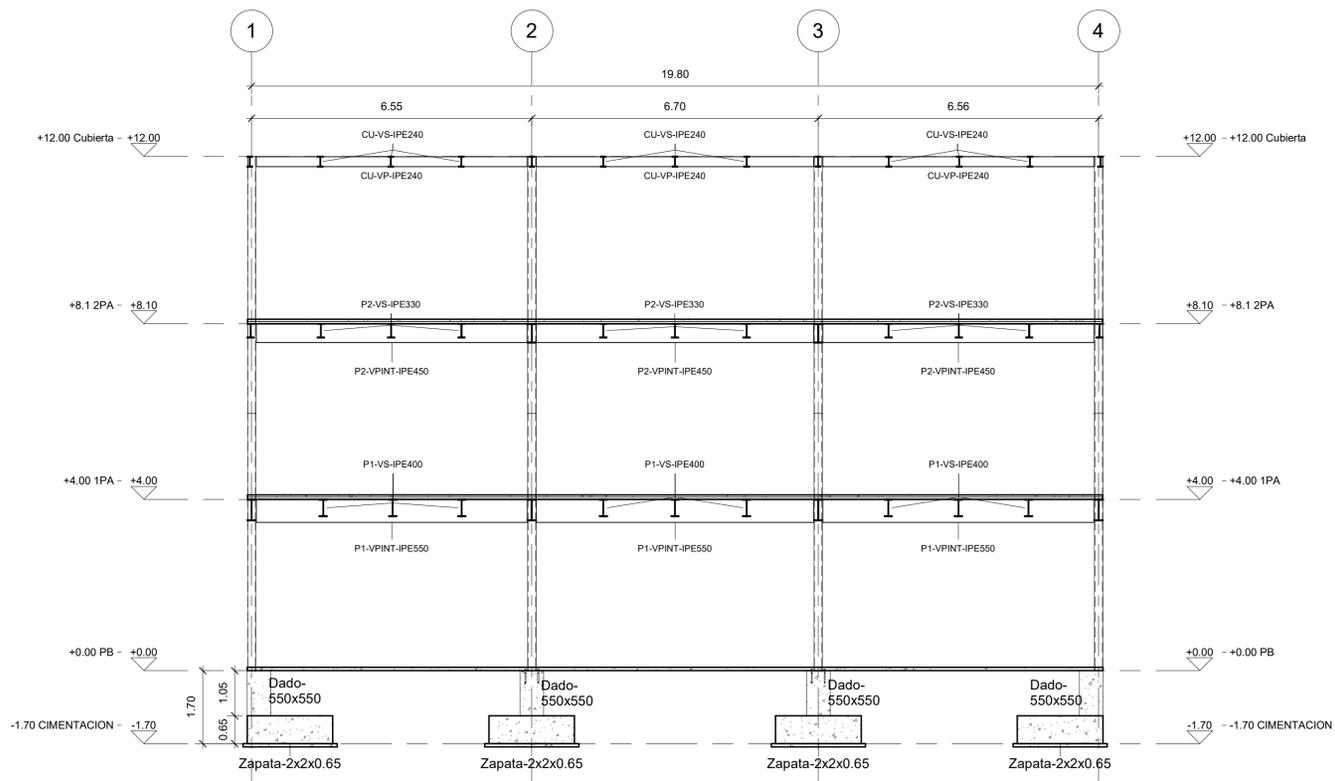
**Como se indica**



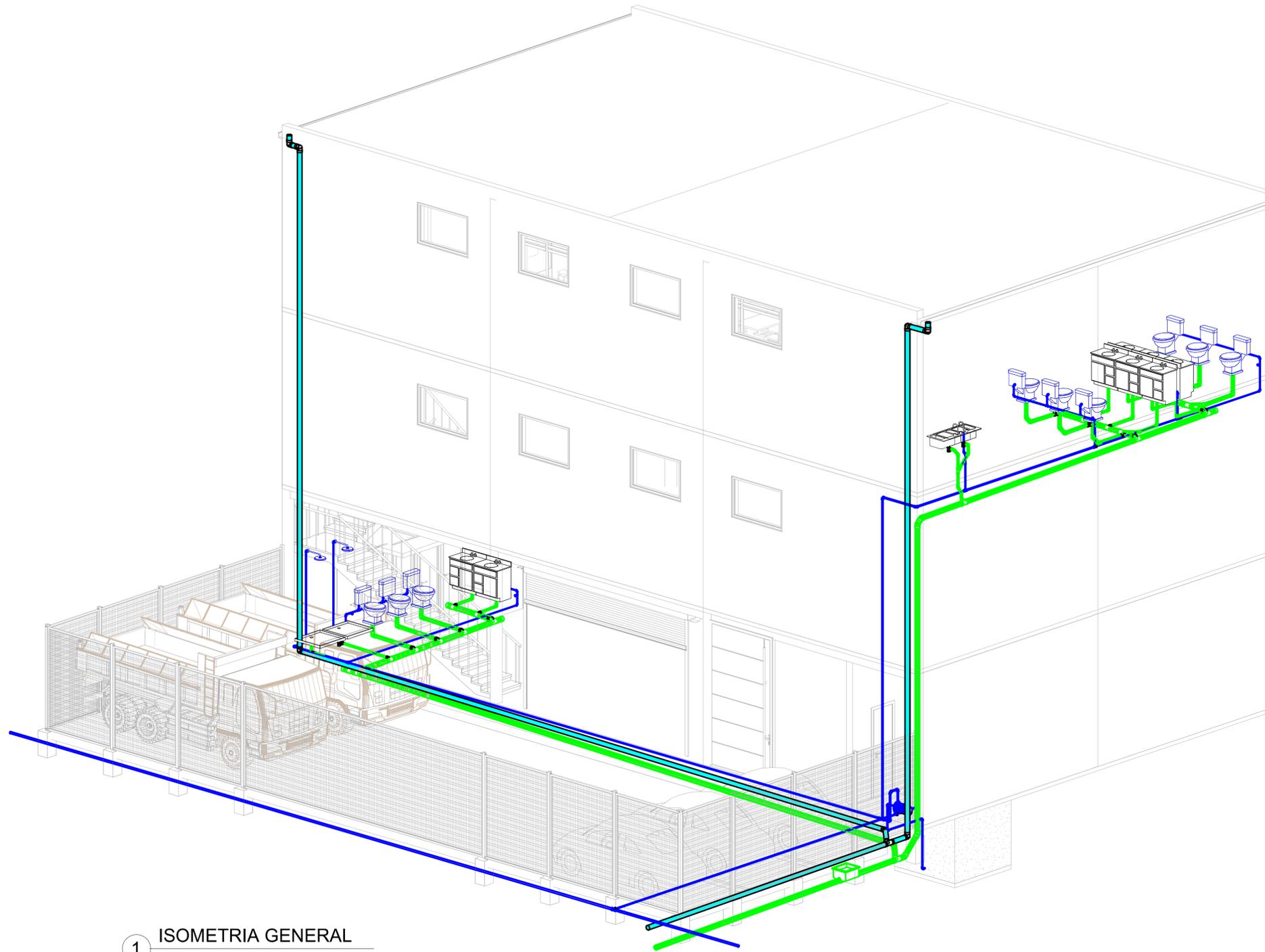
**3 CORTE TRANSVERSAL**  
1 : 100



**1 VISTA ISOMETRICA**



**2 CORTE LONGITUDINAL**  
1 : 75



1 ISOMETRIA GENERAL

**SELLOS MUNICIPALES**

**INFORMACIÓN DEL PROYECTO:**

**Nombre del proyecto:**

*Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas en la parroquia El Salto, Babahoyo.*

**Propietario:**

Ing. Manuel García Laborda

**Diseño Hidrosanitario:**

Francisco Lascano Zambrano  
Sandra Paguay Freire

**Tutor del proyecto:**

M. Sc. David Valverde Burneo

**Institución:**

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

**Nombre del plano:**

ISOMETRIA GENERAL

**Número del plano:**

**Fecha:**

12/11/2024

**Dibujado por**

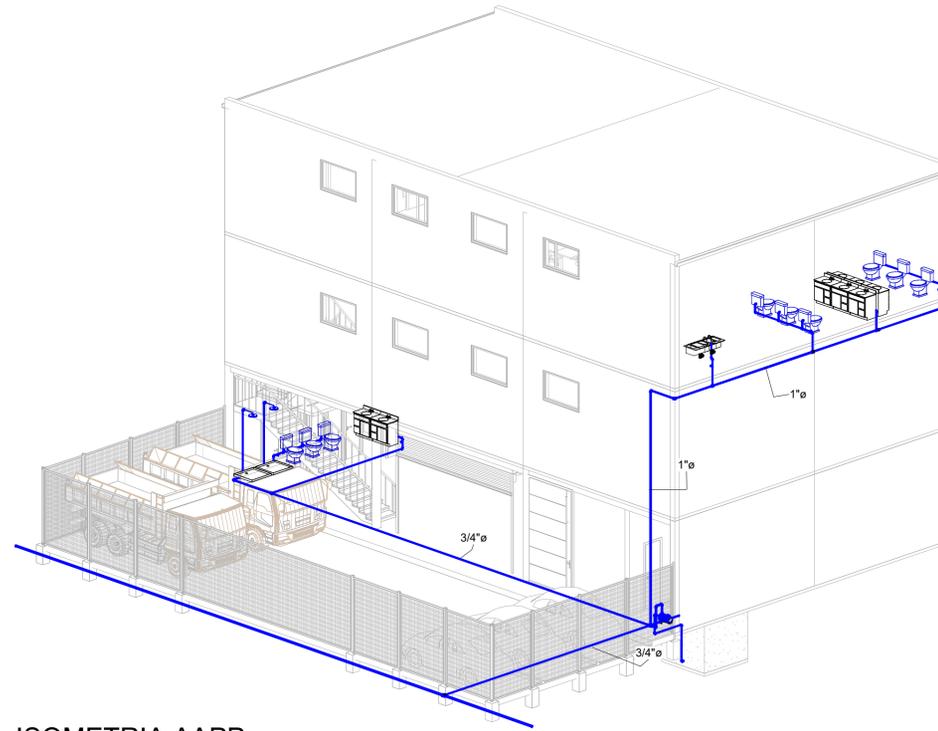
**Comprobado por**

Lámina: H-01

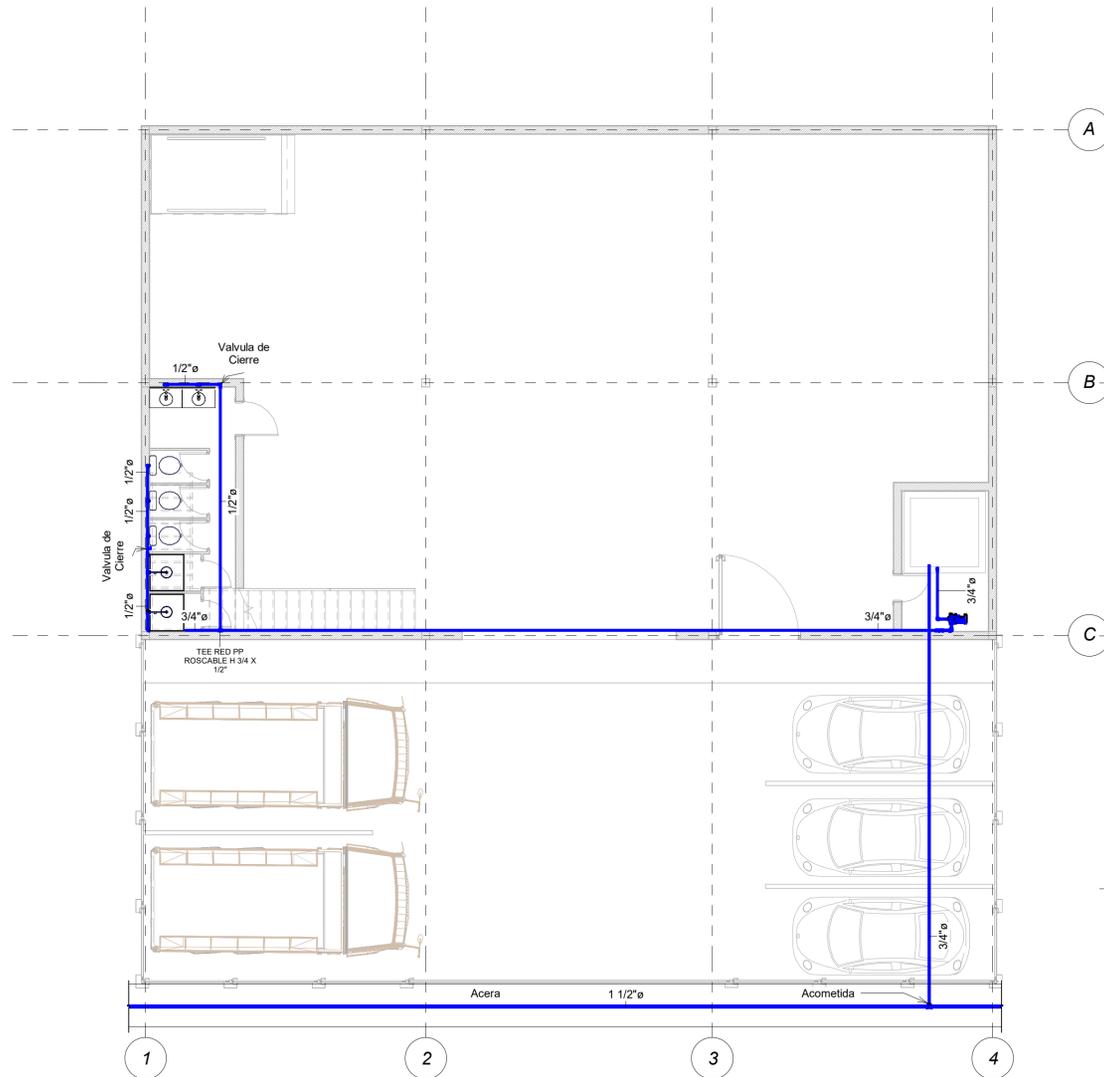
**Escala:**

CANTIDADES DE TUBERIA AGUA POTABLE			
Tipo	Clasificación de sistema	Diámetro	Longitud
Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua fría sanitaria	1/2"	32.85
Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua fría sanitaria	3/4"	36.15
Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua fría sanitaria	1"	16.20
Total general			85.19

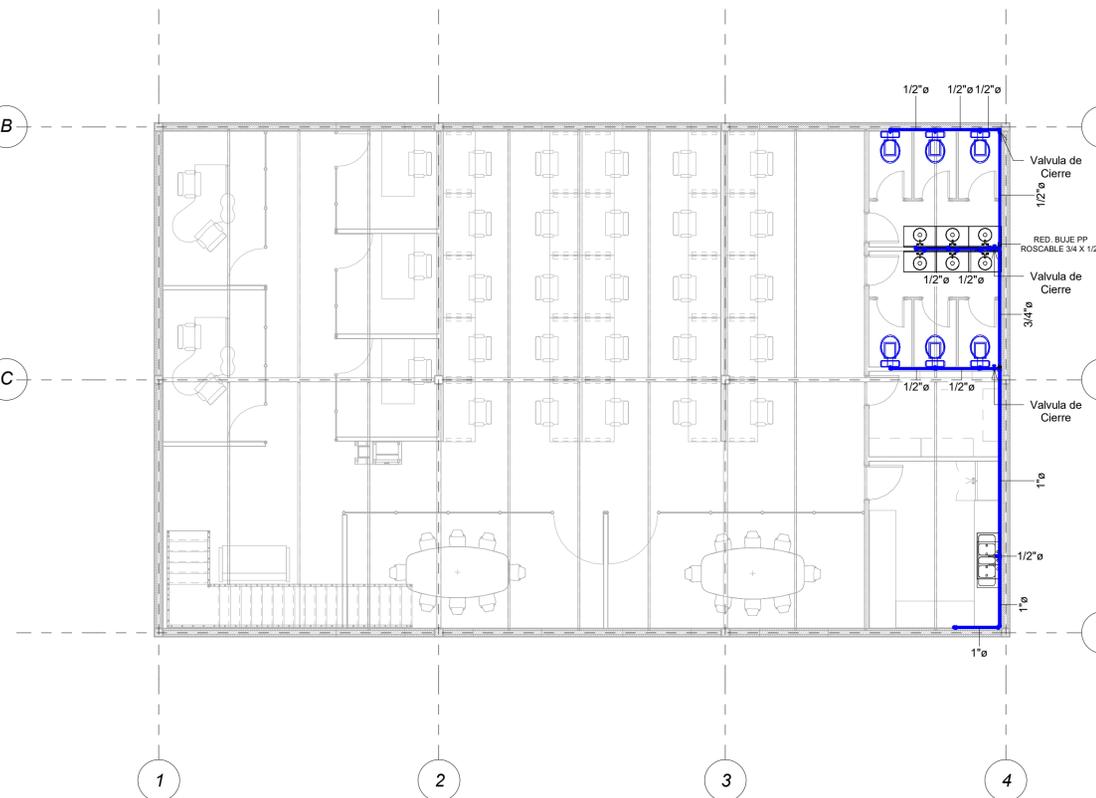
UNIONES AAPP		
Product Description	Clasificación de sistema	Recuento
0	Agua fría sanitaria	1
CODO PP ROSCABLE HEMBRA 1" X 90°	Agua fría sanitaria	5
CODO PP ROSCABLE HEMBRA 1/2" X 90°	Agua fría sanitaria	31
CODO PP ROSCABLE HEMBRA 3/4" X 90°	Agua fría sanitaria	6
RED. BUJE PP ROSCABLE 3/4 X 1/2"	Agua fría sanitaria	2
TEE RED PP ROSCABLE H 3/4 X 1/2"	Agua fría sanitaria	4
TEE RED PP ROSCABLE H 1 X 1/2"	Agua fría sanitaria	2
TEE PP ROSCABLE H 1-1/2"	Agua fría sanitaria	1
TEE PP ROSCABLE H 1"	Agua fría sanitaria	1
TEE PP ROSCABLE H 1/2"	Agua fría sanitaria	13
TEE PP ROSCABLE H 3/4"	Agua fría sanitaria	1
UNION RED PP ROSCABLE H 1 X 3/4"	Agua fría sanitaria	1



1 ISOMETRIA AAPP



2 PLANTA BAJA - AAPP  
1 : 75



3 2PA - AAPP  
1 : 75

SELLOS MUNICIPALES

INFORMACIÓN DEL PROYECTO:

Nombre del proyecto:

Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas en la parroquia El Salto, Babahoyo.

Propietario:

Ing. Manuel García Laborda

Diseño Hidrosanitario:

Francisco Lascano Zambrano  
Sandra Paguay Freire

Tutor del proyecto:

M. Sc. David Valverde Burneo

Institución:

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Nombre del plano:

RED DE AGUA POTABLE

Número del plano:

Fecha: 12/11/2024

Dibujado por

Comprobado por

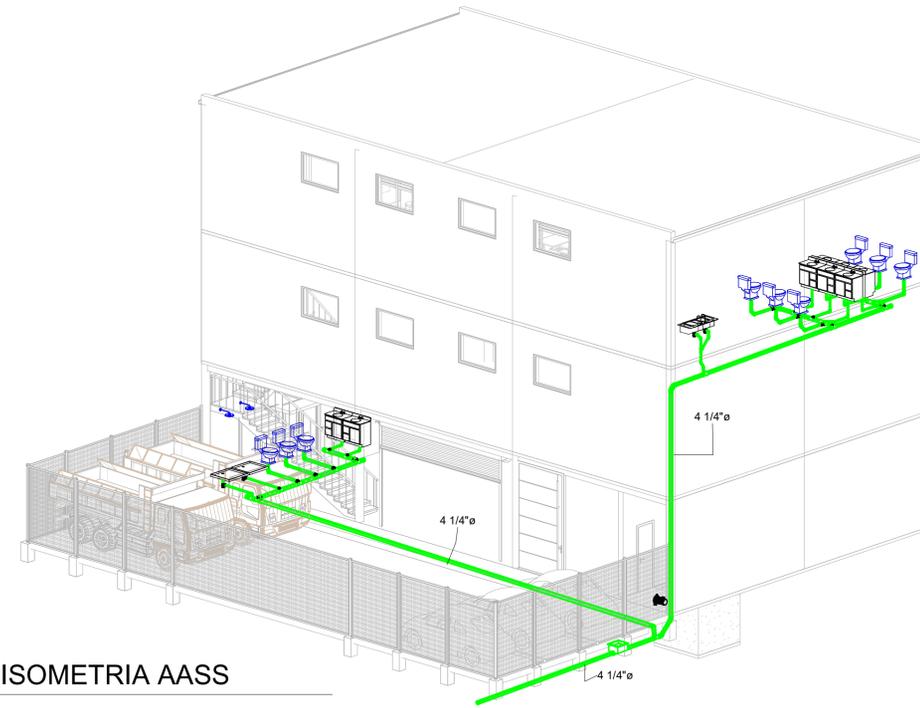
Lámina: H-02

Escala:

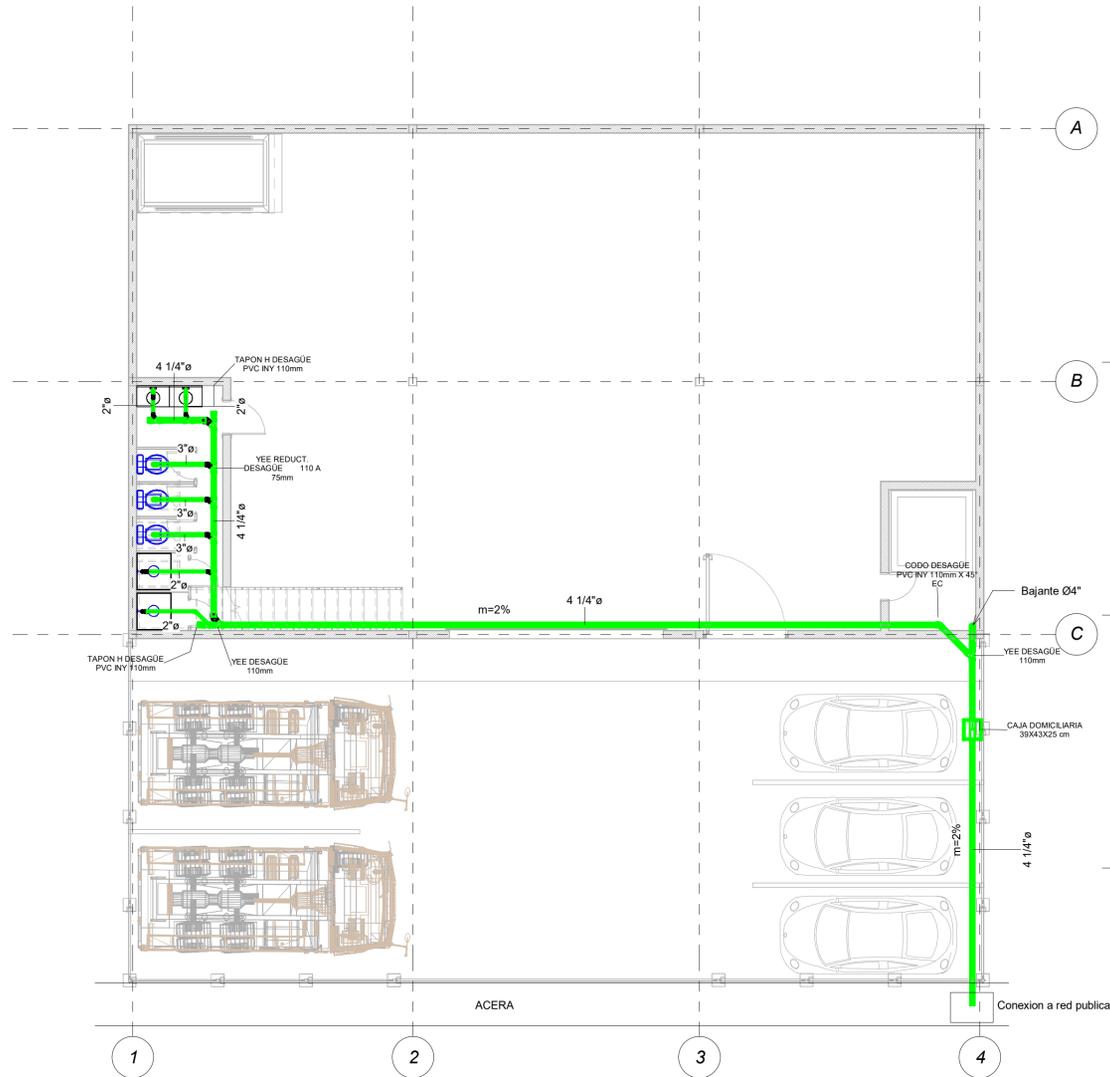
1 : 75

CANTIDADES DE TUBERIA AGUA SERVIDA			
UN	Clasificación de sistema	Diámetro	Longitud
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	2"	18.88
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	3"	12.52
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	4"	50.00
Total general			81.40

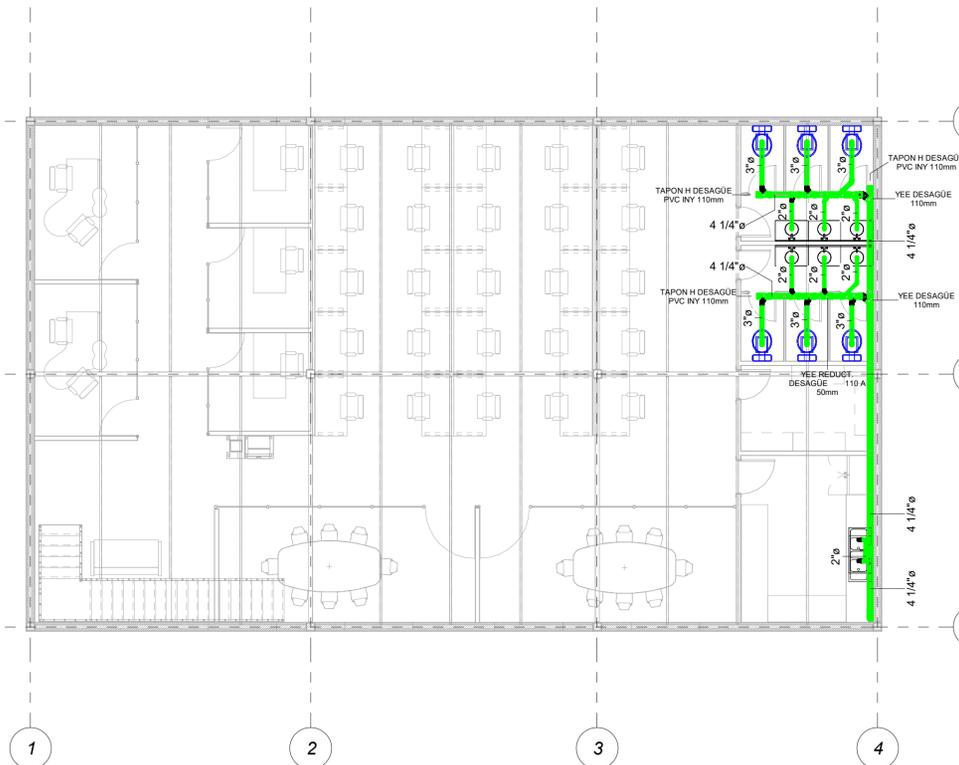
UNIONES AASS		
Product Description	Clasificación de sistema	Recuento
CAJA DOMICILIARIA 39X43X25 cm	Sanitario	1
CODO DESAGÜE PVC INY 50mm X 45° EC	Sanitario	9
CODO DESAGÜE PVC INY 75mm X 45° EC	Sanitario	7
CODO DESAGÜE PVC INY 110mm X 45° EC	Sanitario	5
CODO DESAGÜE PVC INY 75mm X 90° EC	Sanitario	6
CODO DESAGÜE PVC INY 50mm X 90° EC	Sanitario	12
DNCISCH	Sanitario	6
TAPON H DESAGÜE PVC INY 110mm	Sanitario	6
YEE DESAGÜE 50mm	Sanitario	1
YEE DESAGÜE 110mm	Sanitario	5
YEE REDUCT. DESAGÜE 110 A 50mm	Sanitario	11
YEE REDUCT. DESAGÜE 110 A 75mm	Sanitario	9



1 ISOMETRIA AASS



2 PLANTA BAJA - AASS  
1 : 75



3 2PA - AASS  
1 : 75

SELLOS MUNICIPALES

INFORMACIÓN DEL PROYECTO:

Nombre del proyecto:

Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas en la parroquia El Salto, Babahoyo.

Propietario:

Ing. Manuel García Laborda

Diseño Hidrosanitario:

Francisco Lascano Zambrano  
Sandra Paguay Freire

Tutor del proyecto:

M. Sc. David Valverde Burneo

Institución:

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Nombre del plano:

RED DE AGUA SERVIDA

Número del plano:

Fecha: 12/11/2024

Dibujado por

Comprobado por

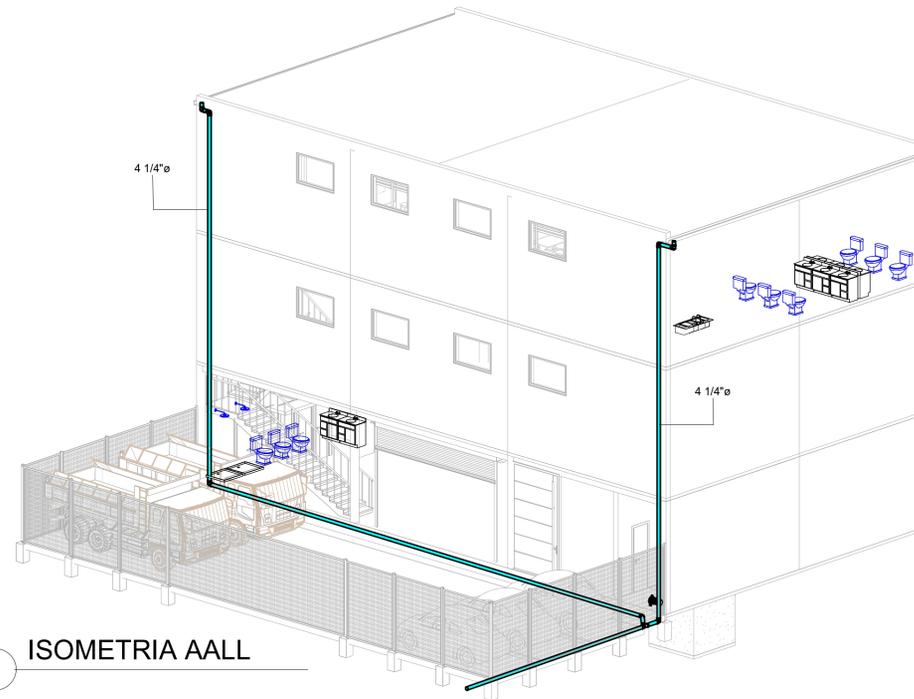
Lámina: H-03

Escala:

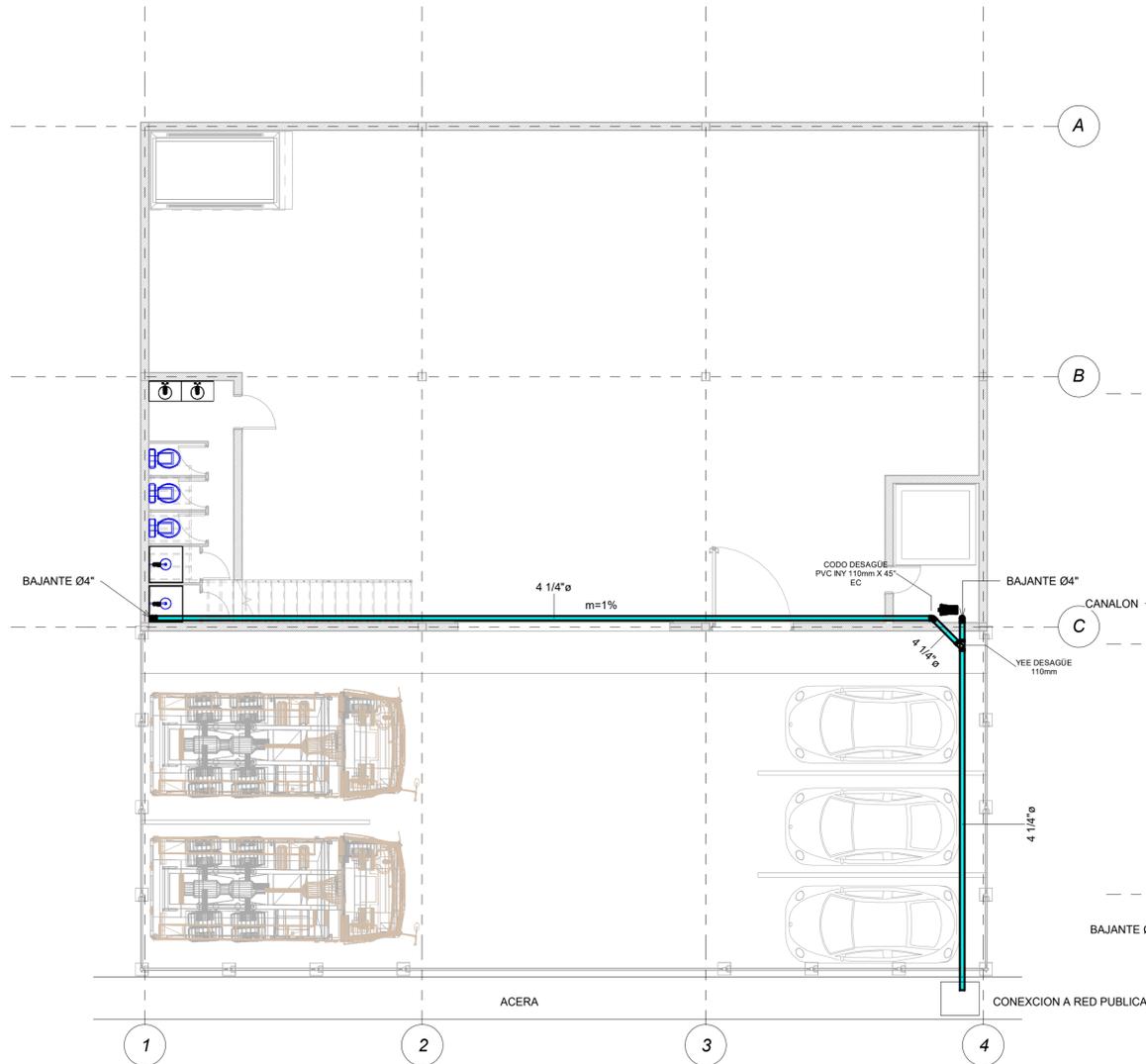
1 : 75

CANTIDADES DE TUBERIA AGUA LLUVIA			
UN	Clasificación de sistema	Diámetro	Longitud
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Otro	4"	52.69
Total general			52.69

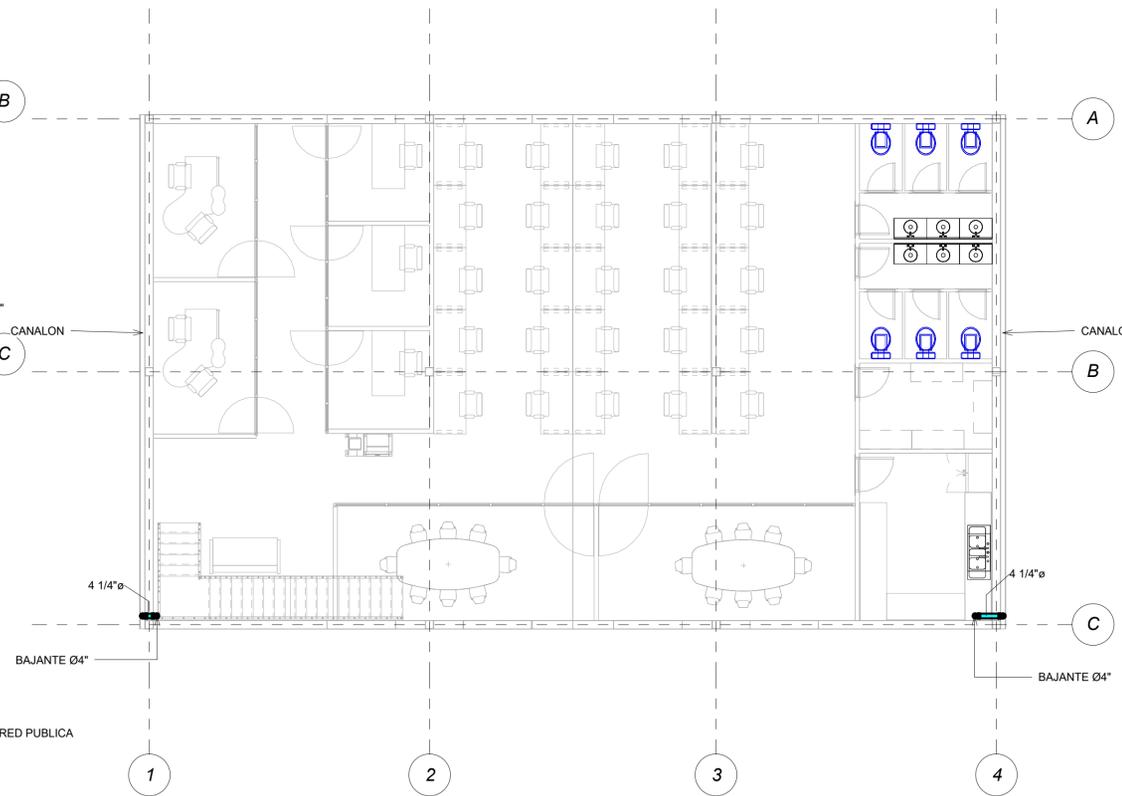
UNIONES AALL			
Product Description	Clasificación de sistema	Recuento	
CODO DESAGÜE PVC INY 110mm X 45° EC	Otro	1	
CODO DESAGÜE PVC INY 110mm X 90° EC	Otro	6	
YEE DESAGÜE 110mm	Otro	1	



1 ISOMETRIA AALL



2 PLANTA BAJA - AALL  
1 : 75



3 2PA - AALL  
1 : 75

SELLOS MUNICIPALES

INFORMACIÓN DEL PROYECTO:

Nombre del proyecto:

Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas en la parroquia El Salto, Babahoyo.

Propietario:

Ing. Manuel García Laborda

Diseño Hidrosanitario:

Francisco Lascano Zambrano  
Sandra Paguay Freire

Tutor del proyecto:

M. Sc. David Valverde Burneo

Institución:

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Nombre del plano:

RED DE AGUA LLUVIA

Número del plano:

Fecha: 12/11/2024

Dibujado por

Comprobado por

Lámina: H-04

Escala:

1 : 75

**SELLOS MUNICIPALES**

**INFORMACIÓN DEL PROYECTO:**

**Nombre del proyecto:**

*Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas en la parroquia El Salto, Babahoyo.*

**Propietario:**

Ing. Manuel García Laborda

**Diseño Eléctrico:**

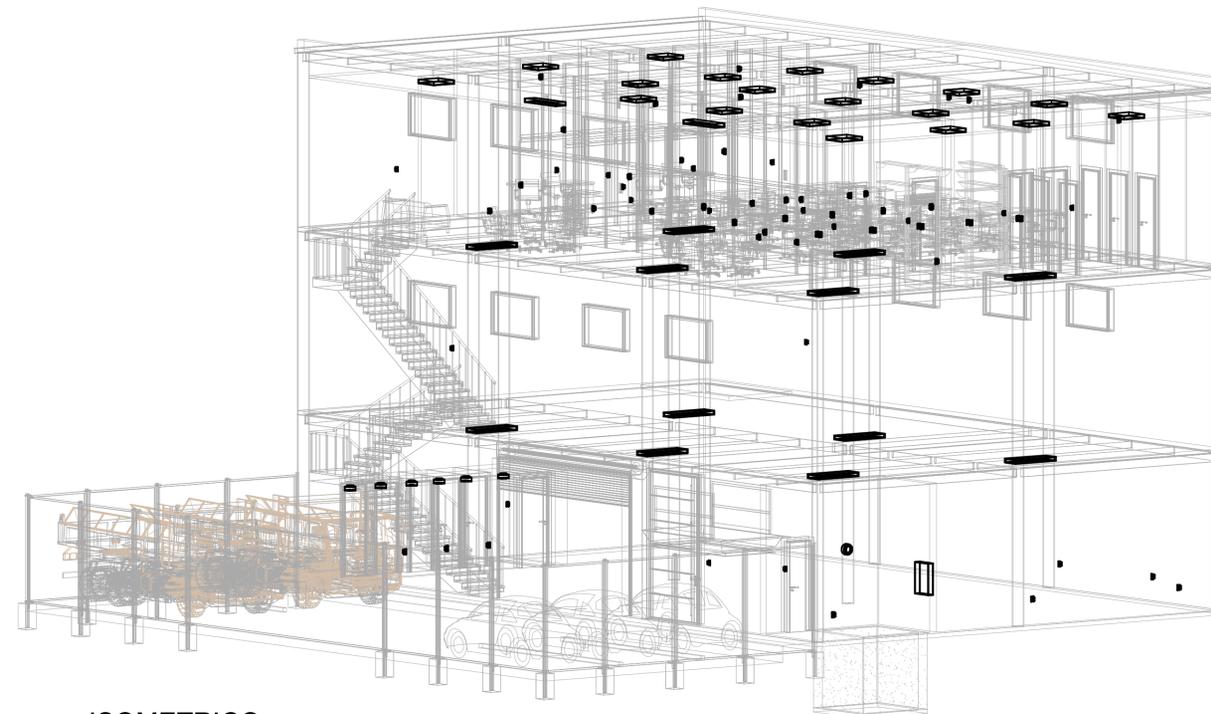
Francisco Lascano Zambrano  
Sandra Paguay Freire

**Tutor del proyecto:**

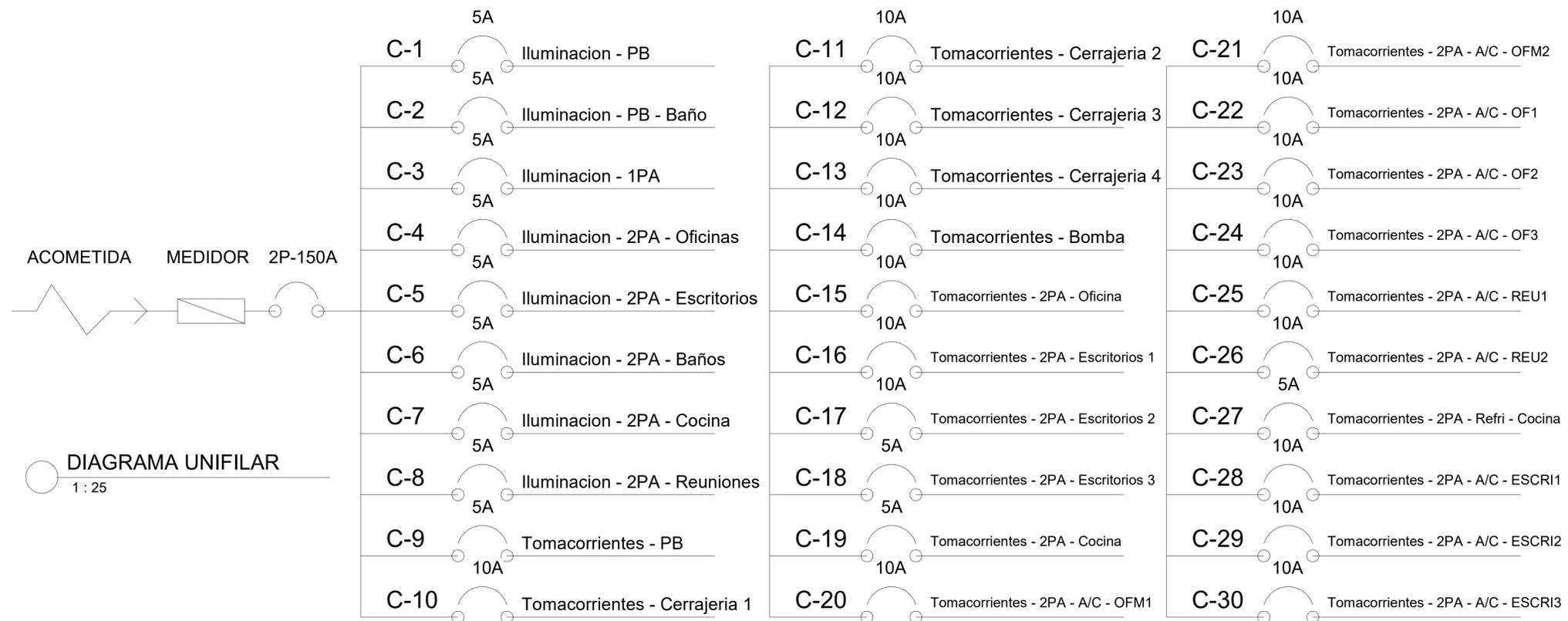
M. Sc. David Valverde Burneo

**Institución:**

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)



1 ISOMETRICO



**Nombre del plano:**

DIAGRAMA UNIFILAR

**Número del plano:**

Fecha: 12/11/2024

Dibujado por

Comprobado por

Lámina: E-01

Escala: 1 : 25

**SELLOS MUNICIPALES**

**INFORMACIÓN DEL PROYECTO:**

**Nombre del proyecto:**  
 Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas en la parroquia El Salto, Babahoyo.

**Propietario:**  
 Ing. Manuel García Laborda

**Diseño Eléctrico:**  
 Francisco Lascano Zambrano  
 Sandra Paguay Freire

**Tutor del proyecto:**  
 M. Sc. David Valverde Burneo

**Institución:**  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

**Nombre del plano:**

**ILUMINACION**

**Número del plano:**

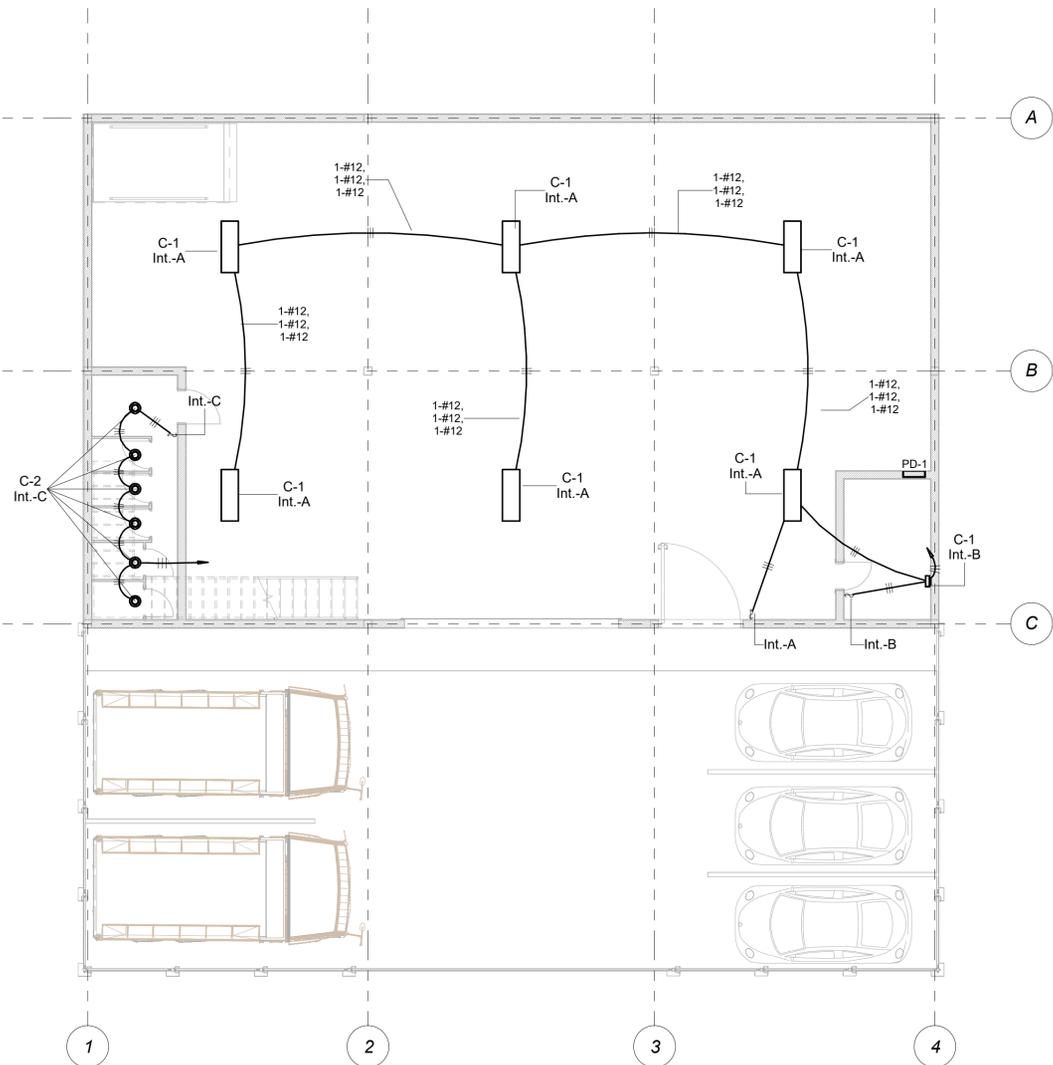
**Fecha:** 12/11/2024

Dibujado por

Comprobado por

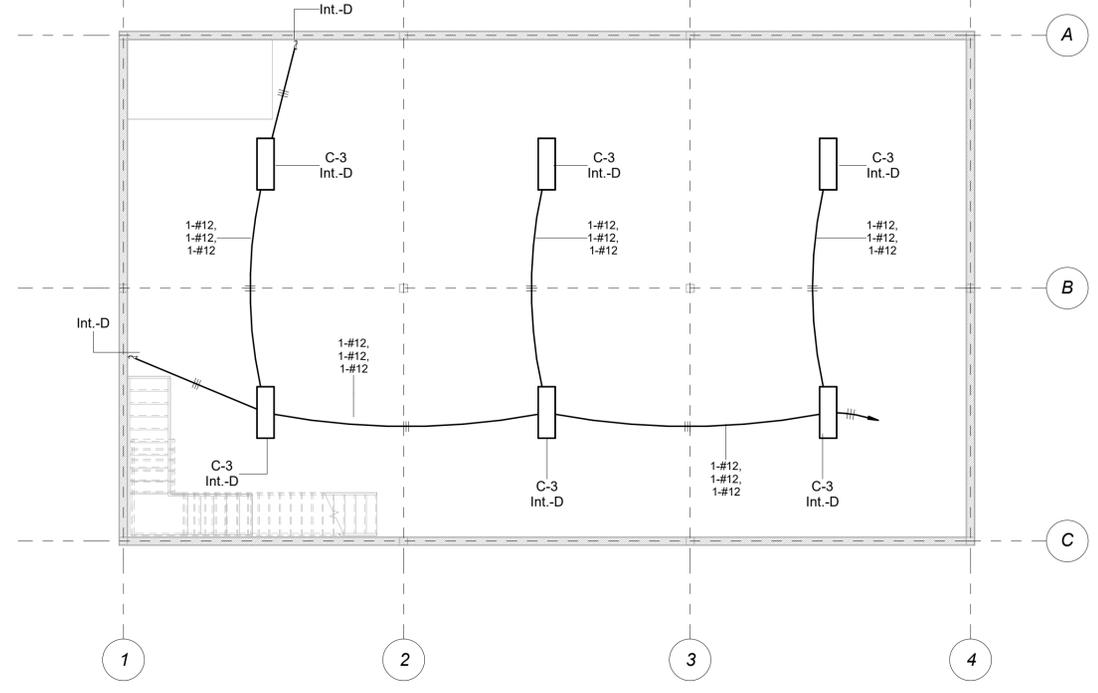
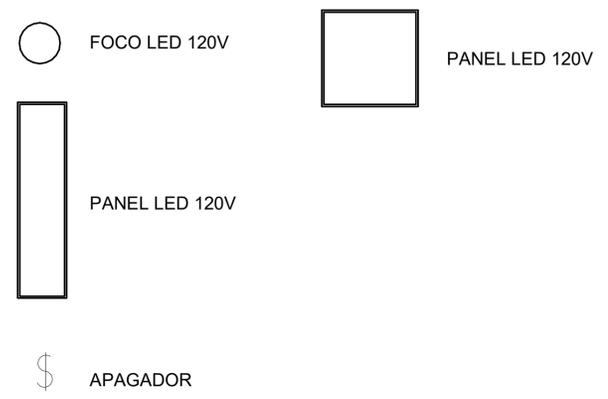
**Lámina:** E-02

**Escala:** Como se indica

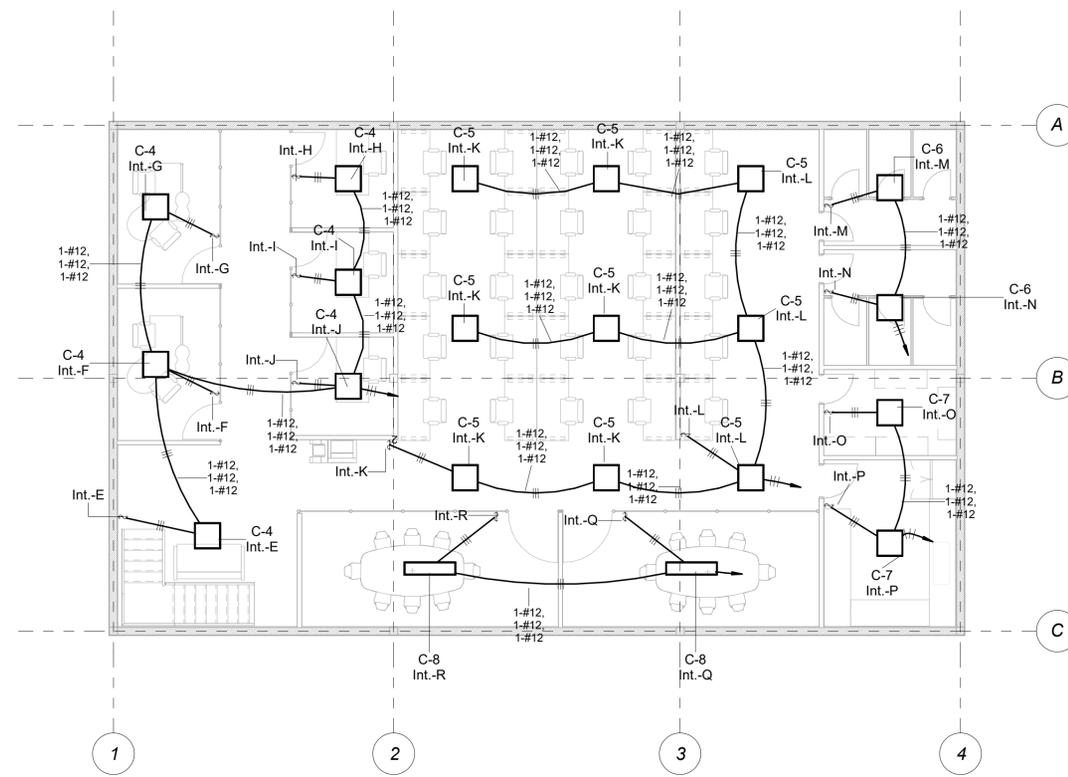


**1 PLANTA BAJA ILUMINACION**  
 1:75

**SIMBOLOGIA 1**  
 1:20



**2 1PA - ILUMINACION**  
 1:75



**3 2PA - ILUMINACION**  
 1:75

**SELLOS MUNICIPALES**

**INFORMACIÓN DEL PROYECTO:**

**Nombre del proyecto:**  
*Diseño estructural de un complejo industrial multifuncional: taller, almacenamiento y oficinas en la parroquia El Salto, Babahoyo.*

**Propietario:**  
Ing. Manuel García Laborda

**Diseño Eléctrico:**  
Francisco Lascano Zambrano  
Sandra Paguay Freire

**Tutor del proyecto:**  
M. Sc. David Valverde Burneo

**Institución:**  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

**Nombre del plano:**

**POTENCIA**

**Número del plano:**

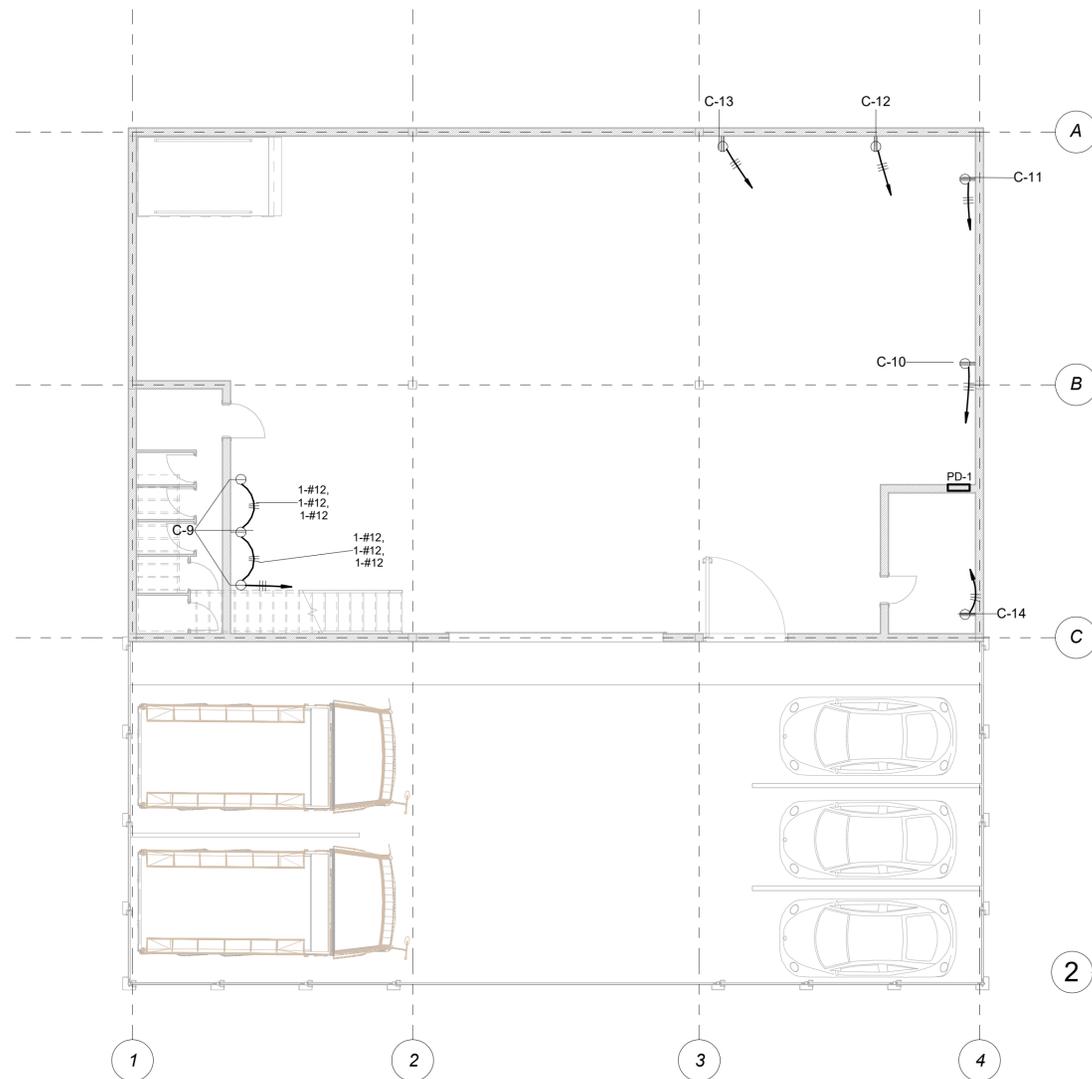
**Fecha:** 12/11/2024

Dibujado por

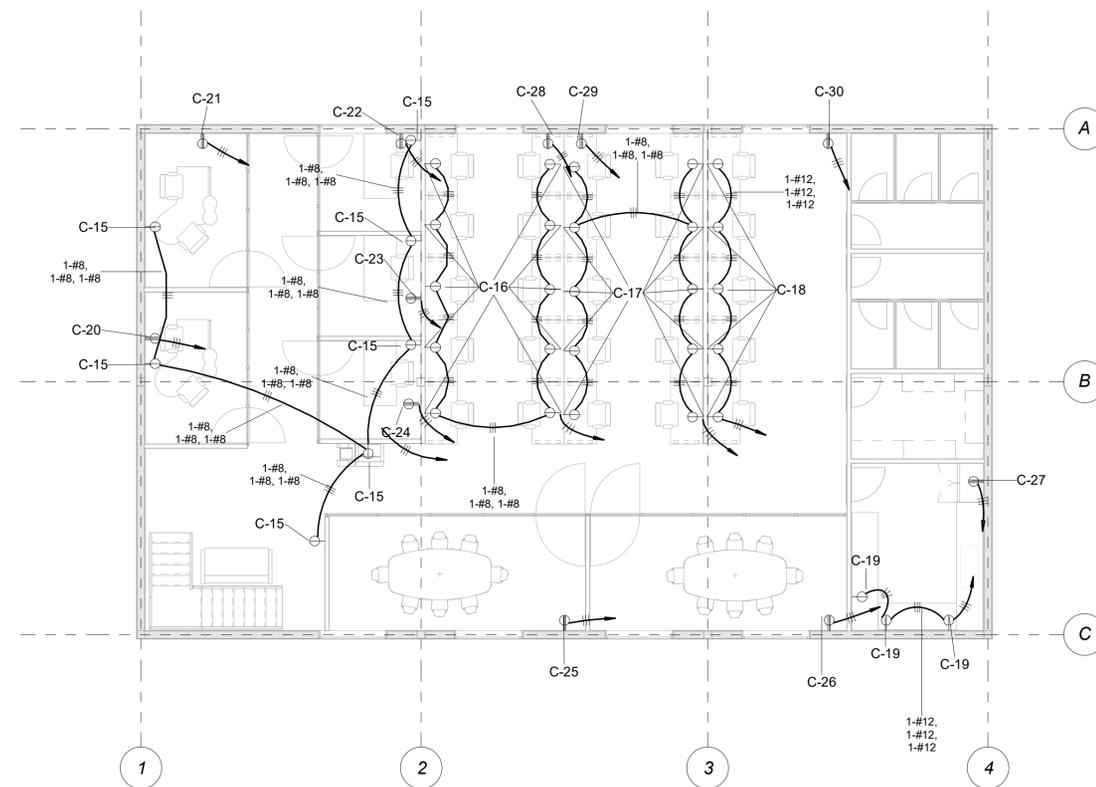
Comprobado por

**Lámina:** E-03

**Escala:** Como se indica



**1 PLANTA BAJA - POTENCIA**  
1 : 75



**2 2PA - POTENCIA**  
1 : 75

**SIMBOLOGIA 2**  
1 : 20

 TOMACORRIENTE 220V

 TOMACORRIENTE 120V