

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“Diseño de una Estructura de Acero para Cubierta del Gate de Ingreso
Principal en Base Naval Sur de Guayaquil (BASUIL)”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Milton Roque Saltos Quiñonez

Evelyn Janeth Tomalá Láinez

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres por haber sido una guía fundamental en el cumplimiento de mis metas, también por brindarme el apoyo y la fuerza necesaria para seguir adelante.

A mis hermanos por el apoyo y consejos brindados durante todos mis años de estudios.

Evelyn Janeth Tomalá Láinez

Este proyecto lo dedico a mi madre y hermanos quiénes durante el camino, siempre estuvieron apoyándome y llenándome de ganas para avanzar y no desmayar.

Milton Roque Saltos Quiñonez

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarnos salud, perseverancia y paciencia para continuar en el camino hacia esta meta.

A nuestro tutor de proyecto integrador M.Sc. Carlos Quishpe por estar siempre dispuesto a compartir sus conocimientos.

Al personal de la Base Naval Sur de Guayaquil (BASUIL) por confiar en nosotros para realizar este proyecto.

A todas las personas que aportaron con sus experiencias y conocimientos durante nuestra formación profesional.

Evelyn Janeth Tomalá Láinez

Milton Roque Saltos Quiñonez

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Milton Roque Saltos Quiñonez y Evelyn Janeth Tomalá Láinez damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Milton Roque Saltos
Quiñonez

Evelyn Janeth Tomalá
Láinez

EVALUADORES

.....
Ph.D. Miguel Ángel Chávez

.....
M.Sc. Carlos Quishpe

RESUMEN

Actualmente, distintas entidades de la ciudad de Guayaquil (BASUIL) se han visto en la necesidad de realizar mejoras en sus instalaciones y en sus sistemas de ingreso, con el fin de proveer servicios más adecuados y seguros para su personal. Por lo cual la Base Naval Sur de Guayaquil requiere una mejora en su sistema de ingreso principal, mediante la construcción de una cubierta metálica que incluya sistemas de iluminación y recolección de aguas lluvias.

Para el diseño y dimensionamiento de sus elementos se usarán perfiles de acero laminados en frío, aplicando el método de Diseño por factores de Carga y Resistencia (LRFD) con ayuda de la norma del Instituto Americano de Construcción en Acero (AISC) para construcciones de acero y aplicando la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) para el análisis por cargas de la estructura. Se establecen tres alternativas cuyas diferencias se basan principalmente en los tipos de perfiles usados para conformar los elementos de la cubierta.

La estructura para la cubierta se analiza haciendo uso de un programa estructural dentro del cual se ingresan cargas y los tipos de perfiles con las secciones requeridas previamente predimensionadas, obteniendo los resultados de esfuerzos y deformación, confirmando la resistencia de la estructura.

Se presenta el análisis de costo de la estructura indicando, materiales, mano de obra, equipos y maquinarias requeridos para el proceso constructivo. También se presenta el correspondiente estudio de impacto ambiental con la evaluación de los aspectos generados en cada actividad.

Palabras Clave: estructura, esfuerzos, acero, perfiles, soldadura.

ABSTRACT

Currently, some entities of Guayaquil have the need of make a change to improve their work places and their entries to provide a more adequate and safe services for the visitants. And is for that reason that the Naval Base of Guayaquil (BASUIL) requires an improvement in its entry system through the construction of a metal structure that includes lighting systems and rainwater collection.

For the design and sizing of the structures elements, cold rolled steel profiles will be used, applying the design method by Load and Resistance Factors Design (LRFD), the American Institute of Steel Construction (AISC) norm and the Ecuadorian Construction Norm that will be use for the load analysis of the structure. Three alternatives are presented whose differences are based on the types of profiles used for the elements.

The steel structure is analyzed using a structural software in which will be insert loads and types of profiles with the previously required pre-dimensioned sections, obtaining as results values of stresses and deformation, confirming the strength of the structure.

The cost analysis is presented indicating materials, work force, equipment and machinery required for the construction process. The environmental impact study is also presented showing the rules for an appropriate constructive process that cause minimal damage to the environment.

Keywords: Structure, efforts, steel, profiles, welding.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	IX
SIMBOLOGÍA	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE PLANOS	XVIII
CAPÍTULO 1	19
1. Introducción	19
1.1 Descripción del problema	19
1.2 Justificación del problema.....	19
1.3 Objetivos.....	20
1.3.1 Objetivo General	20
1.3.2 Objetivos Específicos	20
1.4 Marco teórico	21
1.4.1 El acero como material de construcción.....	21
1.4.2 Clasificación de cargas	25
1.4.3 Métodos de Diseño	27
1.4.4 Conexiones	29
1.4.5 Cimentación	30
CAPÍTULO 2.....	31
2. Metodología	31

2.1	Procedimiento para cálculo de cargas	32
2.1.1	Carga Muerta	32
2.1.2	Carga Viva	32
2.1.3	Carga por Viento	33
2.1.4	Carga Sísmica.....	34
2.2	Procedimiento de diseño de la estructura.....	39
2.2.1	Diseño de los elementos estructurales.....	39
2.3	Diseño de cimentación.....	40
2.3.1	Cargas.....	40
2.3.2	Factores de seguridad.....	41
2.3.3	Capacidad última de carga de cimentaciones superficiales.	41
2.3.4	Esfuerzos en una masa de suelo	43
2.3.5	Estado Límite de servicio.	45
2.3.6	Cálculo de refuerzo de la zapata.....	47
2.3.7	Diseño de placa base y anclaje.....	49
2.3.8	Diseño del pedestal.....	55
CAPÍTULO 3.....		56
3.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	56
3.1	Prefactibilidad	56
3.2	Evaluación de situación actual.....	57
3.3	Análisis de alternativas	57
3.4	Criterios para selección de alternativa.....	58
3.4.1	Costo.....	58
3.4.2	Peso	58
3.4.3	Estética	58
3.4.4	Resistencia.....	59

3.5	Selección de alternativa.....	59
3.6	Evaluación de Situación Final.....	62
CAPÍTULO 4.....		63
4.	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.....	63
4.1	Cálculo de cargas	63
4.1.1	Cargas gravitacionales.....	63
4.1.2	Carga de viento	63
4.1.3	Carga sísmica:	64
4.2	Predimensionamiento.	67
4.3	Comprobación de secciones-diseño definitivo.....	71
4.3.1	Largueros	71
4.3.2	Columnas	74
4.3.3	Vigas	78
4.3.4	Diagonales y parantes.....	80
4.4	Cimentación.....	80
4.4.1	Estudio de suelos.	80
4.4.2	Cargas.....	82
4.5	Diseño de placa base y anclajes.	85
4.5.1	Capacidad de soporte del concreto.....	85
4.5.2	Excentricidad equivalente y excentricidad crítica.	86
4.5.3	Cálculo del espesor de la placa.....	87
4.5.4	Pernos de anclaje.....	88
4.5.5	Esfuerzos combinados por tensión y corte:.....	89
4.5.6	Revisión por corte y tensión:	89
4.5.7	Profundidad de anclaje.....	90
4.6	Dimensionamiento de la zapata:.....	91

4.6.1	Análisis por resistencia de suelo.....	92
4.6.2	Carga última y carga admisible.....	92
4.7	Cálculo de asentamientos.....	93
4.7.1	Asentamientos diferenciales por plinto.....	94
4.7.2	Diferencia de asentamientos.....	96
4.8	Diseño del dado de cimentación.....	97
4.8.1	Cortante.....	98
4.9	Cálculo de refuerzo del plinto.....	98
4.9.1	Verificación de secciones.....	99
4.9.2	Cálculo del peralte “d” por punzonamiento.....	99
4.9.3	Comprobación del peralte por cortante, como viga.....	100
4.9.4	Refuerzo longitudinal y transversal.....	100
4.9.5	Transferencia de carga Dado-Zapata.....	101
4.9.6	Diseño de riostras.....	102
4.9.7	Diseño de plintos muertos.....	103
4.10	Diseño de la soldadura.....	104
4.10.1	Conexión entre canales y celosías.....	104
4.10.2	Arriostramiento en columnas.....	105
4.10.3	Soldaduras Conexiones viga-columna.....	107
4.10.4	Conexión placa base-columna.....	108
CAPÍTULO 5.....		110
5.	FABRICACIÓN Y MONTAJE.....	110
5.1	Fabricación.....	110
5.1.1	Compra del material.....	110
5.1.2	Transporte y almacenamiento.....	110
5.1.3	Trazado.....	111

5.1.4	Corte y ensamblaje	111
5.1.5	Inspección del ensamblaje	112
5.1.6	Pintura.....	113
5.2	Montaje	113
5.2.1	Transporte y descarga	114
5.2.2	Preparación de elementos estructurales y punteado de soldadura.....	114
5.2.3	Inspección de elementos.....	114
5.2.4	Soldadura e Inspección final	115
5.2.5	Pintura.....	115
5.3	Consideraciones en el proceso de fabricación y montaje para el diseño de este proyecto.....	115
CAPÍTULO 6.....		117
6.	ANÁLISIS DE COSTOS.....	117
6.1	Presupuesto Referencial del Proyecto.....	117
6.2	Análisis de Precios Unitarios	120
CAPÍTULO 7.....		148
7.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	148
7.1	Objetivos.....	148
7.2	Descripción de subprocesos.....	148
7.2.1	Demolición de obras existentes	149
7.2.2	Movimiento de tierra.....	149
7.2.3	Obras de hormigón simple	149
7.2.4	Cimentación	150
7.2.5	Estructura metálica.....	150
7.2.6	Instalaciones	150
7.2.7	Detalles	150

7.3	Identificación y evaluación de aspectos ambientales	151
7.3.1	Identificación de Aspectos e Impactos en cada subproceso	151
7.3.2	Valoración de Aspectos ambientales	153
7.3.3	Significancia de Aspectos Ambientales.....	157
7.3.4	Matriz de Identificación, evaluación y priorización de impactos ambientales 158	
7.3.5	Plan de Manejo Ambiental	160
CAPÍTULO 8.....		163
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	163
8.1	Conclusiones	163
8.2	Recomendaciones	163
BIBLIOGRAFÍA.....		165
ANEXO		167

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
AISC	American Institute of Steel Construction.
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
LRFD	Load and Resistance Factor Design
ASD	Allowable Stress Design
BASUIL	Base Naval Sur de Guayaquil
EIA	Estudio de Impacto Ambiental

SIMBOLOGÍA

Kg	Kilogramos
M	Metro
ksi	Kilolibras por pulgada cuadrada
m ²	Metro cuadrado
mm	Milímetro
cm	Centímetro
N	Newton
Kips	Kilolibras
T	Toneladas
Pa	Pascales
Pulg	Pulgada
Pulg ²	Pulgada cuadrada
cm ³	Centímetros cúbicos
V _b	Velocidad corregida del viento
V	Velocidad instantánea máxima del viento
σ	Coeficiente de corrección de la velocidad del viento
P	Presión de cálculo
ρ	Densidad del aire
C _e	Coeficiente de entorno/altura
C _f	Coeficiente de forma
S _a	Aceleración en espectro de diseño
T _a	Periodos de aceleración de la estructura
I	Coeficiente de importancia
Ø _P	Coeficiente de configuración en planta
Ø _E	Coeficiente de configuración de elevación
R	Factor de reducción de resistencia sísmica
V	Cortante basal de diseño
W	Carga sísmica reactiva
Z	Factor de zona sísmica

F_a, F_d, F_s	Factores de sitio
η	Factor entre la aceleración espectral y el PGA seleccionado
C_t	Coeficiente que depende del tipo de edificio
r	Factor para espectro de diseño, depende de la ubicación del proyecto
T	Periodo fundamental de vibración
T_c	Periodo límite de vibración
h_n	Altura máxima de la edificación de n pisos
K	Factor de esbeltez de la columna
L	Longitud de la Columna
r	Radio de giro
E	Módulo de Elasticidad
F_y	Esfuerzo de fluencia
P_n	Resistencia axial nominal
ϕP_n	Resistencia de diseño
P_u	Resistencia axial en compresión requerida
F_{cr}	Tensión crítica
F_e	Tensión elástica por pandeo
A_g	Área gruesa
F_{EXX}	Resistencia de clasificación del metal de relleno
F_{nv}	Tensión de corte nominal
F_{nw}	Tracción nominal del metal de soldadura
I_x	Momento de inercia con respecto al eje x
I_y	Momento de Inercia con respecto al eje y
A_e	Área efectiva
M_u	Resistencia a flexión requerida
Z_x	Módulo plástico de la sección con respecto al eje x
Z_y	Módulo plástico de la sección en torno al eje y
b_f	Ancho de ala
d	Profundidad nominal de la sección
b	Ancho nominal de la sección
e	Excentricidad
K	Factor de longitud efectiva

J	Constante Torsional
L	Longitud del elemento
L_b	Distancia entre arriostramientos
M_{max}	Momento máximo
w	Tamaño de la soldadura
t_w	Garganta efectiva de soldadura
t_w	Espesor del alma
Ø	Factor de resistencia
W	Humedad presente en el suelo
IP	Índice de plasticidad
Cc	Índice de compresión
e_0	Relación de vacíos
B	Ancho de cimentación
L	Largo de cimentación
σ'_c	Esfuerzo de consolidación
C	Cohesión del suelo
NF	Nivel Freático
D_f	Distancia de desplante
Q_{adm}	Carga admisible
Q_u	Carga última
σ_{max}	Esfuerzo máximo
A_s	Área requerida de acero
f'_c	Resistencia del hormigón
n_v	Número de varillas
s	Espaciamiento entre varillas
L_{dc}	Longitud de traslape
A_c	Área del dado de cimentación

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Tipos de perfiles laminados en caliente (Baglietto, pág. 17).....	23
Figura 1.2 Tipos de perfiles doblados en frío [(McCormac, 2012, pág. 12)	23
Figura 2.1 Zonas Sísmicas en Ecuador	35
Figura 2.2 Nivel freático para el caso mostrado (Fuente propia)	43
Figura 2.3 Sección de esfuerzos de sobrecarga (Fuente propia)	45
Figura 2.4 Falla del plinto por punzonamiento. (Fuente propia).....	47
Figura 2.5 Representación de la placa base y la columna que descansa en ella	49
Figura 2.6 Diagrama de cuerpo libre de las cargas que actúan en la placa base.....	50
Figura 3.1 Localización del Proyecto	56
Figura 3.2 Ingreso Principal a Base Naval Sur de Guayaquil	57
Figura 3.3 Estructura para Alternativa A	59
Figura 3.4 Estructura para Alternativa B	60
Figura 3.5 Estructura para Alternativa C	60
Figura 4.1 Espectro elástico e inelástico – NEC-2015.....	66
Figura 4.2 Carga muerta.....	67
Figura 4.3 Carga viva.....	67
Figura 4.4 Carga por viento	68
Figura 4.5 Carga por sismo.	68
Figura 4.6 Diagrama de momentos flectores últimos.....	69
Figura 4.7 Vista superior de la estructura con vigas, columnas.....	72
Figura 4.8 Detalle de la sección del larguero	74
Figura 4.9 Miembro mayormente cargado.	75
Figura 4.10 Deriva eje X	76
Figura 4.11 Deriva eje Y	77
Figura 4.12 Detalle de sección de columna	78
Figura 4.13 Elemento mayormente cargado.....	78
Figura 4.14. Detalle de sección de vigas	79
Figura 4.15 Detalle de sección de los diagonales y parantes.	80
Figura 4.16 Relación de vacíos vs esfuerzos	81

Figura 4.17 Detalle en planta de las columnas	82
Figura 4.18 Análisis para obtener una carga y excentricidad resultante.....	82
Figura 4.19 Detalle del armado del dado	98
Figura 5.1 Tronzadora	111
Figura 5.2 Amoladora	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Detalle de materiales para carga muerta	32
Tabla 2.2 Valores de Cargas Vivas según la Ocupación o Usos	33
Tabla 2.3 Valores para coeficiente σ	33
Tabla 2.4 Valores para el Coeficiente de Forma C_f	34
Tabla 2.5 Valores del factor Z para zonas sísmicas de interés.....	35
Tabla 2.6 Factor de Sitio F_a	36
Tabla 2.7 Factor de Sitio F_d	36
Tabla 2.8 Factor de Sitio F_s	36
Tabla 2.9 Valores del coeficiente R para sistemas estructurales con ductilidad limitada	37
Tabla 2.10 Valores de Importancia de la estructura.....	37
Tabla 2.11 Coeficientes de C_t y α para determinación del periodo	38
Tabla 2.2.12. Factores de seguridad para diferentes estados de carga	41
Tabla 3.1 Alternativas planteadas para la estructura metálica.....	58
Tabla 3.2 Evaluación de Alternativas.....	61
Tabla 3.3 Resumen de Alternativa Elegida.....	61
Tabla 4.1 Coordenadas de espectro elástico e inelástico.....	65
Tabla 4.2 Cordón Superior e Inferior de Cercha	70
Tabla 4.3 Celosía.....	71
Tabla 4.4 Secciones Preliminares.....	71
Tabla 4.5 Cargas gravitacionales asignada a las correas.....	72
Tabla 4.6 Perfil seleccionado para correas.....	74
Tabla 4.7 Sección Preliminar para Columna.....	75
Tabla 4.8 Derivas de entrepiso admisibles.	76
Tabla 4.9 Sección elegida canal C.....	79
Tabla 4.10 Parámetros resistentes del suelo	81
Tabla 4.11 Carga axial de servicio.....	83
Tabla 4.12 Carga axial, momento flector y fuerza cortante última.	83
Tabla 4.13 Carga vertical de servicio.....	84
Tabla 4.14 Carga axial, momento flector y fuerza cortante última.	84

Tabla 4.15 Calculo de asentamientos.....	94
Tabla 4.16 Calculo de asentamientos.....	94
Tabla 4.17 Calculo de asentamientos.....	94
Tabla 4.18 Calculo de asentamientos.....	95
Tabla 4.19 Calculo de asentamientos.....	95
Tabla 4.20 Calculo de asentamientos.....	95
Tabla 4.21 Calculo de asentamientos.....	96
Tabla 4.22 Calculo de asentamientos.....	96
Tabla 4.23 Asentamientos diferenciales entre apoyos.....	97
Tabla 4.24 Asentamientos diferenciales entre apoyos.....	97
Tabla 4.25 Datos de Plinto.....	98
Tabla 6.1 Presupuesto Referencial del Proyecto.....	117
Tabla 6.2 APU Rubro 1.1.1.....	120
Tabla 6.3 APU Rubro 1.1.2.....	121
Tabla 6.4 APU Rubro 1.1.3.....	122
Tabla 6.5 APU Rubro 1.2.1.....	123
Tabla 6.6 APU Rubro 2.1.....	124
Tabla 6.7 APU Rubro 2.2.....	125
Tabla 6.8 APU Rubro 2.3.....	126
Tabla 6.9 APU Rubro 3.1.....	127
Tabla 6.10 APU Rubro 3.2.....	128
Tabla 6.11 APU Rubro 3.3.....	129
Tabla 6.12 APU Rubro 3.4.....	130
Tabla 6.13 APU Rubro 3.5.....	131
Tabla 6.14 APU Rubro 4.1.....	132
Tabla 6.15 APU Rubro 5.1.1.....	133
Tabla 6.16 APU Rubro 5.2.1.....	134
Tabla 6.17 APU Rubro 5.3.....	135
Tabla 6.18 APU Rubro 6.1.1.....	136
Tabla 6.19 APU Rubro 6.1.2.....	137
Tabla 6.20 APU Rubro 6.2.1.....	138
Tabla 6.21 APU Rubro 6.2.2.....	139

Tabla 6.22 APU Rubro 7.1	140
Tabla 6.23 APU Rubro 8.1.1	141
Tabla 6.24 APU Rubro 8.1.2	142
Tabla 6.25 APU Rubro 8.1.3	143
Tabla 6.26 APU Rubro 8.1.4	144
Tabla 6.27 APU Rubro 8.2.1	145
Tabla 6.28 APU Rubro 8.2.2	146
Tabla 6.29 APU Rubro 8.2.3	147
Tabla 7.1 Aspectos e Impactos de Demolición de Obras	151
Tabla 7.2 Aspectos e Impactos de Movimiento de Tierra	151
Tabla 7.3 Aspectos e Impactos de Obras de Hormigón Simple.....	152
Tabla 7.4 Aspectos e Impactos de Cimentación	152
Tabla 7.5 Aspectos e Impactos de Estructura Metálica	152
Tabla 7.6 Aspectos e Impactos de Instalaciones	153
Tabla 7.7 Aspectos e Impactos de Detalles.....	153
Tabla 7.8 Matriz de Valoración de Magnitud de Aspectos	153
Tabla 7.9 Matriz de Valoración de Peligrosidad de Aspectos	155
Tabla 7.10 Matriz de Significancia de Aspectos.....	157
Tabla 7.11 Matriz de Identificación, Evaluación y Priorización de Impactos ambientales	159
Tabla 7.12 Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.....	160
Tabla 7.13 Plan de Capacitación	161
Tabla 7.14 Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.....	161
Tabla 7.15 Plan de Manejo de Desechos	162
Tabla 7.16 Plan de Relaciones Comunitarias	162
Tabla 7.17 Plan de Abandono y Entrega del área	162

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Plano estructural alzado y detalles
- PLANO 2 Plano estructural cubierta vista en planta y detalles
- PLANO 3 Plano estructural frisos y detalles
- PLANO 4 Plano estructural cimentación vista en planta y detalles

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Todo desarrollo de un diseño estructural debe seguir lineamientos establecidos por normativas con el objeto de conseguir resultados satisfactorios que cumplan con requerimientos de seguridad, estética y economía.

El proyecto desarrollado a continuación presenta el diseño de una estructura metálica para la Base Naval Sur de Guayaquil (BASUIL) que debe cubrir un área de veintiocho metros de ancho por nueve de largo, dejando un espacio libre de seis metros de alto entre el nivel de terreno pavimentado y la parte inferior del frontón para el paso de vehículos, debe estar conformada por ocho columnas metálicas circulares, de las cuales 4 de ellas estarán provistas con bajantes que direccionarán el agua recolectada de la lluvia hacia el desagüe correspondiente.

1.1 Descripción del problema

La Base Naval Sur de Guayaquil (BASUIL), perteneciente a las Fuerzas Armadas del Ecuador requiere una remodelación en la infraestructura de su ingreso principal que no cuenta con una fachada distintiva para la institución. Entre los problemas generados encontramos la falta de protección contra condiciones climáticas adversas que afectan el rendimiento del personal de trabajo que se encuentra laborando de forma permanente en el lugar pues no se cuenta con una estructura que cubra toda el área de vigilancia.

1.2 Justificación del problema

La institución se ha planteado la construcción de una estructura equipada con sistemas de recolección de aguas lluvias, sistemas de iluminación y que a su vez cuente con un frontón para colocar un distintivo propio de la entidad.

La construcción de esta estructura traerá beneficios a la institución cómo: evitará molestias al personal de trabajo incrementando su rendimiento, la implementación de un sistema de luminarias mejorará las labores en horarios

nocturnos, brindará protección contra la lluvia en meses de invierno, el frontón mejorará la imagen de la institución.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una estructura metálica para cubrir su área de ingreso principal, mediante el uso de especificaciones, normas y programas que ayuden a comprobar la eficiencia del diseño elaborado dando paso a la aprobación de este y a su futura construcción.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Analizar los tipos de cargas a los cuales la cubierta metálica se encontrará sometida
2. Diseñar los elementos estructurales que conformarán la cubierta, el frontón y posteriormente la cimentación
3. Calcular esfuerzos y deformaciones de los miembros previamente diseñados
4. Comprobar la eficiencia de la estructura mediante el uso de un programa de diseño estructural
5. Realizar el análisis de costos con el detalle de precios unitarios para cada rubro
6. Evaluar el impacto ambiental que causarían las actividades realizadas durante la etapa de ejecución del proyecto

1.4 Marco teórico

A lo largo del tiempo se han ido usando diferentes tipos de materiales destinados al sector constructivo, de la misma manera se han ido puliendo métodos y se han desarrollado técnicas que ayuden a mejorar el comportamiento de todo tipo de estructuras y construcciones.¹

Un diseño estructural seguro comprende diferentes etapas:

1. Definir un sistema estructural y tipo de material
2. Determinar cargas actuantes en la estructura
3. Predimensionamiento de elementos
4. Análisis de reacciones, fuerzas internas y deformaciones
5. Comprobación de estados de resistencia y servicio
6. Preparación de planos estructurales

A continuación, se mostrarán conceptos que se deben considerar para la selección del tipo de material, conociendo sus ventajas y desventajas; cargas aplicadas según el tipo de estructura a diseñarse; también se estudiarán los métodos aplicados según la norma elegida para el diseño de los miembros de la estructura; tipos de conexiones y finalmente tipos de cimentación.

1.4.1 El acero como material de construcción²

El tipo de material a usar en la estructura a diseñar influye en gran manera en su comportamiento frente a cargas actuantes. Actualmente uno de los materiales más usados para construcción de estructuras livianas y de alta resistencia es el acero, que se caracteriza por conservar sus propiedades mecánicas y físicas con el transcurso del tiempo.

El acero se encuentra formado por una aleación entre el hierro, carbono y otros elementos, mientras más cantidad de carbono se añade, mayor es la

¹ (Galarza, 2009)

² (McCormac, 2012)

resistencia del material, no obstante, se pierde poco a poco la ductilidad, La composición del acero estructural comúnmente usado en construcciones consta de: aleación de hierro con un porcentaje de 98%, carbono en un porcentaje del 0.15% al 1.7% y el porcentaje restante corresponde a otros elementos que mejoran sus propiedades como silicio, fósforo, azufre y oxígeno.

Generalmente este material posee propiedades como: alta resistencia con un peso relativamente bajo; uniformidad, debido a que el paso del tiempo no afecta a sus propiedades; elasticidad ya que sigue la ley de Hooke; ductilidad, por su capacidad para soportar altos niveles de deformación sin fallar por esfuerzos de tensión significativos; tenacidad, por poseer alta capacidad de resistencia y ductilidad.

Para el sector constructivo existen dos tipos principales de miembros estructurales, los perfiles laminados en caliente y los perfiles formados en frío.

1.4.1.1 Perfiles de acero laminados en caliente

Este tipo de perfiles de acero estructural pueden laminarse en diferentes formas y tamaños con cambios insignificantes en sus propiedades físicas.

El proceso de formación de este tipo de aceros se crea moldeando el material caliente por medio de rodillos que le van dando forma a los elementos.

Los perfiles más comunes de aceros laminados en caliente son I, C, L o T, también se fabrican perfiles HSS, placas y barras como los mostrados en la figura 1.1.

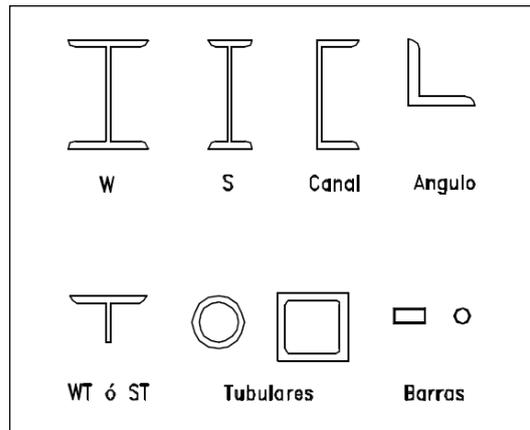


Figura 1.1 Tipos de perfiles laminados en caliente
 (Baglietto, pág. 17)

1.4.1.2 Perfiles de acero doblados en frío³

La fabricación de este tipo de perfiles se realiza enfriando el acero mientras se lamina en estado caliente perfiles de bajo espesor con acero de baja aleación en cualquier sección deseada, como se muestra en la figura 1.2. Generalmente este tipo de perfiles se usan para miembros ligeros con espesores que varían desde 0.3 mm hasta 6.4 mm.

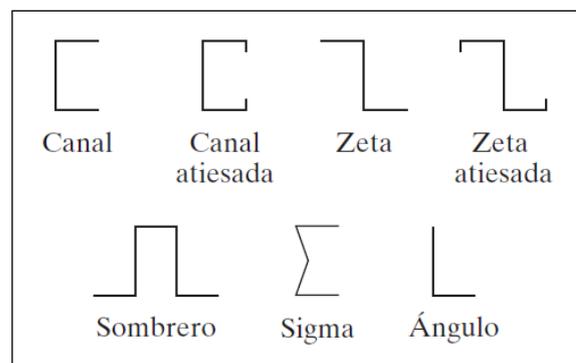


Figura 1.2 Tipos de perfiles doblados en frío [
 (McCormac, 2012, pág. 12)

³ (McCormac, 2012)

Este tipo de acero se usa principalmente para: protecciones de carreteras, elementos de puentes, cerramientos en edificios, mástiles de transmisión, correas.

El proceso de creación de este tipo de perfiles es diferente al de aquellos laminados en caliente. Propiedades como el punto de fluencia y la resistencia última del material aumentan sin embargo la ductilidad se ve reducida durante su fabricación.

Por ser perfiles de espesores relativamente bajos, pueden sufrir deformaciones por pandeo al estar sujetos a esfuerzos menores al de fluencia al encontrarse expuestos a compresión, cortante o aplastamiento.

1.4.1.3 Ventajas del acero

1. Variedad en los tipos de conexiones, pueden ser simples, por soldadura o empernadas
2. Las construcciones en acero permiten el uso de luces más grandes.
3. Miembros de una estructura pueden ser prefabricados
4. Proporciona rapidez constructiva, lo cual disminuye el tiempo de montaje
5. Mayor resistencia a la fatiga en comparación con el concreto
6. Puede ser reutilizado luego de su desmontaje
7. Se pueden laminar en diferentes formas y tamaños según requerimientos constructivos
8. Proporciona estructuras más livianas en comparación con el concreto

Por lo antes expuesto, se ha considerado el acero como uno de los materiales más óptimos para la construcción en tiempos actuales, siendo usado no únicamente en el sector constructivo, sino también para la construcción de maquinarias a nivel industrial. Todas estas características

lo vuelven un material versátil que, con el mantenimiento adecuado, puede permanecer intacto con el paso del tiempo.

1.4.2 Clasificación de cargas⁴

Las cargas que actúan sobre una estructura corresponden a la acción directa de fuerzas concentradas o distribuidas, ya sea lineal o superficialmente sobre sus elementos estructurales. Para un diseño inicial se debe realizar una estimación del tipo de cargas que actuarán sobre una estructura durante su vida útil.

1.4.2.1 Cargas Permanentes

Este tipo de carga, también conocida como carga muerta corresponde al peso propio de los elementos que forman la estructura, también se consideran el peso de la cubierta, sistemas de aguas lluvias y sistemas de iluminación, acabados decorativos, escaleras, fachadas, rellenos, mampostería y otros elementos necesarios que se encuentren de forma permanente sobre ella.

1.4.2.2 Cargas Variables

Dentro de esta categoría se consideran tres tipos de cargas.

1.4.2.2.1 Cargas Vivas

Estas cargas se asignan a la edificación de acuerdo con el uso destinado. Este tipo de cargas variables se llaman así porque no existe permanencia segura de ellas en la estructura, está dada por pesos estimados de personas, muebles, y otros equipos.

Debido a la no permanencia de estas cargas sobre una estructura, el grado de precisión para su determinación es aún mayor que el de

⁴ (NEC, Cargas No Sísmicas, 2015)

cargas permanentes. Sin embargo, existen especificaciones que estiman valores de cargas vivas mínimas que deben considerarse de acuerdo con el tipo de estructura y el uso destinado durante su vida útil para una construcción segura y eficiente.

1.4.2.2.2 Cargas de Viento

La magnitud de estas cargas no se estima con precisión debido a todas las variantes que intervienen en su cálculo, depende mucho de la ubicación geográfica de la estructura, el tipo de terreno en el que se encuentre, la cercanía a otras edificaciones y las características topográficas de la zona, también se considera la altura de la estructura, pues a mayor altura, mayor es la velocidad del viento.⁵

Generalmente se considera que las cargas por viento pueden actuar en cualquier dirección, ya sea esta, sobre la estructura total o sobre cada elemento estructural de manera individual. Se suele considerar que las presiones del viento actúan de manera uniforme sobre el barlovento de las edificaciones en cualquier dirección, aun así, estas consideraciones no son muy acertadas. No resulta práctico el cálculo de todas las variaciones que podrían existir.⁶

La Norma Ecuatoriana de la Construcción establece que la velocidad máxima de viento no debe ser menor a 21 m/s (75 Km/h).⁷

1.4.2.3 **Cargas Accidentales**

Dentro de esta categoría se encuentran las cargas sísmicas, que corresponden a un movimiento en ondas que se produce en el terreno

⁵ (Piralla)

⁶ (Baglietto)

⁷ (NEC, Cargas No Sísmicas, 2015)

gracias a una liberación de energía en las capas de la corteza terrestre, afectando a estructuras presentes.

El cálculo de estas cargas es importante en zonas de alto riesgo sísmico. Una estructura se ve afectada por sismos debido a la aceleración del terreno durante este fenómeno. Para su cálculo es necesario realizar un estudio de respuesta sísmica al movimiento de la estructura durante el acto. La masa y aceleración propias de la estructura juegan un papel muy importante para el cálculo de estas fuerzas. Mediante la construcción de un espectro de diseño se puede determinar la aceleración de la estructura con la que posteriormente se encuentran fuerzas estáticas equivalentes a la fuerza de sismo, todos estos cálculos dependen de la ubicación de la edificación, del tipo de suelo presente en sitio y del grado de importancia de la estructura.

Las construcciones más vulnerables a fuerzas sísmicas son aquellas que poseen una gran altura y una forma poco regular, pues las fuerzas horizontales incrementan desde el nivel del terreno hacia arriba.

1.4.3 Métodos de Diseño ⁸

El diseño de estructuras de acero debe realizarse por medio de procesos comprobados que garanticen buenos resultados, para lo cual el Instituto Americano de Construcción en Acero (AISC) ha establecido dos metodologías para el diseño de elementos estructurales: el Diseño por Factores de Carga y Resistencia conocido por sus siglas en inglés LRFD (Load and Resistance Factor Design) y el Diseño por Esfuerzos Admisibles conocido por sus siglas en inglés ASD (Allowable Stress Design).

Los procedimientos mostrados en las siguientes secciones consideran los diseños usando el principio de estado límite. Dentro de este principio

⁸ (AISC, 2010)

encontramos dos conceptos a tomarse en consideración: estados límite de resistencia y estados límite de servicio.

El estado límite de resistencia hace referencia a la capacidad de soportar cargas, tomando en consideración el pandeo, fatiga, fractura, volteo, etc. El estado límite de servicio hace referencia al comportamiento del cuerpo frente a la acción de las cargas y define las deflexiones, agrietamientos, vibración y deslizamiento del cuerpo, entre otros.

Aunque los métodos mostrados a continuación tienen diferentes perspectivas, cumplen con la finalidad de mostrar un rango numérico entre la capacidad de resistencia y cargas que produzcan un estado inaceptable en la estructura.

1.4.3.1 Método de Diseño por Factores de Carga y Resistencia (LRFD)

La característica principal de este método es que se realiza un análisis plástico, mediante el cual se dan dimensiones a secciones con el objeto de que su resistencia frente a diversas cargas de trabajo sean iguales a dichas acciones multiplicadas por factores de carga establecidos, cada elemento estructural es diseñado con base a sus resistencias al colapso. Existen diferentes factores aplicados mayores a la unidad a cada tipo de carga según la combinación establecida.

Este método se caracteriza por presentarse como un gran avance frente al método ASD pues toma en cuenta muchos grados de variabilidad durante la estimación de resistencias y cargas, lo cual lo ha vuelto el método de diseño más usado en la última década para estructuras de acero. Es un método más acertado al acercarse a la realidad del comportamiento durante la vida útil de una estructura. Para ambos métodos el cálculo de cada carga aplicada se realiza de acuerdo con la especificación aplicable, denominándose las cargas de trabajo o cargas de servicio. Una vez obtenidas las cargas se selecciona aquella

combinación que resulte más desfavorable para dar inicio a un diseño seguro.

1.4.4 Conexiones⁹

Las conexiones constituyen una parte importante en el diseño y construcción de una estructura, dependen principalmente de factores como el tipo de cargas y dirección de esfuerzos; resistencia y rigidez de miembros estructurales y conexiones; economía, porque representan un ahorro directo en el costo total y dificultad de ejecución.¹⁰

1.4.4.1 Conexiones Soldadas

Son conexiones muy comunes en estructuras de acero, se trata de la unión de piezas a través de la fusión de las superficies, esta fusión permite que los elementos conectados trabajen como un todo y si ha sido realizada correctamente, respetando todos sus estándares la unión realizada deberá poseer las mismas propiedades mecánicas de los miembros unidos.

Existen ventajas por el uso de uniones soldadas, como brindar rigidez en las conexiones, demanda de acero en menores cantidades y significativas cantidades en reducción de costos. Sin embargo, también existen algunos puntos en desventaja que se deben considerar pues debe contarse con mano de obra calificada para realizar estas conexiones.

Los tipos de soldadura más comunes son: soldaduras de filete, de penetración completa, de penetración parcial y de tapón.

⁹ (AISC, 2010)

¹⁰ (Becerra, 2015)

1.4.5 Cimentación¹¹

La función principal de estos elementos estructurales es la de transmitir uniformemente las cargas concentradas de las columnas de la estructura hacia el suelo. De manera general, las cimentaciones se clasifican en dos grupos: cimentaciones superficiales o profundas

Se conoce como cimentación superficial a aquellas en las cuales los elementos estructurales reposan directamente sobre la cimentación, deben ser seguras contra fallas por corte del suelo que las soporta, no deben experimentar grandes asentamientos.

Para seleccionar el tipo de cimentación a diseñar se deben considerar los siguientes puntos:

1. Losas de cimentación: Para edificaciones con cargas considerables y si al diseñar zapatas continuas, ellas ocupan un área cercana a la mitad del área del edificio
2. Zapatas aisladas: Para suelos con compresibilidad baja en los que se controlan los asentamientos superficiales
3. Zapatas continuas con vigas de cimentación: Para suelos de compresibilidad media cuya intensidad de cargas indicará el uso de zapatas en una o ambas direcciones
4. Cimentaciones compensadas: Para suelos con compresibilidad muy alta con una pobre capacidad portante admisible
5. Cimentaciones semi-compensadas y pilotes de fricción
6. Pilotes de punta apoyados sobre estratos resistentes: Para cargas muy grandes y suelos con una pobre capacidad portante

¹¹ (Das, 2012)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

La metodología para este trabajo muestra en una serie de fórmulas establecidas por normativas en base a las cuales se proceden a realizar los respectivos cálculos que se estarán mostrando en el siguiente capítulo.

Se plantearán tres alternativas para el diseño de la estructura, escogiendo aquella que muestre más beneficios sobre las otras, tomando en consideración el aspecto funcional de cada una, la relación costo-beneficio, el peso de cada estructura y aquella que brinde más confiabilidad y seguridad para el cliente.

El proceso de diseño de la estructura metálica inicia con una estimación del tipo de cargas que soportará la estructura durante su vida útil, obteniendo valores para cargas vivas, muertas, por sismo y por viento, cada cálculo se encuentra sustentado por tablas y fórmulas encontradas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). Para el cálculo de cargas sísmicas se realizan espectros de diseño que nos ayuden a conocer el comportamiento de la estructura sobre la vibración del suelo en el que se encontrará ubicada.

Como siguiente paso damos inicio al predimensionamiento de cada uno de los miembros que conforman la estructura tomando consideraciones establecidas por las especificaciones del Instituto Americano de Construcción en Acero (AISC) con ayuda del programa estructural que agiliza el cálculo de fuerzas axiales y momentos soportados por cada elemento, con estos valores se procede a calcular el valor para una sección transversal adecuada y luego a comprobar que cumpla con los requerimientos de resistencia. Continuamente se procede a comprobar la eficiencia de los perfiles usados para evaluar cada alternativa.

Posteriormente con la alternativa seleccionada se comprueban que los desplazamientos que sufre la estructura se encuentren dentro del porcentaje de derivas que demanda la norma de construcción, de no ser así se procede a reforzar

la estructura para obtener un control por derivas, se verifican periodos de vibración con el espectro de diseño realizado durante el cálculo de fuerzas sísmicas.

Una vez realizado todo el diseño de la estructura con elementos de refuerzo, se diseñan las conexiones por soldadura de los elementos acatando las especificaciones AISC. También se diseñan los sistemas de recolección de aguas lluvias. Como último punto se realiza el diseño de la cimentación que servirá de soporte a la estructura para el tipo de suelo encontrado en sitio. El detalle de todo el diseño se encontrará dentro de planos con especificaciones técnicas adjuntas a ellos.

2.1 Procedimiento para cálculo de cargas

2.1.1 Carga Muerta

Como se mencionó anteriormente, el cálculo inicial de esta carga se hace a partir de una estimación detallada a continuación con base a peso de materiales proporcionado por catálogos de proveedores.

Tabla 2.1 Detalle de materiales para carga muerta

Materiales	Peso (Kg/m ²)
Planchas para cubierta	3.00
Instalaciones Eléctricas	4.00
Peso frontón	6.00
Sistema de recolección de aguas lluvias	2.00
Peso propio de la estructura	20.00
Total	35.00

Fuente: Propia

2.1.2 Carga Viva

La Norma Ecuatoriana de Construcción establece valores de cargas vivas según el elemento y la ocupación o uso al que se encuentre destinado. Se presenta una table con el detalle de los valores de cargas vivas de interés para este proyecto.

Tabla 2.2 Valores de Cargas Vivas según la Ocupación o Usos

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)
Cubiertas	
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión	4.80

Adaptado de: (NEC, Cargas No Sísmicas, 2015)

2.1.3 Carga por Viento

Su cálculo procede de la siguiente manera:

Velocidad corregida del viento

$$V_b = V * \sigma \quad (2.1)$$

El valor del coeficiente σ se toma de la siguiente tabla y se divide en tres categorías:

1. Categoría A (Sin obstrucción): Para Edificios ubicados frente al mar, zonas rurales o espacios libres son obstáculos topográficos.
2. Categoría B (Obstrucción baja): Para edificios en zonas suburbanas con edificaciones de poca altura y en promedio de hasta 10 m.
3. Categoría C (Zona edificada): Para zonas urbanas con edificios de altura mayores a 10 m.

Tabla 2.3 Valores para coeficiente σ

Altura (m)	Categoría A	Categoría B	Categoría C
5	0.91	0.86	0.80
10	1.00	0.90	0.80
20	1.06	0.97	0.88
40	1.14	1.03	0.96
80	1.21	1.14	1.06
150	1.28	1.22	1.15

(NEC, Cargas No Sísmicas, 2015)

Para el cálculo de la presión de viento, se usará la siguiente ecuación:

$$P = \frac{1}{2} * \rho * V_b^2 * C_e * C_f \quad (2.2)$$

El valor de C_f es tomado de la siguiente tabla según los requerimientos:

Tabla 2.4 Valores para el Coeficiente de Forma C_f

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0.8	
Anuncios, muros, elementos con una dimensión corta en sentido del viento	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45°	+0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 a 0	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° o 60°	+0.3 a +0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6

(NEC, Cargas No Sísmicas, 2015)

2.1.4 Carga Sísmica

Para el cálculo de la carga sísmica, se requiere de una serie de factores y fórmulas mostrados a continuación:

Cortante basal de diseño:

$$V = \frac{I S_a(T_a)}{R \phi_P \phi_E} W \quad (2.3)$$

El reconocimiento de las zonas sísmicas del Ecuador se realiza por medio de un mapa proporcionado por la NEC.

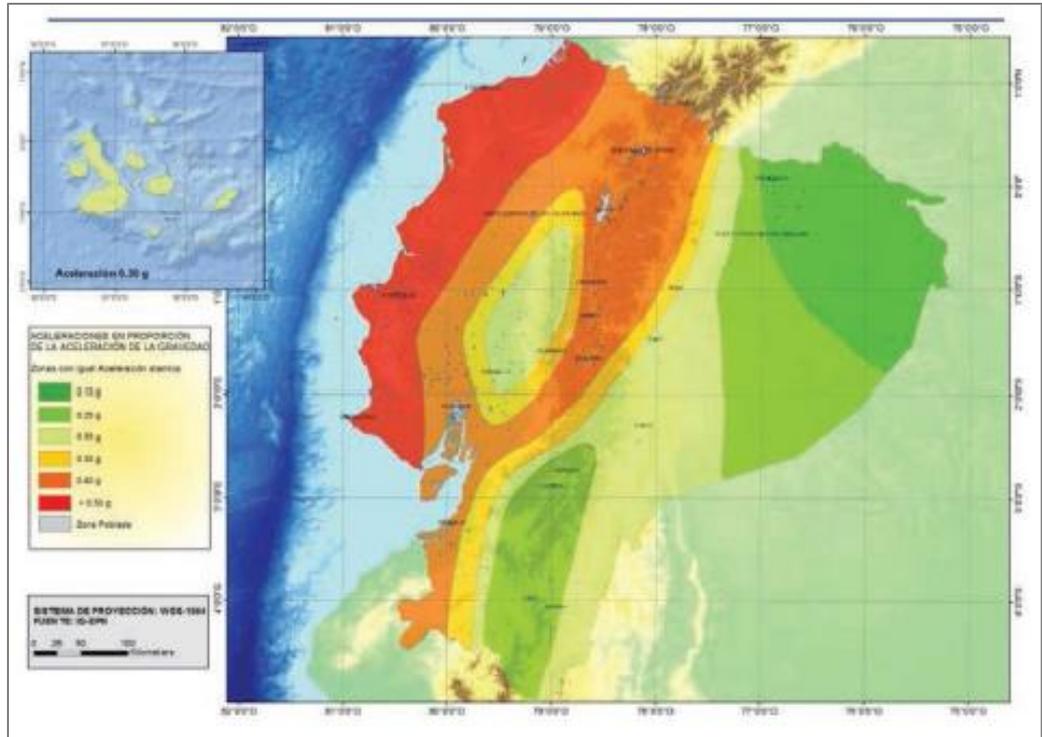


Figura 2.1 Zonas Sísmicas en Ecuador
(NEC, Peligro Sísmico, 2015)

Los factores para hallar el cortante basal de diseño se encuentran en las siguientes tablas:

Tabla 2.5 Valores del factor Z para zonas sísmicas de interés

Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

(NEC, Peligro Sísmico, 2015)

Tablas para factores de sitio F_a , F_d , F_s .

Tabla 2.6 Factor de Sitio 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	≥ 0.50
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.40	1.30	1.25	1.23	1.20	1.12
D	1.60	1.40	1.30	1.25	1.20	1.12
E	1.80	1.40	1.25	1.10	1.00	0.85

(NEC, Peligro Sísmico, 2015)

Tabla 2.7 Factor de Sitio F_d

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	≥ 0.50
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.10	1.75	1.70	1.65	1.60	1.50

(NEC, Peligro Sísmico, 2015)

Tabla 2.8 Factor de Sitio F_s

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	≥ 0.50
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00

(NEC, Peligro Sísmico, 2015)

Coeficiente R

Tabla 2.9 Valores del coeficiente R para sistemas estructurales con ductilidad limitada

Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada		R
Pórticos resistentes a momento		
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM limitados a viviendas de hasta dos pisos con luces de hasta 5 metros.		3.00
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM con armadura electrosoldada de alta resistencia.		2.50
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos		2.50
Muros estructurales portantes.		
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.		1.00
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.		3.00
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.		3.00
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.		3.00

(NEC, Peligro Sísmico, 2015)

Coeficiente de Importancia I

Tabla 2.10 Valores de Importancia de la estructura

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	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. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.50
Estructuras de ocupación especial	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.	1.30
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores.	1.00

(NEC, Peligro Sísmico, 2015)

Para el cálculo del periodo de vibración usamos la siguiente fórmula:

$$T_a = C_t(hn)^\alpha \quad (2.4)$$

Los valores de C_t y de α se toman de la siguiente tabla:

Tabla 2.11 Coeficientes de C_t y α para determinación del periodo

Tipo de estructura	C_t	α
Estructura de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.80
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.90
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

(NEC, Peligro Sísmico, 2015)

Para la construcción del espectro elástico, hacemos uso de las siguientes fórmulas:

Para la primera región de la gráfica, donde $T \leq T_0$

$$S_a = ZF_a \left[1 + (n - 1) \frac{T}{T_0} \right] \quad (2.5)$$

Segunda región, $T_0 \leq T \leq T_c$

$$S_a = nZF_a \quad (2.6)$$

Tercera región, $T \geq T_c$

$$S_a = nZF_a \left(\frac{T_c}{T} \right)^r \quad (2.7)$$

2.2 Procedimiento de diseño de la estructura

2.2.1 Diseño de los elementos estructurales

Relación de esbeltez de la columna:

$$\frac{KL}{r} \quad (2.8)$$

Determinación de la tensión de pandeo por flexión:

Si:

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (2.9)$$

Entonces:

$$F_{cr} = [0.658^{\frac{F_y}{F_e}}] F_y \quad (2.10)$$

Si:

$$\frac{KL}{r} \geq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (2.11)$$

Entonces:

$$F_{cr} = 0.877 F_e \quad (2.12)$$

Tensión de pandeo elástico:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} \quad (2.13)$$

Resistencias de diseño:

$$\phi P_n = 0.9 F_{cr} A_g \quad (2.14)$$

$$\phi M_n = 0.9 * F_y * Z \quad (2.15)$$

2.3 Diseño de cimentación

2.3.1 Cargas

Carga por fuerza vertical:

$$F_v = P_s = P_D + P_L \quad (2.16)$$

Carga por fuerza horizontal:

$$F_h = V_u \quad (2.17)$$

Carga por momento:

$$M = M_u \quad (2.18)$$

Presión de contacto:

La excentricidad de carga se define como:

$$e = \frac{M_x}{F_v} \quad (2.19)$$

Las cargas por contacto se definen como:

$$\sigma_{max} = \frac{F_v}{BL} \left(1 + \frac{6e}{L}\right) \quad \sigma_{min} = \frac{F_v}{BL} \left(1 - \frac{6e}{L}\right) \quad (2.20)$$

2.3.2 Factores de seguridad.

Según la NEC-2015, los factores de seguridad deberán ser consideradas en todos los mecanismos de falla:

Tabla 2.2.12. Factores de seguridad para diferentes estados de carga

Condición	FS. admisible
Carga muerta + carga viva normal	3
Carga muerta + carga viva máxima	2.5
Carga muerta+ carga viva normal+ sismo de diseño.	1.5

(NEC, Geotecnia y Cimentaciones, 2015)

2.3.3 Capacidad última de carga de cimentaciones superficiales.

2.3.3.1 Teoría de Terzaghi.

La teoría de Terzaghi se aplica para suelos granulares y cohesivos. Donde se deben respetar las siguientes condiciones:¹²

- La relación ancho-largo tiende a cero (cimentación continua o de franja)
- La altura de desplante es aproximadamente igual al ancho de la cimentación.
- La zapata soporta cargas netamente verticales.
- Sobre el nivel de Df no hay resistencia al corte.

La capacidad de carga última de Terzaghi se expresa de la siguiente manera:

$$q_u = CN_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} BN_\gamma \quad (2.21)$$

¹² (Das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica., 2015)

Si las condiciones que se proponen para determinar la capacidad última de carga, se deberán aplicar factores de corrección de capacidad de carga, quedando finalmente la ecuación de carga ultima¹³

$$q_u = CN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + \overline{\gamma D_f} N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i} \quad (2.22)$$

Factores de corrección:

Forma:

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}; \quad F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan(\phi); \quad F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L} \quad (2.23)$$

Profundidad:

$$\frac{D_f}{B} \leq 1 :$$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}; \quad F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B}; \quad F_{\gamma d} = 1 \quad (2.24)$$

$$\frac{D_f}{B} > 1:$$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \frac{D_f}{B}; \quad F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \frac{D_f}{B}; \quad F_{\gamma d} = 1 \quad (2.25)$$

Inclinación:

$$F_{ci} = \left(1 - \frac{\beta_i}{90^\circ}\right)^2; \quad F_{qi} = F_{ci}; \quad F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta_i}{\phi}\right)^2 \quad (2.26)$$

¹³ (Das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica., 2015)

Cálculo del nivel freático.

Caso 1: $0 \leq D_1 \leq D_f$

$$\overline{\gamma D_f} = \gamma D_f - u; \quad u = \gamma_w D_2 \quad (2.27)$$

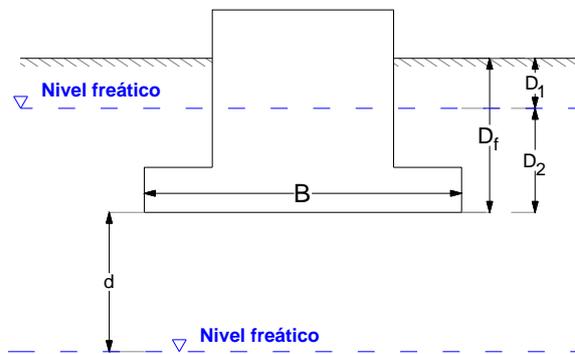
$$\gamma' = \gamma - \gamma_w \quad (2.28)$$

Caso 2: $0 \leq d \leq B$

$$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma') \quad (2.29)$$

Caso 3: $d < B$

El nivel freático no tiene efecto sobre la capacidad de carga



**Figura 2.2 Nivel freático para el caso mostrado
(Fuente propia)**

2.3.4 Esfuerzos en una masa de suelo

Son esfuerzos que existen en una masa de suelo como resultado del peso propio, los cuales se denominan esfuerzos geostáticos y por efecto de las

fuerzas aplicadas en este, conocidos como esfuerzos inducidos o de sobrecarga.¹⁴

2.3.4.1 Esfuerzos de sobrecarga para zapatas aisladas.¹⁵

Los esfuerzos se pueden representar mediante la acción de una carga rectangular o cuadrada de dimensiones finitas.

$$\Delta\sigma = \int d\sigma = \int_{y=0}^{B'} \int_{x=0}^{L'} \frac{3qz^3(dx dy)}{2\pi(x^2+y^2+z^2)^{\frac{5}{2}}} = qI \quad (2.30)$$

Donde q es la carga aplicada sobre el suelo y z la profundidad donde se determinará el esfuerzo.

$$I = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+(mn)^2+1} \left(\frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2-(mn)^2+1} \right) \right] \quad (2.31)$$

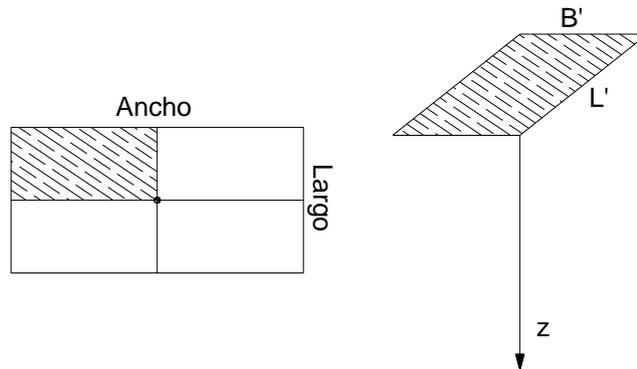
$$m = \frac{B'}{z} \quad (2.32)$$

$$n = \frac{L'}{z} \quad (2.33)$$

Donde B' y L' son la mitad del ancho y largo de la zapata.

¹⁴ (T. William Lambe, 1991)

¹⁵ (Das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica., 2015)



**Figura 2.3 Sección de esfuerzos de sobrecarga
(Fuente propia)**

Por lo tanto, el esfuerzo de sobrecarga será: $\Delta\sigma = 4ql$

2.3.4.2 Esfuerzo efectivo

Esfuerzo en una masa de suelo producido por el peso propio y por la presión intersticial, la cual se define como:¹⁶

$$\sigma'_{vo} = \sigma_v - u \quad (2.34)$$

$$\sigma'_{vo} = \gamma z - \gamma_w z_w \quad (2.35)$$

2.3.5 Estado Límite de servicio.

2.3.5.1 Asentamientos.

Los asentamientos son causados debido a un aumento de esfuerzo debido a construcciones de cimientos u otras cargas que comprimen las capas de suelo.¹⁷

El asentamiento será calculado como la suma total de:

¹⁶ (T. William Lambe, 1991)

¹⁷ (Das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica., 2015)

1. Asentamientos inmediatos

2. Asentamientos por consolidación

2.3.5.2 Arcillas normalmente consolidadas y sobre-consolidadas

Normalmente consolidada: La presión de sobrecarga efectiva ($\Delta\sigma + \sigma'_{vo}$) es la presión a la que el suelo había sido sometido en el pasado (Presión de sobreconsolidación σ'_c , no se puede obtener explícitamente, por lo que debe deducirse en pruebas de laboratorio.¹⁸

Sobreconsolidada: La presión de carga efectiva es menos que la presión a la que el suelo estuvo sometida en el pasado.¹⁹

Definiendo el índice de sobreconsolidación:

$$OCR = \frac{\sigma'_c}{\Delta\sigma + \sigma'_{vo}} \quad (2.36)$$

Finalmente, el asentamiento por consolidación se define como:

Normalmente consolidados:

$$OCR=1$$

$$S_p = \frac{C_c H_c}{1+e_o} \log \left(\frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma}{\sigma'_{vo}} \right) \quad (2.37)$$

Sobreconsolidados:

$$OCR>1$$

$$S_p = \frac{C_s H_c}{1+e_o} \log \left(\frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma}{\sigma'_{vo}} \right) \quad (2.38)$$

¹⁸ (Das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica., 2015)

¹⁹ (Das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica., 2015)

OCR<1

$$S_p = \frac{c_s H_c}{1+e_o} \log\left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_{vo}}\right) + \frac{c_c H_c}{1+e_o} \log\left(\frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma}{\sigma'_c}\right) \quad (2.39)$$

2.3.6 Cálculo de refuerzo de la zapata

2.3.6.1 Resistencia por punzonamiento²⁰

Resistencia al corte por tensión diagonal:

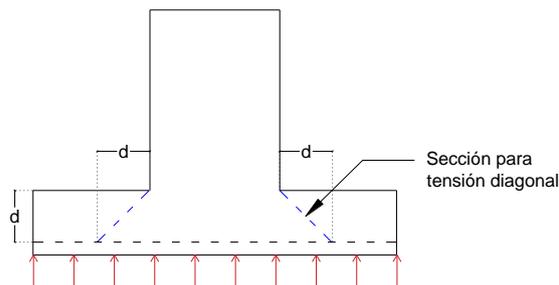
$$\phi V_c = \phi \sqrt{f'_c} b_o d \quad (2.40)$$

Donde:

$$b_o = 4(c + d) \quad (2.41)$$

El peralte del plinto será:

$$d_{min} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{c^2 + \frac{V_u}{\phi f'_c}} - c \right) \quad (2.42)$$



**Figura 2.4 Falla del plinto por punzonamiento.
(Fuente propia)**

²⁰ (ACI, 2018)

$$d_{min} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{c^2 + \frac{V_u}{\phi f'_c}} - c \right) \quad (2.43)$$

Resistencia al corte como viga:

$$\phi V_c = \phi \sqrt{f'_c} b_o d \quad (2.44)$$

2.3.6.2 Acero de refuerzo²¹

Para obtener los momentos se analizará una franja de losa y se la considerará como una viga en voladizo.

Acero mínimo:

$$A_{s_{min}} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{0.8 \sqrt{f'_c}}{f_y} bd \\ \frac{14}{f_y} bd \end{array} \right. \quad (2.45)$$

Acero máximo:²²

$$A_{s_{máx}} = 0.025bd \quad (2.46)$$

2.3.6.3 Transferencia de carga columna-zapata

Resistencia al aplastamiento para una sección de soporte mayor al área cargada.

$$\phi P_n = \phi f'_c A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}; \phi = 0.65 \quad (2.47)$$

Pasadores y traslapes²³

²¹ (ACI, 2018)

²² (NEC, Construcción en Hormigón Armado, 2015)

²³ (ACI, 2018)

Longitud de desarrollo en zapata:

$$L_{dc} = \text{máx} \left\{ \begin{array}{l} \frac{0.075f_y}{\sqrt{f'_c}} db \\ 0.004f_y db \end{array} \right. \quad (2.48)$$

Traslape en columna:²⁴

$$L_{traslape} = \text{máx} \left\{ \begin{array}{l} L_{dc\text{máx}} \\ 0.0073f_y d_b \end{array} \right. \quad (2.49)$$

Cuantía de varillas para pasadores:²⁵

$$A_{s\text{min}} = 0.005A_{g\text{col}} \quad (2.50)$$

2.3.7 Diseño de placa base y anclaje²⁶

2.3.7.1 Dimensionamiento de la sección de la placa

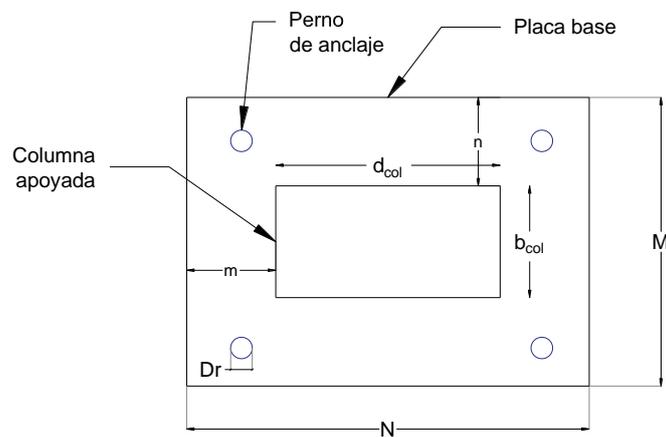


Figura 2.5 Representación de la placa base y la columna que descansa en ella

El largo N y el ancho M de la placa base se definen como:

²⁴ (ACI, 2018)

²⁵ (ACI, 2018)

²⁶ (AISC, 2010)

$$N > d_{col} + 10D_r \quad (2.51)$$

$$M > b_{col} + 6D_r \quad (2.52)$$

2.3.7.2 Resistencia al aplastamiento del concreto

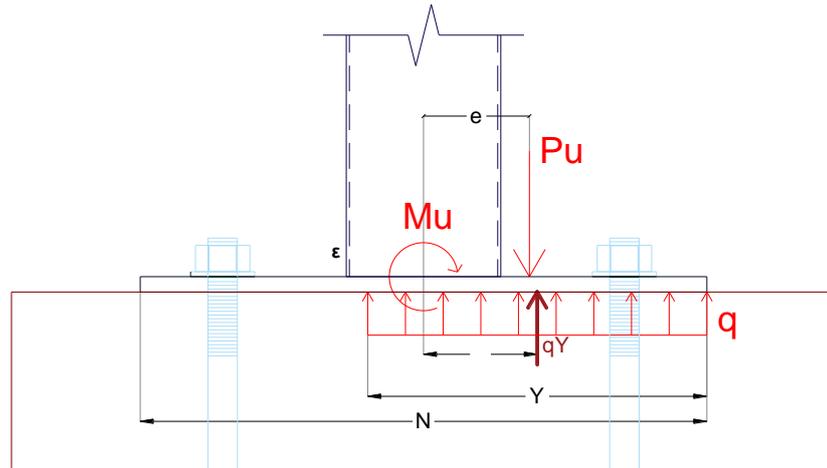


Figura 2.6 Diagrama de cuerpo libre de las cargas que actúan en la placa base.

$$\phi_c f_{pn} = \phi_c \left(0.85 f'_c \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \right) \quad (2.53)$$

Donde:

$$\frac{A_2}{A_1} \leq 2$$

$$\phi_c P_n = \phi_c f_{pn} A_1 \leq 1.7 f'_c A_1 \quad (2.54)$$

$$\phi_c = 0.65$$

2.3.7.3 Excentricidad equivalente y excentricidad crítica

$$e = \frac{M_u}{P_u}$$

Carga lineal máxima:

$$q_{max} = f_{p_{max}} M_u \quad (2.55)$$

Excentricidad crítica:

$$e_{crit} = \frac{N}{2} - \frac{P_u}{2q_{max}} \quad (2.56)$$

Longitud de soporte:

$$Y = \left(f + \frac{N}{2}\right) - \sqrt{\left(f + \frac{N}{2}\right)^2 - \frac{2P_u(e+f)}{q_{máx}}} \quad (2.57)$$

$$f = \frac{N}{2} - dist_{borde} \quad (2.58)$$

2.3.7.4 Cálculo del espesor de la placa

Fluencia en interfase a compresión

Las longitudes en voladizo se definen como:

$$m = \frac{M - 0.8b_{col}}{2} \quad (2.59)$$

$$n = \frac{N - 0.95d_{col}}{2} \quad (2.60)$$

$$l = \max(m, n) \quad (2.61)$$

Presión de contacto:

$$f_p = f_{p\text{máx}} \quad (2.62)$$

El espesor de la placa se obtiene finalmente:

$$t_p = 2.11 \sqrt{\frac{f_p Y \left(l - \frac{Y}{2} \right)}{f_y}} \quad (2.63)$$

Fluencia en interfase a tensión:

$$M_{pl} = \frac{T_u X}{M} \quad (2.64)$$

Tensión en las anclas:

$$T_u = q_{\text{máx}} Y - P_u \quad (2.65)$$

$$t_p = 2.11 \sqrt{\frac{T_u X}{M_{pl} f_y}} \quad (2.66)$$

2.3.7.5 Pernos de anclaje

Resistencia a la tensión del anclaje:

$$T_r = \phi_t 0.75 f_u A_r \quad (2.67)$$

Momento flector en las anclas:

$$Brazo = \frac{t_p + 0.275 \text{cm}}{2} \quad (2.68)$$

$$M_1 = \frac{V_u * Brazo}{n_r} \quad (2.69)$$

2.3.7.6 Esfuerzos combinados por tensión y corte

Esfuerzos generados por tensión y compresión.

$$f_{ta} = \frac{T_u}{nA_r} \quad (2.70)$$

$$f_{tb} = \frac{6M_1}{D_r^3} \quad (2.71)$$

$$f_t = f_{ta} + f_{tb} \quad (2.72)$$

Esfuerzo cortante en las anclas:

$$f_v = \frac{V_u}{n_r A_r} \quad (2.73)$$

Comprobación de esfuerzos²⁷

$$f_t \leq \phi_v f'_{nt} = \phi_v \left(1.3 f_{nt} - \frac{f_{nt}}{\phi_v F_{nv}} \right) \leq \phi_v f_{nt} \quad (2.74)$$

$$f_{nt} = 0.75 f_u \quad (2.75)$$

$$f_{nv} = 0.4 f_u \quad (2.76)$$

Si las demandas de tensión y corte son menores al 30% a las capacidades respectivas, no se requiere hacer la comprobación por esfuerzos.

²⁷ (AISC, 2010)

2.3.7.7 Profundidad de anclaje²⁸

Área proyectada del cono de ruptura

Si $h_{ef} > 6D_r$

El área proyectada del cono de ruptura

$$A_{NC} = [12D_r + (n_r + 1)(3D_r)](6D_r + 1.5h_{ef}) \quad (2.77)$$

$$A_{NCO} = (6D_r + 1.5h_{ef})^2 \quad (2.78)$$

Si $h_{ef} \leq 6D_r$

$$A_{NC} = [3h_{ef} + (n_r + 1)(3D_r)](3h_{ef}) \quad (2.79)$$

$$A_{NCO} = 9h_{ef}^2 \quad (2.80)$$

Resistencia del anclaje al arrancamiento del concreto:

Para anclajes preinstalados²⁹

$$\phi_p N_{cbg} = \phi_p \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_B \frac{A_{NC}}{A_{NCO}} \quad (2.80)$$

$$\phi_p = 0.70$$

Resistencia al arrancamiento de un solo anclaje en la zona de falla.

$$N_B = 10\sqrt{f'_c} h_{ef}^{1.5} \quad (2.81)$$

²⁸ (ACI, 2018)

²⁹ (ACI, 2018)

Factores de modificación³⁰

$\psi_{ec,N} = 1$: Factor por excentricidad de tensión de grupo de anclas.

$\psi_{ed,N}$: Factor de modificación por efecto de borde del anclaje

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{a,min}}{1.5h_{ef}} \quad (2.82)$$

Distancia del centro del perno al borde de la base de apoyo.

$$c_{a,min} = N/2 - f \quad (2.83)$$

$\psi_{c,N}$: Factor por instalación de anclajes (pre o post instalados)

$\psi_{cp,N}$: Factor por análisis del concreto (fisurado o no fisurado)

2.3.8 Diseño del pedestal

Secciones requeridas

$$b_p > M + 8.5D_r \quad (2.84)$$

$$h_p > N + 8.5D_r \quad (2.85)$$

Área mínima de acero:

$$A_s = 0.01A_c \quad (2.86)$$

³⁰ (ACI, 2018)

CAPÍTULO 3

3. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

3.1 Prefactibilidad

Como se mencionó en la sección 1.1 de este documento, la institución no posee una estructura que minimice los problemas ya mencionados, por lo cual se han planteado la construcción de una estructura en acero que debe cumplir diversas funciones.

Para dar inicio al estudio, en la figura 3.1 se muestra la ubicación del lugar en el que se efectuaría el proyecto.

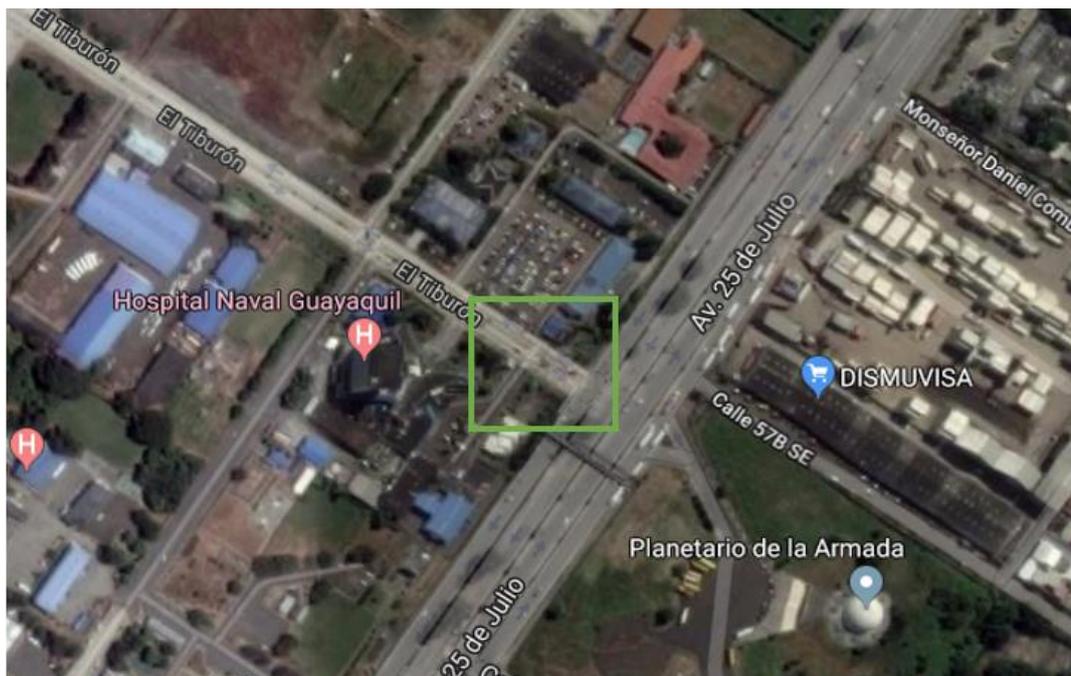


Figura 3.1 Localización del Proyecto

“Ubicación Base Naval Sur de Guayaquil” (Google maps, 2018)

A continuación, en la figura 3.2 se muestra una foto, del estado actual del ingreso principal.



Figura 3.2 Ingreso Principal a Base Naval Sur de Guayaquil

3.2 Evaluación de situación actual

1. Área de ingreso principal cuenta con una pequeña garita
2. Exposición del personal de trabajo a condiciones climáticas adversas
3. No existe un frontón distintivo de la institución

3.3 Análisis de alternativas

La estructura de acero a diseñarse debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Cubrir un área de 28 metros de ancho por 9 metros de largo
2. Debe tener con un sistema de canalones y bajantes para aguas lluvias
3. Sistema de iluminación
4. Contar con una estructura de frontón para distintivo de la institución
5. Columnas metálicas de forma circular
6. La distancia libre para el paso de vehículos entre el nivel de terreno pavimentado y la parte inferior del frontón debe ser de 6 metros.

Según los requerimientos, se han estudiado algunas opciones en cuanto a la selección de los perfiles que conformarían los elementos de la estructura. Como

tal, se han planteado y estudiado la funcionalidad de tres opciones para el diseño de esta, cada una se detalla a continuación:

Tabla 3.1 Alternativas planteadas para la estructura metálica

Elementos	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Columnas	Tubería Cédula 40 de 6" u 8"	Tubería Cédula 40 de 6" u 8"	Conformada por canales C y ángulos
Cerchas	Conformada por perfiles tubulares redondos	Conformada por canales C y ángulos	Conformada por canales C y ángulos
Largueros	Correas tipo G	Correas tipo G	Correas tipo G

Fuente: Propia

Como se puede observar, la diferencia principal entre estructuras se encuentra en los perfiles elegidos para conformar las columnas. Por lo cual se establecieron tres criterios principales basándonos en costo, peso, estética y resistencia para la selección de la alternativa de diseño.

3.4 Criterios para selección de alternativa

3.4.1 Costo

El costo de una estructura es uno de los factores más importantes pues ayuda a definir la viabilidad del proyecto. Cada material considerado para la implementación de cada estructura se encuentra disponible en el mercado nacional lo cual lo vuelve viable pues se evitan costos por importación.

3.4.2 Peso

El peso de una estructura guarda una estrecha relación con el costo de ella, por lo cual es necesario definir los perfiles a usar dentro de cada alternativa para cotizarlos en el mercado. Mientras más pesa una estructura, más costosa se vuelve.

3.4.3 Estética

Uno de los requisitos para la implementación de la cubierta con el frontón consiste en guardar la armonía del lugar y generar seguridad a los usuarios.

3.4.4 Resistencia

Este criterio juega un papel muy importante pues debe resistir a las cargas de diseño durante todo su tiempo de vida útil.

3.5 Selección de alternativa

Comparando los tipos de estructuras con los perfiles seleccionados para cada una de ellas, tenemos las siguientes consideraciones:

1. Para la alternativa A los perfiles elegidos son más pesados en comparación con las alternativas 2 y 3, como consecuencia ocasionaría un aumento en costos, estéticamente sería de apariencia agradable, sin embargo, no podemos olvidar los elementos del sistema de recolección de aguas lluvias, lo ideal es que vayan cubiertos para no interferir con la buena apariencia de la estructura como tal esto implicaría hacer perforaciones en las tuberías que conforman las columnas para salida de las bajantes, reduciendo la resistencia de las mismas.

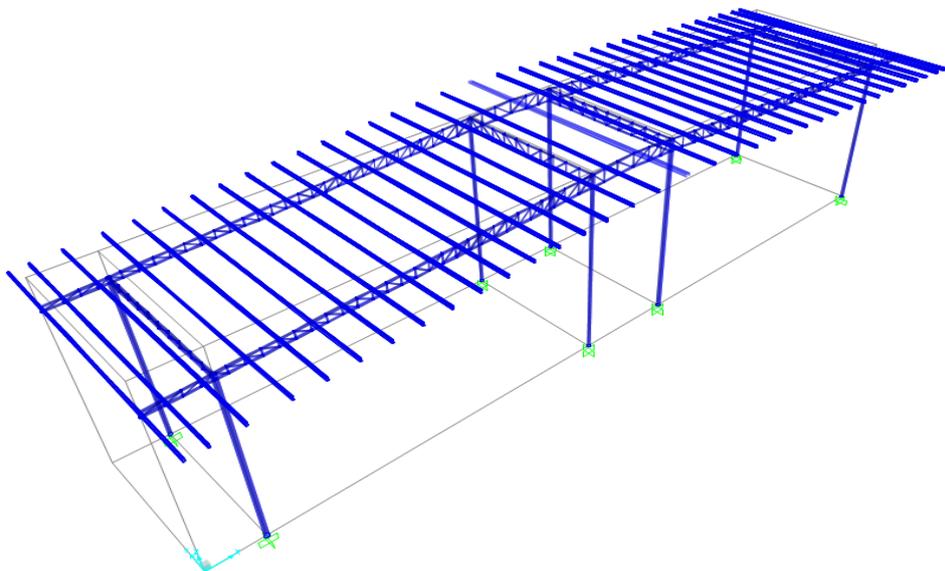


Figura 3.3 Estructura para Alternativa A

2. Para la alternativa B se obtiene una reducción en el peso de la estructura por el tipo de perfiles a usar, por lo tanto, una reducción en costos, sin

embargo, el problema de estética con relación a la colocación de bajantes persiste.

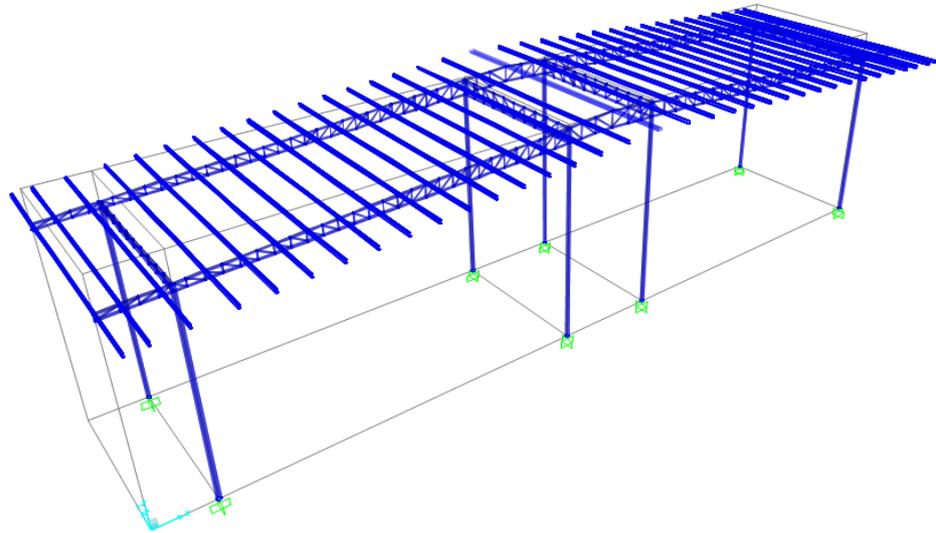


Figura 3.4 Estructura para Alternativa B

3. Para la alternativa C se propuso el diseño de columnas acerchadas, compuestas por canales y ángulos, la reducción de costos en comparación con las dos primeras alternativas se vuelve significativa por el tipo de perfiles elegidos, por motivos de estética y requerimientos del cliente, se ha planteado rodear cada columna con planchas de acero inoxidable, brindando una apariencia circular de manera que las tuberías de bajantes

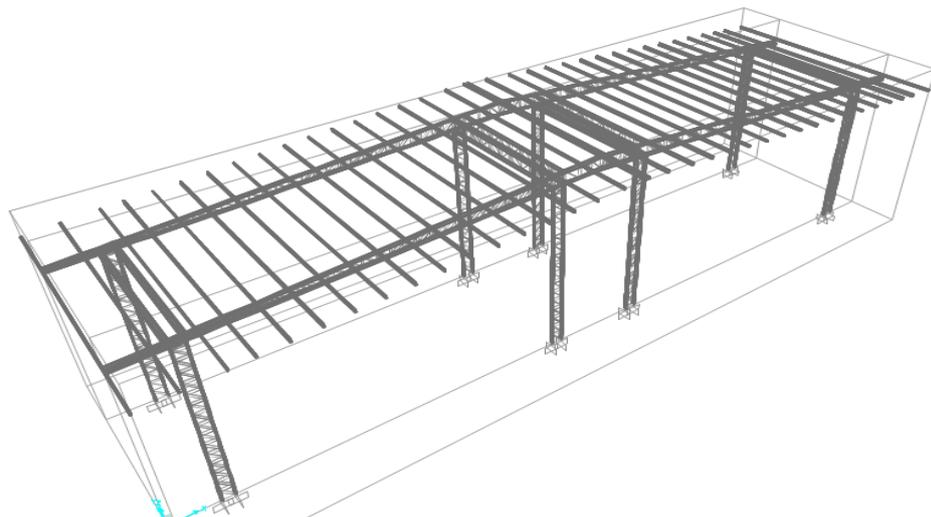


Figura 3.5 Estructura para Alternativa C

pasarían desapercibidas, las planchas podrían ser perforadas evitando problemas por pérdida de resistencia debido a que todo el peso recaería en las columnas acerchadas.

Para demostrar la viabilidad de cada alternativa, se ha planteado una matriz de evaluación, considerando criterios establecidos con valores del 1 al 10. Siendo 10 el mayor valor para estructuras más costosas, más pesadas, estéticamente más agradables y más resistentes, y siendo 1 el menor valor para estructuras menos pesadas, menos costosas, menos agradables y menos resistentes.

Tabla 3.2 Evaluación de Alternativas

Criterio de selección	Alternativas		
	A	B	C
Peso	8	7	5
Costo	7	6	4
Resistencia	6	6	8
Estética	10	10	10

Fuente: Propia

Como se observa en las consideraciones descritas anteriormente y en la tabla de evaluación, la alternativa más eficiente en cuanto a peso, costos, resistencia y estética es la tercera, por lo cual será la elegida para realizar el diseño de la estructura metálica. En la siguiente tabla se presenta un resumen de los elementos que conformarán la estructura.

Tabla 3.3 Resumen de Alternativa Elegida

Alternativa 3	
Elementos	Tipo de perfiles
Columnas	Conformadas por canales C y ángulos
Cerchas	Conformadas por canales C y ángulos
Largueros	Correas tipo G

Fuente: Propia

3.6 Evaluación de Situación Final

Una vez que se cuente con un diseño efectivo y se implemente la construcción de una estructura metálica que cubra el área de ingreso principal, aparecen ciertos beneficios para la institución:

1. Protección del personal de trabajo frente a condiciones climáticas adversas
2. Aumento en el rendimiento de trabajo del personal
3. Mejoraré labores de trabajo en horarios nocturnos por el sistema de luminarias de la estructura
4. Se podrá colocar un distintivo propio de la institución

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

4.1 Cálculo de cargas

4.1.1 Cargas gravitacionales.

De las tablas 2.1 y 2.2 se obtuvieron las cargas muertas y cargas vivas por unidad de área respectivamente:

$$\text{Carga muerta: } w_d = 35 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Carga viva: } w_l = 0.70 \text{ kN} = 71.40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Distribuyendo para cada pórtico:

$$q_d = 35(4.5) = 157.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$q_l = 71.40(4.5) = 321.3 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

4.1.2 Carga de viento

De los anuarios meteorológicos se obtuvo una velocidad promedio de viento $V_{viento} = 1.67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, sin embargo, se recomienda una velocidad de viento de $75 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 21 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ³¹

De la ecuación 2.1, categorizando la estructura como con poca obstrucción, la velocidad corregida es:

$$V_b = 0.86(21) = 18.06 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

De las tablas 2.4 y 2.5, los factores de corrección

$$C_e = 1.63 \quad C_f = 1.5$$

³¹ (NEC, Cargas No Sísmicas, 2015)

quedando finalmente la presión de viento como:

$$p = \frac{1}{2(1.25)(18.06)^2(1.63)(1.65)} = 50.81 \frac{kg}{m^2}$$

Distribuyendo para el frontón:

$$A_{frontonx} = 28(1.30) = 36.4m^2$$

$$A_{frontony} = 9(1.30) = 11.70 m^2$$

La carga por viento queda finalmente:

$$F_{wx} = 311.21 kg$$

$$F_{wy} = 484.10kg$$

4.1.3 Carga sísmica:

4.1.3.1 Espectro de respuesta de la estructura:

Tipo de suelo: D

Zona sísmica: 0.4

Factores de sitio:

$$F_a=1 \text{ (Tabla 2.6)}$$

$$F_d=1.6 \text{ (Tabla 2.7)}$$

$$F_s=1.9 \text{ (Tabla 2.8)}$$

Coefficiente de importancia $I=1$ (Tabla 2.10)

$$T_o = 0.1(1.9) \left(\frac{1.6}{1} \right) = 0.304s$$

$$T_c = 0.55(1.9) \left(\frac{1.6}{1} \right) = 1.672s$$

Región 1 (Ec. 2.5) $T=0$

$$S_a = 0.4(1)(1 + (1.8 - 1) \left(\frac{0}{0.304}\right)) = 0.4$$

Región 2 (Ec. 2.6)

$$S_a = 1.8(0.4)(1) = 0.72s$$

Región 3 (Ec. 2.7)

$$S_a = 1.8(0.4)(1)(1.672) \left(\frac{T}{1.672}\right)^{1.5}$$

Tabla 4.1 Coordenadas de espectro elástico e inelástico.

T (s)	Sa (g)
0	0.4
0.304	0.720
1.672	0.720
2	0.550
2.2	0.477
2.4	0.419
2.6	0.371
2.8	0.332
3	0.300
3.2	0.272
3.4	0.248
3.6	0.228

Fuente: Propia

Gráfica del espectro elástico e inelástico

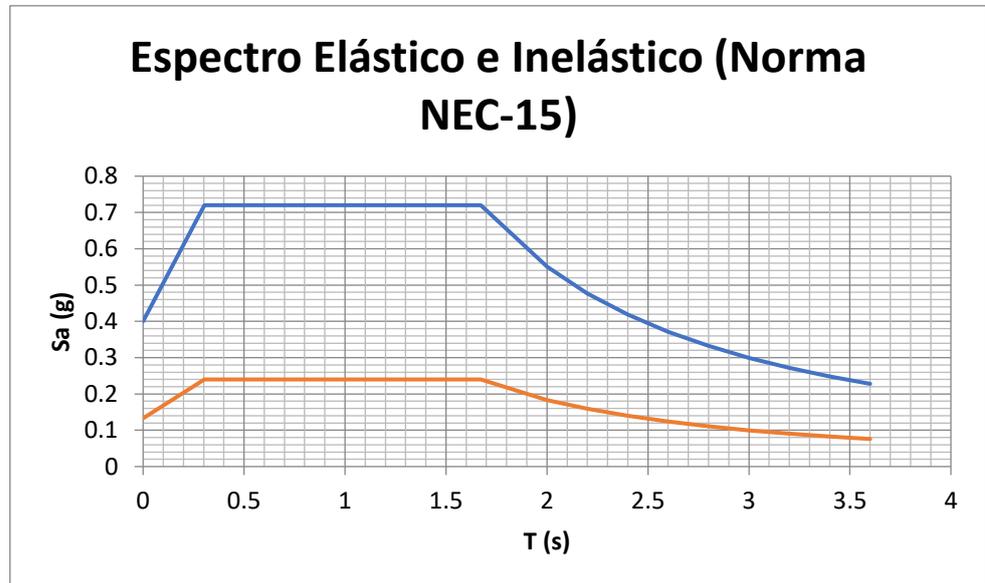


Figura 4.1 Espectro elástico e inelástico – NEC-2015.

4.1.3.2 Periodo de la estructura.

$$C_t = 0.055$$

$$\alpha = 0.90$$

Usando la ecuación 2.4 para el cálculo del periodo:

$$T_a = 0.055(7.2)^{0.90} = 0.242 \text{ s}$$

4.1.3.3 Cortante basal:

Peso de la estructura:

$$\text{Área} = 28(9) = 252 \text{ m}^2$$

$$W = 252(35) = 8820 \text{ kg}$$

$$\phi_p = 1$$

$$\phi_e = 1$$

$$V = \frac{IS_a(T_a)}{R\phi_P\phi_E} W$$

$$V = \frac{(1)(0.72)(0.242)}{3(1)(1)} (8820) = 2.12 t$$

4.2 Predimensionamiento.

Para el predimensionamiento de la estructura, se analizó un pórtico plano, el cual presenta la geometría de la estructura a diseñar, aplicando las cargas que anteriormente fueron obtenidas.

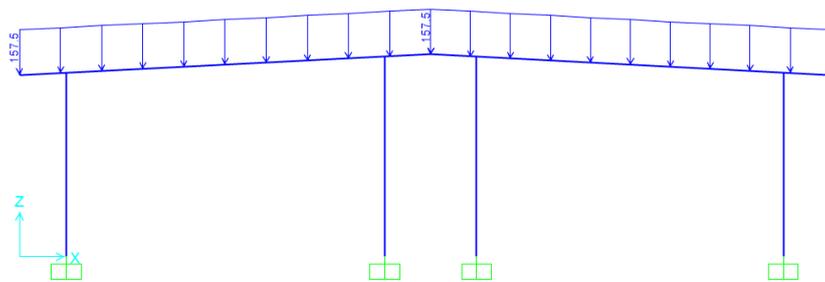


Figura 4.2 Carga muerta.

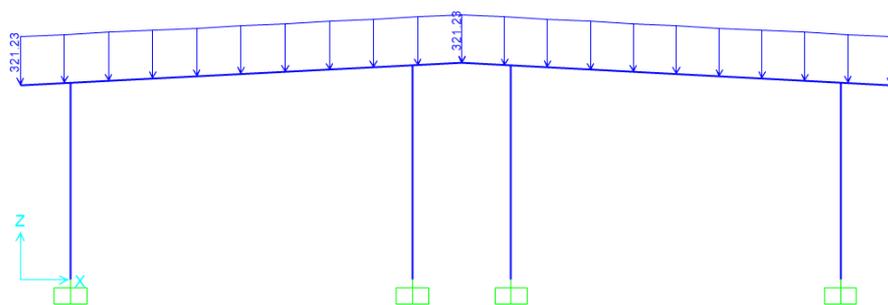


Figura 4.3 Carga viva

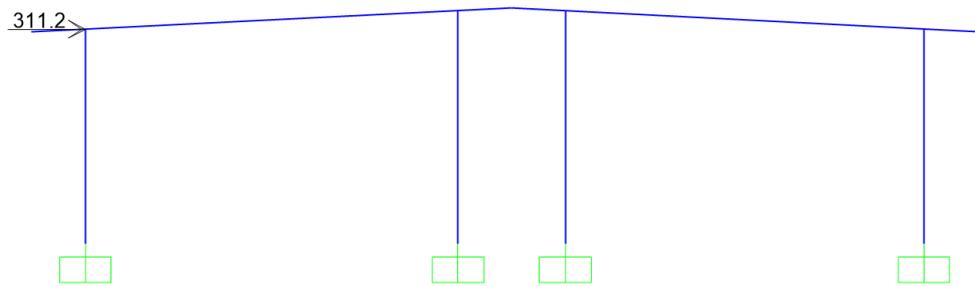


Figura 4.4 Carga por viento

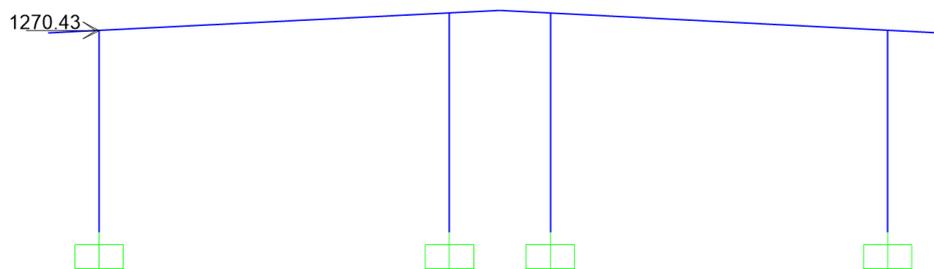


Figura 4.5 Carga por sismo.

Para obtener las cargas máximas se utilizaron las combinaciones de cargas establecidas por la NEC 2015:

1. $1.4D$
2. $1.2D+1.6L$
3. $1.2D+W+L$
4. $0.9D+W$
5. $1.2D+E+L$
6. $0.9D+E$

Las cuales se utilizaron en el análisis estructural el SAP2000, teniendo un diagrama de momentos flectores como se muestra a continuación.

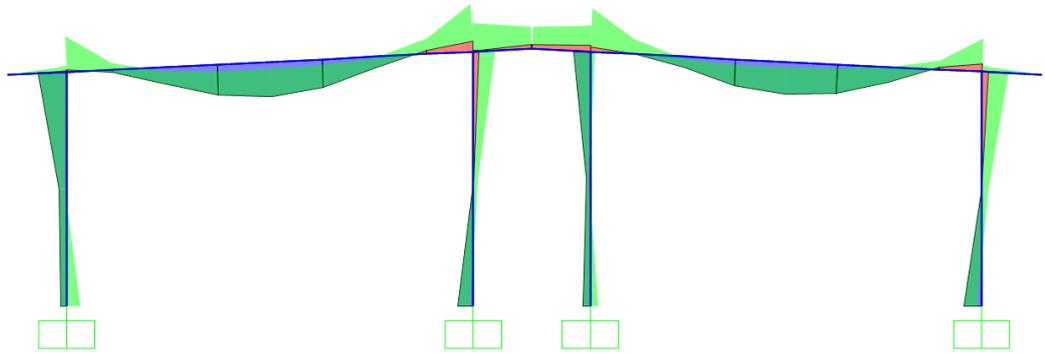


Figura 4.6 Diagrama de momentos flectores últimos.

Teniendo como momentos flectores máximos:

$M_u = 237630.18 \text{ kg-cm}$ (Columnas)

$M_u = 653079 \text{ kg-cm}$ (Vigas)

4.2.1.1 Columnas:

Utilizando un brazo de palanca de 40cm

$$P_U = \frac{399315}{40} = 9982.88 \text{ kg}$$

Relación de esbeltez: (Ec. 2.8)

Longitud: 6.85 m

$$\frac{KL}{r} = 120$$

Comprobando el tipo de falla de la columna (Ec. 2.9)

$$4.71 \sqrt{\frac{2038902}{2530}} = 133.708$$

$$120 < 133.708$$

∴ Se considera falla por aplastamiento.

Tensión de pandeo elástico (Ec. 2.13):

$$F_e = \frac{\pi^2(2038902)}{120^2} = 1397.45 \frac{kg}{cm^2}$$

Tensión de pandeo por flexión (Ec. 2.10)

$$F_{cr} = \left(0.658^{2530/1397.45}\right)(2530) = 1185.85$$

El área de la sección a utilizar (Ec. 2.14).

$$A_g = \frac{9982.88}{0.9(1185.85)}$$

$$A_g = 9.35 cm^2$$

Sección por utilizar: 2C100X30X3
A=11.4cm²

4.2.1.2 Cordón superior e inferior, diagonales y parantes.

Utilizando el análisis empleado en el predimensionamiento de las columnas, las áreas requeridas son las siguientes:

Tabla 4.2 Cordón Superior e Inferior de Cercha

Vigas (Cordón Superior e Inferior)	
Mu	653079 kg-cm
Brazo	40 cm
Pu	16326.975 kg
KL/r	100
E	2038901.9 kg/cm ²
fy	2530 kg/cm ²
Fe	2012.32 kg/cm ²
0.44fy	1113.2 kg/cm ²
Fcr	1494.81 kg/cm ²
φcPn	16326.975 kg
A	12.14 cm ²

Fuente: Propia

Tabla 4.3 Celosía

Parantes y Diagonales	
P	4640 kg
fy	2530 kg/cm ²
KL/r	50
E	2038902 kg/cm ²
Fe	8049.3 kg/cm ²
Fcr	2218.13 kg/cm ²
A	2.32 cm ²

Fuente: Propia

Secciones preliminares:

Tabla 4.4 Secciones Preliminares

Vigas	Diagonales y parantes
Sección: 2C150X50X3	Sección: 2L25X3
Área: 14.4cm ²	Área: 2.70cm ²

Fuente: Propia

4.3 Comprobación de secciones-diseño definitivo

Luego de asignar las secciones se realizó el análisis estructural, modelando la estructura en SAP2000 y obteniendo las demandas máximas para las vigas (cordón superior e inferior), columnas (cordón izquierdo y derecho), las diagonales y parantes y los largueros.

4.3.1 Largueros

Las cargas vivas y muertas serán distribuidas en 35 largueros, cada uno cargado uniformemente y distribuidas equitativamente por su ancho de influencia y enumerados del 1 al 35 de izquierda a derecha.

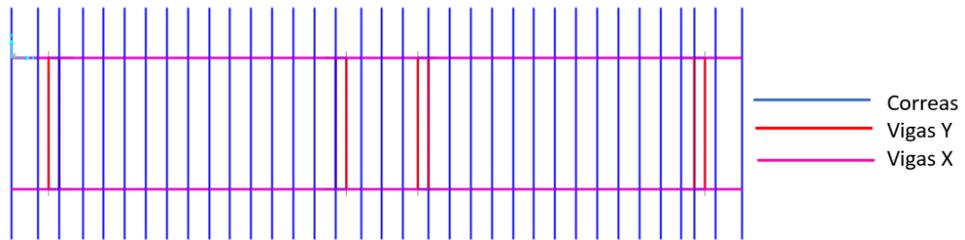


Figura 4.7 Vista superior de la estructura con vigas, columnas y largueros

Donde:

$$q_{d,l} = w_{d,l}(\text{Ancho})$$

Teniendo como resultado los largueros cargados:

Tabla 4.5 Cargas gravitacionales asignada a las correas

Correa	Ancho (cm)	qd (kg/m)	ql (kg/m)
1	50	9.98	35.68
2	90	17.96	64.22
3	85	16.96	60.65
4	85	16.96	60.65
5	80	15.96	57.08
6	80	15.96	57.08
7	80	15.96	57.08
8	80	15.96	57.08
9	80	15.96	57.08
10	80	15.96	57.08
11	80	15.96	57.08
12	80	15.96	57.08
13	80	15.96	57.08
14	80	15.96	57.08
15	80	15.96	57.08
16	80	15.96	57.08
17	80	15.96	57.08
18	80	15.96	57.08
19	90	17.96	64.22
20	90	17.96	64.22
21	80	15.96	57.08
22	80	15.96	57.08

23	80	15.96	57.08
24	80	15.96	57.08
25	80	15.96	57.08
26	80	15.96	57.08
27	80	15.96	57.08
28	80	15.96	57.08
29	80	15.96	57.08
30	80	15.96	57.08
31	80	15.96	57.08
32	65	12.97	46.38
33	65	12.97	46.38
34	90	17.96	64.22
35	50	9.98	35.68

Fuente: Propia

Utilizando la carga máxima

$$q_d = 17.96 \frac{kg}{m}$$

$$q_l = 64.22 \frac{kg}{m}$$

La carga de diseño se la obtiene mediante la combinación de cargas
1.2D+1.6L

$$q_u = 1.2(17.96) + 1.6(64.22) = 124.30 \frac{kg}{m}$$

El momento último será igual a:

$$M_U = \frac{q_u l^2}{8} = \frac{124.3(5^2)}{8} = 388.44 \text{ kg} - m$$

El módulo plástico solicitado será (Ec. 2.15)

$$z = \frac{388.44(100)}{0.9(2530)} = 17.06 \text{ cm}^3$$

El perfil que se utilizará para los largueros será:

Tabla 4.6 Perfil seleccionado para correas

G100X50X15X3	
Área	6.31 m ²
Inercia	97.80 cm ⁴
Módulo Plástico	19.60 cm ³

Fuente: Propia

Adicionalmente contará con tensores en el centro del vano, con varillas lisas de 10mm

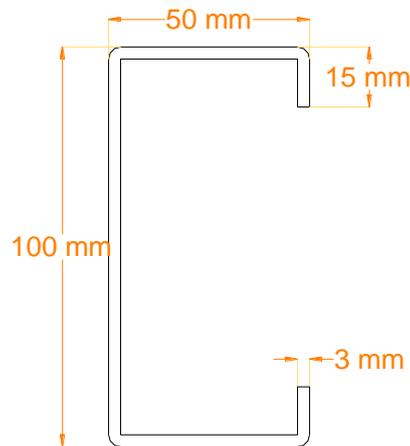


Figura 4.8 Detalle de la sección del larguero

4.3.2 Columnas

4.3.2.1 Cargas

Para el diseño de las columnas, se utilizará el elemento más cargado axialmente y se verificará si la capacidad es mayor que la demanda.

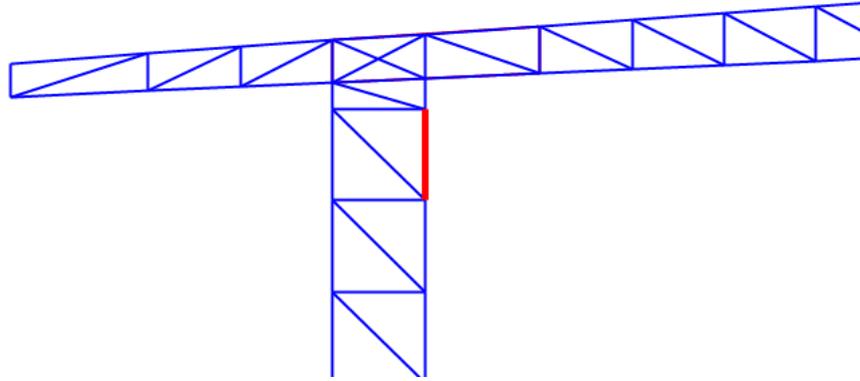


Figura 4.9 Miembro mayormente cargado.

$P_u=9413.57 \text{ kg}$

Resistencia del miembro a compresión.

Tabla 4.7 Sección Preliminar para Columna

Elemento: C100X50X3	
Área	5.70 cm ²
Inercia	88.50 cm ⁴
Radio de giro	3.94 cm
Longitud	40.00 cm
KL/r	10.15
Fe	195274.98 kg/cm ²
Fcr	2516.3175 kg/cm ²
$\phi_c P_n$	12908.70883 kg

Fuente: Propia

$12908.71 \text{ kg} > 9413.57 \text{ kg} \quad OK$

4.3.2.2 Verificación por derivas

Las derivas máximas de entrepiso no deben exceder las que se muestran a continuación.

Tabla 4.8 Derivas de entrepiso admisibles.

Estructura	Δ_{max}
Estructuras de hormigón armado, estructuras metálicas y madera.	0.02
De mampostería	0.01

(NEC, 2015)

Derivas del Gate de ingreso:

Eje X

Desplazamiento lateral: 0.159cm

Altura de entrepiso: 6.30 cm

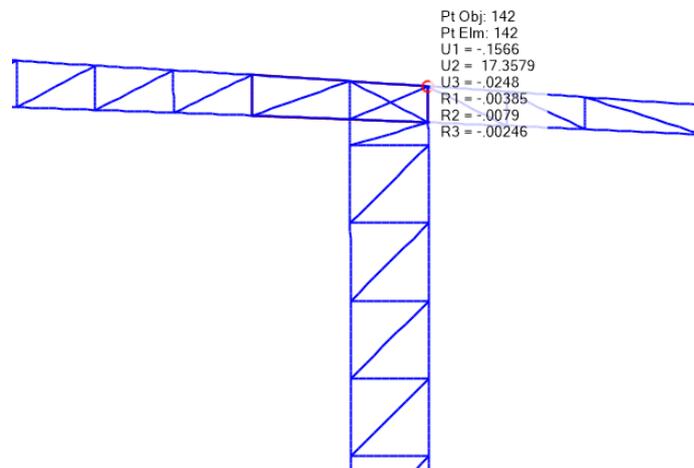


Figura 4.10 Deriva eje X

Eje Y

Desplazamiento lateral: 20.046cm

Altura de entrepiso: 7.10 cm

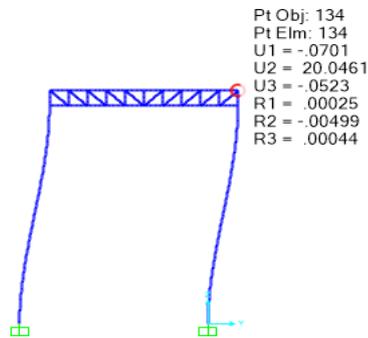


Figura 4.11 Deriva eje Y

Deriva de entrepiso.

Eje X

$$\Delta = 0.75R\delta$$

$$\Delta = 0.75(3) \left(\frac{0.159}{630} \right) = 0.0005678 \ll 0.02 \quad OK$$

Eje Y

$$\Delta = 0.75(3) \left(\frac{20.046}{710} \right) = 0.065 > 0.02 \quad NO OK$$

Por lo tanto, hay que aumentar la sección de la estructura y adicionalmente asignarle templadores en la parte superior de la estructura.

La nueva sección será: C200X50X4

Templadores: Varillas lisas 16mm

El desplazamiento lateral es igual a 3.43cm

Finalmente, la deriva máxima en el eje Y es:

$$\Delta = 0.75(3) \left(\frac{3.43}{710} \right) = 0.011 < 0.02 \quad OK$$

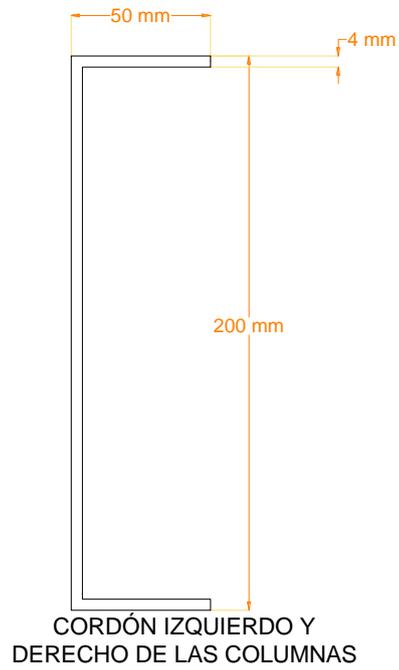


Figura 4.12 Detalle de sección de columna

4.3.3 Vigas

La demanda axial del elemento mayormente cargado es la siguiente:

$$P_u = 13682 \text{ kg}$$

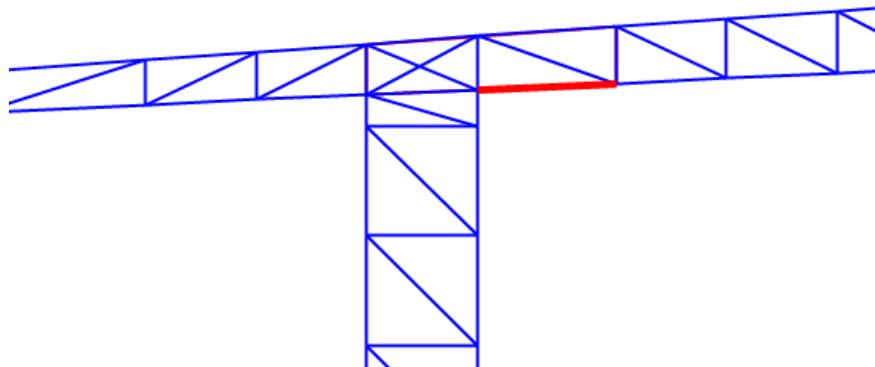


Figura 4.13 Elemento mayormente cargado.

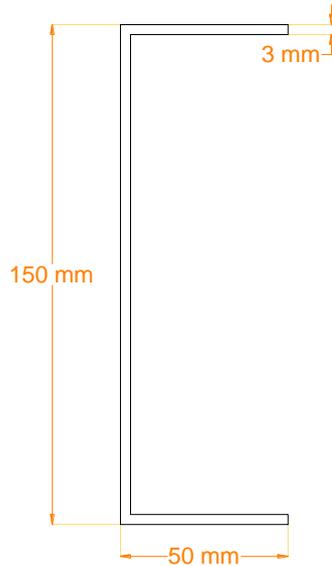
4.3.3.1 Resistencia del miembro a compresión.

Tabla 4.9 Sección elegida canal C

Elemento:	C150X50X3
Área	7.20 cm ²
Inercia	230.00 cm ⁴
Radio de giro	5.65 cm
Longitud	50.05 cm
KL/r	8.86
Fe	256616.95 kg/cm ²
Fcr	2519.5814 kg/cm ²
φcPn	16326.88774 kg

Fuente: Propia

$$16326.89 \text{ kg} < 13682 \text{ kg} \quad OK$$



CORDÓN SUPERIOR E
INFERIOR DE LAS VIGAS

Figura 4.14. Detalle de sección de vigas

4.3.4 Diagonales y parantes

Dado que las máximas cargas para estos elementos se presentan en las intersecciones extremas de columna-viga, estas tendrán una sección de 2L40X4, los demás tendrán una sección de 2L25X3

$P_u=8070$ kg (Para 2L40X4)

$P_u=4333$ kg (Para 2L25X3)

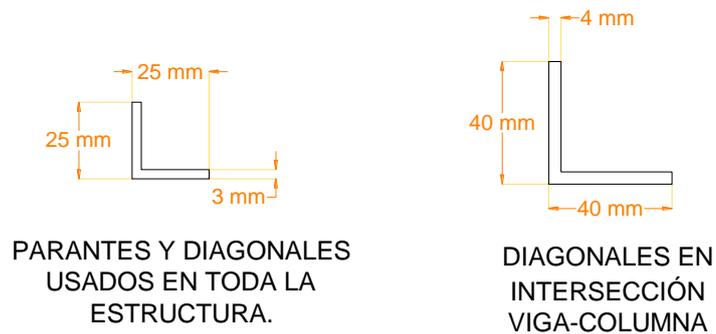


Figura 4.15 Detalle de sección de los diagonales y parantes.

4.4 Cimentación

4.4.1 Estudio de suelos.

Las propiedades físicas y mecánicas del suelo se tomaron en base a un estudio realizado en el Hospital Naval, situado a 100 metros de donde se realizará el diseño del portón de ingreso, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4.10 Parámetros resistentes del suelo

SUELO	PROF [m]	Humedad w [%]	γ [t/m ³]	IP	C [t/m ²]	ϕ [grados]	ALTURA DE ESTRATO [m]
GC	0.60	31.90%	1.85	22.87%	0.00	23.00	0.60
GC	1.35	31.90%	1.85	22.87%	0.00	23.00	0.45
CH	2.00	59.03%	1.53	69.48%	3.90	0.00	0.65
CH	3.20	90.02%	1.45	70.72%	2.40	0.00	1.20
CH	4.00	89.43%	1.34	66.23%	1.40	0.00	0.80
CH	5.00	103.15%	1.32	73.73%	1.35	0.00	1.00
CH	5.60	103.15%	1.32	73.73%	1.35	0.00	0.60
CH	6.00	78.19%	1.46	53.33%	2.60	0.00	0.40

(Armada del Ecuador)

4.4.1.1 Ensayos de consolidación

Se analizó ensayos de consolidación en la muestra 4, que contaban con los siguientes resultados.

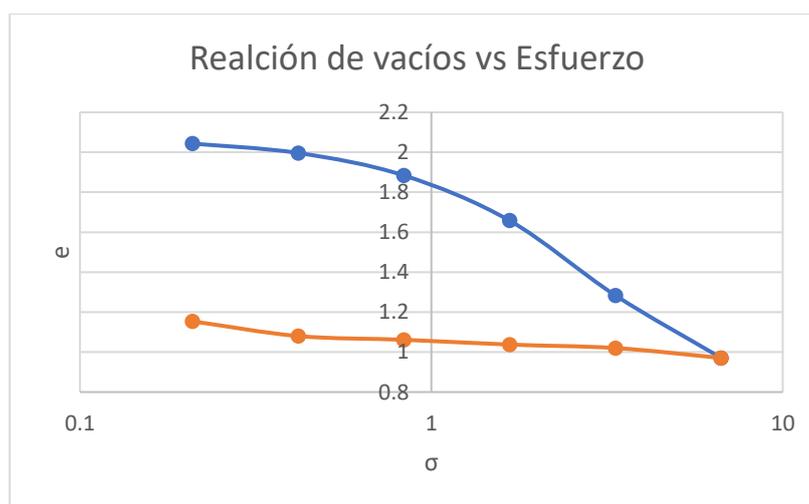


Figura 4.16 Relación de vacíos vs esfuerzos

Índice de compresión $C_c=1.256$

Índice de abultamiento $C_s = 0.145$

Presión de consolidación $\sigma'_c = 8.5 t/m^3$

Relación de vacíos inicial $e_0=2.075$

4.4.2 Cargas.

Para el diseño de la cimentación se utilizaron las reacciones de la estructura tomadas del análisis estructural realizado en SAP 2000, tomando en cuenta las cargas laterales en la dirección X y dirección Y.

En base que en cada columna de la estructura existen dos nodos, cada uno con sus reacciones respectivas, se realizó un análisis estructural para obtener las cargas horizontales, verticales y los momentos que se descargan a la cimentación.

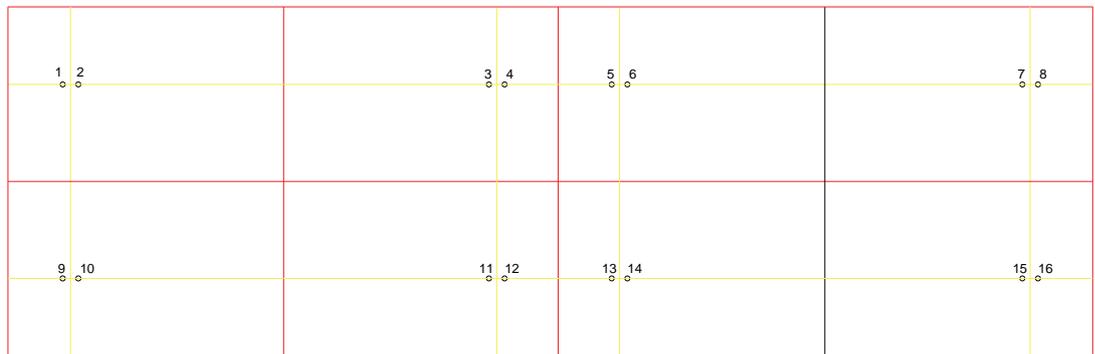


Figura 4.17 Detalle en planta de las columnas

4.4.2.1 Dirección X

Para obtener las reacciones, se realizó un análisis, tomando las fuerzas verticales, los momentos y las fuerzas horizontales, obteniendo una fuerza cortante, axial y excentricidad resultante.

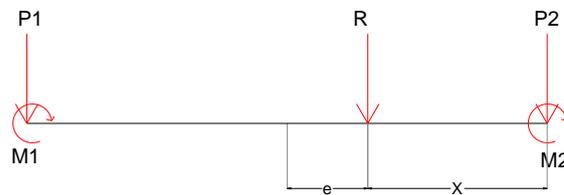


Figura 4.18 Análisis para obtener una carga y excentricidad resultante.

Tabla 4.11 Carga axial de servicio

Punto	Columna	Combinación	PS (t)	FV(t)
1	A	D+L	3.139	3.014
2		D+L	-0.125	
3	B	D+L	-0.693	3.587
4		D+L	4.280	
5	C	D+L	3.982	3.304
6		D+L	-0.678	
7	D	D+L	-0.023	2.938
8		D+L	2.961	
9	E	D+L	3.161	3.024
10		D+L	-0.138	
11	F	D+L	-0.718	3.568
12		D+L	4.286	
13	G	D+L	3.955	3.314
14		D+L	-0.641	
15	H	D+L	-0.051	2.938
16		D+L	2.989	

Fuente: Propia

Tabla 4.12 Carga axial, momento flector y fuerza cortante última.

Punto	Columna	StepType	F1 (t)	F3 (t)	M2 (t-m)	VU (t)	PU (t)	MU (t-m)	Análisis Estructural.			
									FH (t)	FV (t)	e (m)	M (t-m)
1	A	Max	0.041	4.680	0.016	0.041	4.680	0.016	0.684	5.536	-0.145	-0.802
1		Min	0.003	-0.034	0.001							
2		Max	0.643	0.857	0.022	0.643	0.857	0.022				
2		Min	0.029	-0.224	0.001							
3	B	Max	-0.004	0.072	-0.002	-0.022	-1.619	-0.011	-0.745	4.760	0.342	1.628
3		Min	-0.022	-1.619	-0.011							
4		Max	-0.170	6.379	-0.004	-0.723	6.379	-0.017				
4		Min	-0.723	1.114	-0.017							
5	C	Max	0.673	5.933	0.016	0.673	5.933	0.016	0.694	4.880	-0.292	-1.424
5		Min	0.008	0.166	-0.001							
6		Max	0.020	0.838	0.011	0.020	-1.053	0.011				
6		Min	-0.002	-1.053	-0.001							
7	D	Max	-0.137	0.236	-0.005	-0.597	-0.780	-0.020	-0.635	3.633	0.296	1.074
7		Min	-0.597	-0.780	-0.020							
8		Max	-0.009	4.413	-0.004	-0.038	4.413	-0.015				
8		Min	-0.038	0.759	-0.015							
9	E	Max	0.041	4.713	0.016	0.041	4.713	0.016	0.698	5.567	-0.145	-0.810
9		Min	0.003	-0.029	0.001							
10		Max	0.657	0.855	0.022	0.657	0.855	0.022				
10		Min	0.030	-0.276	0.001							
11	F	Max	-0.004	-0.125	-0.002	-0.022	-1.645	-0.011	-0.745	4.744	0.345	1.635
11		Min	-0.022	-1.645	-0.011							
12		Max	-0.170	6.389	-0.004	-0.723	6.389	-0.017				
12		Min	-0.723	0.872	-0.017							
13	G	Max	0.668	5.893	0.016	0.668	5.893	0.016	0.688	4.894	-0.287	-1.405
13		Min	0.007	0.160	-0.001							
14		Max	0.020	0.845	0.011	0.020	-0.998	0.011				
14		Min	-0.002	-0.998	-0.001							
15	H	Max	-0.138	0.103	-0.005	-0.600	-0.809	-0.020	-0.639	3.647	0.298	1.088
15		Min	-0.600	-0.809	-0.020							
16		Max	-0.009	4.455	-0.004	-0.038	4.455	-0.015				
16		Min	-0.038	0.631	-0.015							

Fuente: Propia

4.4.2.2 Dirección Y

Las reacciones se obtuvieron al sumar las fuerzas verticales, horizontales y momentos en cada punto de la cimentación.

Tabla 4.13 Carga vertical de servicio

Punto	Columna	Combinación	PS (t)	FV (t)
1	A	D+L	3.139	3.014
2		D+L	-0.125	
3	B	D+L	-0.693	3.587
4		D+L	4.280	
5	C	D+L	3.982	3.304
6		D+L	-0.678	
7	D	D+L	-0.023	2.938
8		D+L	2.961	
9	E	D+L	3.161	3.024
10		D+L	-0.138	
11	F	D+L	-0.718	3.568
12		D+L	4.286	
13	G	D+L	3.955	3.314
14		D+L	-0.641	
15	H	D+L	-0.051	2.938
16		D+L	2.989	

Fuente: Propia

Tabla 4.14 Carga axial, momento flector y fuerza cortante última.

Punto	Columna	StepType	F2 (t)	F3 (t)	M2 (t-m)	Análisis estructural						
						Vu (t)	Pu (t)	Mu (t-m)	Fh (t)	Fv (t)	e (m)	M (t-m)
1	A	Max	-0.001	4.680	0.359	-0.057	4.680	0.359	-0.246	5.536	0.150	0.828
1		Min	-0.057	-0.034	0.005							
2		Max	-0.005	0.857	0.469							
2		Min	-0.189	-0.224	0.007							
3	B	Max	0.000	0.072	0.354	-0.041	-1.619	0.354	-0.243	4.760	0.176	0.836
3		Min	-0.041	-1.619	0.001							
4		Max	-0.001	6.379	0.482							
4		Min	-0.202	1.114	0.002							
5	C	Max	-0.001	5.933	0.484	-0.202	5.933	0.484	-0.244	4.880	0.172	0.839
5		Min	-0.202	0.166	0.003							
6		Max	0.000	0.838	0.355							
6		Min	-0.042	-1.053	0.002							
7	D	Max	-0.005	0.236	0.480	-0.190	-0.780	0.480	-0.249	3.633	0.234	0.851
7		Min	-0.190	-0.780	0.008							
8		Max	-0.001	4.413	0.371							
8		Min	-0.059	0.759	0.005							
9	E	Max	0.001	4.713	0.351	-0.048	4.713	0.351	-0.243	5.567	0.147	0.820
9		Min	-0.048	-0.029	-0.007							
10		Max	0.007	0.855	0.469							
10		Min	-0.195	-0.276	-0.010							
11	F	Max	0.001	-0.125	0.351	-0.041	-1.645	0.351	-0.240	4.744	0.175	0.829
11		Min	-0.041	-1.645	-0.002							
12		Max	0.002	6.389	0.478							
12		Min	-0.199	0.872	-0.003							
13	G	Max	0.002	5.893	0.479	-0.199	5.893	0.479	-0.240	4.894	0.170	0.831
13		Min	-0.199	0.160	-0.003							
14		Max	0.000	0.845	0.352							
14		Min	-0.041	-0.998	-0.002							
15	H	Max	0.008	0.103	0.467	-0.181	-0.809	0.467	-0.238	3.647	0.227	0.829
15		Min	-0.181	-0.809	-0.011							
16		Max	0.001	4.455	0.361							
16		Min	-0.056	0.631	-0.007							

Fuente: Propia

4.5 Diseño de placa base y anclajes.

Para el dimensionamiento de la placa base se dispondrán de pernos de 16mm (3/4") de diámetro (D_r).

Cargas:

Se utilizaron las cargas de la columna que generaba mayor demanda a la placa.

$$P_u = 4.74 \text{ t}$$

$$V_u = 0.74 \text{ t}$$

$$M_u = 1.64 \text{ t-m}$$

Con la ecuación 2.51 y 2.52

$$M \geq b_{col} + 6D_r = 20 + 6 * 1.6 = 29.6 \text{ cm}$$

$$N \geq d_{col} + 10D_r = 40 + 10 * 1.6 = 56 \text{ cm}$$

Se adoptará una placa de secciones $M=60\text{cm}$; $N=60\text{cm}$

4.5.1 Capacidad de soporte del concreto.

$$\text{Área de la placa base: } A_1 = 3600 \text{ m}^2$$

$$\text{Área del pedestal: } A_2 = 6400 \text{ cm}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{6400/3600} = 1.33 < 2 \quad OK$$

Cálculo de resistencia al aplastamiento (Ec. 2.53 y 2.54)

$$\Phi_c f_{pmax} = 0.65(0.85 * 280 * 1.33) = 206.27 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Phi_c P_{max} = 482.66 \text{ t} \gg P_u = 4.74 \text{ t} \quad OK$$

4.5.2 Excentricidad equivalente y excentricidad crítica.

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{4.74}{1.64} \times 100 = 34.74 \text{ cm}$$

Carga lineal máxima (Ec. 2.55):

$$q_{max} = f_{p_{max}} M = (206.27/10)(60) = 1237.7 \frac{t}{m}$$

Excentricidad crítica (Ec. 2.56):

$$e_{crit} = \frac{N}{2} - \frac{P_u}{2q_{max}} = 60/2 - \frac{4.74}{2(1237.7)} = 34.74 \text{ cm}$$

$e > e_{crit} \rightarrow$ Existen momentos de magnitud grande.

Longitud de soporte (Ec. 2.57):

$$f = \frac{N}{2} - dist_{borde} = \frac{60}{2} - 5 = 25 \text{ cm}$$

$$\left(f + \frac{N}{2}\right)^2 = \left(25 + \frac{60}{2}\right)^2 = 3025 \text{ cm}^2$$

$$\left(f + \frac{N}{2}\right) = \sqrt{3306.25} = 55 \text{ cm}$$

$$\frac{2P_u(e + f)}{q_{m\acute{a}x}} = \frac{2(4.74)(34.47 + 25)}{1237.60} = 45.59 \text{ cm}^2$$

$$Y = 55 - \sqrt{3025 - 45.59} = 0.42 \text{ cm}$$

Tensión en las anclas (Ec. 2.65)

$$T_u = 1237.60(0.42) - 4.74 = 0.40t$$

4.5.3 Cálculo del espesor de la placa.

Fluencia en interfase a compresión

$$m = \frac{60 - 0.8(20)}{2} = 22cm$$

$$n = \frac{60 - 0.95(40)}{2} = 11cm$$

$$l = \max(14, 11) = 14cm$$

Cálculo de fluencia (Ec. 2.62)

$$f_p = f_{p\text{máx}} = 206.27 \text{ kg/cm}^2$$

El espesor de la placa (Ec. 2.63):

$$t_p = 2.11 \sqrt{\frac{206.27(0.42) \left(14 - \frac{0.42}{2}\right)}{2530}} = 1.81cm$$

Fluencia en interfase a tensión.

$$X = 6.7cm$$

$$t_p = 2.11 \sqrt{\frac{0.40(6.7)}{60(2530)}} = 0.28cm$$

Placa base: PL 400 × 600 × 20mm

4.5.4 Pernos de anclaje.

Resistencia a la tensión del ancla:

Se usarán varillas roscadas ASTM A307 de 16mm, y serán preinstaladas a la base de concreto (pedestal), con un adecuado refuerzo y confinamiento (concreto sin fisuración ante cargas de servicio).

$$f_y = 2530 \frac{kg}{cm^2}$$

$$f_u = 4070 \frac{kg}{cm^2}$$

$$A_r = 2.01 cm^2$$

$$T_r = \phi_t 0.75 f_u A_r = (0.75)(0.75)(4070)(2.01) = 4601.99t \gg T_u \rightarrow OK$$

Como T_u es menor que T_r , el número mínimo de anclas para resistir la tensión será de dos. $N_r = 2$

Momento flector generado en las anclas:

$$V_u = 0.74t$$

Cálculo del brazo (Ec. 2.68)

$$Brazo = \frac{2 + 0.28cm}{2} = 1.14cm$$

Cálculo del momento (Ec. 2.69)

$$M_1 = \frac{0.74(1.14)}{2} \times 1000 = 423.61 kg - cm$$

4.5.5 Esfuerzos combinados por tensión y corte:

4.5.5.1 Esfuerzos generados por tensión y compresión.

Cálculo de esfuerzos (Ec. 2.70)

$$f_{ta} = \frac{0.40}{2(2.85)} \times 10 = 71 \frac{kg}{cm^2}$$

Cálculo de esfuerzos (Ec. 2.71)

$$f_{tb} = \frac{6(423.61)}{1.905^2} = 367.64 \frac{kg}{cm^2}$$

Cálculo de esfuerzos (Ec. 2.72)

$$f_t = 71 + 367.64 = 438.65 \frac{kg}{cm^2}$$

4.5.5.2 Esfuerzo cortante en las anclas (Ec. 2.73):

$$f_v = \frac{0.74}{2(2.2.85)} = 130.66 \text{ kg/cm}^2$$

4.5.5.3 Esfuerzo de tensión nominal (Ec. 2.75):

$$f_{nt} = 0.75f_u = 0.75(4077) = 3057.75 \text{ kg/cm}^2$$

4.5.5.4 Esfuerzo de corte nominal (Ec. 2.76):

$$f_{nv} = 0.40f_u = 0.40(4077) = 1630.80 \text{ kg/cm}^2$$

4.5.6 Revisión por corte y tensión:

$$\frac{f_t}{f_{nt}} = \frac{438.65}{3057.75} = 14.34\% < 30\% \quad \frac{f_v}{f_{nv}} = \frac{130.66}{1630.80} = 8.01\% < 30\%$$

Como la tensión requerida tanto en tensión como en cortante es menor al 30%, no se considera necesario revisar la falla del perno por esfuerzos combinados de corte y tracción.

4.5.7 Profundidad de anclaje.

Profundidad de anclaje: $h_{ef} = 10\text{cm}$

$$1.5h_{ef} = 1.5 * 10 = 15\text{cm}$$

$$6D_r = 6 * 1.905 = 11.43\text{cm}$$

Como $1.5 h_{ef} > 6D_r$, y $h_{ef} < 11" = 24.2\text{cm}$, entonces:

Área proyectada del cono de ruptura para un grupo de anclas (Ec. 2.79):

$$A_{NC} = [12(1.905) + (2 + 1)(3)(1.6)](11.43 + 15) = 755.24\text{cm}^2$$

Área proyectada del cono de ruptura para un ancla (Ec. 2.70):

$$A_{NCO} = (6D_r + 1.5h_{ef})^2 = (11.43 + 15)^2 = 698.54\text{ cm}^2$$

Resistencia del anclaje al arrancamiento del concreto:

Para anclajes preinstalados:

Resistencia al arrancamiento de un solo anclaje en la zona de falla (Ec. 2.81).

$$N_B = 10\sqrt{f'_c}h_{ef}^{1.5} = 10\sqrt{280}(10)^{1.5}/1000 = 5.29\text{t}$$

Factores de modificación:

$\psi_{ec,N} = 1$: No existe excentricidad de la tensión resultante del grupo de anclas con el centroide de estas.

$$c_{a,min} = N/2 - f = 60/2 - 27.5 = 2.5\text{cm} > 1.5h_f = 15\text{cm}$$

La distancia del centro del perno es menor al ancho del área proyectada del cono de ruptura.

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{a,min}}{1.5h_{ef}} = 0.7 + 0.3 \times \frac{2.5}{15} = 0.75$$

$\psi_{c,N} = 1.25$: Se trabajará con concreto no fisurado ante cargas de servicio.

$\psi_{cp,N} = 1$: Se trabajarán con pernos preinstalados.

Finalmente:

$$\phi_p N_{cbg} = 0.70(1)(0.75)(1.25)(1)(5.29) \frac{755.24}{698.54} = 3.75\text{t} > T_u \quad \text{OK}$$

4.6 Dimensionamiento de la zapata:

Se propone una zapata aislada cuadrada de 1.40 por 1.40 metros, con una altura de desplante de 0.90m de grava con un peso volumétrico de 1.85 t/m^3 , y un nivel freático a 60 centímetros de profundidad.

Cargas:

$$P_{D+L} = 5.96 \text{ t} = F_v$$

$$M_U = 1.49 \text{ t} - \text{m}$$

$$V_u = 0.745 \text{ t} = F_h$$

4.6.1 Análisis por resistencia de suelo.

Esfuerzos de contacto:

Puesto que existirá un momento flector, se deberá considerar la excentricidad que este genera.

$$e = \frac{M_U}{F_v} = \frac{1.49}{5.96} = 0.25 \text{ m}$$

De la ecuación (Ec. 2.20)

$$\sigma_{\max} = \frac{5.96}{1.96} \left[1 + \frac{6(0.25)}{1.70} \right] = 4.71 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{\min} = \frac{5.14}{1.96} \left[1 - \frac{6(0.29)}{1.40} \right] = 0.29 \text{ t/m}^2$$

4.6.2 Carga última y carga admisible

Dado que la zapata descansa sobre un suelo granular ($C=0 \text{ t/m}^2$), la ecuación de carga última se define como:

$$q_u = \overline{\gamma}_{\text{despl}} D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma'_{\text{despl}} B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}; \text{ (Ec. 2.22)}$$

$$N_c = 18.05, N_q = 8.66, N_\gamma = 8.2$$

Factores de corrección (Ec.2.23-2.29)

Forma.	Profundidad.	Inclinación.
F_{qs}	F_{qd}	F_{qi}
$= 1 + \frac{1.7}{1.4} \tan(23) = 1.51$	$= 1 + \frac{2 \tan(23) [1 - \sin(23)]^2 0.90}{1.70}$	$= \left(1 - \frac{6.68}{90} \right)^2 = 0.85$
	$= 1.18$	

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{1.70}{1.40} = 0.51$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{6.68}{23}\right)^2 = 0.85$$

Nivel freático.

$$\overline{\gamma_{despl} D_f} = 1.28 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma'_{despl} = 1.85 - 1 = 0.85 \text{ t/m}^3$$

Carga última (Ec. 2.22):

$$q_u = 1.28(8.66)(1.18)(0.85) + 1/2(0.85)(1.70)(8.2)(0.51)(1)(0.85)$$

$$\therefore q_u = 18 \text{ t/m}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} ; FS = 3$$

$$q_{adm} = 6 \text{ t/m}^2 > \sigma_{m\acute{a}x} \Rightarrow \text{OK}$$

4.7 Cálculo de asentamientos.

La presión de sobrecarga efectiva se obtiene mediante los esfuerzos efectivos (Ec. 2.34) y los esfuerzos de sobrecarga (Ec. 2.30). Dado que la estructura se descansa en un suelo arcilloso, se deben considerar asentamientos por consolidación.

Definiendo el índice de sobreconsolidación de la ecuación (Ec. 2.36), los esfuerzos efectivos producidos por las cargas del plinto son menores que la presión de consolidación se considera como un suelo sobreconsolidado.

Por lo tanto, los asentamientos se calcularán con la ecuación (Ec. 2.38)

4.7.1 Asentamientos diferenciales por plinto

Tabla 4.15 Calculo de asentamientos

COLUMNA A			$\sigma = 1.07 \text{ t/m}^2$			$\sigma = 3.45 \text{ t/m}^2$		
Altura del estrato	Z [m]	$\sigma'_{vo}(Z)$ [t/m ²]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]
0.35	0	0.56	-	-	-	-	-	-
0.35	0.23	1.43	-	-	-	-	-	-
0.65	0.675	1.919	0.518	2.438	3.181	0.957	2.877	5.385
1.2	1.6	2.358	0.258	2.616	2.551	0.635	2.993	5.856
0.8	2.6	2.760	0.148	2.908	0.858	0.446	3.206	2.453
1	3.5	3.052	0.100	3.152	0.662	0.346	3.397	2.197
0.6	4.3	3.304	0.075	3.378	0.275	0.284	3.588	1.013
0.4	4.8	3.490	0.063	3.553	0.147	0.252	3.742	0.572
TOTAL					7.674		TOTAL	17.476
Diferencia							10 mm	

Fuente: Propia

Tabla 4.16 Calculo de asentamientos

COLUMNA B			$\sigma = 3.87 \text{ t/m}^2$			$\sigma = 0.38 \text{ t/m}^2$		
Altura del estrato	Z [m]	$\sigma'_{vo}(Z)$ [t/m ²]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]
0.35	0	0.56	-	-	-	-	-	-
0.35	0.23	1.43	-	-	-	-	-	-
0.65	0.675	1.919	1.953	3.873	9.344	0.079	1.998	0.536
1.2	1.6	2.358	1.004	3.362	8.716	0.060	2.418	0.618
0.8	2.6	2.760	0.589	3.349	3.171	0.045	2.805	0.266
1	3.5	3.052	0.402	3.454	2.536	0.036	3.088	0.241
0.6	4.3	3.304	0.302	3.606	1.075	0.030	3.334	0.112
0.4	4.8	3.490	0.257	3.747	0.582	0.027	3.517	0.063
TOTAL					25.423		TOTAL	1.837
Diferencia							24 mm	

Fuente: Propia

Tabla 4.17 Calculo de asentamientos

COLUMNA C			$\sigma = 0.50 \text{ t/m}^2$			$\sigma = 3.55 \text{ t/m}^2$		
Altura del estrato	Z [m]	$\sigma'_{vo}(Z)$ [t/m ²]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]
0.35	0	0.56	-	-	-	-	-	-
0.35	0.23	1.43	-	-	-	-	-	-
0.65	0.675	1.919	0.242	2.162	1.582	1.055	2.975	5.831
1.2	1.6	2.358	0.121	2.479	1.225	0.674	3.033	6.181
0.8	2.6	2.760	0.069	2.829	0.407	0.467	3.226	2.560
1	3.5	3.052	0.047	3.098	0.312	0.360	3.411	2.281
0.6	4.3	3.304	0.035	3.339	0.129	0.294	3.598	1.049
0.4	4.8	3.490	0.030	3.520	0.069	0.261	3.751	0.591
TOTAL					3.725		TOTAL	18.493
Diferencia							15 mm	

Fuente: Propia

Tabla 4.18 Calculo de asentamientos

COLUMNA D			$\sigma = 3.82 \text{ t/m}^2$			$\sigma = 0.64 \text{ t/m}^2$		
Altura del estrato	Z [m]	$\sigma'_{vo}(Z)$ [t/m ²]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]
0.35	0	0.56	-	-	-	-	-	-
0.35	0.23	1.43	-	-	-	-	-	-
0.65	0.675	1.919	1.846	3.766	8.971	0.134	2.053	0.898
1.2	1.6	2.358	0.919	3.277	8.088	0.102	2.460	1.037
0.8	2.6	2.760	0.529	3.289	2.873	0.076	2.836	0.446
1	3.5	3.052	0.357	3.409	2.266	0.061	3.112	0.403
0.6	4.3	3.304	0.266	3.570	0.952	0.051	3.354	0.187
0.4	4.8	3.490	0.226	3.716	0.514	0.045	3.535	0.105
TOTAL					23.663		TOTAL	3.076
Diferencia								21 mm

Fuente: Propia

Tabla 4.19 Calculo de asentamientos

COLUMNA E			$\sigma = 1.07 \text{ t/m}^2$			$\sigma = 3.47 \text{ t/m}^2$		
Altura del estrato	Z [m]	$\sigma'_{vo}(Z)$ [t/m ²]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]
0.35	0	0.56	-	-	-	-	-	-
0.35	0.23	1.43	-	-	-	-	-	-
0.65	0.675	1.919	0.515	2.434	3.162	0.962	2.882	5.409
1.2	1.6	2.358	0.256	2.615	2.534	0.638	2.996	5.881
0.8	2.6	2.760	0.147	2.907	0.853	0.448	3.208	2.464
1	3.5	3.052	0.100	3.151	0.657	0.347	3.399	2.207
0.6	4.3	3.304	0.074	3.378	0.273	0.285	3.589	1.017
0.4	4.8	3.490	0.063	3.553	0.146	0.253	3.743	0.574
TOTAL					7.625		TOTAL	17.553
Diferencia								10 mm

Fuente: Propia

Tabla 4.20 Calculo de asentamientos

COLUMNA F			$\sigma = 4.92 \text{ t/m}^2$			$\sigma = 0.07 \text{ t/m}^2$		
Altura del estrato	Z [m]	$\sigma'_{vo}(Z)$ [t/m ²]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]
0.35	0	0.56	-	-	-	-	-	-
0.35	0.23	1.43	-	-	-	-	-	-
0.65	0.675	1.919	2.376	4.296	10.724	0.014	1.933	0.093
1.2	1.6	2.358	1.183	3.541	9.990	0.011	2.369	0.111
0.8	2.6	2.760	0.681	3.441	3.613	0.008	2.768	0.048
1	3.5	3.052	0.460	3.511	2.873	0.007	3.058	0.044
0.6	4.3	3.304	0.342	3.646	1.212	0.006	3.309	0.021
0.4	4.8	3.490	0.291	3.781	0.655	0.005	3.495	0.012
TOTAL					29.067		TOTAL	0.329
Diferencia								29 mm

Fuente: Propia

Tabla 4.21 Calculo de asentamientos

COLUMNA G			$\sigma=0.31 \text{ t/m}^2$			$\sigma=4.47 \text{ t/m}^2$		
Altura del estrato	Z [m]	$\sigma'_{vo}(Z)$ [t/m ²]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]
0.35	0	0.56	-	-	-	-	-	-
0.35	0.23	1.43	-	-	-	-	-	-
0.65	0.675	1.919	0.148	2.067	0.987	1.361	3.281	7.136
1.2	1.6	2.358	0.074	2.432	0.755	0.859	3.217	7.629
0.8	2.6	2.760	0.042	2.802	0.249	0.591	3.351	3.179
1	3.5	3.052	0.029	3.080	0.191	0.454	3.506	2.842
0.6	4.3	3.304	0.021	3.325	0.079	0.372	3.675	1.310
0.4	4.8	3.490	0.018	3.508	0.042	0.330	3.820	0.739
TOTAL					2.303		TOTAL	22.836
Diferencia							21 mm	

Fuente: Propia

Tabla 4.22 Calculo de asentamientos

COLUMNA H			$\sigma=3.84 \text{ t/m}^2$			$\sigma=0.62 \text{ t/m}^2$		
Altura del estrato	Z [m]	$\sigma'_{vo}(Z)$ [t/m ²]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]	$\Delta\sigma$ [t/m ²]	$\sigma'_{vf}(Z)$ [t/m ²]	S [mm]
0.35	0	0.56	-	-	-	-	-	-
0.35	0.23	1.43	-	-	-	-	-	-
0.65	0.675	1.919	1.857	3.776	9.008	0.129	2.049	0.867
1.2	1.6	2.358	0.924	3.283	8.126	0.098	2.457	1.003
0.8	2.6	2.760	0.532	3.292	2.888	0.074	2.833	0.431
1	3.5	3.052	0.359	3.411	2.278	0.059	3.110	0.390
0.6	4.3	3.304	0.268	3.571	0.957	0.049	3.353	0.180
0.4	4.8	3.490	0.227	3.717	0.516	0.044	3.534	0.102
TOTAL					23.774		TOTAL	2.973
Diferencia							21 mm	

Fuente: Propia

4.7.2 Diferencia de asentamientos.

Los asentamientos diferenciales, se analizan en función de la distancia entre apoyos y columnas y no deben exceder de esta entre 160.³²

$$Diferencia_{m\acute{a}x} = \frac{\text{distancia entre apoyos}}{160}$$

³² (NEC, Geotecnia y Cimentaciones, 2015)

Tabla 4.23 Asentamientos diferenciales entre apoyos

COLUMNA	Asentamiento (mm)	Distancia (m)	Diferencia de asentamiento	Diferencia máxima (mm)	Estado
A	10				
		10.9	14	68.125	OK
B	24				
		3.14	9	19.625	OK
C	15				
		10.5	6	65.625	OK
D	21				

Fuente: Propia

Tabla 4.24 Asentamientos diferenciales entre apoyos

COLUMNA	Asentamiento (mm)	Distancia (m)	Diferencia de asentamiento	Diferencia máxima (mm)	Estado
D	10				
		10.9	19	68.125	OK
E	29				
		3.14	8	19.625	OK
F	21				
		10.5	0	65.625	OK
G	21				

Fuente: Propia

4.8 Diseño del dado de cimentación

Sección transversal (Ec. 2.84-2.85)

$$b_p = 60 + 8.5(1.905) = 69.30 < 80 \text{ OK}$$

$$h_p = 60 + 8.5(1.905) = 69.30 < 80 \text{ OK}$$

En base que la longitud del pedestal es corta, solo se considerarán los efectos de carga axial (compresión), y como la demanda es baja en relación a la sección trasversal, dado que el ancho de la columna debe ser al menos 10 cm de cada lado mayor que la placa base; se usará la cuantía mínima para columnas (Ec. 2.86).

$$A_s = 0.01A_g = 0.01(80)(80) = 64\text{cm}^2$$

Distribución:

Se usarán 16 varillas de 24mm, distribuidas uniformemente en la sección de la columna.

4.8.1 Cortante.

Dado que las demandas son bajas, en relación con las dimensiones del pedestal, se usará varillas de 10mm cada 10cm.

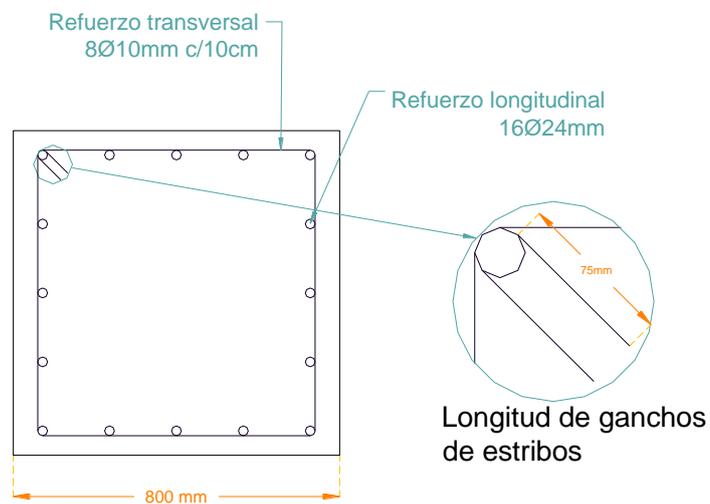


Figura 4.19 Detalle del armado del dado

4.9 Cálculo de refuerzo del plinto

Tabla 4.25 Datos de Plinto

Datos	
f'c	280 kg/cm ²
fy	4200 kg/cm ²
raiz(f'c)	16.73320053
c	0.80 m

Fuente: Propia

4.9.1 Verificación de secciones.

Presión de sobrecarga:

$$P_s = D_f * \gamma_{despl} = 0.9(1.85) = 1.48 \text{ t/m}^2$$

Área requerida:

$$A_{req} = \frac{F_v}{q_{adm} - P_s} = \frac{5.96}{6.00 - 1.48} = 1.32 \text{ m}^2 < 2.38 \text{ m}^2 \quad \text{OK}$$

Altura de la zapata:

$$P_u = P_u + 1.2W_{pp} = 5.54 + 1.2(2.37) = 8.38 \text{ t}$$

Presión de contacto:

$$q_u = \frac{P_u}{A_{zapata}} = \frac{8.38}{2.38} = 3.52 \text{ t/m}^2$$

4.9.2 Cálculo del peralte “d” por punzonamiento.

$$V_u = P_u - q_u(c - d)^2; d = 15 \text{ cm (valor propuesto)}$$

$$V_u = 8.66 - 3.64(0.75 - 0.15)^2 = 6.89 \text{ t}$$

Resistencia: $\phi_v V_c = \phi_v \sqrt{f'_c} b_o d$

$$b_o = 4(c + d)d$$

$$b_o = 4(75 + 15)(15) = 380 \text{ cm}$$

$$\phi_v V_c = 0.75(16.73)(360)(15)/1000 = 71.53 \text{ t} \gg 6.89 \text{ t} \quad \text{OK.}$$

4.9.3 Comprobación del peralte por cortante, como viga.

$$X_v = \frac{B}{2} - \frac{c}{2} - d = \frac{170}{2} - \frac{80}{2} - 15 = 30\text{cm}$$

$$\phi_v V_c = 0.80 * 0.53\sqrt{f'c}bd = 0.80(0.53)(16.73)(360)(15) = 16.96\text{t}$$

$$V_u = q_u(X_v B) = 3.5(17.5)(1.70) = 1.80\text{t} < \phi_v V_c \quad \text{OK}$$

4.9.4 Refuerzo longitudinal y transversal.

$$X_F = \frac{1}{2}(B - c) = \frac{1}{2}(170 - 80) = 30\text{cm}$$

$$M_U = \frac{1}{2}q_u X_F^2 = 0.36\text{t} - \text{m/m}$$

Acero de refuerzo

$$A_s = \frac{M_U}{\phi_j f_y d} = 0.80\text{m}^2/\text{m}$$

$$A_{s_{\min}} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{0.8\sqrt{f'c}}{f_y} bd = \frac{0.8(16.73)}{4200} (100)(15) = 4.78\text{cm}^2/\text{m} \\ \frac{14}{f_y} bd = \frac{14}{4200} (100)(15) = 5.00\text{cm}^2/\text{m} \end{array} \right.$$

$$A_{s_{\min}} = 5.00\text{cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0.75\rho_b bd$$

$$\rho_b = \frac{0.85^2 f'c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) = \frac{0.85^2 (280)}{4200} \left(\frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 2.83\%$$

Se usará una cuantía media de:

$$\rho = 1.23\%$$

$$A_s = 18.44 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Diámetro de la varilla:

$$\phi_s = 16\text{mm}$$

Número de varillas:

$$n_v = \frac{LA_s}{\left(\frac{\pi\phi_s^2}{4}\right)}$$

$$n_v = \frac{1.4(18.44)}{\left(\pi \frac{1.6^2}{4}\right)} = 13 \text{ varillas}$$

$$A_s: 13\phi = 16\text{mm}$$

4.9.5 Transferencia de carga Dado-Zapata

$$A_1 = 6400 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 160000 \text{ cm}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 5 > 2$$

Resistencia al aplastamiento:

$$\phi P_n = \phi f'_c A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 1980.16 \text{ t} ; \phi = 0.65$$

Pasadores-zapata:

$$d_b = 16\text{mm}$$

$$L_{dc} = \max \begin{cases} 0.075 \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} d_b = 18.82 d_b \\ 0.004 f_y d_b = 16.80 d_b \end{cases}$$

$$L_{dc} = 1.6 * 18.82 = 32 \text{ cm} > d = 15 \text{ cm} = L_{dc} = 15 \text{ cm}$$

Traslape-pedestal:

$$L_{dc} = \max \begin{cases} 18.82 d_b = 49.06 \text{ cm} \\ 0.004 f_y d_b = 50.00 \text{ cm} \end{cases}$$

Traslape:

$$L_{dc} = 50.00 \text{ cm}$$

Cuantía de varillas para pasadores:

$$A_{smin} = 0.005 A_{gdado} = 32 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 16 \frac{\pi(1.6)^2}{4} = 32.17 \text{ cm}^2 > A_{smin} \quad OK$$

4.9.6 Diseño de riostras

Tomado del ACI 318

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_u = 1.05 \text{ t} - \text{m}$$

$$V_u = 0.66 \text{ t}$$

$$K_u = 40.60 \text{ kg/cm}^2$$

Sección transversal:

$$bd^2 = \frac{M_u}{K_u} = \frac{1.05(100000)}{40.60} = 2586 \text{ cm}^3$$

Adoptar $b=15\text{cm}$

$$d = \sqrt{\frac{2586}{15}} = 13.13 \text{ cm}$$

Adoptar $d=18\text{cm}$; $h=20\text{cm}$

Acero de refuerzo:

$$A_s = \frac{M_u}{3400d} = \frac{1.05(100000)}{3400(18)} = 1.71 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 2 \phi 10\text{mm}$$

Estribos (ACI 318-11.1.1)

Resistencia al corte del concreto:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}bd = 0.53\sqrt{280}(15)(18) = 2.40 \text{ t}$$

Cortante en varillas:

$$V_s = \frac{V_u}{0.75} - V_c = \frac{0.66}{0.75} - 2.40 = -1.46 \text{ t}$$

Separación máxima:

Como el cortante en las varillas es negativo, no se requiere estribos, sin embargo, se adoptará el espaciamiento mínimo para asegurar el confinamiento del hormigón:

$$s_{max} = \frac{h}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$$

4.9.7 Diseño de plintos muertos

Las dimensiones y refuerzos del plinto y el dado se las obtuvieron utilizando el procedimiento de diseño de la cimentación principal, obteniendo los siguientes resultados.

Plinto
 Largo: 1.00 m
 Ancho: 1.00 m
 Espesor: 20 cm
 Refuerzo: 4 ϕ 14 mm

Dado
 Largo: 40 cm
 Ancho: 40 cm
 Alto: 50 cm
 Refuerzo longitudinal: 8 ϕ 16 mm
 Refuerzo transversal: $\phi=10$ mm

4.10 Diseño de la soldadura

4.10.1 Conexión entre canales y celosías

La celosía de las columnas, se encuentran formadas por ángulos dobles, los mismos que están sujetos a tracción o compresión. La unión de estos perfiles con los canales se realizará mediante una soldadura de tipo filete.

$$A36; F_u = 58 \text{ KSI} = 4077.4 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_{EXX} = 60 \text{ KSI} = 4218.34 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$L25x25x3; A_g = 1.33 \text{ cm}^2 = 0.206 \text{ in}^2$$

$$\text{Distancia al centroide} = 0.78 \text{ cm} = 0.307 \text{ in}$$

$$U = 1.0$$

$$\phi_t P_n = 0.9 F_y A_g = 0.9 * 36 * 0.206 = 6.674 \text{ Kips (Controla)}$$

$$\phi_t P_n = 0.75 F_u U A_e = 0.75 * 58 * 1 * 0.206 = 8.961 \text{ Kips}$$

$$\phi R_n = 0.75 * 0.707 * W * F_{nw} = 0.75 * 0.707 * \frac{1}{16} * 0.6 * 60 = 1.193 \frac{\text{Kip}}{\text{in}}$$

Resistencia de diseño por pulgada de soldadura =

$$1.193 * D = 1.193 * 2 = 2.386 \frac{\text{Kips}}{\text{in}}$$

Revisando resistencia del miembro

$$0.6 F_y t = 0.6 * 36 * 0.118 = 2.55 \frac{Kips}{in}$$

$$0.45 F_u t = 0.45 * 58 * 0.118 = 3.08 \frac{Kips}{in}$$

Longitud total requerida de soldadura

$$\frac{6.674}{2.386} = 2.80 \text{ in} = 7.11 \text{ cm}$$

Realizando momentos respecto al punto A

$$6.674(0.677) - (0.984)P_2 = 0$$

$$P_2 = 4.59 \text{ Kips}$$

Longitud de soldadura para elementos diagonales

$$L_1 = \frac{4.59}{2.39} = 1.92 \text{ in} \approx 2.00 \text{ in} = 5.00 \text{ cm}$$

$$L_2 = 2.80 - 1.92 = 0.88 \text{ in} \approx 1.00 \text{ in} = 2.50 \text{ cm}$$

Longitud de soldadura para elementos horizontales

$$\frac{2.80 - 0.98}{2} = 0.91 \approx 1.00 \text{ in} = 2.50 \text{ cm}$$

4.10.2 Arriostramiento en columnas

$$A36; F_u = 58 \text{ KSI} = 4077.4 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$F_{EXX} = 60 \text{ KSI} = 4218.34 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$L40x40x4 ; A_g = 2.90 \text{ cm}^2 = 0.45 \text{ in}^2$$

$$\text{Distancia al centroide} = 1.20 \text{ cm} = 0.47 \text{ in}$$

$$U = 1.0$$

$$\phi_t P_n = 0.9 F_y A_g = 0.9 * 36 * 0.45 = 14.58 \text{ Kips (Controla)}$$

$$\phi_t P_n = 0.75 F_u U A_e = 0.75 * 58 * 1 * 0.45 = 19.57 \text{ Kips}$$

$$\phi R_n = 0.75 * 0.707 * W * F_{nw} = 0.75 * 0.707 * \frac{1}{16} * 0.6 * 60 = 1.193 \frac{\text{Kip}}{\text{in}}$$

Resistencia de diseño por pulgada de soldadura =

$$1.193 * D = 1.193 * 2 = 2.386 \frac{\text{Kips}}{\text{in}}$$

Revisando resistencia del miembro

$$0.6 F_y t = 0.6 * 36 * 0.16 = 3.47 \frac{\text{Kips}}{\text{in}}$$

$$0.45 F_u t = 0.45 * 58 * 0.16 = 4.17 \frac{\text{Kips}}{\text{in}}$$

Longitud total requerida de soldadura

$$\frac{14.58}{2.386} = 6.11 \text{ in} = 15.52 \text{ cm}$$

Realizando momentos respecto al punto A

$$14.58(1.10) - (1.57)P_2 = 0$$

$$P_2 = 10.22 \text{ Kips}$$

Longitud de soldadura para elementos diagonales

$$L_1 = \frac{10.22}{2.39} = 4.27 \text{ in} \approx 4.3 \text{ in} = 10.9 \text{ cm}$$

$$L_2 = 6.11 - 4.3 = 1.81 \text{ in} \approx 2.00 \text{ in} = 5.0 \text{ cm}$$

4.10.3 Soldaduras Conexiones viga-columna

$$P_u = 0.683 \text{ Kips}$$

$$M_u = 8.66 \text{ Kips} - \text{pulg}$$

$$f_v = \frac{P_u}{A} = \frac{0.683}{2 * 1.97} = 0.17 \frac{\text{Kips}}{\text{pulg}}$$

$$f_b = \frac{M c}{I} = \frac{8.66 * 0.985}{2 * \frac{1}{12} * 1 * 1.97^3} = 6.69 \frac{\text{Kips}}{\text{pulg}}$$

$$f_r = \sqrt{f_v^2 + f_b^2} = \sqrt{0.17^2 + 6.69^2} = 6.69 \frac{\text{Kips}}{\text{pulg}}$$

Tamaño requerido de soldadura

$$\frac{f_r}{\phi * 0.707 * 1 * 0.6 * F_{EXX}} = \frac{6.69}{0.75 * 0.707 * 1 * 0.6 * 60} = 0.35 \text{ pulg}$$

$$0.35 \text{ pulg} = 0.89 \text{ cm} \approx 0.9 \text{ cm}$$

4.10.4 Conexión placa base-columna

$$I_x = \frac{1}{12} * 1 * 7.87^3 + 2 * 1.97 * 3.94^2 = 101.78 \text{ pulg}^4$$

$$I_y = 2 * \frac{1}{12} * 1 * 1.97^3 + 2 * 1.97 * (0.98 - 0.39)^2 + 7.87 * 0.39^2 \\ = 3.84 \text{ pulg}^4$$

$$J = 105.62 \text{ pulg}^4$$

$$R_n = 0.707 * 1 * 0.6 * 60 = 25.45 \frac{\text{Kips}}{\text{pulg}^2}$$

$$\phi R_n = 0.75 * 25.45 = 19.09 \frac{\text{Kips}}{\text{pulg}^2}$$

$$P_u = 4.74 T = 10.45 \text{ Kips}$$

$$M_u = 1.64 T - m$$

$$e = \frac{1.64}{4.74} = 0.346 \text{ m}$$

$$f_h = \frac{10.45 * 15.20 * 3.94}{105.62} = 5.93 \frac{\text{Kips}}{\text{pulg}}$$

$$f_v = \frac{10.45 * 15.20 * 0.39}{105.62} = 0.59 \frac{\text{Kips}}{\text{pulg}}$$

$$f_s = \frac{10.45}{11.81} = 0.88 \frac{\text{Kips}}{\text{pulg}}$$

$$f_r = \sqrt{(0.59 + 0.88)^2 + (5.93)^2} = 6.11 \frac{\text{Kips}}{\text{pulg}}$$

$$\text{Tamaño de soldadura} = \frac{6.11}{19.09} = 0.32 \text{ pulg}$$
$$0.32 \text{ pulg} = 0.81 \text{ cm}$$

CAPÍTULO 5

5. FABRICACIÓN Y MONTAJE

Una vez que la estructura ha sido diseñada y teniendo el detalle de las secciones adecuadas para la construcción respectiva, se deben seguir ciertos procesos que serán mostrados en este capítulo para asegurar la calidad del material durante la etapa de fabricación y que su proceso de montaje se ejecute de manera correcta.

5.1 Fabricación

La etapa de fabricación de cualquier tipo de estructuras se debe realizar adecuadamente en el ambiente de trabajo correcto, con los equipos adecuados, maquinarias apropiadas y mano de obra calificada sin correr el riesgo de alterar la calidad del material previamente elegido.

Para la fabricación de una estructura se deben seguir algunas etapas detalladas a continuación.

5.1.1 Compra del material

Con el material seleccionado y los elementos de la estructura diseñados, se procede con la compra de material que en este caso es acero A36, el proveedor debe brindar un material nuevo y libre de imperfecciones o daños, con los respectivos certificados de calidad.

5.1.2 Transporte y almacenamiento

El transporte de materiales destinados a la construcción debe siempre hacerse con cuidado, para evitar daños. Es necesario conseguir un vehículo de dimensiones y espacio adecuados para llevarlos al lugar de fabricación, una vez que el material haya llegado al sitio, su descarga debe realizarse con ayuda de elementos que faciliten la labor. ³³

³³ (Colimba Quijía & Choca Simbaña, 2016)

La persona encargada de recibir el material deberá inspeccionar que el material llegue a su destino sin daños ocasionados durante el trayecto para ser colocados en el área previamente separada para su almacenamiento.

5.1.3 Trazado

Cada material diseñado tiene dimensiones que se deben respetar. La estructura consta de dos pórticos en el sentido de x y ocho columnas en total. Se inicia con el trazado de cada elemento, en este caso, los perfiles C para cada columna, los ángulos L para la celosía.

5.1.4 Corte y ensamblaje

Debido a la exactitud que debe tener cada perfil requerido para el proyecto, esta parte se vuelve una de las más importantes y debe realizarse con cautela y por personas con experiencia. El corte de cada elemento se puede realizar por medio de dos herramientas:

1. Tronzadora: Es una herramienta de corte eléctrica para materiales metálicos, sus cortes se realizan por abrasión mediante disco, son rectos y en ángulo sobre perfiles.



Figura 5.1 Tronzadora
(SODIMAC)

2. Amoladora: Esta herramienta, funciona de manera eléctrica y manual, es conocida por su versatilidad debido a la gran cantidad de materiales que se pueden cortar con ella, por ejemplo, mármol, cerámica e incluso paredes.



Figura 5.2 Amoladora
(GARBARINO)

El corte de los perfiles C y L se realiza posteriormente a su trazado, por medio de una de las dos herramientas nombradas anteriormente.

El ensamblaje de cada perfil se realiza con el objeto de dar la forma final a la pieza que luego formará parte de la estructura. El ensamblado de los perfiles se puede realizar por medio de tornillos o por soldadura garantizando una coacción adecuada.

Para este proyecto, el ensamblaje de los perfiles se realiza por medio de soldadura tipo SMAW E6011, por ser una de las más neutras y conocidas en el mercado.

5.1.5 Inspección del ensamblaje

Con el objeto de asegurar la calidad del perfil ensamblado, se debe inspeccionar la pieza previamente unida por personal calificado. La

inspección se puede realizar mediante ensayos como: el uso de tinta penetrante, radiografía industrial y el más común, la inspección visual, velando que no existan deformaciones que excedan los límites establecidos por la norma.

5.1.6 Pintura

Una vez que haya terminado la fase de inspección sigue el proceso de pintado del material, el cual se debe realizar con pinturas adecuadas que ayuden a soportar las condiciones a las que los elementos se encontrarán expuestos, esta actividad es realizada en taller y es necesario marcar cada elemento fabricado para que puede ser debidamente identificado y colocado en su lugar.

Antes de iniciar con la pintura del material, se debe limpiar muy bien y posteriormente pintar con protección anticorrosiva gris.

5.2 Montaje ³⁴

El montaje de la estructura se realiza una vez que se hayan cumplido con todas las etapas de la parte de fabricación, Antes de proceder con el montaje, deberá verificarse el cumplimiento de los siguientes puntos mostrados a continuación:

1. Verificar la ubicación exacta del proyecto, niveles y placas
2. Se debe hacer uso de algunas maquinarias o equipos, como grúas para montaje de perfiles sobre su columna
3. Se realiza el mismo procedimiento para cada pórtico de la estructura.

³⁴ (Acosta, 2008)

5.2.1 Transporte y descarga

Una vez que el proceso de fabricación e inspección de los elementos haya culminado, se prosigue con el transporte de los perfiles al lugar de implementación del proyecto por lo cual, es necesario contar con el transporte adecuado, considerando el tamaño de los elementos a transportar. Al igual que en la sección 5.1.2 se debe realizar una breve inspección durante la descarga de cada elemento.

Entre los equipos usados para la descarga del material, se depende en gran parte de la magnitud del proyecto, pueden ser grúas, plataformas elevadoras, tecles, entre otros.

5.2.2 Preparación de elementos estructurales y punteado de soldadura

Previo al montaje de cada elemento como parte de la estructura final, se recomienda marcarlos para evitar errores durante su instalación. Para dar inicio al montaje de la estructura se realiza un proceso conocido como punteado, que consiste en ubicar cada elemento en la posición designada según los planos con ayuda de equipos y maquinaria adecuada por medio de cordones pequeños de soldadura con el objetivo de posicionar correctamente cada uno y realizar la soldadura final.³⁵

5.2.3 Inspección de elementos

Se revisa que los elementos hayan sido ubicados correctamente, respetando los planos estructurales del proyecto, una vez que se confirme el correcto posicionamiento de cada uno, se procede con la parte de soldadura final.

³⁵ (Colimba Quijia & Choca Simbaña, 2016)

5.2.4 Soldadura e Inspección final

Este método de unión en conexiones se realiza con la finalidad de proveer rigidez a las estructuras, comparándola con otros métodos de unión de conexiones, resulta más económico y efectivo con una pequeña desventaja al considerar que se requiere de personal debidamente capacitado. La inspección de esta fase debe realizarse de manera rigurosa mediante ensayos no destructivos ya mencionados en la sección 5.1.5 y aplicando criterios especificados por la norma aplicable.

5.2.5 Pintura

Con el objeto de asegurar un correcto soporte frente a condiciones adversas a las que se encontrarán expuestos los elementos de la estructura se procede con la pintura final de cada miembro.

5.3 Consideraciones en el proceso de fabricación y montaje para el diseño de este proyecto.

1. Realizar el respectivo trazado de los elementos en el material de acero.
2. Realizar el corte del perfil por medio de uno de los dos equipos de la sección 5.1.4 ya que son los más usados en talleres.
3. Realizar el ensamblaje de cada elemento de perfil por medio de soldadura
4. Una vez finalizadas las actividades anteriores se procede a hacer una limpieza y luego la soldadura para cada elemento.
5. Para verificar la eficiencia de cada actividad, se debe realizar una inspección a los elementos soldados por medio de métodos no destructivos, como la inspección visual o por medio de tintes penetrantes.
6. Posterior a eso, y luego de realizar una limpieza, se procede con la pintura de cada elemento con protección anticorrosiva.
7. Para el montaje de los elementos que formarán la estructura, es necesario transportarlos al lugar de proyecto.
8. Descargar los materiales en la zona designada como bóveda e inspeccionar su estado de llegada.

9. Con ayuda de equipos y mano de obra calificada, se da inicio al montaje de la estructura, colocando las columnas y seguido, los elementos que formarán la cercha, las correas, los tensores, la cubierta, canales de aguas lluvias con respectivas bajantes.
10. Antes de la soldadura final o remate, se realiza una actividad conocida como punteado de soldadura, en la cual los perfiles van siendo colocados poco a poco en la zona indicada en los planos, hasta encontrar su ubicación correcta.
11. Se debe realizar una inspección a los elementos ya montados en la estructura para verificar que se encuentren situados en el lugar asignado y con la orientación correcta.
12. Uno de los últimos puntos es realizar la soldadura final o remate de cada elemento.
13. Una vez que la soldadura final sea realizada, se inspecciona todo para asegurarse de que se han cumplido con todas las especificaciones planteadas en los planos.
14. Se realiza una inspección final, para observar que se ha cumplido correctamente con lo establecido en el proceso de soldadura.
15. Se realiza la limpieza de los perfiles y finalmente se pinta cada elemento soldado.
16. Como punto final, tenemos la instalación de las lámparas y todo el cableado del sistema de iluminación.

CAPÍTULO 6

6. ANÁLISIS DE COSTOS

Este capítulo contiene un análisis de precios unitarios para cada rubro incluido en la construcción, y el presupuesto total del proyecto.

6.1 Presupuesto Referencial del Proyecto

Tabla 6.1 Presupuesto Referencial del Proyecto

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
Obra Civil:	CONSTRUCCIÓN DE CUBIERTA METÁLICA EN INGRESO PRINCIPAL GATE BASUIL				
Elaborado por:	EVELYN JANETH TOMALÁ LÁINEZ		Fecha de elaboración:	ago-18	
	MILTON ROQUE SALTOS QUIÑONEZ				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES				
1.1	Demolición de obras existentes				
1.1.1	Corte y demolición de pavimento de hormigón armado e=20 cm (Incluye Desalojo)	M2	35.00	16.36	572.60
1.1.2	Demolición de bordillo y cuneta (Incluye Desalojo)	ML	3.00	6.55	19.65
1.1.3	Demolición de contrapiso-andenes (Incluye Desalojo)	M2	7.00	6.64	46.48
1.2	Instalación de Nueva Obra				
1.2.1	Trazado y replanteo	M2	122.50	1.54	188.65
				Subtotal	827.38
2	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.1	Excavación y desalojo manual	M3	25.42	8.62	219.10
2.2	Relleno manual compactado	M3	10.65	20.34	216.58
2.3	Capa de relleno sub-base clase 1 e=20 cm	M3	1.50	29.66	44.49
				Subtotal	480.17

3	OBRAS DE HORMIGÓN SIMPLE				
3.1	Replanteo e=5cm	M2	21.60	8.35	180.36
3.2	Muro de piedra base 40 cm	ML	60.00	9.94	596.40
3.3	Acera paletada e=8cm. f'c=180 kg/cm ²	M2	7.00	15.89	111.23
3.4	Bordillo y cunetas paletados f'c= 210 Kg/cm ²	ML	3.00	27.13	81.39
3.5	Bordillo f'c=180 Kg/cm ² H=0.4 m A=0.15-0.20 M	ML	3.00	22.51	67.53
				Subtotal	1036.91
4	IMPERMEABILIZACIÓN				
4.1	Llenado y sellado de juntas con SIKA FLEX	ML	73.00	11.5	839.5
				Subtotal	839.5
5	CIMENTACIÓN				
5.1	Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm ²				
5.1.1	Zapatas y dados f'c= 280 Kg/cm ²	KG	2130.87	2.10	4474.82
5.1.2	Riostras f'c=280 kg/cm ²	KG	370.93	2.10	778.95
5.2	Estructura de hormigón (Incluye Encofrado)				
5.2.1	Zapatas y dados f'c= 280 Kg/cm ²	M3	11.23	264.42	2969.97
5.2.1	Riostras f'c=280 kg/cm ²	M3	3.19	264.42	843.50
5.3	Capa de rodadura de hormigón f'c=280 Kg/cm ² con hormigón mezclado en planta	M3	1.50	300.05	450.08
				Subtotal	9517.32
6	ESTRUCTURA METÁLICA				
6.1	Cubierta Metálica				
6.1.1	Estructura de acero (perfiles para estructura)	KG	7964.64	3.92	31221.39
6.1.2	Cubierta Metálica	M2	252.00	20.24	5100.48
6.2	Frontón				
6.2.1	Estructura de acero (perfiles para frontón)	KG	651.94	3.92	2555.61
6.2.2	Planchas para frisos	M2	348.20	19.05	6633.21
				Subtotal	45510.69
7	PINTURA				
7.1	Pintura para bordillos	ML	40.00	2.97	118.8
				Subtotal	118.80

8	INSTALACIONES				
8.1	Aguas Lluvias				
8.1.1	Tuberías de bajantes para aguas lluvias Ø=110 mm	ML	35.20	7.12	250.62
8.1.2	Canalón Metálico	ML	18.00	35.74	643.32
8.1.3	Flashing	ML	92.80	7.25	672.80
8.1.4	Perforación de tol para salida de bajantes	UND	4.00	4.64	18.56
8.2	Eléctricas				
8.2.1	Punto de luz 120 V	PTO	8.00	51.99	415.92
8.2.2	Alimentador eléctrico 120 V	UND	1.00	41.03	41.03
8.2.3	Luminaria tipo Bahía de 60 W led sobrepuesta	UND	8.00	300.00	2400.00
				Subtotal	4442.25
SUBTOTAL 2					62773.03
IVA 12%					7532.76
TOTAL					70305.79

Fuente: Propia

El detalle de las cantidades para cada rubro se encuentra en el anexo A del documento.

6.2 Análisis de Precios Unitarios

Tabla 6.2 APU Rubro 1.1.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	1.1.1			Unidad:	M2
Detalle:	Corte y demolición de pavimento de hormigón armado e=20 cm (Incluye Desalojo)				
Rendimiento:	8.00	Unidades /hora		0.125	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales					0.1059
Minicargador con martillo rompedor	1.0000	22.0000	22.0000	0.1250	2.7500
Minicargadora (bobcat)	1.0000	12.0000	12.0000	0.1250	1.5000
Volqueta	1.0000	20.0000	20.0000	0.1250	2.5000
Cortadora de hormigón	1.0000	4.2000	4.2000	0.1250	0.5250
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					7.3809
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H R	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador minicargador	1.0000	3.9300	3.9300	0.1250	0.4913
Operador minicargadora	1.0000	3.9300	3.9300	0.1250	0.4913
Conductor volqueta	1.0000	5.1500	5.1500	0.1250	0.6438
Operador cortadora	1.0000	3.9300	3.9300	0.1250	0.4913
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					2.1175
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
				0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					-
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Desalojo de material	5.00	m3/km	3.5000	0.2700	4.7250
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					4.7250
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	14.2234
COSTOS INDIRECTOS (CI)			15.00%	x (CD)	2.1335
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	16.3569
VALOR OFERTADO					16.36

Fuente: Propia

Tabla 6.3 APU Rubro 1.1.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	1.1.2			Unidad:	ML
Detalle:	Demolición de bordillo y cuneta (Incluye Desalojo)				
Rendimiento:	70.00	Unidades/hora		0.014	Horas/unidad
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.0093
Minicargador con martillo rompedor	1.0000	22.0000	22.0000	0.0143	0.3143
Minicargadora (bobcat)	1.0000	12.0000	12.0000	0.0143	0.1714
Volqueta	1.0000	20.0000	20.0000	0.0143	0.2857
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.7807
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador minicargador	1.0000	3.9300	3.9300	0.0143	0.0561
Operador minicargadora	1.0000	3.9300	3.9300	0.0143	0.0561
Conductor volqueta	1.0000	5.1500	5.1500	0.0143	0.0736
			-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.1859
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
				0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					-
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Desalojo de material	5.00	m3/km	3.5000	0.2700	4.7250
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					4.7250
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	5.6916	
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	0.8537	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	6.5453
VALOR OFERTADO					6.55

Fuente: Propia

Tabla 6.4 APU Rubro 1.1.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	1.1.3			Unidad:	M2
Detalle:	Demolición de contrapiso-andenes (Incluye Desalojo)				
Rendimiento:	22.00	Unidades /hora		0.045	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.0296
Minicargador con martillo rompedor	1.0000	22.0000	22.0000	0.0455	1.0000
Minicargadora (bobcat)	1.0000	12.0000	12.0000	0.0455	0.5455
Volqueta	1.0000	20.0000	20.0000	0.0455	0.9091
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					2.4841
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador minicargador	1.0000	3.9300	3.9300	0.0455	0.1786
Operador minicargadora	1.0000	3.9300	3.9300	0.0455	0.1786
Conductor volqueta	1.0000	5.1500	5.1500	0.0455	0.2341
			-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.5914
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
				0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					-
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Desalojo de material	5.00	m3/km	2.0000	0.2700	2.7000
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					2.7000
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	5.7755	
COSTOS INDIRECTOS (CI) 15.00%			x (CD)	0.8663	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	6.6418
VALOR OFERTADO					6.64

Fuente: Propia

Tabla 6.5 APU Rubro 1.2.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	1.2.1			Unidad:	M2
Detalle:	Trazado y replanteo				
Rendimiento:	40.00	Unidades/hora		0.025	Horas/unidad
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales		-	-	-	0.0185
Equipos Topográficos	1.0000	2.5000	2.5000	0.0250	0.0625
			-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.0810
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Topógrafo	1.0000	3.9300	3.9300	0.0250	0.0983
Cadenero	2.0000	3.5500	7.1000	0.0250	0.1775
Técnico de obras civiles	1.0000	3.7400	3.7400	0.0250	0.0935
			-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.3693
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Tablas de encofrado	Unidad	0.3000	0.2000	0.06	
Cuartones	Unidad	0.2500	3.0000	0.75	
Clavos de 2" a 3 1/2"	kg	0.0100	0.9900	0.0099	
Piola	Rollo	0.0700	1.0000	0.07	
				0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					0.8899
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	1.3401
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)		0.2010
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	
VALOR OFERTADO				1.54	

Fuente: Propia

Tabla 6.6 APU Rubro 2.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	2.1			Unidad:	M3
Detalle:	Excavación y desalojo manual				
Rendimiento :	8.50	Unidades/hora		0.118	Horas/unidad
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales		-	-	-	0.0996
Retroexcavadora 75 Hp	1.0000	19.0000	19.0000	0.1176	2.2353
Minicargadora (bobcat)	1.0000	12.0000	12.0000	0.1176	1.4118
Volqueta	1.0000	20.0000	12.0000	0.1176	1.4118
			-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					5.1585
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HOR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Excavador	2.0000	3.9300	7.8600	0.1176	0.9247
Operador minicargadora	1.0000	3.9300	3.9300	0.1176	0.4624
Conductor volqueta	1.0000	5.1500	5.1500	0.1176	0.6059
			-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					1.9929
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Agua	m3	0.1500	2.0000	0.3	
				0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					0.3000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Agua	5.00	m3	0.1500	0.0540	0.0405
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					0.0405
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	7.4919
COSTOS INDIRECTOS (CI)			15.00%	x (CD)	1.1238
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	8.6157
VALOR OFERTADO					8.62

Fuente: Propia

Tabla 6.7 APU Rubro 2.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	2.2			Unidad:	M3
Detalle:	Relleno manual compactado				
Rendimiento:	25.00	Unidades/hora		0.040	Horas/unidad
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales		-	-	-	0.0314
Compactadora	3.0000	4.5000	13.5000	0.0400	0.5400
Rodillo Liso	1.0000	33.0000	33.0000	0.0400	1.3200
			-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					1.8914
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HOR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador compactadora	3.0000	3.9300	11.7900	0.0400	0.4716
Maestro mayor en obras civiles	1.0000	3.9300	3.9300	0.0400	0.1572
			-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.6288
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Lastre	m3	1.0000	7.0000	7	
Agua	m3	0.0700	1.0000	0.07	
				0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					7.0700
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de material petreo	5.00	m3/km	6.0000	0.2700	8.1000
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					8.1000
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	17.6902
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	2.6535	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	20.3438
VALOR OFERTADO					20.34

Fuente: Propia

Tabla 6.8 APU Rubro 2.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	2.3			Unidad:	M3
Detalle:	Capa de relleno sub-base clase 1 e=20 cm				
Rendimiento:	4.00	Unidades/hora		0.250	Horas/unidad
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales		-	-	-	0.2306
Compactadora	3.0000	4.5000	13.5000	0.2500	3.3750
Rodillo Liso 150 Hp	1.0000	33.0000	33.0000	0.2500	8.2500
			-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					11.8556
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador minicargador	1.0000	3.9300	3.9300	0.2500	0.9825
Operador compactador	1.0000	3.9300	3.9300	0.2500	0.9825
Peon	2.0000	3.5100	7.0200	0.2500	1.7550
Operador Rodillo	1.0000	3.5700	3.5700	0.2500	0.8925
			-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					4.6125
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Sub-base clase 1	m3	1.0000	6.7900	6.79	
Agua	m3	0.1000	1.0000	0.1	
				0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					6.8900
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de material	6.00	m3/km	1.5000	0.2700	2.4300
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					2.4300
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	25.7881
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	3.8682	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	29.6563
VALOR OFERTADO					29.66

Fuente: Propia

Tabla 6.9 APU Rubro 3.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	3.1			Unidad:	M2
Detalle:	Replantillo e=5cm				
Rendimiento:	7.00	Unidades/hora		0.143	Horas/unidad
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales		-	-	-	0.0985
Vibrador	2.0000	2.5000	5.0000	0.1429	0.7143
Concretera	2.0000	5.0000	10.0000	0.1429	1.4286
			-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					2.2414
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2.0000	3.5100	7.0200	0.1429	1.0029
Albañil	1.0000	3.5500	3.5500	0.1429	0.5071
Operador de equipos livianos	1.0000	3.2200	3.2200	0.1429	0.4600
			-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					1.9700
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Encofrado	m2	1.0000	3.0500	3.05	
				0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					3.0500
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	7.2614
COSTOS INDIRECTOS (CI)			15.00%	x (CD)	1.0892
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	8.3506
VALOR OFERTADO					8.35

Fuente: Propia

Tabla 6.10 APU Rubro 3.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	3.2			Unidad:	ML
Detalle:	Muro de piedra base 40 cm				
Rendimiento:	18.00	Unidades /hora		0.056	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.0346
			-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.0346
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil	1.0000	3.5500	3.5500	0.0556	0.1972
Peón	2.0000	3.5100	7.0200	0.0556	0.3900
Técnico de obras civiles	0.5000	3.7400	1.8700	0.0556	0.1039
			-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.6911
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Piedra base	m3	0.4500	6.5100	2.9295	
Cemento tipo G1	saco	0.3000	7.6800	2.304	
Arena	m3	0.2500	8.5600	2.14	
				0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					7.3735
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de material	4.00	m3/km	0.5000	0.2700	0.5400
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					0.5400
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:		8.6392
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)		1.2959
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	9.9350
VALOR OFERTADO					9.94

Fuente: Propia

Tabla 6.11 APU Rubro 3.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	3.3			Unidad:	M2
Detalle:	Acera paleteada e=8cm. f'c=180 kg/cm2				
Rendimiento:	8.50	Unidades/hora		0.118	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.1266
Vibrador	2.0000	2.5000	5.0000	0.1176	0.5882
Concreteira	2.0000	5.0000	10.0000	0.1176	1.1765
			-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					1.8913
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil	1.0000	3.5500	3.5500	0.1176	0.4176
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.0000	3.9300	3.9300	0.1176	0.4624
Peón	4.0000	3.5100	14.0400	0.1176	1.6518
			-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					2.5318
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cemento tipo G1	saco	0.8500	7.6800	6.528	
Agua	m3	0.2000	1.0800	0.216	
Agregado	m3	0.4000	4.9400	1.976	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					8.7200
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de material	5.00	m3/km	0.5000	0.2700	0.6750
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					0.6750
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	13.8181
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	2.0727	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	15.8908
VALOR OFERTADO					15.89

Fuente: Propia

Tabla 6.12 APU Rubro 3.4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	3.4			Unidad:	ML
Detalle:	Bordillo y cunetas paleteados f'c= 210 Kg/cm2				
Rendimiento:	7.00	Unidades/hora		0.143	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.2805
Vibrador	2.0000	2.5000	5.0000	0.1429	0.7143
Concreteira	2.0000	5.0000	10.0000	0.1429	1.4286
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					2.4234
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil	1.0000	3.5500	3.5500	0.1429	0.5071
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.0000	3.9300	3.9300	0.1429	0.5614
Peón	4.0000	3.5100	14.0400	0.1429	2.0057
Enlucidor	5.0000	3.5500	17.7500	0.1429	2.5357
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					5.6100
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cemento tipo G1	saco	1.0000	7.6800	7.68	
Agua	m3	0.2500	1.0800	0.27	
Agregado	m3	0.4000	4.9400	1.976	
Arena	m3	0.5000	8.5600	4.28	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					14.2060
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de material	5.00	m3/km	1.0000	0.2700	1.3500
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					1.3500
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	23.5894
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	3.5384	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	27.1278
VALOR OFERTADO					27.13

Fuente: Propia

Tabla 6.13 APU Rubro 3.5

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	3.5			Unidad:	ML
Detalle:	Bordillo f'c=180 Kg/cm2 H=0.4 m A=0.15-0.20 M				
Rendimiento:	14.00	Unidades/hora		0.071	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.1403
Vibrador	2.0000	2.5000	5.0000	0.0714	0.3571
Concreteira	2.0000	5.0000	10.0000	0.0714	0.7143
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					1.2117
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HOR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil	1.0000	3.5500	3.5500	0.0714	0.2536
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.0000	3.9300	3.9300	0.0714	0.2807
Peón	4.0000	3.5100	14.0400	0.0714	1.0029
Enlucidor	5.0000	3.5500	17.7500	0.0714	1.2679
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					2.8050
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cemento tipo G1	saco	1.0000	7.6800	7.68	
Agua	m3	0.2500	1.0800	0.27	
Agregado	m3	0.4000	4.9400	1.976	
Arena	m3	0.5000	8.5600	4.28	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					14.2060
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de material	5.00	m3/km	1.0000	0.2700	1.3500
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					1.3500
			COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)		TOTAL CD: 19.5727
			COSTOS INDIRECTOS (CI) 15.00%	x (CD)	2.9359
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	22.5086
VALOR OFERTADO					22.51

Fuente: Propia

Tabla 6.14 APU Rubro 4.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	4.1			Unidad:	ML
Detalle:	Llenado y sellado de juntas con SIKA FLEX				
Rendimiento:	20.00	Unidades /hora		0.050	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.0264
			-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.0264
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil	1.0000	3.5500	3.5500	0.0500	0.1775
Peón	2.0000	3.5100	7.0200	0.0500	0.3510
			-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.5285
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Sika Flex	Kg	0.7500	12.5900	9.4425	
				0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					9.4425
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	9.9974	
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	1.4996	
COSTO TOTAL DEL RUBRO			CI+CD	11.4970	
VALOR OFERTADO					11.50

Fuente: Propia

Tabla 6.15 APU Rubro 5.1.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	5.1.1			Unidad:	KG
Detalle:	Zapatas y dados f'c= 280 Kg/cm2				
Rendimiento:	90.00	Unidad es/hora		0.011	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales		-	-	-	0.0039
Cortadora-Dobladora	1.0000	1.6000	1.6000	0.0111	0.0178
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.0217
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Fierrero	1.0000	3.5500	3.5500	0.0111	0.0394
Peón	1.0000	3.5100	3.5100	0.0111	0.0390
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.0784
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Acero en varillas fy=4200 Kg/cm2	kg	1.0000	0.9500	0.95	
Alambre recocido	kg	0.0320	1.0000	0.032	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					0.9820
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de material	5.00	m3/km	0.5500	0.2700	0.7425
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					0.7425
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	1.8246
COSTOS INDIRECTOS (CI)			15.00%	x (CD)	0.2737
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	2.0983
VALOR OFERTADO					2.10

Fuente: Propia

Tabla 6.16 APU Rubro 5.2.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	5.2.1			Unidad:	M3
Detalle:	Zapatasy dados f'c= 280 Kg/cm2				
Rendimiento:	2.00	Unidades /hora		0.500	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.5513
Vibrador	2.0000	4.0000	8.0000	0.5000	4.0000
Concreteira	1.0000	5.0000	5.0000	0.5000	2.5000
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					7.0513
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	1.0000	3.9400	3.9400	0.5000	1.9700
Residente de obra	1.0000	3.9500	3.9500	0.5000	1.9750
Albañil	1.0000	3.5500	3.5500	0.5000	1.7750
Encofrador	1.0000	3.5500	3.5500	0.5000	1.7750
Operador de equipo liviano	1.0000	3.5500	3.5500	0.5000	1.7750
Peón	1.0000	3.5100	3.5100	0.5000	1.7550
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					11.0250
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Hormigón Premezclado	m3	1.0000	135.9800	135.98	
Encofrado	m2	1.0000	12.5000	12.5	
Desmoldante	galón	0.5000	1.5000	0.75	
Curador químico	galón	0.5000	5.2500	2.625	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					151.8550
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Hormigón Premezclado	10.00	m3/km	1.0000	6.0000	60.0000
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					60.0000
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	229.9313	
COSTOS INDIRECTOS (CI) 15.00%			x (CD)	34.4897	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	264.4209
VALOR OFERTADO					264.42

Fuente: Propia

Tabla 6.17 APU Rubro 5.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	5.3			Unidad:	M3
Detalle:	Capa de rodadura de hormigón f'c=280 Kg/cm2 con hormigón mezclado en planta				
Rendimiento:	1.85	Unidades/hora		0.541	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.4997
Motoniveladora	1.0000	45.0000	45.0000	0.5405	24.3243
Rodillo liso	1.0000	38.0000	38.0000	0.5405	20.5405
Vibrador	2.0000	4.0000	8.0000	0.5405	4.3243
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					49.6889
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Ingeniero civil	1.0000	3.9500	3.9500	0.5405	2.1351
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.0000	3.9300	3.9300	0.5405	2.1243
Albañil	1.0000	3.5500	3.5500	0.5405	1.9189
Operador de equipo liviano	1.0000	3.5500	3.5500	0.5405	1.9189
Peón	1.0000	3.5100	3.5100	0.5405	1.8973
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					9.9946
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Hormigón Premezclado	m3	1.0000	135.9800	135.98	
Curador químico	galón	1.0000	5.2500	5.25	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					141.2300
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Hormigón Premezclado	10.00	m3/km	1.0000	6.0000	60.0000
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					60.0000
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	260.9135
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	39.1370	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	300.0505
VALOR OFERTADO					300.05

Fuente: Propia

Tabla 6.18 APU Rubro 6.1.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	6.1.1			Unidad:	KG
Detalle:	Estructura de acero (perfiles para estructura)				
Rendimiento:	25.00	Unidades/hora		0.040	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.0397
Cortadora	2.0000	5.0000	10.0000	0.0400	0.4000
Soldadora	2.0000	3.0000	6.0000	0.0400	0.2400
Andamios	1.0000	5.5400	5.5400	0.0400	0.2216
Cizalla	1.0000	0.3000	0.3000	0.0400	0.0120
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.9133
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Ferrero	1.5000	3.5500	5.3250	0.0400	0.2130
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.5000	3.9300	1.9650	0.0400	0.0786
Peón	1.5000	3.5100	5.2650	0.0400	0.2106
Soldador	1.5000	3.5500	5.3250	0.0400	0.2130
Inspector de obra	0.5000	3.9400	1.9700	0.0400	0.0788
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.7940
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Acero estructural	kg	1.0000	1.6500	1.65	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					1.6500
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de material	5.00	m3/km	1.0000	0.0100	0.0500
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					0.0500
			COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	3.4073
			COSTOS INDIRECTOS (CI) 15.00%	x (CD)	0.5111
			COSTO TOTAL DEL RUBRO	CI+CD	3.9184
			VALOR OFERTADO		3.92

Fuente: Propia

Tabla 6.19 APU Rubro 6.1.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	6.1.2			Unidad:	M2
Detalle:	Cubierta de Estilpanel				
Rendimiento :	7.00	Unidades/hora		0.143	Horas/unidad
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales		-	-	-	0.1278
Cortadora	2.0000	5.0000	10.0000	0.1429	1.4286
Soldadora	2.0000	3.0000	6.0000	0.1429	0.8571
Andamios	1.0000	5.5400	5.5400	0.1429	0.7914
Cizalla	1.0000	0.3000	0.3000	0.1429	0.0429
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					3.2478
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HOR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1.5000	3.5100	5.2650	0.1429	0.7521
Soldador	1.5000	3.5500	5.3250	0.1429	0.7607
Inspector de obra	0.5000	3.9400	1.9700	0.1429	0.2814
Fierrero	1.5000	3.5500	5.3250	0.1429	0.7607
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					2.5550
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cumbrero	ml	1.000	5.0000	5.000	
Planchas de Estilpanel AR2 /0.4 mm	m2	1.0000	6.8000	6.8	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					11.8000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	17.6028
COSTOS INDIRECTOS (CI)			15.00%	x (CD)	2.6404
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	20.2432
VALOR OFERTADO					20.24

Fuente: Propia

Tabla 6.20 APU Rubro 6.2.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	6.2.1			Unidad:	KG
Detalle:	Estructura de acero (perfiles para frontón)				
Rendimiento:	20.00	Unidades /hora		0.050	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales		-	-	-	0.0496
Cortadora	2.0000	5.0000	10.0000	0.0500	0.5000
Soldadora	2.0000	3.0000	6.0000	0.0500	0.3000
Andamios	1.0000	5.5400	5.5400	0.0500	0.2770
Cizalla	1.0000	0.3000	0.3000	0.0500	0.0150
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					1.1416
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Fierrero	1.5000	3.5500	5.3250	0.0500	0.2663
Peón	1.5000	3.5100	5.2650	0.0500	0.2633
Soldador	1.5000	3.5500	5.3250	0.0500	0.2663
Inspector de obra	1.0000	3.9400	3.9400	0.0500	0.1970
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.9928
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Acero estructural	kg	0.5000	1.6500	0.825	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					0.8250
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de material	9.00	m3/km	1.0000	0.0500	0.4500
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					0.4500
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	3.4094
COSTOS INDIRECTOS (CI)			15.00%	x (CD)	0.5114
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	3.9208
VALOR OFERTADO					3.92

Fuente: Propia

Tabla 6.21 APU Rubro 6.2.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	6.2.2			Unidad:	M2
Detalle:	Planchas para frisos				
Rendimiento:	10.00	Unidades /hora		0.100	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.0894
Cortadora	2.0000	5.0000	10.0000	0.1000	1.0000
Soldadora	2.0000	3.0000	6.0000	0.1000	0.6000
Andamios	1.0000	5.5400	5.5400	0.1000	0.5540
Cizalla	1.0000	0.3000	0.3000	0.1000	0.0300
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					2.2734
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1.5000	3.5100	5.2650	0.1000	0.5265
Soldador	1.5000	3.5500	5.3250	0.1000	0.5325
Inspector de obra	0.5000	3.9400	1.9700	0.1000	0.1970
Fierrero	1.5000	3.5500	5.3250	0.1000	0.5325
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					1.7885
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Planchas para frisos	m2	1.0000	12.5000	12.5	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					12.5000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	16.5619	
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	2.4843	
COSTO TOTAL DEL RUBRO			CI+CD	19.0462	
VALOR OFERTADO					19.05

Fuente: Propia

Tabla 6.22 APU Rubro 7.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	7.1			Unidad:	ML
Detalle:	Pintura para bordillos				
Rendimiento:	60.00	Unidades /hora		0.017	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.0088
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.0088
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Pintor	1.0000	3.5500	3.5500	0.0167	0.0592
Peón	2.0000	3.5100	7.0200	0.0167	0.1170
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.1762
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Pintura	Galón	0.2000	12.0000	2.4	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					2.4000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	2.5850	
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	0.3877	
COSTO TOTAL DEL RUBRO			CI+CD	2.9727	
VALOR OFERTADO					2.97

Fuente: Propia

Tabla 6.23 APU Rubro 8.1.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	8.1.1			Unidad:	ML
Detalle:	Tuberías de bajantes para aguas lluvias Ø=110 mm				
Rendimiento:	30.00	Unidades /hora		0.033	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.0235
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.0235
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Plomero	2.0000	3.5500	7.1000	0.0333	0.2367
Peón	2.0000	3.5100	7.0200	0.0333	0.2340
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.4707
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Tuberías de pvc y accesorios para fijación	global	0.9500	6.0000	5.7	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					5.7000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	6.1942	
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	0.9291	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	7.1233
VALOR OFERTADO					7.12

Fuente: Propia

Tabla 6.24 APU Rubro 8.1.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	8.1.2			Unidad:	ML
Detalle:	Canalón Metálico				
Rendimiento:	20.00	Unidades/hora		0.050	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.0550
Andamios	1.0000	5.5400	5.5400	0.0500	0.2770
Cortadora	1.0000	3.0000	3.0000	0.0500	0.1500
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.4820
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Plomero	2.0000	3.5500	7.1000	0.0500	0.3550
Peón	2.0000	3.5100	7.0200	0.0500	0.3510
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	2.0000	3.9300	7.8600	0.0500	0.3930
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					1.0990
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Canalón metálico y accesorios	global	1.0000	29.5000	29.5	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					29.5000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	31.0810
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	4.6621	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	35.7431
VALOR OFERTADO					35.74

Fuente: Propia

Tabla 6.25 APU Rubro 8.1.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Rubro Id:	8.1.3				Unidad:	ML
Detalle:	Flashing					
Rendimiento:	10.00	Unidades /hora			0.100	Horas/u nid
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas manuales			-	-	0.1099	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.1099	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNA L/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Plomero	2.0000	3.5500	7.1000	0.1000	0.7100	
Peón	2.0000	3.5100	7.0200	0.1000	0.7020	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	2.0000	3.9300	7.8600	0.1000	0.7860	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					2.1980	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Flashing	ml	1.0000	4.0000	4		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					4.0000	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
					0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	6.3079	
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	0.9462		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	7.2541	
VALOR OFERTADO				7.25		

Fuente: Propia

Tabla 6.26 APU Rubro 8.1.4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	8.1.4			Unidad:	UND
Detalle:	Perforación de tol para salida de bajantes				
Rendimiento :	4.00	Unidades/hora		0.250	Horas/unidad
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.1326
Cortadora	1.0000	5.0000	5.0000	0.2500	1.2500
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					1.3826
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1.0000	3.5100	3.5100	0.2500	0.8775
Ayudante de perforador	1.0000	3.5500	3.5500	0.2500	0.8875
Operador de equipo liviano	1.0000	3.5500	3.5500	0.2500	0.8875
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					2.6525
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
				0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					-
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	4.0351	
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	0.6053	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	4.6404
VALOR OFERTADO					4.64

Fuente: Propia

Tabla 6.27 APU Rubro 8.2.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	8.2.1			Unidad:	PTO
Detalle:	Punto de luz 120 V				
Rendimiento:	7.00	Unidades/hora		0.143	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.1377
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.1377
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro eléctrico	2.0000	3.9300	7.8600	0.1429	1.1229
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.0000	3.9300	3.9300	0.1429	0.5614
Electricista	1.0000	3.5500	3.5500	0.1429	0.5071
Supervisor electrico	1.0000	3.9400	3.9400	0.1429	0.5629
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					2.7543
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Punto de luz 120 V	pto	1.0000	42.3200	42.32	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					42.3200
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-
			COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	45.2120
			COSTOS INDIRECTOS (CI) 15.00%	x (CD)	6.7818
			COSTO TOTAL DEL RUBRO	CI+CD	51.9938
			VALOR OFERTADO		51.99

Fuente: Propia

Tabla 6.28 APU Rubro 8.2.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	8.2.2			Unidad:	UND
Detalle:	Alimentador eléctrico 120 V				
Rendimiento:	5.50	Unidades/hora		0.182	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.1753
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.1753
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro eléctrico	2.0000	3.9300	7.8600	0.1818	1.4291
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.0000	3.9300	3.9300	0.1818	0.7145
Electricista	1.0000	3.5500	3.5500	0.1818	0.6455
Supervisor electrico	1.0000	3.9400	3.9400	0.1818	0.7164
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					3.5055
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Alimentador eléctrico 120 V	Unidad	1.0000	32.0000	32	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					32.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	35.6807	
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	5.3521	
COSTO TOTAL DEL RUBRO			CI+CD	41.0328	
VALOR OFERTADO					41.03

Fuente: Propia

Tabla 6.29 APU Rubro 8.2.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro Id:	8.2.3			Unidad:	UND
Detalle:	Luminaria tipo Bahía de 60 W led sobrepuesta				
Rendimiento:	4.00	Unidades/hora		0.250	Horas/unid
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales			-	-	0.2410
Escaleras	2.0000	5.0000	10.0000	0.2500	2.5000
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					2.7410
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro eléctrico	2.0000	3.9300	7.8600	0.2500	1.9650
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.0000	3.9300	3.9300	0.2500	0.9825
Electricista	1.0000	3.5500	3.5500	0.2500	0.8875
Supervisor electrico	1.0000	3.9400	3.9400	0.2500	0.9850
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					4.8200
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Luminarias tipo bahía de 60 W	unidad	1.0000	253.3100	253.31	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					253.3100
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	260.8710
COSTOS INDIRECTOS (CI)		15.00%	x (CD)	39.1307	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	300.0017
VALOR OFERTADO					300.00

Fuente: Propia

CAPÍTULO 7

7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El estudio de impacto ambiental nos permite identificar aquellos impactos ocasionados por las actividades a realizarse durante cada etapa de la ejecución de un proyecto, desde su inicio hasta el final de este.

Existen varios aspectos que deben considerarse para un correcto análisis de cada actividad, desde la generación de desechos, hasta todos los factores que intervienen y alteran el ambiente de trabajo de los colaboradores de la institución y del personal de trabajo propio de la construcción.

El contenido de este capítulo va desde la descripción de cada etapa de trabajo con las actividades a realizarse en ellas, hasta la valoración de todos los impactos a través de una matriz de Leopold con el objeto de conocer la intensidad o gravedad ocasionada por cada actividad.

7.1 Objetivos

1. Identificar posibles aspectos e impactos positivos y negativos generados durante cada etapa del proceso de construcción.
2. Evaluar cada aspecto e impacto clasificándolos como significantes y no significantes.

7.2 Descripción de subprocesos

La ejecución de una obra civil deriva algunos procesos cuyos aspectos e impactos dependen de su magnitud y del tipo de obra a realizarse. Para evaluar el impacto ambiental ocasionado por la construcción de una estructura de acero para cubierta del gate de ingreso principal en Base Naval Sur de Guayaquil (BASUIL), se ha dividido la obra civil en siete subprocesos.

7.2.1 Demolición de obras existentes

Dentro de este subproceso se tomarán en consideración aquellos cambios a la infraestructura existente que deban hacerse para la construcción de la nueva obra. Las actividades que abarca son:

1. Demolición y corte de pavimento de hormigón (35 m²)
2. Demolición de bordillo y cuneta (3 ml)
3. Demolición de contrapiso (7 m²)

7.2.2 Movimiento de tierra

Luego de haber concluido con la demolición de la infraestructura existente en sitio, se inician las actividades para la construcción de la cubierta metálica, dentro de este subproceso se tomarán en consideración:

1. Excavación y desalojo manual (25.42 m³)
2. Relleno manual compactado (10.65 m³)
3. Capa de relleno de subbase (1.50 m³)

7.2.3 Obras de hormigón simple

El análisis de este subproceso incluye las siguientes actividades:

1. Replanteo (21.60 m²)
2. Muro de piedra base (60 ml)
3. Acera paleteada (7m²)
4. Bordillo y cuneta paleteada (3 ml)
5. Bordillo (3 ml)

7.2.4 Cimentación

Para este subproceso se considerará:

1. Acero de refuerzo en zapatas y dados (2130.87 Kg)
2. Acero de refuerzo en riostras (370.93 Kg)
3. Hormigón para zapatas y dados (11.23 m³)
4. Hormigón para riostras (3.19 m³)

7.2.5 Estructura metálica

Este subproceso encerrará también la instalación de los perfiles que sostendrán el frontón de la estructura, tomando en consideración las siguientes actividades:

1. Estructura de acero para cubierta metálica (7964.64 Kg)
2. Estructura de acero para el frontón (651.94 Kg)

7.2.6 Instalaciones

Dentro de este subproceso se van a considerar, trabajos para instalación de sistemas de recolección de aguas lluvias y colocación de sistemas de iluminación a la estructura metálica.

7.2.7 Detalles

Aquí se considerarán actividades como:

1. Pintura para bordillos (4 ml)
2. Perforación de tubos estructurales para salida de bajantes (4 unidades)
3. Llenado y sellado de juntas (73 ml)

7.3 Identificación y evaluación de aspectos ambientales

Con el objetivo de identificar aspectos ambientales, es necesario seguir un proceso de selección y evaluación de aquellos aspectos que intervienen durante la ejecución de la obra civil, por lo cual se inicia realizando una matriz de identificación de aspectos e impactos de cada subproceso descrito en la sección anterior.

7.3.1 Identificación de Aspectos e Impactos en cada subproceso

Tabla 7.1 Aspectos e Impactos de Demolición de Obras

Demolición de Obras Existentes	
Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
Uso de equipos	Incremento del ruido
Uso de maquinaria	Alteración en el ambiente de trabajo
Demanda de mano de obra	Incremento en demanda de mano de obra
Generación de ruido	Alteración en el ambiente de trabajo
Consumo de combustible	Alteración en el ambiente de trabajo
Producción de polvo	Modificación en la calidad de aire
Acumulación de desechos (concreto, acero, agregados)	Incremento de desechos

Fuente: Propia

Tabla 7.2 Aspectos e Impactos de Movimiento de Tierra

Movimiento de Tierra	
Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
Uso de equipos	Incremento del ruido
Uso de maquinaria	Alteración en el ambiente de trabajo
Generación de Co2	Cambio en la calidad del aire
Consumo de combustible	Incremento en cantidades de CO2
Acumulación de desechos (concreto, acero, agregados)	Incremento de desechos
Producción de polvo	Modificación en la calidad de aire
Demanda de mano de obra	Incremento en demanda de mano de obra
Uso de material de relleno	Variación en las características del suelo

Fuente: Propia

Tabla 7.3 Aspectos e Impactos de Obras de Hormigón Simple

Obras de Hormigón Simple	
Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
Uso de equipos	Incremento de ruido
Demanda de mano de obra	Incremento en demanda de mano de obra
Uso de agregado grueso	Incremento en cantidades de desechos
Uso de cemento	Incremento en cantidades de desechos
Uso de arena	Incremento en cantidades de desechos

Fuente: Propia

Tabla 7.4 Aspectos e Impactos de Cimentación

Cimentación	
Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
Demanda de mano de obra	Incremento en demanda de mano de obra
Uso de agregado grueso	Incremento en cantidades de desechos
Uso de arena	Incremento en cantidades de desechos
Uso de cemento	Incremento en cantidades de desechos
Uso de acero de refuerzo	Incremento en cantidades de desechos
Uso de equipos	Incremento de ruido
Generación de ruido	Alteración en el ambiente de trabajo

Fuente: Propia

Tabla 7.5 Aspectos e Impactos de Estructura Metálica

Estructura Metálica	
Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
Generación de ruido	Alteración en el ambiente de trabajo
Demanda de mano de obra	Incremento en demanda de mano de obra
Uso de acero estructural	Incremento en cantidades de desechos
Uso de equipos	Incremento de ruido

Fuente: Propia

Tabla 7.6 Aspectos e Impactos de Instalaciones

Instalaciones	
Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
Demanda de mano de obra	Incremento en demanda de mano de obra
Uso de energía eléctrica	Incremento en cantidades de CO2
Uso de equipos	Incremento de ruido
Uso de materiales de pvc	Incremento en cantidades de desechos
Uso de materiales metálicos	Incremento en cantidades de desechos
Acumulación de plástico y cartón	Incremento en cantidades de desechos
Uso de materiales eléctricos	Incremento de ruido

Fuente: Propia

Tabla 7.7 Aspectos e Impactos de Detalles

Detalles	
Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
Uso de químicos	Modificación en las propiedades del suelo
Generación de ruido	Alteración en el ambiente de trabajo
Uso de equipos	Incremento de ruido
Demanda de mano de obra	Incremento en demanda de mano de obra
Generación de olores	Alteración en el ambiente de trabajo

Fuente: Propia

7.3.2 Valoración de Aspectos ambientales

La valoración de aspectos ambientales se realiza con base a los criterios planteados en las matrices de peligrosidad y magnitud que se encuentran en la parte de anexos.

Tabla 7.8 Matriz de Valoración de Magnitud de Aspectos

Magnitud				
Subprocesos	Aspectos	Valoración		Descripción
Demolición de obras existentes	Uso de equipos	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias
	Uso de maquinaria	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias
	Demanda de mano de obra	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias
	Generación de ruido	1	Bajo	Límites de la institución
	Consumo de combustible	1	Bajo	Menos de 100 gal
	Producción de polvo	2	Medio	Entre el límite de la institución y 500 metros fuera
	Acumulación de desechos (concreto, acero, agregados)	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día

Movimiento de tierra	Uso de equipos	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias
	Uso de maquinaria	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias
	Generación de Co2	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias
	Consumo de combustible	1	Bajo	Menos de 100 gal
	Acumulación de desechos (concreto, acero, agregados)	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día
	Producción de polvo	2	Medio	Entre el límite de la institución y 500 metros fuera
	Demanda de mano de obra	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias
	Uso de material de relleno	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día
Obras de hormigón simple	Uso de equipos	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias
	Demanda de mano de obra	1	Bajo	menos de 4 horas diarias
	Uso de agregado grueso	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día
	Uso de cemento	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día
	Uso de arena	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día
Cimentación	Demanda de mano de obra	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias
	Uso de agregado grueso	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día
	Uso de arena	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día
	Uso de cemento	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día
	Uso de acero de refuerzo	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día
	Uso de equipos	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias
	Generación de ruido	1	Bajo	Límites de la institución
Estructura metálica	Generación de ruido	1	Bajo	Límites de la institución
	Demanda de mano de obra	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias
	Uso de acero estructural	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día
	Uso de equipos	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias

Instalaciones	Demanda de mano de obra	1	Bajo	menos de 4 horas diarias
	Uso de energía eléctrica	1	Bajo	Menos de 100 kwh
	Uso de equipos	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias
	Uso de materiales de pvc	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día
	Uso de materiales metálicos	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día
	Acumulación de plástico y cartón	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día
	Uso de materiales eléctricos	1	Bajo	Menos de 7500 Ton/ día
Detalles	Uso de químicos	1	Bajo	Menos de 100 gal
	Generación de ruido	1	Bajo	Límites de la institución
	Uso de equipos	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias
	Demanda de mano de obra	2	Medio	de 4 a 8 horas diarias
	Generación de olores	1	Bajo	Límites de la institución

Fuente: Propia

Tabla 7.9 Matriz de Valoración de Peligrosidad de Aspectos

Peligrosidad				
Subprocesos	Aspectos	Valoración		Descripción
Demolición de obras existentes	Uso de equipos	2	Medio	Riesgo poco significativo de uso (mixto)
	Uso de maquinaria	2	Medio	Riesgo poco significativo de uso (mixto)
	Demanda de mano de obra	2	Medio	Medio riesgo (Operación manual y automática)
	Generación de ruido	2	Medio	De 50 a 99 dB
	Consumo de combustible	2	Medio	Diesel/Gasolina
	Producción de polvo	2	Medio	50-99 ug/ m3 en 24 horas
	Acumulación de desechos (concreto, acero)	2	Medio	Reciclable
Movimiento de tierra	Uso de equipos	2	Medio	Riesgo poco significativo de uso (mixto)
	Uso de maquinaria	2	Medio	Riesgo poco significativo de uso (mixto)
	Generación de Co2	1	Bajo	Azufre en el combustible menos de 400 ppm
	Consumo de combustible	2	Medio	Diesel/Gasolina
	Acumulación de desechos (concreto, acero, agregados)	2	Medio	Reciclable
	Producción de polvo	1	Bajo	0-49 ug/ m3 en 24 horas
	Demanda de mano de obra	2	Medio	Medio riesgo (Operación manual y automática)

Obras de hormigón simple	Uso de equipos	1	Bajo	No riesgo operación (automático)
	Demanda de mano de obra	2	Medio	Medio riesgo (Operación manual y automática)
	Uso de agregado grueso	1	Bajo	Reusable
	Uso de cemento	1	Bajo	Desecho no peligroso destinado a valorización, reciclaje o reutilización y residuos urbanos
	Uso de arena	1	Bajo	Reusable
Cimentación	Demanda de mano de obra	3	Alto	Alto riesgo (Operación manual)
	Uso de agregado grueso	1	Bajo	Reusable
	Uso de arena	1	Bajo	Reusable
	Uso de cemento	1	Bajo	Desecho no peligroso destinado a valorización, reciclaje o reutilización y residuos urbanos
	Uso de acero de refuerzo	2	Medio	Reciclable
	Uso de equipos	1	Bajo	No riesgo operación (automático)
	Generación de ruido	1	Bajo	De 0 a 49 dB
Estructura metálica	Generación de ruido	1	Bajo	De 0 a 49 dB
	Demanda de mano de obra	3	Alto	Alto riesgo (Operación manual)
	Uso de acero estructural	1	Bajo	Reusable
	Uso de equipos	2	Medio	Riesgo poco significativo de uso (mixto)
Instalaciones	Demanda de mano de obra	2	Medio	Medio riesgo (Operación manual y automática)
	Uso de energía eléctrica	3	Alto	Energía eléctrica (termo eléctrica)
	Uso de equipos	2	Medio	Riesgo poco significativo de uso (mixto)
	Uso de materiales de pvc	2	Medio	Reciclable
	Uso de materiales metálicos	1	Bajo	Reusable
	Acumulación de plástico y cartón	2	Medio	Reciclable
	Uso de materiales eléctricos	1	Bajo	Reusable
Detalles	Uso de químicos	1	Bajo	CRETIB negativo - radiactividad negativa
	Generación de ruido	1	Bajo	De 0 a 49 dB
	Uso de equipos	1	Bajo	No riesgo operación (automático)
	Demanda de mano de obra	2	Medio	Medio riesgo (Operación manual y automática)
	Generación de olores	1	Bajo	Sin afectación

7.3.3 Significancia de Aspectos Ambientales

La evaluación global de los aspectos ambientales se obtiene de la multiplicación de los factores asignados en las matrices de magnitud y peligrosidad

Tabla 7.10 Matriz de Significancia de Aspectos

Matriz de Significancia					
Subprocesos	Aspectos	M	P	Evaluación Global	Nivel de significancia
Demolición de obras existentes	Uso de equipos	2	2	4	No significativo
	Uso de maquinaria	2	2	4	Significativo
	Demanda de mano de obra	2	2	4	No significativo
	Generación de ruido	1	2	2	No significativo
	Consumo de combustible	1	2	2	No significativo
	Producción de polvo	2	2	4	Significativo
	Acumulación de desechos (concreto, acero, agregados)	1	2	2	No significativo
Movimiento de tierra	Uso de equipos	2	2	4	Significativo
	Uso de maquinaria	2	2	4	No significativo
	Generación de Co2	2	1	2	No significativo
	Consumo de combustible	1	2	2	No significativo
	Acumulación de desechos (concreto, acero, agregados)	1	2	2	No significativo
	Producción de polvo	2	1	2	No significativo
	Demanda de mano de obra	2	2	4	Significativo
	Uso de material de relleno	1	1	1	No significativo
Obras de hormigón simple	Uso de equipos	2	1	2	No significativo
	Demanda de mano de obra	1	2	2	No significativo
	Uso de agregado grueso	1	1	1	No significativo
	Uso de cemento	1	1	1	No significativo
	Uso de arena	1	1	1	No significativo

Cimentación	Demanda de mano de obra	2	3	6	Significativo
	Uso de agregado grueso	1	1	1	No significativo
	Uso de arena	1	1	1	No significativo
	Uso de cemento	1	1	1	No significativo
	Uso de acero de refuerzo	1	2	2	No significativo
	Uso de equipos	2	1	2	No significativo
	Generación de ruido	1	1	1	No significativo
Estructura metálica	Generación de ruido	1	1	1	No significativo
	Demanda de mano de obra	2	3	6	Significativo
	Uso de acero estructural	1	1	1	No significativo
	Uso de equipos	2	2	4	Significativo
Instalaciones	Demanda de mano de obra	1	2	2	No significativo
	Uso de energía eléctrica	1	3	3	No significativo
	Uso de equipos	2	2	4	No significativo
	Uso de materiales de pvc	1	2	2	No significativo
	Uso de materiales metálicos	1	1	1	No significativo
	Acumulación de plástico y cartón	1	2	2	No significativo
	Uso de materiales eléctricos	1	1	1	No significativo
Detalles	Uso de químicos	1	1	1	No significativo
	Generación de ruido	1	1	1	No significativo
	Uso de equipos	2	1	2	No significativo
	Demanda de mano de obra	2	2	4	No significativo
	Generación de olores	1	1	1	No significativo

Fuente: Propia

7.3.4 Matriz de Identificación, evaluación y priorización de impactos ambientales

A continuación, se muestra la matriz de evaluación de impactos ambientales, cuyos criterios de valorización se encuentran adjuntos en la parte de anexos.

Tabla 7.11 Matriz de Identificación, Evaluación y Priorización de Impactos ambientales

Matriz de identificación, evaluación y priorización de impactos ambientales																											
Aspectos e Impactos Ambientales			Identificación del Impacto										Valorización del Impacto														
Subprocesos	Aspectos	Impactos	Medio Biótico			Medio Abiótico			Medio Antrópico				(+/-)		FORMULA: I=(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)												
			Fl	Fn	Pi	SI	Ag	Ar	Sd	If	Em	Ndl	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	RE	Idlc	IdIC	Mdlc	MdIC	Total
Demolición de obras existentes	Uso de equipos	Incremento del ruido			x				x		-	2	2	1	4	4	1	2	2	2	1	1	25	Moderado	25	Bajo	NS
	Uso de maquinaria	Alteración en el ambiente de trabajo			x				x	x	-	3	2	1	4	4	1	2	2	2	1	1	25	Moderado	38	Bajo	NS
	Demanda de mano de obra	Incremento en demanda de mano de obra								x	+	1	1	1	4	2	1	1	2	4	4	2	25	Moderado	13	Bajo	NS
	Generación de ruido	Alteración en el ambiente de trabajo							x		-	1	1	1	4	2	1	1	2	4	1	1	21	Irrelevante	13	Bajo	NS
	Consumo de combustible	Alteración en el ambiente de trabajo	x					x	x		-	3	4	1	2	1	1	3	3	2	2	8	36	Moderado	38	Bajo	NS
	Producción de polvo	Modificación en la calidad de aire		x			x	x	x		-	4	4	1	2	2	1	3	3	2	2	2	31	Moderado	50	Medio	NS
Movimiento de tierra	Acumulación de desechos (concreto, acero, agregados)	Incremento de desechos	x			x			x		-	3	2	1	4	2	1	2	3	2	4	2	28	Moderado	38	Bajo	NS
	Uso de equipos	Incremento del ruido			x				x	x	-	3	2	1	4	2	1	2	2	2	2	2	25	Moderado	38	Bajo	NS
	Uso de maquinaria	Alteración en el ambiente de trabajo			x				x	x	-	3	4	1	4	2	1	3	2	2	2	2	32	Moderado	38	Bajo	NS
	Generación de Co2	Cambio en la calidad del aire	x					x	x		-	3	2	2	2	4	2	2	3	2	2	8	35	Moderado	38	Bajo	NS
	Consumo de combustible	Incremento en cantidades de CO2	x					x	x		-	3	4	2	2	2	2	3	3	2	2	8	40	Moderado	38	Bajo	NS
	Acumulación de desechos (concreto, acero, agregados)	Incremento de desechos	x		x				x		-	3	2	1	4	2	1	3	3	2	4	2	29	Moderado	38	Bajo	NS
Obras de hormigón simple	Producción de polvo	Modificación en la calidad de aire			x			x	x		-	4	4	2	2	2	1	3	3	2	2	2	33	Moderado	50	Medio	NS
	Demanda de mano de obra	Incremento en demanda de mano de obra								x	+	1	1	1	4	2	1	1	2	4	4	2	25	Moderado	13	Bajo	NS
	Uso de material de relleno	Variación en las características del suelo	x			x					-	2	2	1	4	2	4	2	2	4	2	8	36	Moderado	25	Bajo	NS
	Uso de equipos	Incremento de ruido			x				x	x	-	3	2	1	4	2	1	2	2	2	2	1	24	Irrelevante	38	Bajo	NS
	Demanda de mano de obra	Incremento en demanda de mano de obra								x	+	1	1	1	4	2	1	1	2	4	4	2	23	Irrelevante	13	Bajo	NS
	Uso de agregado grueso	Incremento en cantidades de desechos				x					-	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	8	29	Moderado	13	Bajo	NS
Cimentación	Uso de cemento	Incremento en cantidades de desechos	x		x	x					-	3	4	1	2	2	4	3	2	2	2	8	39	Moderado	38	Bajo	NS
	Uso de arena	Incremento en cantidades de desechos	x		x				x		-	3	4	1	2	2	4	3	2	2	2	2	33	Moderado	38	Bajo	NS
	Demanda de mano de obra	Incremento en demanda de mano de obra								x	-	1	1	1	2	2	1	1	2	4	4	8	29	Moderado	13	Bajo	NS
	Uso de agregado grueso	Incremento en cantidades de desechos				x					-	1	2	1	4	2	1	2	2	2	2	8	31	Moderado	13	Bajo	NS
	Uso de arena	Incremento en cantidades de desechos	x		x				x		-	3	4	1	4	2	4	3	2	2	2	8	41	Moderado	38	Bajo	NS
	Uso de cemento	Incremento en cantidades de desechos	x		x	x					-	3	4	1	4	2	4	3	2	2	2	8	41	Moderado	38	Bajo	NS
Estructura metálica	Uso de acero de refuerzo	Incremento en cantidades de desechos	x		x			x			-	3	4	1	4	2	4	3	2	2	2	2	35	Moderado	38	Bajo	NS
	Uso de equipos	Incremento de ruido			x				x	x	-	3	2	1	4	2	1	2	3	2	4	1	27	Moderado	38	Bajo	NS
	Generación de ruido	Alteración en el ambiente de trabajo							x		-	1	1	1	4	2	1	1	3	2	4	1	23	Irrelevante	13	Bajo	NS
	Generación de ruido	Alteración en el ambiente de trabajo							x		-	1	1	1	4	4	1	1	2	2	2	1	22	Irrelevante	13	Bajo	NS
	Demanda de mano de obra	Incremento en demanda de mano de obra								x	+	1	1	1	4	4	1	1	2	4	4	2	27	Moderado	13	Bajo	NS
	Uso de acero estructural	Incremento en cantidades de desechos			x	x			x		-	3	4	1	4	4	4	3	2	2	4	8	45	Moderado	38	Bajo	NS
Instalaciones	Uso de equipos	Incremento de ruido			x				x		-	2	2	1	4	4	1	2	2	2	4	1	28	Moderado	25	Bajo	NS
	Demanda de mano de obra	Incremento en demanda de mano de obra								x	+	1	1	1	4	2	1	1	2	4	4	2	25	Moderado	13	Bajo	NS
	Uso de energía eléctrica	Incremento en cantidades de CO2							x	x	-	2	2	2	4	2	1	2	2	2	2	1	26	Moderado	25	Bajo	NS
	Uso de equipos	Incremento de ruido			x				x		-	2	2	1	4	2	1	2	2	2	2	1	24	Irrelevante	25	Bajo	NS
	Uso de materiales de pvc	Incremento en cantidades de desechos	x		x	x					-	3	2	1	4	2	4	2	2	2	4	1	29	Moderado	38	Bajo	NS
	Uso de materiales metálicos	Incremento en cantidades de desechos	x		x	x					-	3	2	1	4	2	4	2	2	2	2	1	27	Moderado	38	Bajo	NS
Detalles	Acumulación de plástico y cartón	Incremento en cantidades de desechos	x		x						-	2	2	1	2	2	1	2	3	2	2	2	24	Irrelevante	25	Bajo	NS
	Uso de materiales eléctricos	Incremento de ruido			x	x					-	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	22	Irrelevante	25	Bajo	NS
	Uso de químicos	Modificación en las propiedades del suelo	x			x					-	2	4	1	4	1	4	3	2	2	2	2	24	Moderado	25	Bajo	NS
	Generación de ruido	Alteración en el ambiente de trabajo			x	x					-	2	2	1	4	1	1	2	2	2	2	1	23	Irrelevante	25	Bajo	NS
	Uso de equipos	Incremento de ruido			x				x	x	-	3	2	1	4	2	1	2	2	2	2	2	25	Moderado	38	Bajo	NS
Detalles	Demanda de mano de obra	Incremento en demanda de mano de obra								x	+	1	1	1	4	2	1	1	2	4	4	2	25	Moderado	13	Bajo	NS
	Generación de olores	Alteración en el ambiente de trabajo	x						x	x	-	3	4	1	4	2	1	3	2	2	2	1	31	Moderado	38	Bajo	NS

Fuente: Propia

Según lo mostrado en la tabla 7.11 la mayoría de las actividades realizadas en cada subproceso no generan grandes impactos que puedan considerarse negativos, esto se debe al área de alcance del proyecto. Sin embargo, se ha considerado realizar un plan de manejo ambiental como medida de precaución.

7.3.5 Plan de Manejo Ambiental

Un plan de manejo ambiental consta con medidas de prevención para el proyecto desarrollado, dichas medidas se presentan en seis subplanes detallados a continuación.

7.3.5.1 Plan de Prevención y Mitigación de Impactos

Tabla 7.12 Plan de Prevención y Mitigación de Impactos

Plan de prevención y mitigación de impactos ambientales							
Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Medidas de prevención	Descripción	Indicador de cumplimiento	Método de verificación	Persona o Entidad a Cargo	Tiempo de duración
Acumulación de Desechos	Incremento de cantidades de desechos	Implementación de contenedores para la clasificación de desechos	Posteriormente a la clasificación de desechos, el material debe dirigirse a un centro de acopio en el que se decida si el material es reusable o reciclable	Cantidad en peso del material recogido	Fotografías	Constructor a cargo	Durante toda la actividad
Consumo de Combustible	Incremento de cantidades de CO2	Optimización del tiempo requerido de trabajo	Los vehículos o maquinarias que accedan al sitio de trabajo, deberán mantenerse encendidos únicamente durante su trayecto, llegada y salida del lugar.	Cantidad de combustible gastado	Inspección visual	Constructor a cargo	Durante toda la actividad
Generación de Ruido	Alteración al ambiente de trabajo	Optimización del tiempo requerido de trabajo	Equipos que generen ruido por encontrarse en mal estado, deberán ser sometidos a mantenimiento	Número de facturas o certificados	Certificados o facturas	Constructor a cargo	Por lo menos dos veces durante la duración de la actividad según el equipo lo requiera
Producción de Polvo	Alteración a la calidad de aire	Humedecimiento de áreas de trabajo expuestas	Se deberá humedecer el suelo continuamente para minimizar el levantamiento de polvo a lo largo de la duración de la actividad que lo genera	Cantidad en m2 de área humedecida	Inspección visual	Constructor a cargo	Durante toda la actividad
Uso de Materiales de Construcción	Incremento en cantidades de desechos	Implementación de contenedores para la clasificación de desechos	Posteriormente a la clasificación de desechos, el material debe dirigirse a un centro de acopio en el que se decida si el material es reusable o reciclable	Cantidad en peso del material recogido	Fotografías	Constructor a cargo	Durante toda la construcción
Uso de Maquinaria	Alteración al ambiente de trabajo	Optimización del tiempo requerido de trabajo	Los vehículos o maquinarias que accedan al sitio de trabajo, deberán mantenerse encendidos únicamente durante su trayecto, llegada y salida del lugar.	Cantidad de combustible gastado	Inspección visual	Constructor a cargo	Durante toda la actividad
Uso de Químicos	Modificación a las propiedades del suelo	Implementación de contenedores para la clasificación de desechos	Posteriormente a la clasificación de desechos, el material debe dirigirse a un centro de acopio en el que se decida si el material es reusable o reciclable	Número de envases vacíos de materiales clasificados	Fotografías	Constructor a cargo	Durante toda la construcción

Fuente: Propia

7.3.5.2 Plan de Contingencia

Tabla 7.13 Plan de Capacitación

Plan de Capacitación							
Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Medidas de prevención	Descripción	Indicador de cumplimiento	Método de verificación	Persona o Entidad a Cargo	Tiempo de duración
Acumulación de Desechos	Incremento de cantidades de desechos	Charlas o talleres de capacitación	Proveer información que sirva para entender la clasificación de los desechos generados en obra.	Número de folletos entregados	Fotografías de asistencia	Constructor a cargo	Al inicio de la construcción
Generación de Ruido	Alteración al ambiente de trabajo	Charlas o talleres de capacitación	Capacitar al personal sobre el uso de equipos de protección como orejeras para su seguridad.	Número de certificados de capacitación	Certificados y fotografías	Constructor a cargo	Al inicio de la construcción
Producción de Polvo	Alteración a la calidad de aire	Charlas o talleres de capacitación	Capacitar al personal sobre el uso de mascarillas para proteger su salud	Número de certificados de capacitación	Certificados y fotografías	Constructor a cargo	Al inicio de la construcción
Uso de Materiales de Construcción	Incremento en cantidades de desechos	Charlas o talleres de capacitación	Proveer información que sirva para el correcto manejo de materiales y su correcta instalación según la actividad a realizar	Número de folletos entregados	Fotografías de asistencia	Jefe de personal	Al inicio de la construcción
Uso de Maquinaria	Alteración al ambiente de trabajo	Charlas o talleres de capacitación	Capacitar al personal para que realicen un correcto uso y manejo de maquinaria	Número de certificados de capacitación	Certificados y fotografías	Constructor a cargo	Al inicio de la construcción

Fuente: Propia

7.3.5.3 Plan de Seguridad y Salud Ocupacional

Tabla 7.14 Plan de Seguridad y Salud Ocupacional

Plan de Seguridad y Salud Ocupacional							
Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Medidas de prevención	Descripción	Indicador de cumplimiento	Método de verificación	Persona o Entidad a Cargo	Tiempo de duración
Generación de Ruido	Alteración al ambiente de trabajo	Proveer equipo de protección	Proveer orejeras para evitar daños a la salud del personal	Número de orejeras repartidas	Fotografías	Constructor a cargo	Durante toda la actividad
Producción de Polvo	Alteración a la calidad de aire	Proveer equipo de protección	Proveer mascarillas, guantes y gafas para protección personal	Número de mascarillas, guantes y gafas repartidas	Fotografías	Constructor a cargo	Durante toda la actividad
Uso de Maquinaria	Alteración al ambiente de trabajo	Implementar señalización en la zona de construcción para evitar que personas externas a la construcción circulen por la obra	Colocar señales de restricción de ingreso, cintas de señalización, letreros informativos y proveer equipos de protección acordes a la actividad a realizar	Número de señales de restricción alrededor de la obra	Fotografías	Constructor a cargo	Durante toda la actividad
Uso de Químicos	Modificación a las propiedades del suelo	Proveer equipo de protección	Proveer equipos de protección personal	Número de equipos de protección personal repartidos	Fotografías	Constructor a cargo	Durante toda la actividad

Fuente: Propia

7.3.5.4 Plan de Manejo de Desechos

Tabla 7.15 Plan de Manejo de Desechos

Plan de Manejo de Desechos							
Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Medidas de prevención	Descripción	Indicador de cumplimiento	Método de verificación	Persona o Entidad a Cargo	Tiempo de duración
Acumulación de Desechos	Incremento de cantidades de desechos	Implementación de contenedores para la clasificación de desechos	Se deben clasificar los materiales generados por la demolición de obras como peligrosos o no peligrosos y posteriormente trasladarlos a un centro de acopio	Cantidad de desechos generados en peso	Fotografías	Constructor a cargo	Durante toda la actividad
Uso de Materiales de Construcción	Incremento en cantidades de desechos	Implementación de contenedores para la clasificación de desechos	Aquellos empaques o envases deben ser clasificados según su tipo, cartón, plástico, vidrio.	Cantidad de envases o empaques generados	Fotografías	Constructor a cargo	Durante toda la actividad
Uso de Químicos	Modificación a las propiedades del suelo	Implementación de contenedores para la clasificación de desechos	Clasificar los envases de aquellos químicos como materiales peligrosos o no peligrosos	Cantidad de envases desechados	Fotografías	Constructor a cargo	Durante toda la actividad

Fuente: Propia

7.3.5.5 Plan de Relaciones Comunitarias

Tabla 7.16 Plan de Relaciones Comunitarias

Plan de Relaciones Comunitarias						
Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Medidas de prevención	Descripción	Método de verificación	Persona o Entidad a Cargo	Tiempo de duración
Acumulación de Desechos	Incremento de cantidades de desechos	Proveer información acerca del proyecto a realizarse en el caso de que los usuarios presenten incomodidad	Personas capacitadas e informadas del alcance de la obra, deben brindar información necesaria a los usuarios	Fotografías	Constructor a cargo	Durante toda la actividad
Generación de Ruido	Alteración al ambiente de trabajo	Proveer información acerca del proyecto a realizarse en el caso de que los usuarios presenten molestia por las actividades	Personas capacitadas e informadas del alcance de la obra, deben brindar información necesaria a los usuarios	Fotografías	Constructor a cargo	Durante toda la actividad
Producción de Polvo	Alteración a la calidad de aire	Proveer información acerca del proyecto a realizarse en el caso de que los usuarios presenten molestia por las actividades	Personas capacitadas e informadas del alcance de la obra, deben brindar información necesaria a los usuarios	Fotografías	Constructor a cargo	Durante toda la actividad

Fuente: Propia

7.3.5.6 Plan de Abandono y Entrega del Área

Tabla 7.17 Plan de Abandono y Entrega del área

Plan de Abandono y Entrega del Área							
Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Medidas de prevención	Descripción	Indicador	Método de verificación	Persona o Entidad a Cargo	Tiempo de duración
Acumulación de Desechos	Incremento de cantidades de desechos	Levantar desechos	Limpiar adecuadamente el área de trabajo y disponer apropiadamente de los desechos generados	Cantidad de desechos recogidos	Fotografías	Constructor a cargo	Al final de la obra
Uso de Maquinaria	Alteración al ambiente de trabajo	Retiro de toda la maquinaria y equipos de trabajo	Retirar la maquinaria usada durante la ejecución de la obra	Número de maquinarias al inicio del proyecto versus al final del proyecto	Inspección visual	Constructor a cargo	Al final de la obra

Fuente: Propia

CAPÍTULO 8

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

El análisis realizado para el diseño de la estructura se inició con base a las diferentes cargas aplicables y al tipo de suelo encontrado en el sitio según estudios proporcionados por el cliente.

La alternativa seleccionada cumple con los requerimientos estructurales y estéticos del cliente.

Los resultados del diseño de una estructura metálica en el área de ingreso principal fueron comprobados según las especificaciones de las normas aplicables y trae múltiples beneficios para la institución.

El presupuesto referencial para la ejecución del proyecto fue elaborado con la ayuda de precios referenciales para materiales, mano de obra, equipos y maquinarias publicados en la revista de la Cámara de la Construcción de Guayaquil y con respecto a presupuestos de proyectos similares.

Durante la etapa de ejecución del proyecto no se producen impactos ambientales significativos que ocasionen grandes daños al medio ambiente o a la salud de sus colaboradores.

8.2 Recomendaciones

Los elementos que conforman de estructura deben ser de la forma adecuada, tener las dimensiones correctas y encontrarse en buen estado, lo cual se verifica mediante una inspección rigurosa.

Es necesario respetar las normas y códigos de diseño para obtener una estructura resistente.

Se recomienda seguir el diseño adjunto en planos con el objeto de evitar errores y daños en perfiles estructurales.

Seguir el procedimiento adecuado para el montaje de la estructura, contando con personal calificado para obtener buenos resultados.

Realizar un seguimiento al proyecto durante su ejecución para garantizar el cumplimiento de las actividades en el tiempo destinado a la construcción y revisar que cada trabajador cuente con el equipo de protección acorde a la actividad a realizar.

El uso de hojas de cálculo agiliza un poco la determinación de valores generados por fórmulas largas y también brinda facilidades para cálculos iterativos.

BIBLIOGRAFÍA

McCormac, J. (2012). Diseño de Estructuras de Acero (5ta ed.). Mexico: Alfaomega Grupo Editor.

Zapata, L. (2006). Diseño Estructural en Acero (1era ed.)

Das, B. M. (2012). Fundamentos de Ingeniería en Cimentaciones (7ma ed.). México: Cengage Learning Editores.

Piralla, R. Diseño Estructural (2da ed.). México: Universidad Autónoma de México.

Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015). Cargas No Sísmicas. Dirección de Comunicación Social. Quito.

Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015) Peligro Sísmico. Dirección de Comunicación Social. Quito.

American Institute of Steel Construction AISC, Specification for Structural Steel Buildings (2010).

Colimba Quijia, P. & Choca Simbaña, F. (2016). Diseño Estructural de un Edificio de 4 Pisos en Acero para Proyecto de Vivienda Masivo. Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Quito.

Gavidia González, A. & Subía Sánchez, A. (2015). Elaboración de los Procedimientos de Fabricación y Montaje de una Estructura de Acero para un Edificio Tipo. Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Quito.

Erazo Carvajal, D. & Ordóñez González, L. (2013). Diseño del Entramado de Acero de la Estructura Soporte del Edificio “Diamante Premium Corp”, de la ciudad de Guayaquil. Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Quito.

Velasco Galarza, V. (2009). Diseño de una Estructura de Acero Formado en Frío por el Método LRFD para un Galpón Industrial. Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y de Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.

Redroban Becerra, D. (2009). Diseño de un Galpón Industrial Aplicando Método de Elemento Finito Aplicando el Programa ANSYS para el Taller de la Empresa Metalmecánica. Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y de Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.

Cámara de la Construcción de Guayaquil. (2008). Construcción y Desarrollo.

Metalúrgica Cerrillos. Obtenido de: <http://www.metalurgicaserrillos.cl>

Oxilaser. Obtenido de: <http://www.oxilaser.com>

ALTESA. Obtenido de: http://www.altesamx.com/ver_servicio.php?id=2

ANEXO

ANEXO A

Tablas del detalle de cálculo de cantidades para presupuesto

1	OBRAS PRELIMINARES					
1.1	Demolición de obras existentes					
1.1.1	Corte y demolición de pavimento de hormigón armado e=20 cm (Incluye Desalojo)	M2	<u>LARGO</u>	<u>ANCHO</u>	<u>ÁREA</u>	<u>CANTIDAD</u>
						35.00
1.1.2	Demolición de bordillo y cuneta (Incluye Desalojo)	ML	<u>LARGO</u>			<u>CANTIDAD</u>
						3.00
1.1.3	Demolición de contrapiso-andenes (Incluye Desalojo)	M2	<u>LARGO</u>	<u>ANCHO</u>	<u>ÁREA</u>	<u>CANTIDAD</u>
						7.00
1.2	Instalación de Nueva Obra					
1.2.1	Trazado y replanteo	M2	<u>LARGO</u>	<u>ANCHO</u>	<u>ÁREA</u>	<u>CANTIDAD</u>
						122.50

2	MOVIMIENTO DE TIERRA							
2.1	Excavación y desalojo manual	M3	<u>LARGO</u>	<u>ANCHO</u>	<u>ALTO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>VOLUMEN</u>	<u>CANTIDAD</u>
			1.8	1.5	1.2	8	25.92	25.92
							0	0
								25.92
2.2	Relleno manual compactado	M3	<u>LARGO</u>	<u>ANCHO</u>	<u>ALTO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>VOLUMEN</u>	<u>CANTIDAD</u>
			1.1	1.1	1.1	8	10.648	10.648
							0	0
								10.65
2.3	Capa de relleno sub-base clase 1 e=20 cm	M3	<u>LARGO</u>	<u>ANCHO</u>	<u>ALTO</u>		<u>VOLUMEN</u>	<u>CANTIDAD</u>
								1.50

3 OBRAS DE HORMIGÓN SIMPLE							
3.1	Replanto e=5cm	M2	<u>LARGO</u>	<u>ANCHO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>ÁREA</u>	<u>CANTIDAD</u>
			1.8	1.5	8	21.6	21.60
3.2	Muro de piedra base 40 cm	ML	<u>LARGO</u>				<u>CANTIDAD</u>
			60.00				60.00
3.3	Acera paletada e=8cm. f'c=180 kg/cm2	M2	<u>LARGO</u>	<u>ANCHO</u>			<u>CANTIDAD</u>
							7.00
3.4	Bordillo y cunetas paletados f'c= 210 Kg/cm2	ML	<u>LARGO</u>				<u>CANTIDAD</u>
			3.00				3.00
3.5	Bordillo f'c=180 Kg/cm2 H=0.4 m A=0.15-0.20 M	ML	<u>LARGO</u>				<u>CANTIDAD</u>
			3.00				3.00

4 IMPERMEABILIZACIÓN							
4.1	Llenado y sellado de juntas con SIKA FLEX				ML	<u>LARGO</u>	<u>CANTIDAD</u>
						73	73.00

5.2	Estructura de hormigón (Incluye Encofrado)							
5.2.1	Zapatas y dados f'c=280 kg/cm2	M3	LARGO	ANCHO	ALTO	# DE ELEMENTOS	VOLUMEN	CANTIDAD
	Zapatas		1.8	1.5	0.25	8	5.4	5.4
	Dados		0.9	0.9	0.9	8	5.832	5.832
							0	0
								11.23
5.3	Capa de rodadura de hormigón f'c=280 Kg/cm2 con hormigón mezclado en planta	M3	LARGO	ANCHO	ALTO		VOLUMEN	CANTIDAD
								1.50

6	ESTRUCTURA METÁLICA							
6.1	Cubierta Metálica							
6.1.1	Estructura de acero (perfiles para estructura)	KG	LONG.	UNIDAD ES	LONG. TOTAL	PESO (KG/M)	PESO (KG)	
	Canales 200X50X4 para columnas exteriores		25.00	2.00	50.00	8.95	447.50	
	Canales 200X50X4 para columnas interiores		27.00	2.00	54.00	8.95	483.30	
Celosía	Ángulos 25x25x3 para columnas exteriores		1.00	60.00	60.00	2.10	126.00	
			0.50	4.00	2.00	2.10	4.20	
	Ángulos 25x25x3 para columnas interiores		1.00	64.00	64.00	2.10	134.40	
			0.50	4.00	2.00	2.10	4.20	
	Canales 150x50x3 para cercha superior		28.00	2.00	56.00	5.62	314.72	
	Canales 150x50x3 para cercha inferior		28.00	2.00	56.00	5.62	314.72	
Celosía	Ángulos 25x25x3 para cercha frontal		61.40	2.00	122.80	2.10	257.88	
	Ángulos 25x25x3 para cercha posterior		61.40	2.00	122.80	2.10	257.88	
	Canales 50X50X3 en sentido Y		5.20	16.00	83.20	2.09	173.89	
Celosía	Ángulos 25x25x3 para cerchas en sentido Y exteriores		14.20	2.00	28.40	2.10	59.64	
	Ángulos 25x25x3 para cerchas en sentido Y interiores		22.00	2.00	44.00	2.10	92.40	
	Correas G 100x50x15x3 para largueros		9.00	36.00	324.00	4.89	1584.36	
	Planchas 3mm		1.80	6.10	8.00	25.00	2196.00	
	Platinas de 1 1/2" por 3mm		2	120	240	0.96	229.2	
	Ángulos 40x3mm		0.8	32	25.6	1.75	44.8	
	Ángulos de 25 x 3mm		0.8	120	96	2.10	201.6	
	Placas de Refuerzo		1.2	0.4	8	24.00	92.16	
	Refuerzo de largueros L30x3mm		0.2	72	14.4	1.28	18.432	

7	PINTURA				
7.1	Pintura para bordillos	ML	<u>Número de bordillos</u>	<u>LARGO</u>	<u>CANTIDAD</u>
			1.00	40.00	40.00

8	INSTALACIONES				
8.1	Aguas Lluvias				
8.1.1	Tuberías de bajantes para aguas lluvias $\varnothing=110$ mm	ML	<u>NÚMERO DE BAJANTES</u>	<u>LONGITUD DE CADA UNA</u>	<u>CANTIDAD</u>
	Columnas exteriores		4.00	8.80	35.20
8.1.2	Canalón Metálico	ML	<u>NÚMERO DE CANALONES</u>	<u>LONGITUD DE CADA UNO</u>	<u>CANTIDAD</u>
	Laterales		2.00	9.00	18.00
	Frontal y posterior				0.00
					18.00
8.1.3	Flashing	ML	<u>NÚMERO DE FLASHING</u>	<u>LONGITUD</u>	<u>CANTIDAD</u>
	Lado izquierdo (frontal y posterior)		2.00	14.30	28.6
	Lado derecho (frontal y posterior)		2.00	13.90	27.80
	Laterales		2.00	9.10	18.20
	Centrales		2.00	9.10	18.20
					92.80
8.1.4	Perforación de tubos estructurales para salida de bajantes de aguas lluvias	UND	<u>NÚMERO DE PERFORACIONES</u>		<u>CANTIDAD</u>
			4.00		4.00

8.2	Eléctricas			
8.2.1	Punto de luz 120 V	PTO	<u>NÚMERO DE PTOS.</u>	<u>CANTIDAD</u>
			8.00	8.00
8.2.2	Alimentador eléctrico 120 V	UND	<u>NÚMERO DE UND.</u>	<u>CANTIDAD</u>
			1.00	1.00
8.2.3	Luminaria tipo Bahía de 60 W led sobrepuesta	UND	<u>NÚMERO DE UND.</u>	<u>CANTIDAD</u>
			8.00	8.00

ANEXO B

Matrices de Magnitud y Peligrosidad

Magnitud			
Aspectos	Descripción	Valoración	
Acumulación de desechos (concreto, acero, agregados)	Más de 11500 Ton/día	3	Alto
	Entre 7501 y 11499 Ton/día	2	Medio
	Menos de 7500 Ton/ día	1	Bajo
Acumulación de plástico y cartón	Más de 11500 Ton/día	3	Alto
	Entre 7501 y 11499 Ton/día	2	Medio
	Menos de 7500 Ton/ día	1	Bajo
Consumo de combustible	501 - 1000 gal	3	Alto
	101 - 500 gal	2	Medio
	Menos de 100 gal	1	Bajo
Demanda de mano de obra	de 8 a 12 horas diarias	3	Alto
	de 4 a 8 horas diarias	2	Medio
	menos de 4 horas diarias	1	Bajo
Generación de CO2	de 8 a 12 horas diarias	3	Alto
	de 4 a 8 horas diarias	2	Medio
	menos de 4 horas diarias	1	Bajo
Generación de olores	Se extiende a más de 2000 metros fuera del límite de la institución	3	Alto
	Entre el límite de la institución y 500 metros fuera	2	Medio
	Límites de la institución	1	Bajo
Generación de ruido	Se extiende a más de 2000 metros fuera del límite de la institución	3	Alto
	Entre el límite de la institución y 500 metros fuera	2	Medio
	Límites de la institución	1	Bajo
Producción de polvo	Se extiende a más de 2000 metros fuera del límite de la institución	3	Alto
	Entre el límite de la institución y 500 metros fuera	2	Medio
	Límites de la institución	1	Bajo
Uso de acero de refuerzo	Más de 11500 Ton/día	3	Alto
	Entre 7501 y 11499 Ton/día	2	Medio
	Menos de 7500 Ton/ día	1	Bajo
Uso de acero estructural	Más de 11500 Ton/día	3	Alto
	Entre 7501 y 11499 Ton/día	2	Medio

	Menos de 7500 Ton/ día	1	Bajo
Uso de agregado grueso	Más de 11500 Ton/día	3	Alto
	Entre 7501 y 11499 Ton/día	2	Medio
	Menos de 7500 Ton/ día	1	Bajo
Uso de arena	Más de 11500 Ton/día	3	Alto
	Entre 7501 y 11499 Ton/día	2	Medio
	Menos de 7500 Ton/ día	1	Bajo
Uso de cemento	Más de 11500 Ton/día	3	Alto
	Entre 7501 y 11499 Ton/día	2	Medio
	Menos de 7500 Ton/ día	1	Bajo
Uso de energía eléctrica	501 - 1000 kwh	3	Alto
	101 - 500 kwh	2	Medio
	Menos de 100 kwh	1	Bajo
Uso de equipos	de 8 a 12 horas diarias	3	Alto
	de 4 a 8 horas diarias	2	Medio
	menos de 4 horas diarias	1	Bajo
Uso de maquinaria	de 8 a 12 horas diarias	3	Alto
	de 4 a 8 horas diarias	2	Medio
	menos de 4 horas diarias	1	Bajo
Uso de materiales de pvc	Más de 11500 Ton/día	3	Alto
	Entre 7501 y 11499 Ton/día	2	Medio
	Menos de 7500 Ton/ día	1	Bajo
Uso de materiales eléctricos	Más de 11500 Ton/día	3	Alto
	Entre 7501 y 11499 Ton/día	2	Medio
	Menos de 7500 Ton/ día	1	Bajo
Uso de materiales metálicos	Más de 11500 Ton/día	3	Alto
	Entre 7501 y 11499 Ton/día	2	Medio
	Menos de 7500 Ton/ día	1	Bajo
Uso de químicos	501 - 1000 gal	3	Alto
	101 - 500 gal	2	Medio
	Menos de 100 gal	1	Bajo
Uso de material de relleno	Más de 11500 Ton/día	3	Alto
	Entre 7501 y 11499 Ton/día	2	Medio
	Menos de 7500 Ton/ día	1	Bajo

Peligrosidad			
Aspectos	Descripción	Valoración	
Acumulación de desechos (concreto, acero, agregados)	No reusable ni reciclable	3	Alto
	Reciclable	2	Medio
	Reusable	1	Bajo
Acumulación de plástico y cartón	No reusable ni reciclable	3	Alto
	Reciclable	2	Medio
	Reusable	1	Bajo
Consumo de combustible	Bunker	3	Alto
	Diesel/Gasolina	2	Medio
	Gas	1	Bajo
Demanda de mano de obra	Alto riesgo (Operación manual)	3	Alto
	Medio riesgo (Operación manual y automática)	2	Medio
	Bajo riesgo (Operación automática)	1	Bajo
Generación de CO2	Azufre en el combustible 550 ppm	3	Alto
	Azufre en el combustible entre 401 y 550 ppm	2	Medio
	Azufre en el combustible menos de 400 ppm	1	Bajo
Generación de olores	Sensación de olor a más de 2000 m	3	Alto
	Afectación dentro y fuera del lindero hasta 500 m	2	Medio
	Sin afectación	1	Bajo
Gereración de ruido	Más de 100 dB	3	Alto
	De 50 a 99 dB	2	Medio
	De 0 a 49 dB	1	Bajo
Producción de polvo	Más de 100 ug/ m3 en 24 horas	3	Alto
	50-99 ug/ m3 en 24 horas	2	Medio
	0-49 ug/ m3 en 24 horas	1	Bajo
Uso de acero de refuerzo	No reusable o reciclable	3	Alto
	Reciclable	2	Medio
	Reusable	1	Bajo

Uso de acero estructural	No reusable o reciclable	3	Alto
	Reciclable	2	Medio
	Reusable	1	Bajo
Uso de agregado grueso	No reusable ni reciclable	3	Alto
	Reciclable	2	Medio
	Reusable	1	Bajo
Uso de arena	No reusable ni reciclable	3	Alto
	Reciclable	2	Medio
	Reusable	1	Bajo
Uso de cemento	Desecho peligroso	3	Alto
	Desecho especial	2	Medio
	Desecho no peligroso destinado a valorización, reciclaje o reutilización y residuos urbanos	1	Bajo
Uso de energía eléctrica	Energía eléctrica (termo eléctrica)	3	Alto
	Energía eléctrica (no termo eléctrica)	2	Medio
	Energías renovables	1	Bajo
Uso de equipos	Riego operación (manual)	3	Alto
	Riesgo poco significativo de uso (mixto)	2	Medio
	No riesgo operación (automático)	1	Bajo
Uso de maquinaria	Riesgo operación (manual)	3	Alto
	Riesgo poco significativo de uso (mixto)	2	Medio
	No riesgo operación (automático)	1	Bajo
Uso de materiales de pvc	No reusable ni reciclable	3	Alto
	Reciclable	2	Medio
	Reusable	1	Bajo
Uso de materiales eléctricos	No reusable ni reciclable	3	Alto
	Reciclable	2	Medio
	Reusable	1	Bajo
Uso de materiales metálicos	No reusable ni reciclable	3	Alto
	Reciclable	2	Medio
	Reusable	1	Bajo
Uso de químicos	Mas de 2 CRETIB - radiactividad positiva	3	Alto
	1 CRETIB - radiactividad positiva	2	Medio
	CRETIB negativo - radiactividad negativa	1	Bajo
Uso de material de relleno	No reusable ni reciclable	3	Alto
	Reciclable	2	Medio
	Reusable	1	Bajo

ANEXO C

Matriz de criterios para valorización de impactos ambientales

		Valor	Descripción
Intensidad	Baja	1	< 2 factores
	Media	2	2 -3 factores
	Alta	4	4 - 5 factores
	Muy alta	8	> 5 factores
Extensión	Local	1	Dentro del lindero/ afectación exterior
	Parcial	2	hasta 500 m fuera de la empresa
	Largo	4	entre 501 y 1000 m fuera de la empresa
	Total	8	más de 1001 m fuera de la empresa
Momento	Inmediato	4	en pocos minutos
	Corto	4	en un día
	Medio plazo	2	en una semana
	Largo plazo	1	en un mes
Persistencia	Fugaz	1	1 día
	Temporal	2	más de 1 semana
	Permanente	4	más de un mes
Reversibilidad	Corta	1	1mes
	Media	2	más de 1 mes menos de 1 año
	Irreversible	4	más de 1 año
Sinergia	No sinérgico	1	1 factor ambiental
	Sinérgico	2	2 - 3 factores ambientales
	Medianamente sinérgico	3	4 - 6 factores ambientales
	Muy sinérgico	4	> 7 factores ambientales
Acumulación	Alta	4	Incremento significativo
	Parcial	3	Incremento progresivo
	Sin acumulación	2	No hay incremento
Efecto	Indirecto	2	Impacto indirecto
	Directo	4	Impacto directo
Periodicidad	Continua	4	más de 4 horas en 16 horas
	Periodica	2	4 horas en 16 horas
	Discontinua	1	1 hora en 16 horas
Recuperabilidad	Inmediata	1	menos de 1 año
	Mediano plazo	2	entre 1 y 5 años
	Parcial	4	10 años
	Irrecuperable	8	Nunca