

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño de la estructura e instalaciones básicas para la ampliación del edificio municipal de 2 niveles del cantón Samborondón parroquia satélite, incluyendo la planificación y gestión de la construcción

INGE-2677

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Jorge Josué Montoya Huayamabe

Luis Abraham Pavón Solís

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a toda mi familia. A mi madre María, mi padre William y mi hermano Joel. Quienes son mi motivación para seguir adelante y que me ayudaron a convertirme en profesional. A mis amigos y compañeros por su valioso apoyo que me brindaron durante toda la carrera.

Jorge Josue Montoya Huayamabe

Dedico este trabajo a quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y fortaleza. A mis padres Carmen y Luis, a mi querida Daniela, a mi abuelito que me está guiando desde el cielo y a todas las personas que me han ayudado a salir adelante en mi ámbito profesional, creando en mí una mejor versión.

Luis Abraham Pavón Solís

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios quien me guía por el buen camino, a mi familia por formar parte de esta etapa tan importante en mi vida. A mis amigos y compañeros que formé en este trayecto. A cada uno de los profesores de la facultad, por su dedicación en la enseñanza de conocimientos y valores.

Jorge Josue Montoya Huayamabe

Quiero agradecer infinitamente a Dios, por la sabiduría y paciencia que me ha otorgado, a mis padres, por su inmenso sacrificio ligado a su apoyo incondicional, a mi querida Daniela por demostrarme que ante momentos de adversidad puedo lograr cada propósito y a mi tutor Eduardo Santos, por su constante guía y dedicación para forjar excelentes profesionales.

Luis Abraham Pavón Solís

Declaración Expresa

Nosotros **Jorge Josue Montoya Huayamabe** y **Luis Abraham Pavon Solis** acordamos y reconocemos que:

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

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

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

Guayaquil, 16 de Octubre del 2024.



Jorge Josue Montoya
Huayamabe



Luis Abraham Pavon
Solis

Evaluadores

MSc. Orta Zambrano Ingrid Tatiana

Profesor de Materia

PhD. Santos Baquerizo Eduardo Alberto

Tutor de proyecto

Resumen

El crecimiento poblacional y urbanístico de La Puntilla en el cantón Samborondón fomenta el incremento actual de la demanda sobre los servicios ofrecidos por el municipio. Largas filas y retrasos en los procesos son algunas de las consecuencias generadas de esta situación. Por tal motivo, el proyecto se basa en diseñar una ampliación de dos niveles junto a la edificación existente del municipio. La estructura que se desarrolló posee elementos de hormigón armado para ambos niveles y estructura metálica para la formación de la cubierta. Además, se llevó a cabo el diseño del sistema de recolección de aguas lluvia y la distribución eléctrica de tomacorrientes e iluminarias. Por ello, se abordó las consideraciones de las normativas ACI 318-19, NEC 2015, AISC 360-16 y ASCE 7-16. Como resultado, se obtuvo una estructura aporticada capaz de resistir las cargas de diseño y cumplir con las comprobaciones de seguridad estructural. De igual forma, las instalaciones pluviales y eléctricas cumplieron con los requisitos de operabilidad. Se logró un diseño de ampliación eficiente en el ámbito técnico, ambiental y económico, pudiendo adaptarse sin obstrucciones a cualquier área involucrada de la construcción.

Palabras claves: diseño – estructura – instalaciones – eficiente

Abstract

The population and urban growth of La Puntilla in the canton of Samborondón encourages the current increase in demand for the services offered by the municipality. Long queues and delays in the processes are some of the consequences generated by this situation. For this reason, the project is based on designing a two-level extension next to the existing building of the municipality. The structure that was developed has reinforced concrete elements for both levels and a metal structure for the formation of the roof. In addition, the design of the rainwater collection system and the electrical distribution of outlets and lighting were carried out. Therefore, the considerations of the regulations ACT 318-19, NEC 2015, AISC 360-16 and ASCE 7-16 were addressed. As a result, a portal structure capable of resisting the design loads and complying with structural safety checks was obtained. Likewise, the stormwater and electrical installations met the operability requirements. An efficient expansion design was achieved in the technical, environmental and economic fields, allowing it to adapt without obstacles to any construction event.

Keywords: design – structure – facilities – efficient

Índice General

Resumen.....	i
Abstract	ii
Índice General	iii
Abreviaturas	iii
Simbología	vii
Índice De Tablas	viii
Índice de Planos	xviii
Capítulo 1	1
1. Introducción.....	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Descripción del Problema	3
1.3 Justificación del Problema	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
Capítulo 2.....	6
2. Materiales Y Métodos	7
2.1 Revisión de literatura	7
2.2 Área de estudio	14

2.3	Trabajo de campo y laboratorio	19
2.3.1	Trabajo Topográfico	19
2.3.2	Estudio de Suelos.....	24
2.4	Análisis de Datos	49
2.5	Análisis de Alternativas	51
Capítulo 3	58
3.	DISEÑO Y ESPECIFICACIONES.....	59
3.1	Diseños.....	59
3.1.1	Diseño Estructural.....	59
3.1.2	Diseño De Sistema De Drenaje Pluvial	187
3.1.3	Distribución Eléctrica	212
3.2	Especificaciones Técnicas	223
3.2.1	Especificaciones Del Diseño Estructural	223
3.2.2	Especificaciones de Diseño de Sistema AALL	268
3.2.3	Especificaciones de Distribución Eléctrica.....	274
Capítulo 4	290
4.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA).....	291
4.1	Descripción del proyecto	291
4.2	Línea de base ambiental.....	292
4.3	Actividades del proyecto.....	294

4.4	Identificación de impactos ambientales	295
4.5	Valoración de los impactos ambientales.....	296
4.6	Medidas de prevención/mitigación	300
4.7	Conclusiones	302
Capítulo 5.....		303
5.	PRESUPUESTO	304
5.1	Estructura desglosada de trabajo.....	304
5.1.1	Presupuesto	306
5.2	Análisis de Precios Unitarios	308
5.3	Descripción de cantidades de obra.....	309
5.4	Valoración integral del costo del proyecto	341
5.5	Cronograma de Obra.....	343
Capítulo 6.....		345
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	346
6.1	Conclusiones	346
6.2	Recomendaciones	347
6.3	Referencias.....	348
Planos y Anexos.....		352

Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
IGM	Instituto Geográfico Militar
MDT	Modelo Digital de Terreno
LEMCO	Laboratorio de Ensayo de Materiales y Construcciones
GC	Relleno de Grava Arcillosa con Arena
CH	Arcilla de Alta Plasticidad
MH	Limo de Alta Plasticidad con Material Orgánico
GP, GM	Relleno de Grava mal graduada con Limo y Arena
SM	Arcilla Limosa
LL	Limite Líquido
LP	Límite Plástico
IP	Índice de Plasticidad
SPT	Standard Penetration Test
ASCE	American Society of Civil Engineers
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ACI	American Concrete Institute
AISC	American Institute of Steel Construction
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
PVC	Policloruro de Vinilo
LED	Light Emitting Diode
AWG	American Wire Gauge
THHN	Termoplástico Resistente al Calor, Recubierto de Nailon

Simbología

m	Metros
m²	Metro Cuadrado
cm	Centímetros
cm²	Centímetro Cuadrado
mm	Milímetro
%	Porcentaje
Ngolpes	Número de Golpes
kN	KiloNewton
ton	Toneladas
tonf	Toneladas Fuerza
s	Segundos
h	Hora
L	Litros
pulg	Pulgadas
A	Amperios
v	Voltios
u	Por Unidad
m³	Metros Cúbicos

Índice De Tablas

Tabla 2.1 <i>Delimitación de la Zona de Estudio</i>	18
Tabla 2.2 <i>Estratigrafía del Terreno a través de Capas</i>	26
Tabla 2.3 <i>Contenido de Humedad de Perforación 1</i>	27
Tabla 2.4 <i>Límite Líquido respecto a profundidad de la perforación 1</i>	28
Tabla 2.5 <i>Límite Plástico respecto a profundidad de la perforación 1</i>	29
Tabla 2.6 <i>Índice de Plasticidad respecto a profundidad de la Perforación 1</i>	30
Tabla 2.7 <i>Ensayo SPT respecto a la Profundidad en Perforación 1</i>	32
Tabla 2.8 <i>Compresión Simple respecto a profundidad de la Perforación 1</i>	33
Tabla 2.9 <i>Estratigrafía del Terreno a través de Capas</i>	34
Tabla 2.10 <i>Contenido de Humedad de la Perforación 2</i>	35
Tabla 2.11 <i>Límite Líquido de la Perforación 2</i>	36
Tabla 2.12 <i>Límite Plástico de la Perforación 2</i>	37
Tabla 2.13 <i>Índice de Plasticidad de la Perforación 2</i>	38
Tabla 2.14 <i>Índice de Plasticidad de la Perforación 2</i>	40
Tabla 2.15 <i>Ensayo de Compresión Simple de la Perforación 2</i>	41
Tabla 2.16 <i>Contenido de Humedad de la Perforación 3</i>	43
Tabla 2.17 <i>Límite Líquido de la Perforación 3</i>	44
Tabla 2.18 <i>Límite Plástico de la Perforación 3</i>	45
Tabla 2.19 <i>Índice de Plasticidad de la Perforación 3</i>	46

Tabla 2.20 <i>Ensayo SPT de la Perforación 3</i>	47
Tabla 2.21 <i>Ensayo SPT de la Perforación 3</i>	48
Tabla 2.22 <i>Cuadro Comparativo de Selección de Alternativas</i>	55
Tabla 3.1 <i>Combinaciones de carga</i>	62
Tabla 3.2 <i>Dimensiones de losa nervada</i>	67
Tabla 3.3 <i>Parámetros de elaboración de espectro sísmico</i>	73
Tabla 3.4 <i>Resultados de fuerzas en la base del Bloque 1</i>	77
Tabla 3.5 <i>Resultados de fuerzas en la base del Bloque 2</i>	79
Tabla 3.6 <i>Periodos de vibración para la estructura del bloque 1</i>	80
Tabla 3.7 <i>Periodos de vibración para la estructura del bloque 2</i>	81
Tabla 3.8 <i>Revisión de derivas inelásticas para el bloque 1</i>	86
Tabla 3.9 <i>Revisión de derivas inelásticas para el bloque 2</i>	89
Tabla 3.10 <i>Revisión de torsión bloque 1 (Ex)</i>	91
Tabla 3.11 <i>Revisión de torsión bloque 1 (Ey)</i>	91
Tabla 3.12 <i>Revisión de torsión bloque 2 (Ex)</i>	92
Tabla 3.13 <i>Revisión de torsión bloque 2 (Ey)</i>	93
Tabla 3.14 <i>Simbología de columnas por colores</i>	94
Tabla 3.15 <i>Demandas de carga para columnas 300x300</i>	96
Tabla 3.16 <i>Demandas de carga para columnas 350x350</i>	98
Tabla 3.17 <i>Demandas de carga para columnas 200x200</i>	100

Tabla 3.18 Descargas en cimentación por cargas de servicio	160
Tabla 3.19 Descargas en cimentación por cargas de diseño.....	161
Tabla 3.20 Datos Iniciales para Diseño de Drenaje de Aguas Lluvias	190
Tabla 3.21 Coeficientes de Escorrentía para diferentes Superficies	193
Tabla 3.22 Áreas de las cubiertas consideradas para el análisis.....	194
Tabla 3.23 Área propia correspondiente a la Cubierta 1	195
Tabla 3.24 Área propia correspondiente a la Cubierta 2	196
Tabla 3.25 Caudales Máximos respecto a su cubierta	198
Tabla 3.26 Relación de Diámetros respecto a Caudales Máximos	199
Tabla 3.27 Diseño de Bajante 1 y 2 para la Cubierta 1	199
Tabla 3.28 Diseño de Bajante 3 y 4 para la Cubierta 2	200
Tabla 3.29 Área Propia para Cubierta 2 del Colector Horizontal.....	202
Tabla 3.30 Área Propia y Acumulada para Cubierta 1 del Colector Horizontal.....	202
Tabla 3.31 Área Propia y Acumulada para Cubierta 1 del Colector Horizontal.....	203
Tabla 3.32 Distribución de Circuitos de Iluminación para Planta baja	213
Tabla 3.33 Distribución de Circuitos de Iluminación para Planta Alta.....	214
Tabla 3.34 Distribución de Circuitos de Tomacorriente 110v para Planta Baja.....	216
Tabla 3.35 Distribución de Circuitos de Tomacorriente 110v para Planta Alta.....	217
Tabla 3.36 Distribución de Circuitos de Tomacorriente 220v para Planta Baja.....	218
Tabla 3.37 Distribución de Circuitos de Tomacorriente 220v para Planta Alta.....	220

Tabla 3.38 <i>Características de Acometida</i>	222
Tabla 4.1 <i>Importancia de Impactos Ambientales</i>	297
Tabla 4.2 <i>Magnitud de Impactos Ambientales</i>	298
Tabla 4.3 <i>Magnitud de Impactos Ambientales</i>	299

Índice de Figuras

Figura 2.1 <i>Ubicación de la Ampliación del Municipio</i>	15
Figura 2.2 <i>Delimitación del Municipio en Google Earth</i>	17
Figura 2.3 <i>Topografía del Terreno a Escala 1:25 000</i>	20
Figura 2.4 <i>Mapa Topográfico de la Zona de Estudio</i>	23
Figura 2.5 <i>Ubicación de Perforaciones</i>	24
Figura 2.6 <i>Estratigrafía de la Perforación 1</i>	25
Figura 2.7 <i>Curva Granulométrica en Perforación 1</i>	31
Figura 2.8 <i>Estratigrafía de la Perforación 2</i>	34
Figura 2.9 <i>Curva Granulométrica de la Perforación 2</i>	39
Figura 2.10 <i>Estratigrafía de la Perforación 3</i>	42
Figura 2.11 <i>Curva Granulométrica de la Perforación 3</i>	46
Figura 3.1 <i>Peralte Mínimo de Vigas no Preforzadas</i>	64
Figura 3.2 <i>Espesor Mínimo de Losa</i>	67
Figura 3.3 <i>Dimensiones de elementos de losa</i>	68
Figura 3.4 <i>Bosquejo de sección transversal de losa nervada</i>	68
Figura 3.5 <i>Áreas Tributarias de Propuesta de Columnas</i>	69
Figura 3.6 <i>Especto sísmico con respuesta elástica e inelástica</i>	73
Figura 3.7 <i>Condiciones de periodo fundamental</i>	75
Figura 3.8 <i>Puntos de análisis para el Bloque 1</i>	83

Figura 3.9 <i>Puntos de análisis para el Bloque 2</i>	87
Figura 3.10 <i>Modelo estructural de los bloques 1 y 2</i>	94
Figura 3.11 <i>Diagramas de interacción para columnas 300x300</i>	97
Figura 3.12 <i>Diagramas de interacción para columnas 350x350</i>	99
Figura 3.13 <i>Diagramas de interacción para columnas 200x200</i>	101
Figura 3.14 <i>Sección transversal con acero de refuerzo de la columna 350x350</i>	101
Figura 3.15 <i>Planta estructural de vigas de entrepiso</i>	121
Figura 3.16 <i>Planta estructural de vigas de cubierta</i>	122
Figura 3.17 <i>Sección transversal de diseño de viga 25x45 cm</i>	123
Figura 3.18 <i>Diagrama de cortante y momento para viga 25x45</i>	125
Figura 3.19 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje 5</i>	127
Figura 3.20 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje 4''/4'</i>	128
Figura 3.21 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje G-G''</i>	128
Figura 3.22 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje 3''/4'</i>	129
Figura 3.23 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje G-G'</i>	129
Figura 3.24 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje F''</i>	130
Figura 3.25 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje F'</i>	130
Figura 3.26 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje E'</i>	130
Figura 3.27 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje D'</i>	131
Figura 3.28 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje C'</i>	131

Figura 3.29 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje B'</i>	131
Figura 3.30 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje A''</i>	132
Figura 3.31 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje A0 / 2-3'</i>	132
Figura 3.32 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje A0 / 3'-5</i>	133
Figura 3.33 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje 5</i>	133
Figura 3.34 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje 4/4''</i>	134
Figura 3.35 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje 3''</i>	134
Figura 3.36 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje 5'</i>	135
Figura 3.37 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje G'-F''</i>	135
Figura 3.38 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje F'</i>	136
Figura 3.39 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje F'</i>	136
Figura 3.40 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje E'</i>	137
Figura 3.41 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje D'</i>	137
Figura 3.42 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje C'</i>	138
Figura 3.43 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje B'</i>	138
Figura 3.44 <i>Tabla de aceros principales y refuerzo eje A''</i>	139
Figura 3.45 <i>Sección transversal de losa nervada</i>	143
Figura 3.46 <i>Diagrama de cortante y momento para nervio 10x20 cm</i>	145
Figura 3.47 <i>Sección transversal de viga de cimentación concéntrica</i>	150
Figura 3.48 <i>Diagrama de cuerpo libre de la viga de cimentación eje F'</i>	153

Figura 3.49 <i>Diagramas de cortante y momento para viga de cimentación eje F'</i>	153
Figura 3.50 <i>Diagramas de cortante y momento de la viga de cimentación para</i> <i>x=0.375m</i>	154
Figura 3.51 <i>Ubicación de plintos considerados</i>	160
Figura 3.52 <i>Área tributaria del plinto</i>	162
Figura 3.53 <i>Diagrama de fuerza en sección de plinto</i>	165
Figura 3.54 <i>Sección transversal de diseño de plinto</i>	167
Figura 3.55 <i>Diagrama de cortante y momento de correa considerado como viga SMA</i>	168
Figura 3.56 <i>Secciones transversales de correas consideradas</i>	169
Figura 3.57 <i>Catálogo de perfiles de correas G-DIPAC Manta</i>	170
Figura 3.58 <i>Diagramas de cortante y momento para viga tipo cajón</i>	171
Figura 3.59 <i>Sección transversal de viga tipo cajón</i>	174
Figura 3.60 <i>Perfiles estructurales Canales "C"- Catálogo DIPAC Manta</i>	175
Figura 3.61 <i>Perfiles estructurales Tubos cuadrados – Catálogo DIPAC Manta</i>	176
Figura 3.62 <i>Diagrama de cortante y momento para elemento perico</i>	176
Figura 3.63 <i>Diagrama de fuerza axial y torsión del elemento perico</i>	177
Figura 3.64 <i>Valores aproximados de longitud efectiva</i>	178
Figura 3.65 <i>Sección transversal del elemento perico</i>	184
Figura 3.66 <i>Simbología de estados de elementos por colores</i>	185
Figura 3.67 <i>Revisión de elementos metálicos del bloque 1</i>	186

Figura 3.68 <i>Revisión de elementos metálicos del bloque 2</i>	186
Figura 3.69 <i>Intensidad de Lluvia respecto al diámetro de la tubería</i>	192
Figura 3.70 <i>Área Máxima a través de intensidad de lluvia vs diámetro de tubería</i> ..	203
Figura 3.71 <i>Diseño de Colector Horizontal para Cubierta 2</i>	207
Figura 3.72 <i>Diseño de Colector Horizontal para Cubierta 1</i>	207
Figura 3.73 <i>Comprobaciones de Diseño para la Cubierta 1</i>	210
Figura 3.74 <i>Comprobaciones de Diseño para la Cubierta 2</i>	210
Figura 3.75 <i>Relaciones Hidráulicas para Comprobaciones de Diseño</i>	211
Figura 5.1 <i>Dimensiones de caseta y bodega de guardianía</i>	309
Figura 5.2 <i>Trazado de área de construcción de edificio municipal</i>	310
Figura 5.3 <i>Trazado de área de excavación en área de trabajo.</i>	313
Figura 5.4 <i>Área de contrapiso</i>	315
Figura 5.5 <i>Trazado de desmontaje de cubierta existente</i>	317
Figura 5.6 <i>Ejemplo de alzado de viga de cimentación</i>	319
Figura 5.7 <i>Cantidades de hormigón ciclópeo</i>	321
Figura 5.8 <i>Cantidades de hormigón en zapatas corridas de cimentación</i>	322
Figura 5.9 <i>Cantidades de hormigón en vigas presentes en la estructura</i>	323
Figura 5.10 <i>Cantidades de hormigón en columnas presentes en la estructura</i>	324
Figura 5.11 <i>Cantidad de hormigón en loseta de 5cm de espesor</i>	324
Figura 5.12 <i>Área de contrapiso</i>	325

Figura 5.13 <i>Pesos de vigas metálicas 150x100x2mm</i>	327
Figura 5.14 <i>Pesos de pericos metálicos 100x100x2mm</i>	328
Figura 5.15 <i>Pesos de correas metálicas G150x50x15x2mm</i>	329
Figura 5.16 <i>Pesos de correas metálicas G125x50x15x2mm</i>	330
Figura 5.17 <i>Longitudes para de las Cubiertas de Análisis</i>	331
Figura 5.18 <i>Longitud de Análisis</i>	334
Figura 5.19 <i>Longitud de Alimentador Principal</i>	335
Figura 5.20 <i>Longitud de Análisis</i>	336
Figura 5.21 <i>Longitud de Alimentador Principal</i>	337
Figura 5.22 <i>Longitud para Alimentador Secundario</i>	338
Figura 5.23 <i>Longitud de Alimentador Secundario</i>	339

Índice de Planos

PLANO 1	Planta y detalles de cimentación
PLANO 2	Alzados de cimentación
PLANO 3	Alzados de columnas
PLANO 4	Planta de losa y vigas de entrepiso
PLANO 5	Alzados de entrepiso
PLANO 6	Planta y alzados de cubierta
PLANO 7	Isométricos referenciales
PLANO 8	Sistema de drenaje pluvial
PLANO 9	Distribución Eléctrica

Capítulo 1

1. Introducción

En los últimos años, se ha registrado un acelerado crecimiento demográfico y urbanístico en el cantón Samborondón, específicamente en su parroquia satélite. Este fenómeno, característico de muchas áreas en desarrollo, ha generado un incremento considerable en la demanda de servicios municipales y ha planteado nuevos desafíos en la planificación y gestión de la infraestructura pública.

El rápido crecimiento de la población y la proliferación de nuevas urbanizaciones han destacado la necesidad de contar con instalaciones adecuadas que satisfagan las demandas de la comunidad. En este contexto, la infraestructura municipal juega un papel fundamental, ya que no solo mejora la calidad de vida de los ciudadanos a través de la prestación de servicios básicos, sino que también impulsa el desarrollo económico al crear un entorno favorable para la inversión y el surgimiento de nuevas oportunidades comerciales.

1.1 Antecedentes

El crecimiento poblacional y urbanístico de la parroquia satélite del cantón Samborondón ha generado una mayor demanda de servicios municipales, lo que ha llevado a la necesidad de ampliar las instalaciones públicas existentes. Diversos estudios de ampliaciones de edificios municipales en Ecuador han demostrado que el diseño y su planificación adecuada, no solo mejoran la capacidad operativa de estos

edificios, sino que también optimizan los recursos y tiempos de construcción. lo que sustenta la propuesta de ampliar el edificio municipal de dos niveles en esta localidad.

1.2 Descripción del Problema

El acelerado aumento de la población en la parroquia satélite del cantón Samborondón ha provocado un colapso en los procesos administrativos del municipio. Este crecimiento demográfico, impulsado por la expansión de nuevas urbanizaciones y viviendas en la zona, ha generado una demanda desproporcionada de servicios públicos y ha saturado la capacidad operativa del edificio municipal.

La infraestructura actual, no proporciona el espacio adecuado para la atención eficiente de los ciudadanos, lo que resulta prolongados tiempos de espera. La falta de áreas específicas para la gestión administrativa y la atención al público compromete la calidad del servicio, creando congestión en los trámites municipales.

Este fenómeno es observable y cuantificable, reflejándose en el aumento del flujo de usuarios y la insatisfacción general con los tiempos de respuesta. Sin una intervención que contemple la ampliación de las instalaciones y la modernización de los procesos, es previsible que la situación se agrave, afectando la operatividad del municipio y la calidad de vida de sus habitantes.

1.3 Justificación del Problema

Las actuales instalaciones del edificio municipal son insuficientes para atender la demanda actual, lo que provocaría una ineficiencia en los servicios que ofrecen. Por consiguiente, la inversión privada puede verse afectada en la región, ya que una gestión deficiente genera incertidumbre en el entorno económico. De modo que, la ampliación del edificio municipal no solo es una necesidad, sino una inversión a futuro del cantón, con impactos positivos en la economía local y el bienestar de la comunidad.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar la estructura e instalaciones básicas para la ampliación del edificio municipal del cantón Samborondón parroquia satélite, aplicando normas de diseño estructural sostenible, extendiendo los servicios municipales que ofrece.

1.4.2 Objetivos específicos

Analizar las normas de diseño estructural sostenible en Ecuador, enfocándose en el uso de hormigón armado y los requisitos de cargas, para garantizar que la ampliación del edificio municipal cumpla con los estándares de seguridad y eficiencia estructural.

Elaborar un diseño detallado de instalaciones básicas del edificio, incluyendo sistemas de aguas lluvias y redes eléctricas, integrando criterios sostenibles que optimicen el uso de materiales.

Describir la planificación y gestión de la obra de ampliación, justificando los costos del proyecto mediante un plan de trabajo que optimice los recursos financieros, minimizando los tiempos de construcción.

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

El cantón Samborondón se encuentra ubicada en la provincia del Guayas y forma parte de la zona metropolitana de Guayaquil. Posee una extensión de 252 km² en las que limita con los cantones de Daule, Salitre y Yaguachi. La cabecera cantonal es Samborondón y sus parroquias son Tarifa y la Puntilla, siendo estas de carácter rural y urbana respectivamente (Municipio de Samborondón, s.f.). Su población es de alrededor de 100.000 habitantes y en los últimos años ha experimentado un crecimiento urbanístico residencial (Gómez Platero, 2018). La ubicación estratégica junto al río Daule y su conexión con la ciudad de Guayaquil han sido determinantes para el desarrollo de infraestructuras comerciales importantes, así como también la creación de exclusivas zonas habitacionales (Orozco & Hidalgo, 2021).

Parroquia Satélite

Es un modelo de administración que se ubica y pertenece a la periferia de un cantón (González & Martínez, 2021). En el caso del cantón Samborondón, la agencia Sur en la Aurora permite agilizar la gestión de trámites para aquellos ciudadanos que residen en dichas zonas (Municipio de Samborondón, s.f.). De esta forma, se atiende con mayor accesibilidad a la demanda de servicios municipales sin la necesidad de desplazarse hasta la cabecera cantonal.

Ampliación de una Edificación

Se refiere a la expansión urbanística de una estructura existente, por la cual, permite acrecentar la capacidad del inmueble y mejorar las áreas de uso (Martínez & Gómez, 2020). En este proceso se debe asegurar que la nueva infraestructura no comprometa los elementos que ya están en sitio.

Por consiguiente, en el país se han llevado a cabo proyectos públicos de este tipo. En el 2014, el edificio de administración zonal de Quitumbe en Quito incorporó nuevas áreas de oficina para atención al público (Licitaciones.lat, 2015). Además, el municipio de Cuenca en el 2019 remodeló y amplió su Hospital General, en el que incluyó principalmente un área exclusiva de vacunación (Alcaldía de Cuenca, 2020). Por tanto, la ampliación del municipio de Samborondón parroquia satélite está orientada a seguir el mismo modelo de beneficio de los casos anteriores.

No obstante, es importante ejecutar una serie de estudios que involucre temas sociales y de impacto ambiental, evitando posibles problemáticas de sostenibilidad y aceptación de la comunidad (Ramírez, 2019).

Diseño Estructural

El diseño estructural corresponde a la serie de procesos de análisis, cálculos y planificación que se realizan en las infraestructuras para garantizar la resistencia y seguridad apropiada (Cavaleri & Lazzari, 2021). Los componentes principales de estos diseños son los elementos estructurales, capaces de soportar y distribuir a otros elementos las diferentes cargas existentes en la estructura (McCormac & Brown, 2018). Por su parte, estos pueden ser de distintos materiales como lo son en hormigón, acero, madera, caña guadúa, etc.

- **Columnas:** Elementos estructurales verticales que están diseñados para resistir carga gravitacional y lateral.
- **Vigas:** Elementos estructurales horizontales que soportan cargas y momentos.
- **Losa de Entrepiso:** Superficies planas horizontales que distribuyen la carga hacia las vigas y columnas.
- **Escalera:** Elemento estructural que permite la circulación de personas hacia los diferentes niveles del edificio.
- **Cimentación:** Sistema encargado en transferir las cargas de la estructura hacia el suelo.
- **Cubierta:** Constituye un sistema de cierre y protección contra agentes externos como sol, viento y lluvia.

Diseño No Estructural

A diferencia del diseño estructural, los elementos no estructurales no están diseñados para recibir carga estructural, sin embargo, cumplen con otro tipo de funcionalidades. El confort es uno de ellos, que hace los espacios sean más cómodos y agradables para sus ocupantes (Zhao & Li, 2020). Además, la estética contribuye a que las condiciones existentes formen un entorno visual armonioso. Entre los elementos más relevantes y comunes, se obtienen los siguientes:

- **Tabiques y mampostería:** funcionan como divisores de espacios internos. Estos pueden ser de ladrillo, yeso, vidrio, entre otros.
- **Revestimiento:** aportan estética y pueden ser aislantes térmicos y acústicos. Algunos ejemplos son las baldosas, azulejos y paneles decorativos.
- **Tumbado:** ocultan el sistema de instalaciones y mejoran el aspecto visual a través de láminas de yeso, planchas de madera o mampostería.

Instalaciones Básicas

Corresponden a un conjunto de mecanismos esenciales para el correcto funcionamiento de la infraestructura (Khan, 2021). Debido al tipo de espacios de oficina que posee la ampliación, se adoptará los sistemas de aguas lluvia y eléctrico.

Un sistema de aguas lluvias se define como el conjunto de dispositivos y accesorios que permiten recolectar, transportar y evacuar el agua producto de las precipitaciones. Es relevante manejar este tipo de sistemas ya que previene la acumulación de agua, de esta forma, se disminuye el riesgo de inundaciones circundantes (Fletcher & Deletic, 2019). Los componentes fundamentales de una red de aguas lluvia son:

- **Cubiertas impermeables:** utilizadas para impedir la infiltración de agua producto de la lluvia.
- **Canalones:** conducen el agua desviada por la cubierta gracias a la pendiente, estos pueden ser de hormigón, acero y PVC.
- **Bajantes:** tuberías que trasladan el agua recolectada desde la cubierta hacia los depósitos de almacenamiento.
- **Cisternas:** reservorio utilizado para almacenar temporalmente el agua para su posterior uso.
- **Sumideros:** elementos instalados sobre las esquinas de la calzada para desalojar el agua en el pavimento hacia los sistemas de drenaje.

Sistema Eléctrico

Es un conjunto de circuitos, elementos y dispositivos que transportan energía eléctrica en toda su extensión. De modo que, garantice el adecuado rendimiento de todas las actividades y servicios que se esperan desempeñar en la edificación (Hughes & Hiley, 2020).

- **Acometida:** corresponde a la vía principal de suministro de la red pública hasta el cuarto eléctrico de la infraestructura.
- **Medidor:** es el dispositivo que mide la cantidad de energía consumida por el edificio para su respectiva facturación.
- **Caja de breaker:** panel en donde se distribuye la energía a distintas áreas del edificio.
- **Circuitos:** es la red que transporta la energía a los diferentes dispositivos finales mediante cables que son revestidos por tuberías o conductos.
- **Tomacorriente:** son accesorios que permiten conectar y alimentar de energía eléctrica a cualquier dispositivo.
- **Iluminación:** es alumbrado artificial producto de la energía eléctrica, su principal medio de difusión son las lámparas que se instalan en zonas estratégicas acorde al espacio dado.
- **Interruptores:** su principal función es abrir o cerrar el circuito eléctrico, para dar paso o desviar la corriente eléctrica.

Gestión de Obras

Para la construcción de edificaciones es necesario realizar una gestión de obra que asegure un control sobre todas las actividades a desempeñar. Este proceso implica un conjunto de metodologías que ayudan de manera eficiente a supervisar todas las etapas del proyecto (Morris & Pinto, 2018).

Planificación

Procedimiento de administrar y organizar los recursos necesarios para completar idóneamente un proyecto (Kerzner, 2017). En este apartado se efectúan estudios y análisis previos para determinar el método más eficiente y rentable para su construcción.

2.2 Área de estudio

Ecuador está ubicado al noroeste de América del Sur y presenta una distribución geográfica que se clasifica en cuatro regiones: Costa, Sierra, Amazonía e Insular o Galápagos. Dentro de estas regiones encontramos 24 provincias, que a su vez se dividen en cantones y, dentro de ellos encontramos parroquias. (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022)

Para nuestra área de estudio, nos enfocaremos en la región Costa, específicamente en la provincia del Guayas, en donde se encuentra el cantón Samborondón, que posee una de las áreas con mayor densidad de población y desarrollo urbanístico, lo que ha llevado a una mayor concentración de infraestructura y servicios públicos. (Rodríguez & Muñoz, 2021)

Inmerso del cantón Samborondón, encontramos una extensión aproximada de 357,9 km², que alberga a una creciente población de alrededor de 50,000 habitantes, lo que plantea desafíos de infraestructura y servicios municipales, registrando un rápido desarrollo urbanístico, impulsado por la construcción de nuevos centros residenciales y comerciales, lo cual ha incrementado la demanda de servicios públicos en la zona (Pérez, Sánchez, & Andrade, 2021)

Figura 2.1

Ubicación de la Ampliación del Municipio



Nota. Delimitación de la Ampliación del municipio a través de Google Earth Pro.

Enfocándonos en la ampliación de la infraestructura existente: Municipio Agencia Sur, para la cual contamos con su siguiente georreferencia:

- **Norte:** Al Norte, se encuentra el edificio Municipal existente junto con su estacionamiento, el cual está delimitado por zonas verdes y accesos para vehículos.
- **Sur:** El Sur de la Ampliación colinda con la empresa AMAGUA, conectado mediante un área de circulación de vehículos.
- **Este:** De igual manera, está delimitado con el estacionamiento y un acceso hacia un estacionamiento interno de mayor aforo.
- **Oeste:** Al Oeste, delimita con la garita de ingreso al Municipio, el cual conecta con la Av. Samborondón, donde dicha vía de acceso es la principal de la zona que conecta a Samborondón.

En la imagen a continuación delimitamos a través de puntos realizados en Google Earth.

Figura 2.2

Delimitación del Municipio en Google Earth



Nota. Ubicación del Municipio Agencia Sur a través de puntos en Google Earth Pro.

Cada punto extraído lo hemos denotado con su respectiva nomenclatura y su ubicación respectiva en coordenadas rectangulares:

Tabla 2.1

Delimitación de la Zona de Estudio

PUNTOS	UBICACIÓN	
	LONGITUD	LATITUD
P1	625468	9772034
P2	625465	9772014
P3	625496	9772010
P4	625499	9772030

Nota. Cada punto está asociado a una Longitud y Latitud respectiva.

Con el crecimiento poblacional, se requiere de una infraestructura municipal robusta que permita satisfacer las demandas actuales y futuras, asegurando la eficiencia en la prestación de servicios a sus habitantes. Así, la ampliación del edificio municipal en esta parroquia responde a una necesidad creciente, que busca mejorar la capacidad de atención y la operatividad de los servicios administrativos en beneficio de la comunidad local (Torres & Maldonado, 2022).

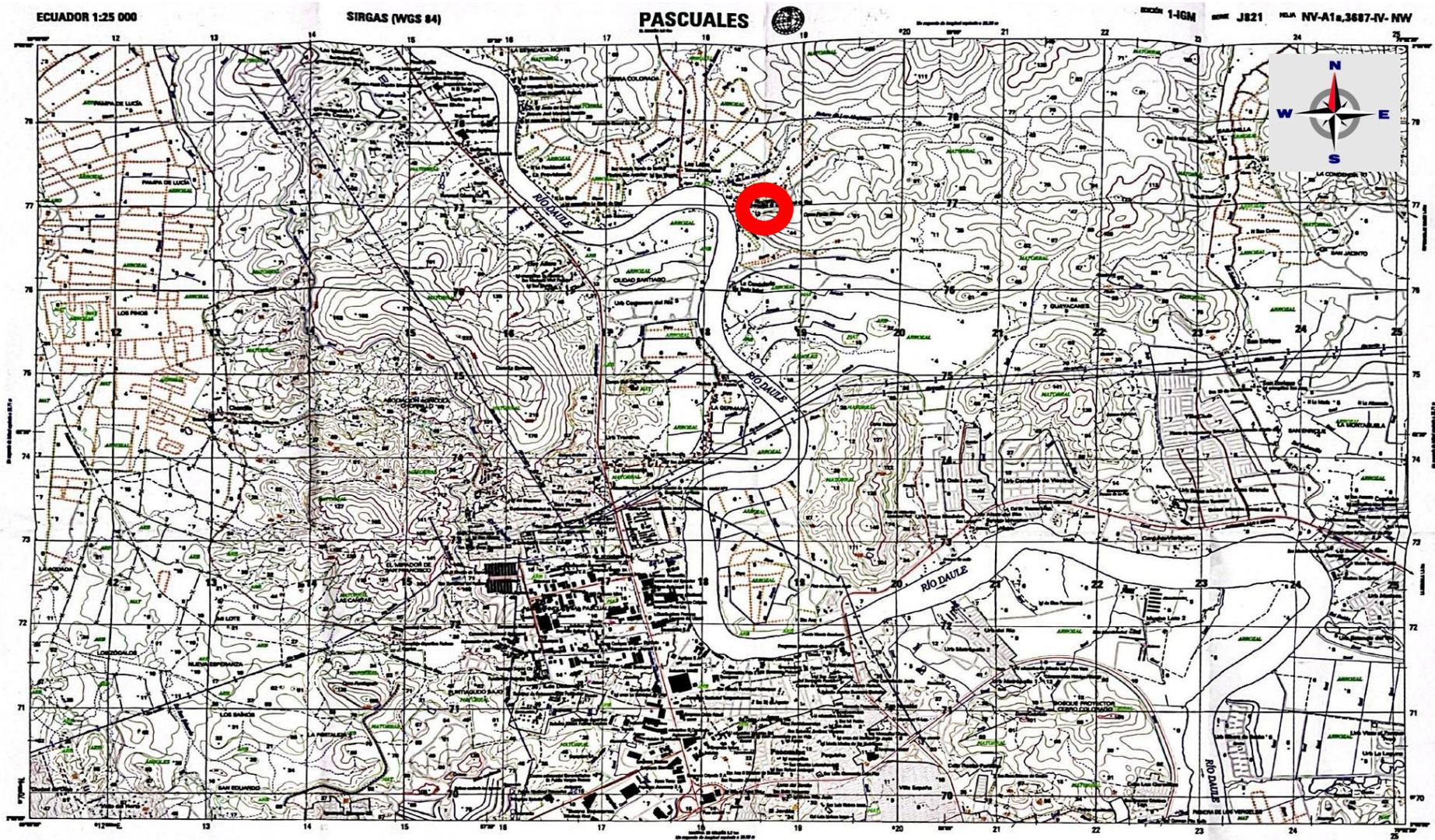
2.3 Trabajo de campo y laboratorio

2.3.1 Trabajo Topográfico

Inicialmente, se solicitó una cartografía topográfica a escala 1:25000 del sector de Pascuales a través del Instituto Geográfico Militar, la cual abarca la zona de estudio. Este insumo permitió obtener una visión general, facilitando la identificación de los elementos que se encuentra alrededor del municipio, para brindar una perspectiva inicial sobre las características del terreno.

Figura 2.3

Topografía del Terreno a Escala 1:25 000



Procesamiento Topográfico

Para el levantamiento topográfico del Área de Estudio, se llevó a cabo un procedimiento sistemático con herramientas tecnológicas que garantizan precisión y eficiencia. Inicialmente, se delimitó el área de interés en Google Earth, identificando las coordenadas geográficas exactas que definían los límites del terreno. Estos datos se exportaron y procesaron en GPS Visualizer para generar un archivo en formato CSV, el cual es compatible con sistemas de información geográfica (SIG). Dicho archivo fue cargado en QGIS, donde se aplicaron técnicas de interpolación para modelar el terreno en tres dimensiones, generando un modelo digital (MDT). Sobre esta base, se extrajo las curvas de nivel a intervalos predefinidos, asegurando que reflejen los detalles topográficos necesarios para el diseño y planificación. Finalmente, estas curvas se exportaron a AutoCAD para su integración en los planos del proyecto y su uso en el diseño arquitectónico y estructural.

Descripción del Terreno

Para el levantamiento topográfico del área de estudio relacionada con la ampliación del municipio, se llevó a cabo un procedimiento sistemático con herramientas tecnológicas que garantizan precisión y eficiencia. Inicialmente, se delimitó el área de interés en Google Earth, identificando las coordenadas geográficas exactas que definían los límites del terreno. Estos datos se exportaron y procesaron en GPS Visualizer para generar un archivo en formato compatible con sistemas de información geográfica (SIG).

Este archivo fue cargado en QGIS, donde se aplicaron técnicas de interpolación para modelar el terreno en tres dimensiones, generando un modelo digital (MDT). Sobre esta base, se extrajeron las curvas de nivel a intervalos predefinidos, asegurando que reflejaran los detalles topográficos necesarios para el diseño y planificación. Finalmente, estas curvas se exportaron a AutoCAD para su integración en los planos del proyecto y su uso en el diseño arquitectónico y estructural.

MAPA TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

Figura 2.4

Mapa Topográfico de la Zona de Estudio



Nota. Desarrollado a través del Software ArcGI

2.3.2 Estudio de Suelos

En el presente estudio se realizaron tres perforaciones estratégicamente distribuidas en el área del municipio, con profundidades de 15.50 metros para la Perforación 1 y 8.5 metros para las Perforaciones 2 y 3. Estas perforaciones permitirán identificar las características del terreno, junto con su composición respectiva.

Figura 2.5

Ubicación de Perforaciones



Nota. Distribución de 3 perforaciones P1, P2 y P3 respectivamente (LEMCO, 2023).

Perforación 1

- **Perfil Estratigráfico**

La estratigrafía de esta perforación revela un perfil compuesto por rellenos en las capas superiores y suelos cohesivos en profundidad. Desde la superficie hasta los 3 metros, se identifica un relleno constituido por grava arcillosa con arena “GC”, caracterizado por una baja cohesión y buena capacidad de drenaje. Estas características son típicas de rellenos artificiales empleados para estabilizar o nivelar el terreno. Entre los 3 y 5.5 metros, se encuentra una capa de arcilla de alta plasticidad “CH”, un suelo cohesivo con alta sensibilidad a la humedad. A mayor profundidad, entre los 6 y 15.50 metros, predomina un limo de alta plasticidad “MH”, con presencia de material orgánico en ciertas capas. Este suelo combina características de cohesión y granularidad, aunque presenta una capacidad portante limitada.

Figura 2.6

Estratigrafía de la Perforación 1

Muestra N°	Profundidad (m)	Descripción Visual	Estratigrafía	S.U.C.S
1	0,00 - 1,00	Relleno de grava arcillosa con arena café amarillento oscuro		GC
2	1,00 - 1,50	Relleno de grava arcillosa con arena café amarillento oscuro		GC
3	2,00 - 3,00	Relleno de grava arcillosa con arena café amarillento oscuro		GC
4	3,00 - 3,50	Arcilla de alta plasticidad gris olivo oscuro		CH
5	4,00 - 4,50	Arcilla de alta plasticidad café olivo claro		CH
6	5,00 - 5,50	Arcilla de alta plasticidad con arena café grisáceo oscuro		CH
7	6,00 - 6,50	Limo de alta plasticidad gris verdoso oscuro		MH
8	7,00 - 7,50	Limo de alta plasticidad gris verdoso oscuro con material orgánico		MH
9	8,00 - 8,50	Limo de alta plasticidad gris verdoso oscuro con material orgánico		MH
10	9,00 - 9,50	Limo de alta plasticidad gris verdoso oscuro con material orgánico		MH
11	10,50 - 11,00	Limo de alta plasticidad gris verdoso oscuro con material orgánico		MH
12	12,00 - 12,50	Arcilla de alta plasticidad gris muy oscuro con material orgánico		CH
13	13,50 - 14,00	Limo de alta plasticidad gris muy oscuro con material orgánico		MH
14	15,00 - 15,50	Arena arcillosa gris muy oscuro	SC	

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

Tabla 2.2*Estratigrafía del Terreno a través de Capas*

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Clasificación SUCS	Características Visuales
0.00 – 3.00	Relleno de Grava Arcillosa con Arena	GC	Café amarillento oscuro, granular, baja cohesión
3.00 – 5.50	Arcilla de Alta Plasticidad	CH	Gris olivo oscuro, cohesiva, alta plasticidad
6.00 – 15.50	Limo de Alta Plasticidad con material orgánico	MH	Gris verdoso oscuro, material orgánico presente

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Contenido de Humedad**

En los primeros tres metros, correspondientes al relleno de grava arcillosa con arena, el contenido de humedad varía entre 6% y 24%. Este rango es característico de materiales granulares que ofrecen baja retención de agua. La capa siguiente, compuesta por arcilla de alta plasticidad, presenta un contenido de humedad más elevado, alcanzando hasta el 83%, lo que refleja su capacidad para absorber y retener agua. Finalmente, el limo de alta plasticidad, con presencia de material orgánico entre 6.00m y 15.50m de profundidad, muestra valores extremadamente altos que llegan hasta 145%, indicando una saturación significativa.

Tabla 2.3*Contenido de Humedad de Perforación 1*

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Contenido de Humedad (%)
0.00 – 3.00	Grava Arcillosa con Arena (GC)	6 – 24
3.00 – 5.50	Arcilla de Alta Plasticidad (CH)	48 – 83
6.00 – 15.50	Limo de Alta Plasticidad con material orgánico (MH)	98 – 145

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

Límites de Atterberg

- **Límite Líquido (LL)**

Para la capa de relleno, la cual es hasta 3.00 m de profundidad el límite líquido no se evalúa debido a la naturaleza granular de este material, que carece de cohesión y plasticidad. En contraste, en las capas más profundas como la arcilla de alta plasticidad con una profundidad de 3.00m a 5.50m el límite líquido varía entre 79% a 82%, indicando una alta capacidad de deformación en condiciones saturadas. Posteriormente, para el limo de alta plasticidad de 5.00 m hasta 15.50 m, el límite líquido se encuentra entre 68% a 82%, lo que evidencia su alta sensibilidad a la humedad.

Tabla 2.4*Límite Líquido respecto a profundidad de la perforación 1*

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Límite Líquido (%)
3.00 – 5.50	Arcilla de Alta Plasticidad (CH)	79 – 82
6.00 – 15.50	Limo de Alta Plasticidad con material orgánico (MH)	68 – 82

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Límite Plástico (LP):**

En la capa de relleno de 0.00 m a 3.00 m, el límite plástico no es aplicable por la ausencia de cohesión. Sin embargo, en la arcilla de alta plasticidad, cuya profundidad es de 3.00 m hasta 5.50 m varía entre 32% y 37%, reflejando una cohesión elevada. Por otro lado, en la profundidad de 6.00 m a 15.50 m predomina limo de alta plasticidad con material orgánico, en donde, el límite plástico oscila entre 40% y 46%, mostrando un comportamiento moderado a plástico dependiendo de la humedad presente.

Tabla 2.5*Límite Plástico respecto a profundidad de la perforación 1*

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Límite Plástico (%)
3.00 – 5.50	Arcilla de Alta Plasticidad (CH)	32 – 37
6.00 – 15.50	Limo de Alta Plasticidad con material orgánico (MH)	40 – 46

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Índice de plasticidad (IP):**

En la capa de relleno de 0.00 m hasta 3.00 m, este índice no se considera debido a la falta de plasticidad. Sin embargo, en las arcillas de alta plasticidad cuya profundidad es de 3.00 m hasta 5.50 m el índice de plasticidad varía entre 42% y 50%, lo que evidencia su elevada cohesión y sensibilidad a los cambios de humedad.

Finalmente, en la capa de 6.00 m hasta 15.50 m predomina limo de alta plasticidad, el cual posee un índice de plasticidad entre 28% y 36%, reflejando una menor cohesión comparada con las arcillas, pero igualmente significativa en términos de respuesta mecánica.

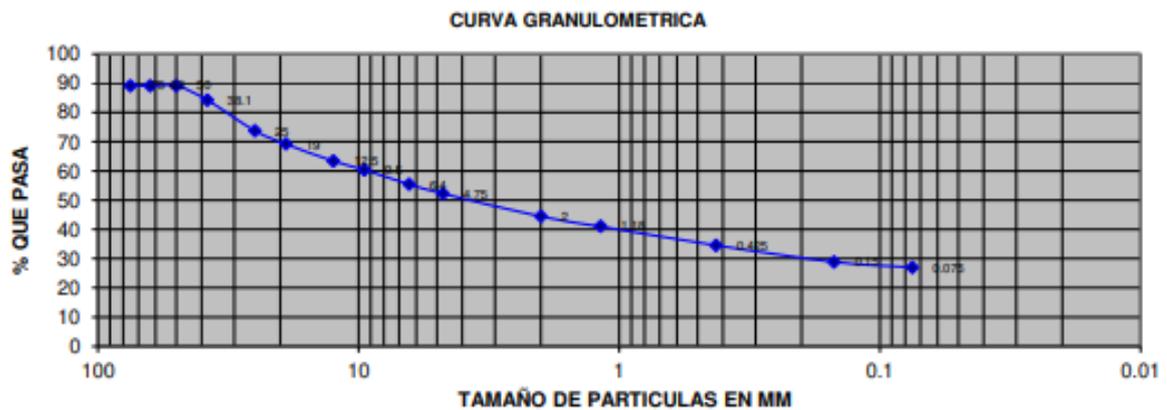
Tabla 2.6*Índice de Plasticidad respecto a profundidad de la Perforación 1*

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Índice de Plasticidad
3.00 – 5.50	Arcilla de Alta Plasticidad (CH)	42 – 50
6.00 – 15.50	Limo de Alta Plasticidad con material orgánico (MH)	28 – 36

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Ensayo de Granulometría**

El análisis granulométrico de esta perforación revela diferencias marcadas entre las capas de relleno y las capas más profundas. En la capa de relleno, la granulometría muestra una baja proporción de partículas finas, con menos del 30% pasando por el tamiz No. 200, lo que indica un material granular predominante e ideal para compactación y con buena capacidad de drenaje. En contraste, en las capas más profundas como la arcilla, de 3.00 m a 5.50 m y el limo de 6.00 m a 15.50 m el porcentaje de partículas finas supera el 90%, lo que explica su comportamiento cohesivo y su alta sensibilidad a la humedad.

Figura 2.7*Curva Granulométrica en Perforación 1*

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Ensayo de Penetración Estándar “SPT”**

En las capas de relleno el ensayo de Penetración Estándar se muestran valores de SPT entre 9 y 12 golpes/30 cm, indicando una densidad media a alta adecuada para soportar cargas tras una compactación adecuada. Entre 3 y 5.50 m, en suelos de arcilla de alta plasticidad (CH), los valores de SPT disminuyen a un rango de 8 a 12 golpes/30 cm, reflejando una mayor cohesión y plasticidad, lo que puede limitar la capacidad de carga y generar asentamientos diferenciales. Finalmente, entre 6 y 15.50 m, en limo de alta plasticidad con material orgánico (MH), no se registraron valores de SPT debido al alto contenido de humedad y cohesión, indicando baja resistencia y susceptibilidad a asentamientos significativos.

Tabla 2.7*Ensayo SPT respecto a la Profundidad en Perforación 1*

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	SPT (N golpes / 30 cm)
0.00 – 3.00	Grava Arcillosa con Arena (GC)	9 – 12
3.00 – 5.50	Arcilla de Alta Plasticidad (CH)	8 – 12
6.00 – 15.50	Limo de Alta Plasticidad con material orgánico (MH)	-

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Compresión Simple**

El análisis de compresión simple en esta perforación confirma una mayor resistencia en las capas de relleno. Los valores obtenidos oscilan entre 6.26 a 8.82 kg/cm² en las arcillas con una profundidad de 3.00 m hasta 4.50 m y de 5.37 a 6.82 kg/cm² en los limos de 5.00 m hasta 9.50 m, destacando su limitada capacidad portante en comparación con los rellenos compactados.

Tabla 2.8*Compresión Simple respecto a profundidad de la Perforación 1*

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	SPT (qu, kg/ cm²)
3.00 – 4.50	Arcilla (CH)	6.26 – 8.82
5.00 – 9.50	Limo (MH)	5.37 – 6.82

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

Perforación 2

- **Perfil Estratigráfico**

La Perforación 2, presenta un relleno en los primeros 2.00m compuesto por grava mal graduada con limo y arena, de naturaleza granular y compacta. A partir de los 4.00m hasta 5.50m, se encuentra una arcilla de alta plasticidad con alta cohesión y sensibilidad a la humedad. Finalmente, entre 6.00m y 8.50m, predomina un limo de alta plasticidad con características moderadamente plásticas y material orgánico ocasional.

Figura 2.8*Estratigrafía de la Perforación 2*

Muestra N°	Profundidad (m)	Descripción Visual	Estratigrafía	S.U.C.S
1	0,00 - 0,60	Relleno de grava arcillosa con arena café amarillento oscuro		GC
2	0,60 - 2,00	Relleno de grava mal graduada con limo con arena con bloques		GP GM
3	2,00 - 2,50	Relleno de arena limosa con grava café oscuro		SM
4	3,00 - 4,00	Relleno de arena limosa con grava café oscuro café		SM
5	4,00 - 4,50	Arcilla de alta plasticidad café grisáceo oscuro		CH
6	5,00 - 5,50	Arcilla de alta plasticidad café grisáceo oscuro con pintas marrón		CH
7	6,00 - 6,50	Limo de alta plasticidad gris verdoso oscuro		MH
8	7,00 - 7,50	Limo de alta plasticidad con arena gris muy oscuro		MH
9	8,00 - 8,50	Limo de alta plasticidad con arena gris muy oscuro		MH

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

Tabla 2.9*Estratigrafía del Terreno a través de Capas*

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Clasificación SUCS	Características Visuales
0.00 – 2.00	Relleno de Grava mal graduada con Limo y Arena	GP, GM	Café oscuro, granular, compacta
4.00 – 5.50	Arcilla de Alta Plasticidad	CH	Gris grisáceo oscuro, cohesiva, sensible a humedad
6.00 – 8.50	Limo de Alta Plasticidad	MH	Gris verdoso oscuro, cohesivo con moderada plasticidad

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Contenido de Humedad**

En el relleno, el contenido de humedad varía entre 4% y 24%, típico de materiales granulares con baja retención de agua. En la arcilla de alta plasticidad, este valor aumenta significativamente, llegando a un rango de 84% a 95%. Por último, en el limo de alta plasticidad, el contenido de humedad alcanza valores extremos de 94% a 168%, evidenciando saturación.

Tabla 2.10

Contenido de Humedad de la Perforación 2

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Contenido de Humedad (%)
0.00 – 2.00	Relleno de Grava mal graduada con Limo y Arena (GP, GM)	4 – 24
4.00 – 5.50	Arcilla de Alta Plasticidad (CH)	84 – 95
6.00 – 8.50	Limo de Alta Plasticidad (MH)	94 – 168

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

Límites de Atterberg

- **Límite Líquido (LL)**

En la capa de relleno, que abarca los primeros 2.00 metros, el límite líquido no se evalúa debido a la naturaleza granular del material, compuesto por grava mal graduada con limo y arena, que carece de plasticidad y cohesión. En cambio, en la capa de arcilla de alta plasticidad ubicada entre 4.00 y 5.50 metros, el límite líquido se encuentra entre 75% y 77%, lo que evidencia su alta capacidad de retención de agua y deformación bajo condiciones de saturación. Finalmente, en el limo de alta plasticidad presente entre los 6.00 y 8.50 metros, el límite líquido varía de 70% a 78%, reflejando su sensibilidad al agua, aunque con menor plasticidad que la arcilla.

Tabla 2.11

Límite Líquido de la Perforación 2

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Límite Líquido (%)
4.00 – 5.50	Arcilla de Alta Plasticidad (CH)	75 – 77
6.00 – 8.50	Limo de Alta Plasticidad (MH)	70 – 78

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Límite Plástico (LP)**

El límite plástico no es relevante para los primeros 2.00 metros, ya que la naturaleza granular del relleno hace que este ensayo sea inaplicable. En las arcillas de alta plasticidad, entre 4.00 y 5.50 metros, el límite plástico varía de 12% a 29%, lo que confirma su alta cohesión. Para el limo de alta plasticidad, entre los 6.00 y 8.50 metros, los valores oscilan entre 43% y 47%, mostrando una cohesión moderada pero suficiente para resistir deformaciones menores.

Tabla 2.12

Límite Plástico de la Perforación 2

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Límite Plástico (%)
4.00 – 5.50	Arcilla de Alta Plasticidad (CH)	12 – 19
6.00 – 8.50	Limo de Alta Plasticidad (MH)	43 – 47

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Índice de plasticidad (IP)**

El índice de plasticidad no se considera en los primeros 2.00 metros debido a la baja cohesión del material granular del relleno. En la arcilla de alta plasticidad, el índice de plasticidad varía entre 46% y 58%, indicando su elevada sensibilidad a los cambios de contenido de humedad. Por otro lado, en el limo de alta plasticidad, el índice varía entre 23% y 35%, sugiriendo un menor rango de deformabilidad en comparación con la arcilla.

Tabla 2.13

Índice de Plasticidad de la Perforación 2

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Índice de Plasticidad (%)
4.00 – 5.50	Arcilla de Alta Plasticidad (CH)	46 – 58
6.00 – 8.50	Limo de Alta Plasticidad (MH)	23 – 35

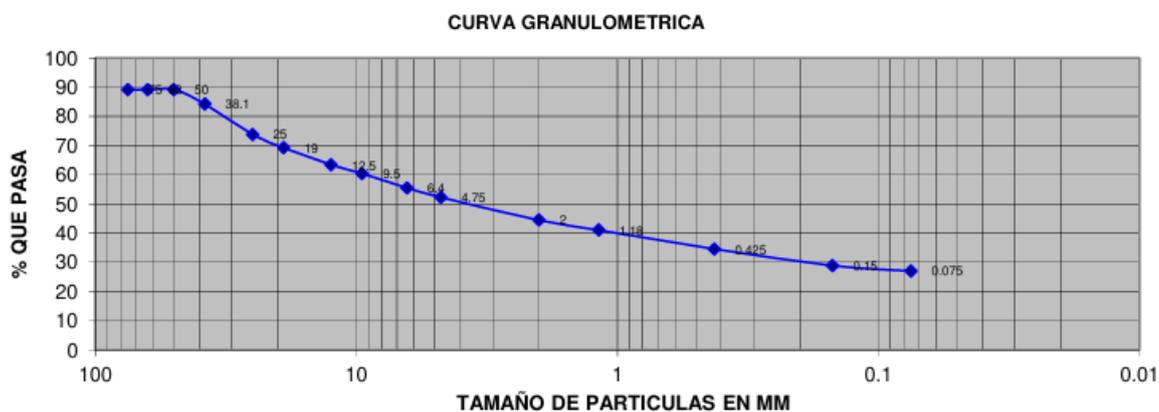
Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Ensayo de Granulometría**

En las capas de relleno de esta perforación 0.00m a 2.00m, el análisis granulométrico indica un bajo porcentaje de partículas finas, inferior al 25%, con predominio de partículas gruesas como grava y arena. Esto proporciona estabilidad y asegura un buen drenaje. Sin embargo, en las capas más profundas, como la arcilla de 4.00m a 5.50m y el limo de 6.00m a 8.50m, la proporción de partículas finas supera el 80%, lo que las hace susceptibles a asentamientos y a cambios volumétricos en condiciones húmedas.

Figura 2.9

Curva Granulométrica de la Perforación 2



Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Ensayo de Penetración Estándar**

En la capa de relleno, el ensayo SPT muestra valores de 10 a 15 golpes/30 cm, indicando alta densidad. En las capas más profundas, como la arcilla con una profundidad de 4.00m a 5.50m y el limo de 6.00m - 8.50m, los valores disminuyen a 8 a 10 golpes/30 cm, lo que confirma una menor resistencia debido a su cohesión y alto contenido de humedad.

Tabla 2.14

Índice de Plasticidad de la Perforación 2

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	SPT (N golpes / 30 cm)
0.00 – 2.00	Relleno de Grava mal graduada con Limo y Arena (GP, GM)	10 – 15
4.00 – 5.50	Arcilla de Alta Plasticidad (CH)	8 – 10
6.00 – 8.50	Limo de Alta Plasticidad (MH)	8 – 10

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Compresión Simple**

La resistencia a la compresión simple es baja en las capas cohesivas. La arcilla de alta plasticidad presenta valores que oscilan entre 6.26 y 8.82 kg/cm². Por otro lado, el limo de alta plasticidad presenta una resistencia menor, con valores entre 5.37 y 6.82 kg/cm².

Tabla 2.15

Ensayo de Compresión Simple de la Perforación 2

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	SPT (qu, kg/ cm²)
4.00 – 5.50	Arcilla de Alta Plasticidad (CH)	6.26 – 8.82
6.00 – 8.50	Limo de Alta Plasticidad (MH)	5.37 – 6.82

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

Perforación 3

- **Perfil Estratigráfico**

La Perforación 3, con una profundidad máxima de 8.50 metros, muestra un relleno en los primeros 1.50 metros, compuesto por arena limosa con grava. A partir de los 3.00 metros, aparecen capas cohesivas de arcilla de alta plasticidad y limo de alta plasticidad con material orgánico, que ocupan hasta el final de la perforación.

Figura 2.10*Estratigrafía de la Perforación 3*

Muestra N°	Profundidad (m)	Descripción Visual	Estratigrafía	S.U.C.S
1	0,00 - 0,060	Adoquin		--
2	0,060 - 0,12	cama de arena para adoquin		--
3	0,12 - 0,55	Relleno de grava mal graduada con limo con arena		GP GM
4	0,55 - 1,00	Relleno de grava mal graduada con limo con arena		GP GM
5	1,00 - 1,50	Arena limosa con grava café oscuro		SM
6	2,00 - 3,00	Arena limosa con grava café oscuro		SM
7	3,00 - 3,50	Arcilla de alta plasticidad café grisáceo oscuro		CH
8	4,00 - 4,50	Arcilla de alta plasticidad café olivo claro		CH
9	5,00 - 5,50	Limo de alta plasticidad arenoso gris verdoso oscuro		MH
10	6,00 - 6,50	Arcilla de alta plasticidad gris verdoso oscuro		CH
11	7,00 - 7,50	Limo de alta plasticidad gris muy oscuro		MH
12	8,00 - 8,50	Arcilla de alta plasticidad gris muy oscuro		CH

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Contenido de Humedad**

En la capa de relleno, el contenido de humedad varía entre 13% y 24%, reflejando una baja retención de agua. En las capas cohesivas, el contenido de humedad se incrementa considerablemente, alcanzando valores entre 54% y 133%, lo que evidencia saturación.

Tabla 2.16*Contenido de Humedad de la Perforación 3*

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Contenido de Humedad (%)
0.00 – 1.50	Arena Limosa (SM)	13 – 24
3.00 – 8.50	Arcilla y Limo (CH, MH)	54 – 133

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

La arena limosa tiene menor retención de agua debido a su naturaleza granular, además, las arcillas y limos presentan una alta capacidad de retención de agua, especialmente en las capas con material orgánico, alcanzando valores extremos de hasta el 133%. El cual, indica saturación y potenciales problemas de estabilidad en condiciones húmedas.

Límites de Atterberg

- **Límite Líquido (LL)**

En el relleno, que se extiende hasta los 1.50 metros de profundidad y está compuesto por arena limosa con grava, el límite líquido no se mide debido a la falta de cohesión y plasticidad. En contraste, en las capas cohesivas de arcilla y limo de alta plasticidad, ubicadas entre 3.00 y 8.50 metros, los valores del límite líquido varían entre 73% y 93%, siendo los más altos registrados en todas las perforaciones. Estos resultados reflejan una gran capacidad de absorción de agua y deformación en condiciones saturadas, especialmente en los estratos de limo.

Tabla 2.17

Límite Líquido de la Perforación 3

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Límite Líquido (%)
3.00 – 8.50	Arcilla y Limo (CH, MH)	73 – 93

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Límite Plástico (LP)**

El límite plástico no se evalúa en el relleno debido a las razones mencionadas. Para la arcilla y el limo de alta plasticidad, el límite plástico varía de 28% a 56%. Este rango muestra la capacidad de estas capas para mantener cohesión y estabilidad en niveles moderados de humedad.

Tabla 2.18

Límite Plástico de la Perforación 3

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Límite Plástico (%)
3.00 – 8.50	Arcilla y Limo (CH, MH)	28 – 56

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Índice de plasticidad (IP)**

El índice de plasticidad no se considera en el relleno, pero en las capas cohesivas alcanza valores que oscilan entre 32% y 50%. Este rango indica una alta deformabilidad y sensibilidad al agua, lo que debe considerarse en el diseño de cimentaciones para mitigar asentamientos diferenciales.

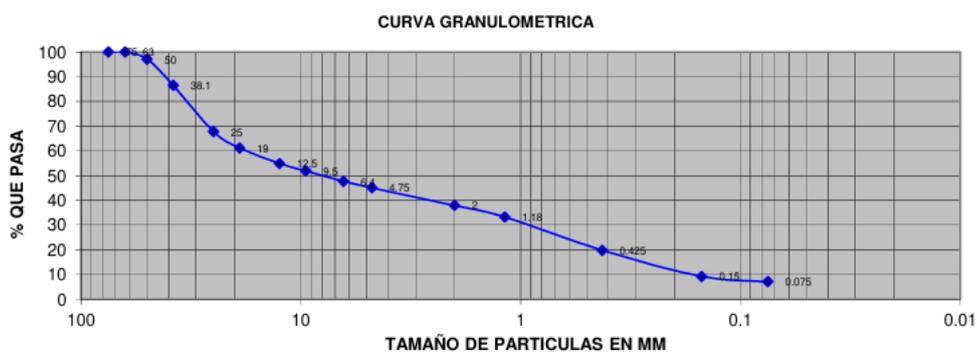
Tabla 2.19*Índice de Plasticidad de la Perforación 3*

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Índice de Plasticidad (%)
3.00 – 8.50	Arcilla y Limo (CH, MH)	32 – 50

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Ensayo de Granulometría**

La granulometría define la capacidad portante y la facilidad de compactación. Suelos finos requieren atención especial en el diseño. Es por esto, que los resultados indican un predominio de partículas finas del 40% al 60%.

Figura 2.11*Curva Granulométrica de la Perforación 3*

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Ensayo de Penetración Estándar**

El ensayo de penetración estándar muestra valores elevados en el relleno, con 13 a 19 golpes por cada 30 centímetros, lo que indica una buena densidad. En las capas cohesivas, los valores disminuyen a un rango de 8 a 10 golpes, reflejando una resistencia limitada debido a la saturación.

Tabla 2.20

Ensayo SPT de la Perforación 3

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	SPT (N golpes / 30 cm)
0.00 – 1.50	Arena Limosa (SM)	13 – 19
3.00 – 8.50	Arcilla y Limo (CH, MH)	8 – 10

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

- **Compresión Simple**

La resistencia a la compresión simple es limitada en las capas cohesivas. La arcilla y el limo de alta plasticidad presentan valores de resistencia que oscilan entre 4.47 y 8.18 kg/cm², confirmando su capacidad portante reducida.

Tabla 2.21*Ensayo SPT de la Perforación 3*

Profundidad (m)	Tipo de Suelo	SPT (qu, kg/ cm²)
3.00 – 8.50	Arcilla y Limo (CH, MH)	4.47 – 8.18

Nota. Datos Obtenido de Estudio de Suelos, LEMCO.

2.4 Análisis de Datos

Perf	Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Clasificación SUCS	Contenido de Humedad (%)	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	SPT (N golpes/30 cm)	Compresión Simple (qu, kg/cm ²)
P1	0.00 – 3.00	Grava Arcillosa con Arena	GC	6 – 24	-	-	-	9 - 12	-
	3.00 – 4.50	Arcilla de Alta Plasticidad	CH	48 – 83	79 – 82	31 – 34	48 – 50	8 – 10	6.26 – 8.8
	5.00 – 9.50	Limo de Alta Plasticidad	MH	98 – 145	68 – 82	23 – 36	14 – 36	8 – 10	5.37 – 6.8
P2	0.00 – 2.00	Grava con Limo y Arena	GP, GM	4 – 24	-	-	-	10 – 15	-
	4.00 – 5.50	Arcilla de Alta Plasticidad	CH	84 – 95	84 – 95	75 – 77	29 – 31	8 – 10	6.26 – 8.82
	6.00 – 8.50	Limo de Alta Plasticidad	MH	94 – 168	94 – 168	70 – 78	23 – 35	8 – 10	5.37 – 6.82
3	0.00 – 1.50	Arena Limosa	SM	13 – 24	-	-	-	13 – 19	-
	3.00 – 8.50	Arcilla y Limo	CH, MH	54 – 133	73 – 93	28 – 56	32 - 50	8 - 10	4.47 – 8.18

En la Perforación 1, con una profundidad de 15.50 m, se observa que los rellenos superficiales tienen un contenido de humedad bajo (6-24%), mientras que las arcillas y limos profundos presentan valores elevados (hasta 145%), lo que evidencia su alta capacidad de retención de agua. Los límites de Atterberg muestran suelos cohesivos con alta plasticidad, alcanzando un límite líquido de hasta 82% y un índice de plasticidad máximo de 50%, indicando sensibilidad a la humedad. Los valores del ensayo de penetración estándar (SPT) reflejan una resistencia media a alta en los rellenos (9-12 golpes/30 cm), disminuyendo en las arcillas y limos más profundos (8-10 golpes/30 cm). La resistencia a la compresión simple es baja en estas capas cohesivas, con valores de 6.26-8.82 kg/cm² para las arcillas y de 5.37-6.82 kg/cm² para los limos.

En la Perforación 2, con una profundidad de 8.50 m, los rellenos superficiales muestran características similares a las de la Perforación 1, con contenidos de humedad bajos (4-24%). Las arcillas y limos presentan contenidos de humedad significativamente más altos (hasta 168%), asociados con una saturación potencial y presencia de material orgánico. Los límites de Atterberg confirman la alta plasticidad de las capas cohesivas, con un índice de plasticidad máximo de 58%. Los valores de SPT son mayores en los rellenos compactos (10-15 golpes/30 cm), mientras que en los suelos cohesivos disminuyen a 8-10 golpes/30 cm. La resistencia a la compresión simple se mantiene limitada, con valores de hasta 8.82 kg/cm² en las arcillas y de 6.82 kg/cm² en los limos.

En la Perforación 3, de 8.50 m de profundidad, las arenas limosas superficiales tienen un contenido de humedad moderado (13-24%), mientras que las arcillas y limos profundos alcanzan valores de hasta 133%, reflejando problemas de estabilidad asociados a la saturación. Los límites de Atterberg muestran los valores más altos entre las perforaciones, con un límite líquido de hasta 93% y un índice de plasticidad de 50%, confirmando su alta deformabilidad. Los valores de SPT son mayores en las arenas (13-19 golpes/30 cm), disminuyendo en las capas cohesivas (8-10 golpes/30 cm). La resistencia a la compresión simple es la más baja registrada, con valores entre 4.47 y 8.18 kg/cm².

2.5 Análisis de Alternativas

Se han analizado dos principales alternativas para la ampliación del edificio Municipal “Agencia Sur”, la primera alternativa es el uso de hormigón armado, mientras que, para la segunda alternativa es el uso de estructura metálica. A continuación, se detallarán ambas alternativas a través de un análisis comparativo.

Alternativa 1: Ampliación del edificio de 2 plantas con Hormigón Armado

Para la ampliación del municipio se empleará el uso del hormigón armado, un material ampliamente utilizado en edificaciones permanentes debido a sus propiedades como su resistencia, durabilidad y adaptabilidad a las normativas locales de diseño estructural sostenible.

Ventajas

- **Durabilidad:** Alta capacidad para soportar cargas y condiciones climáticas adversas como humedad y altas temperaturas.
- **Costo inicial:** Materiales accesibles y disponibles localmente, reduciendo los costos iniciales.
- **Mantenimiento:** Requiere menor tratamiento periódico a comparación que las estructuras metálicas, debido a que, minimiza gastos a futuro.
- **Adaptabilidad estructural:** La futura ampliación se puede integrar sin comprometer la estabilidad del edificio.

Desventajas

- **Tiempo de construcción:** El proceso es más lento debido al curado del hormigón.
- **Peso Estructural:** Genera mayores cargas sobre la cimentación, lo que podría requerir ajustes en el diseño inicial.

Alternativa 2: Ampliación del edificio de 2 plantas con Estructuras Metálicas

Realizando una ampliación con estructura metálica la cual utiliza el acero como material principal, ofreciendo rapidez en construcción y flexibilidad en diseño.

Ventajas:

- **Tiempo de construcción:** Las piezas prefabricadas permiten una instalación rápida.
- **Ligereza:** Las estructuras son más livianas, disminuyendo las cargas sobre la cimentación.

Desventajas:

- **Costo inicial:** El acero y los tratamientos adicionales son más costosos que el hormigón armado.
- **Mantenimiento:** Requiere recubrimientos especiales para prevenir la corrosión en ambientes húmedos, lo cual hace que sea más costoso.
- **Durabilidad:** La exposición prolongada a la humedad puede comprometer la integridad del material si no se realiza un mantenimiento adecuado, generando una menor durabilidad.

Cuadro Comparativo de Alternativas

Para realizar el análisis comparativo de las alternativas, se utiliza una escala de puntuación del 0 al 5, donde cada valor representa el desempeño relativo de las alternativas según los criterios evaluados. A continuación, se detalla el significado de cada puntuación:

- **5 (Excelente):** La alternativa sobresale significativamente en el criterio evaluado, siendo una opción ideal en este aspecto.
- **4 (Bueno):** Desempeño positivo y ventajoso, aunque con pequeñas limitaciones que no afectan considerablemente su funcionalidad.
- **3 (Aceptable):** Cumple con los requisitos mínimos del criterio, pero presenta debilidades importantes frente a otras opciones.
- **2 (Deficiente):** Desempeño limitado que puede generar complicaciones o no cumplir completamente con el criterio evaluado.
- **1 (Malo):** Presenta grandes desventajas o limitaciones significativas en el criterio evaluado.
- **0 (Inaceptable):** No cumple con los requisitos del criterio, siendo completamente inviable.

Tabla 2.22*Cuadro Comparativo de Selección de Alternativas*

CRITERIO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
	HORMIGÓN ARMADO	ESTRUCTURA METÁLICA
Durabilidad	5	3
Tiempo de Construcción	2	5
Costo Inicial	4	2
Mantenimiento	5	2
Peso Estructural	3	5
Adaptabilidad Estructural	4	3
Impacto Ambiental	4	2
	27	22

Nota. Selección Ganadora: Alternativa 1.

Justificación de la Selección de la Alternativa

La alternativa seleccionada para la ampliación del Municipio es la Alternativa 1, ya que, obtuvo un puntaje de 27 puntos en comparación a la estructura metálica de 22 puntos. Esta decisión se otorga por las ventajas significativas desde una perspectiva global que el hormigón armado ofrece.

Durabilidad

El hormigón armado destaca con una resistencia superior a condiciones climáticas adversas como la humedad y altas temperaturas, características propias del entorno local. Por otro lado, las estructuras metálicas presentan una menor durabilidad debido a su dependencia de recubrimientos constantes para prevenir la corrosión. En relación con el costo inicial, el hormigón armado es una alternativa más accesible gracias al uso de materiales locales y económicos, mientras que las estructuras metálicas requieren una inversión mayor debido al precio del acero y los tratamientos adicionales necesarios.

Tiempo de Construcción

Es el más prolongado en el caso del hormigón armado debido al proceso de curado, esta desventaja es manejable dentro de los plazos previstos del proyecto. En contraste, las estructuras metálicas son más rápidas de instalar gracias a sus componentes prefabricados, pero este beneficio no compensa las limitaciones en otros criterios.

Peso Estructural

Aunque el hormigón armado genera mayores cargas sobre la cimentación, estas son controlables con un diseño adecuado, mientras que la ligereza de las estructuras metálicas es ventajosa, pero no decisiva en este caso.

Mantenimiento

La Alternativa del hormigón armado sobresale por su bajo requerimiento de tratamientos periódicos, lo que se traduce en menores costos operativos a largo plazo. Por contraste, las estructuras metálicas exigen un mantenimiento constante para prevenir la corrosión, especialmente en climas húmedos, lo que incrementa significativamente los costos. Además, en términos de

Adaptabilidad estructural

Ambas alternativas permiten ampliaciones futuras, pero el hormigón armado ofrece mayor flexibilidad para integrarlas sin comprometer la estabilidad del edificio.

Impacto ambiental

Favorece al hormigón armado, debido a que utiliza materiales más sostenibles, implicando un consumo energético elevado y un mayor impacto ambiental.

Capítulo 3

3. DISEÑO Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseños

3.1.1 Diseño Estructural

3.1.1.1 Definición del diseño

El edificio municipal de Samborondón en la Aurora está constituido principalmente por espacios esenciales para el desarrollo administrativo y social en el cantón. La presente infraestructura está destinada al uso de oficinas en el que alberga zonas de atención al público, gestión de funcionarios y bodegas de documentos. La edificación existente consta de 2 niveles con entresijos de más de 3 metros, su altura total medida desde la acera hasta la punta máxima de la cubierta asciende a los 11.50 metros. La construcción está hecha con estructura de hormigón armado, además, de poseer una cubierta de vertientes múltiples con estructura metálica. Su área actual construida por cada piso es alrededor de 425 m², por tanto, la extensión total del municipio es de 850 m².

La ampliación requerida por el municipio cuenta también con 2 niveles que se conectarán por cada nivel respectivo. De esta forma, se mantendrán los mismos niveles de entresijo para la nueva infraestructura. Por tanto, el diseño estructural contará esencialmente con estructura de hormigón armado para los niveles expuestos. En adición, se considerará estructura metálica para soportar el Steel panel de la cubierta. La nueva área considerada por piso es de 273 m², lo que se traduce como un total de 546 m² de ampliación.

3.1.1.2 Estudio de cargas

- **Cargas No Sísmicas**

La Norma Ecuatoriana de la Construcción del 2015, nos brinda información sobre los valores típicos de carga a usarse en el diseño de edificaciones. En dicho contexto, la normativa presente indica que la estructura según su uso debe ser capaz de resistir las cargas sísmicas y no sísmicas.

- **Cargas No Sísmicas**

Según lo estipulado de la NEC 2015, las presentes cargas son consideradas bajo condiciones normales de uso y no están relacionadas con ningún evento sísmico.

- **Carga Muerta (D)**

En este apartado se considera principalmente el peso propio de la estructura en los que está involucrado los materiales de construcción en función de los elementos estructurales diseñados.

- **Carga Muerta Sobreimpuesta (SD)**

Son aquellas cargas permanentes que se imponen sobre la estructura ya construida y que generalmente se encuentran los pesos de paredes, instalaciones, cerámicas y equipos fijos.

- **Carga Viva (L)**

Se refieren a cargas variables que cambian de magnitud y sentido a través del tiempo, es decir, no son permanentes y están relacionadas al uso propio de la

edificación. Este tipo de cargas se clasifica a su vez en uso de piso (L) y de cubierta (Lr).

- **Cargas Sísmicas**

Representan las fuerzas resultantes entre la interacción de la masa de la estructura con la aceleración del suelo durante un evento sísmico. Este tipo de cargas son consideradas como las más importantes en un diseño estructural debido a la alta actividad sísmica en el país.

- **Combinaciones De Carga**

Dado el tipo de cargas consideradas, a continuación, se presentan las combinaciones de carga, el cual describen formulas puntuales con factores de mayoración. Estas expresiones están basadas en el comportamiento esperado bajo los efectos de la simultaneidad de cargas.

De esta manera, se permite evaluar las condiciones críticas de diseño para los estados límite de resistencia y límite de servicio. De acuerdo con la normativa ASCE 7-16, se hacen uso de las siguientes recomendaciones:

Tabla 3.1*Combinaciones de carga*

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA	
COMBO 1	$1.4 \cdot D + 1.4 \cdot SD$
COMBO 2	$1.2 \cdot D + 1.2 \cdot SD + L + 1.6 \cdot Lr$
COMBO 3	$1.2 \cdot D + 1.2 \cdot SD + 1.6 \cdot L + 0.5 \cdot Lr$
COMBO 4	$1.2 \cdot D + 1.2 \cdot SD + 0.5 \cdot L + Ex + 0.3 \cdot Ey$
COMBO 5	$1.2 \cdot D + 1.2 \cdot SD + 0.5 \cdot L + 0.3 \cdot Ex + Ey$
ENVOLVENTE	$\Sigma \text{COMBO (1+2+3+4+5)}$
ESTADO LÍMITE DE SERVICIO	
COMBO 6	$D + SD + Lr$
COMBO 7	$D + SD + L$
COMBO 8	$D + SD + Ex + 0.3 \cdot Ey$
COMBO 9	$D + SD + 0.3 \cdot Ex + Ey$

Nota: Información tomada de la normativa ASCE 7-16.

- **Estimación de cargas**

La NEC 2015 en su capítulo de cargas no sísmicas (apartado 3) estipula los valores de carga estándar según el uso de la edificación. Debido a que la ampliación prevista es de uso netamente de oficina, obtenemos lo siguiente:

- **Carga muerta (C_D)**

Para el peso propio se utiliza 3.5 kN/m^2 el cual representa un valor asumido en base a las recomendaciones de Predimensionamiento del PhD. Pedro Rojas en su guía del capítulo #5 de la materia de ingeniería estructural.

Se considera 3.29 kN/m^2 como peso de losa con dimensiones mínimas.

- **Carga sobrepuesta (C_{SD})**

Se considera 0.1 kN/m^2 para instalaciones, 1 kN/m^2 para el acabado de cerámica, 2 kN/m^2 para paredes y 0.2 kN/m^2 para tumbado.

- **Carga viva de piso (L)**

La norma indica un valor de 2.5 kN/m^2 de carga para el uso de oficinas.

- **Carga viva de cubierta (L_r)**

Se utiliza 0.70 kN/m^2 de carga para cubiertas dado el uso.

3.1.1.3 Predimensionamiento de elementos

El diseño final esperado de la estructura será un sistema dúctil aporticado de hormigón armado para lo cual contará con columnas, vigas principales y secundarias de entrepiso, losa nervada, y vigas de cubierta. Además, se considerará las cargas últimas de servicio para el posterior análisis y diseño de la cimentación.

- **Predimensionamiento de vigas secundarias**

En este apartado se hace uso de la relación de aspecto, el cual es un método efectivo para obtener una aproximación inicial en las dimensiones de vigas.

$$\frac{h}{b} = 1.5 \quad (3.1)$$

Donde:

$h =$ peralte de viga

$b =$ base de viga

Peralte Mínimo de Vigas no Preforzadas

Figura 3.1

Peralte Mínimo de Vigas no Preforzadas

Table 9.3.1.1—Minimum depth of nonprestressed beams

Support condition	Minimum h ^[1]
Simply supported	$\ell/16$
One end continuous	$\ell/18.5$
Both ends continuous	$\ell/21$
Cantilever	$\ell/8$

^[1]Expressions applicable for normalweight concrete and $f'_c = 60,000$ psi. For other cases, minimum h shall be modified in accordance with 9.3.1.1.1 through 9.3.1.1.3, as appropriate.

Nota: La figura muestra las relaciones apropiadas según la condición de apoyo.

Para ello, se hace uso de la *Tabla 9.3.1.1* de la normativa ACI en donde se escoge la condición de ambos extremos continuos. La longitud útil será la mayor entre las distancias de columna a columna que hay en la primera propuesta de implantación.

$$h_{sec} = \frac{L_n}{21} \quad (3.2)$$

Donde:

$$h_{sec} = \text{peralte de viga}$$

$$L_n = \text{longitud libre entre columnas}$$

Aplicando la relación expuesta:

$$h_{sec} = \frac{L_n}{21} ; \frac{5.3}{21} = 0.25 [m]$$

También la relación de aspecto:

$$\frac{h}{b} = 1.5 ; b = \frac{0.25}{1.5} = 0.17 (m)$$

Realizando un ajuste en las dimensiones estimadas, finalmente se obtienen vigas secundarias de 20x25 [cm].

- **Predimensionamiento de vigas principales**

La normativa nacional NEC 2015 en su capítulo 11, hace mención que el ancho mínimo de vigas sismorresistentes debe tener al menos 25 [cm]. Teniendo en cuenta dicho criterio, se vuelve a utilizar la relación de aspecto. De esta forma, se obtiene las mismas dimensiones de vigas secundarias, no obstante, estas al resistir mayor carga necesariamente deben tener mayor área. Por tanto, refinando estos valores en base a la pauta expuesta resultan vigas principales de 25x30 [cm].

- **Predimensionamiento de losa nervada**

Para este elemento estructural, se adopta las dimensiones mínimas requeridas por la normativa ACI 318. La cual establece lo siguiente:

- Ancho de viga (b_w):

$$100 \leq b_w \leq 200 \text{ (mm)}$$

- Separación entre nervios (s_w):

$$s_w \leq 750 \text{ (mm)}$$

- Altura de viga (h_v):

$$h_v \leq 3.5 b_w \text{ (mm)}$$

- Espesor de loseta (h_f):

$$h_f \geq 1/12 s_w ; h_f \geq 40 \text{ (mm)}$$

Se adoptan las siguientes dimensiones en base a las recomendaciones por normativa.

Tabla 3.2*Dimensiones de losa nervada*

DIMENSIONES LOSA NERVADA		
b_w	100	mm
s_w	500	mm
h_v	200	mm
h_f	50	mm

Nota: Los presentes valores son asumidos según las condiciones mínimas.

Figura 3.2*Espesor Mínimo de Losa*

Tabla 8.3.1.2 — Espesor mínimo de las losas de dos direcciones con vigas entre los apoyos en todos los lados

α_{fm} ^[1]	Espesor mínimo, h , mm		
$\alpha_{fm} \leq 0.2$	Se aplica 8.3.1.1		(a)
$0.2 < \alpha_{fm} \leq 2.0$	Mayor de:	$h = \frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta (\alpha_{fm} - 0.2)}$	(b) ^{[1][2]}
		125	(c)
$\alpha_{fm} > 2.0$	Mayor de:	$h = \frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$	(d)
		90	(e)

^[1] α_{fm} es el valor promedio de α_f para todas las vigas en el borde de un panel.

^[2] ℓ_n corresponde a la luz libre en la dirección larga, medida cara a cara de las vigas (mm)

^[3] El término β es la relación de la luz libre en la dirección larga a la luz libre en la dirección corta de la losa.

Nota: Condiciones para determinar espesor de losa.

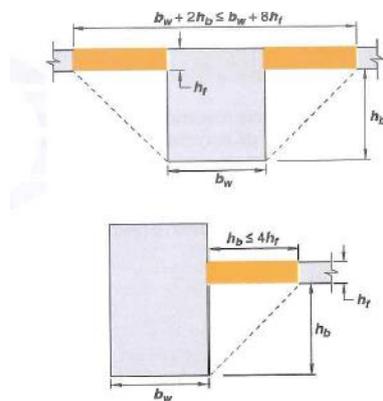
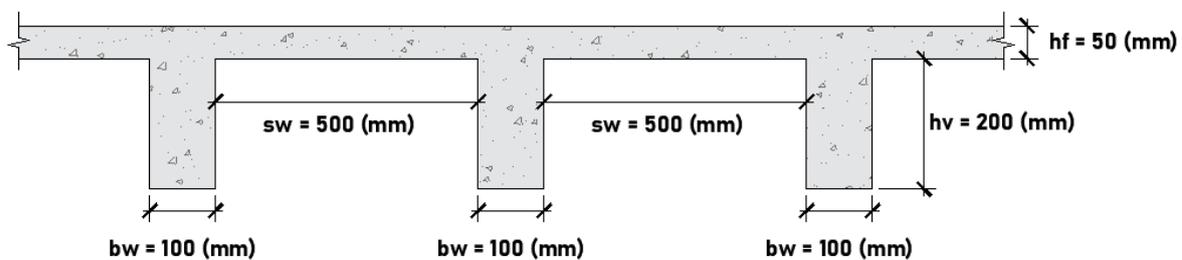
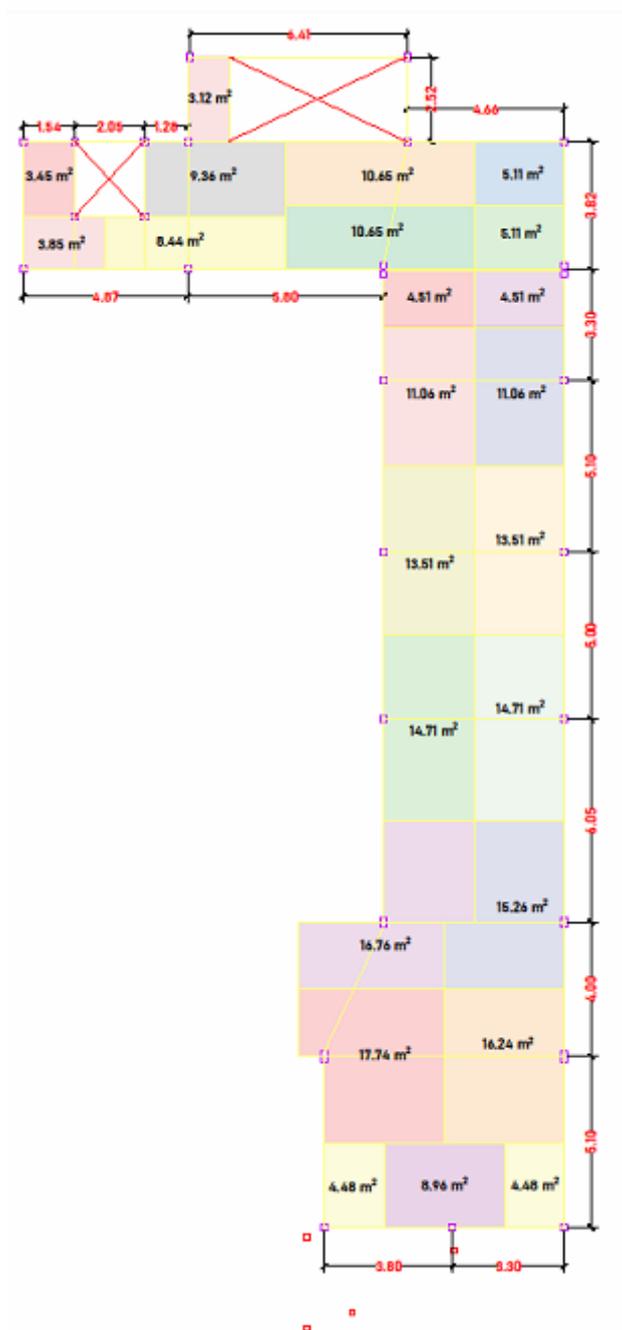
Figura 3.3*Dimensiones de elementos de losa**Nota:* Condiciones según la normativa ACI-318.**Figura 3.4***Bosquejo de sección transversal de losa nervada**Nota:* Dimensiones basadas en las consideraciones descritas por la normativa.

Figura 3.5

Áreas Tributarias de Propuesta de Columnas



Nota: La distribución de columnas está basado en la implantación arquitectónica.

- **Predimensionamiento de columnas**

El ACI 318 recomienda un sistema muy útil para el predimensionamiento de columnas, el cual consiste en obtener el peso aproximado de la estructura y dividirlo para una relación basada a la resistencia del hormigón.

La ilustración 3.1.5 muestra la propuesta de implantación de columnas por parte de arquitectura, además, de las áreas tributarias por cada columna en base a dicha distribución. Por tanto, se observa que la mayor área es de 17.74 m². Utilizando las cargas anteriormente estimadas se obtiene los siguientes resultados:

$$W_D = C_D + C_{SD} \quad (3.3)$$

$$W_D = 3.50 + 3.29 + 0.10 + 1.00 + 2.00 + 0.20 = 10.09 \text{ kN/m}^2$$

$$W_L = C_L + C_{Lr} \quad (3.4)$$

$$W_L = 2.50 + 0.70 = 3.2 \text{ kN/m}^2$$

Una vez sumado las cargas permanentes y variables, aplicamos la siguiente relación.

$$P = W_D \cdot A_i + W_L \cdot A_i \quad (3.5)$$

$$P = (10.09) * (17.74) + (3.2) * (17.74) = 23.58 \text{ tonf}$$

$$P = W_D \cdot A_i + W_L \cdot A_i \quad (3.5)$$

$$P = (10.09) * (17.74) + (3.2) * (17.74) = 23.58 \text{ tonf}$$

Posteriormente, determinamos el área de hormigón necesaria.

$$A_c = \frac{P}{\alpha \cdot f'_c} \quad (3.6)$$

Siendo:

$P =$ carga resultante puntual

$f'_c =$ resistencia a la compresión del hormigón

$\alpha = 0.17$ para columnas esquineras

$\alpha = 0.20$ para columnas exteriores

$\alpha = 0.25$ para columnas interiores

La columna escogida para el análisis es de tipo esquinera, por tanto, se utilizará un $\alpha = 20$. Del mismo modo, el área tributaria de dicha columna abarca una extensión de 23.58 m^2 . Por otro lado, la resistencia del hormigón a utilizar será de $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ esto con la finalidad de ser prácticos y conservadores.

$$A_c = \frac{23.58}{(2) \cdot \left(\frac{280}{1000}\right)} = 471.53 \text{ cm}^2$$

Debido a que las columnas son con forma rectangular, aplicamos:

$$A_c = b * h \quad (3.7)$$

A su vez, se considera una dimensión mínima de 25 [cm] .

$$h = \frac{471.53}{25} = 18.86 \text{ cm}$$

La sección estimada es de $25 \times 20 \text{ [cm]}$, sin embargo, las vigas principales tienen mayor dimensión que las columnas, lo cual repercute en una inconsistencia. Por ello, se ajusta las dimensiones a columnas de $30 \times 30 \text{ [cm]}$, además, se considerará columnas de $20 \times 20 \text{ [cm]}$ en donde los anchos de carga no superen más de 3 metros.

- **Espectro sísmico**

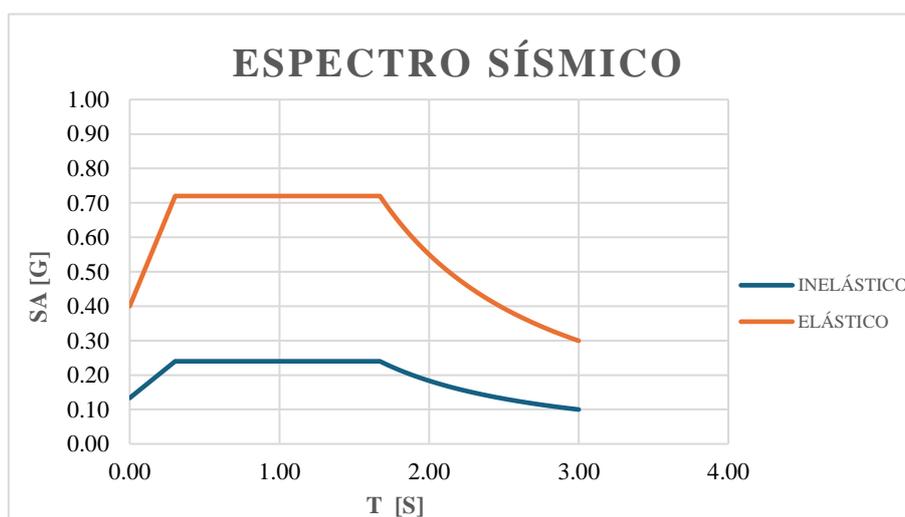
La norma ecuatoriana de la construcción menciona un periodo de retorno de diseño mínimo para estructuras, el cual corresponde a 475 años. El espectro de respuesta elástico implica diseñar elementos con dimensiones tales que puedan resistir sismos intensos de baja probabilidad. Este hecho repercute en diseños costosos y no convenientes teniendo en cuenta que la obra a realizar es de carácter público. Por tanto, el objetivo es lograr un diseño óptimo que reduzca la demanda de fuerzas sísmicas manteniendo la seguridad estructural. Por ello, se emplea el uso del espectro inelástico que está ligado principalmente al factor de reducción de resistencia sísmica R .

La normativa expone que su aplicación es permitida siempre que la estructura y sus conexiones se diseñen con adecuada ductilidad y logren disipar energía en zonas detalladas para funcionar como rótulas plásticas. Basado en la ubicación del proyecto, se obtienen los siguientes parámetros:

Tabla 3.3*Parámetros de elaboración de espectro sísmico*

Z = 0.35	Zona sísmica IV para Samborondón.
$\eta = 1.8$	Razón de aceleración espectral para la costa del Ecuador.
Fa = 1.0	Coefficiente de amplificación de suelo en zona de período corto
Fd = 1.6	Amplificación de ordenadas de espectro elástico de desplazamientos para diseños en roca.
Fs = 1.9	Coefficiente de comportamiento no lineal de los suelos.
E	Tipo de suelo
I = 1.0	Factor de importancia
R = 3.0	Factor de reducción: Estructura ordinaria resistente a momento
$\phi_e = 1.0$	Factor de irregularidad en elevación.
$\phi_p = 1.0$	Factor de irregularidad en planta.

Nota: Estos valores fueron obtenidos a través de la normativa NEC 2015.

Figura 3.6*Espectro sísmico con respuesta elástica e inelástica*

Nota: La presente gráfica está basada en los valores de la tabla 3.1.3.

A través de los parámetros estimados se pudo realizar la gráfica del espectro sísmico de respuesta. En donde se obtuvo una aceleración máxima 0.72 g en el espectro elástico. Sin embargo, el espectro inelástico será el usado para los cálculos posteriores debido a los criterios anteriormente expuestos. Por tanto, la estructura estará diseñada para soportar una aceleración máxima de 0.24 g. Dicha aceleración define las fuerzas sísmicas que actuarán en la base de la estructura y que posteriormente serán obtenidas por el software libre.

3.1.1.1 Comprobaciones

- **Cortante basal (V)**

Representa la fuerza horizontal actuante en la base de una estructura debido a la actividad sísmica. La normativa nacional indica la siguiente expresión matemática para su respectiva estimación:

$$V = C_S \cdot W \quad (3.8)$$

$$C_S = \frac{I \cdot S_a(T)}{R \cdot \phi_e \cdot \phi_p} \quad (3.9) \quad \& \quad C_S = S_a(T) \quad (3.10)$$

V = cortante basal

$V_{x,y}$ = cortante basal en las direcciones x o y

C_S = coeficiente sísmico

$C_{Sx,y}$ = coeficiente sísmico en la dirección x o y

W = peso sísmico

$S_a(T)$ = aceleración del periodo vibración

La última condición presentada se da debido a que el espectro utilizado es el inelástico. Dadas las consideraciones adoptadas anteriormente, ya se aplicó el factor de reducción a la aceleración del espectro. En el apartado 6.3.3 de la NEC 2015, detalla en su inciso A un método aproximado para calcular el periodo de vibración de la estructura.

$$T = C_T \cdot h_n^\alpha \quad (3.11)$$

Donde:

T = periodo de vibración

T_x, y = periodo de vibración en la dirección x o y

C_T = coeficiente que depende del tipo de edificio

h_n = altura máxima del edificio

α = constante que depende del tipo de edificio

Figura 3.7

Condiciones de periodo fundamental

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Nota: Esta tabla es obtenida a partir de la normativa NEC 2015.

- **Bloque 1**

Dada las características de la estructura, resulta la siguiente operación.

$$T = (0.055) \cdot (9.20)^{0.9} = 0.41 \text{ segundos}$$

Dado que el sismo actúa en todas las direcciones, se considera calcular también el periodo en Y, por tanto, se obtiene:

$$T_x = (0.055) \cdot (9.20)^{0.9} = 0.41 \text{ segundos}$$

$$T_y = (0.055) \cdot (9.20)^{0.9} = 0.41 \text{ segundos}$$

Si fijamos el periodo obtenido en base al espectro sísmico anteriormente descrito, resulta una aceleración de 0.24.

$$s_a(T) = 0.24 \text{ g}$$

Los demás valores presentes en el coeficiente sísmico ya fueron calculados con su respectiva justificación. Por lo tanto:

$$c_{Sx} = 0.24 \text{ g}$$

$$c_{Sy} = 0.24 \text{ g}$$

Por consiguiente, se realiza un análisis estructural para obtener las reacciones de la base de la estructura en el cual se consideraron los casos de carga de D, SD, Ex y Ey.

Tabla 3.4*Resultados de fuerzas en la base del Bloque 1*

Caso	Fx ton	Fy ton	Fz ton
PESO SÍSMICO	0.00	0.00	183.05
EX NEC	43.99	3.21	0.14
EY NEC	3.00	40.90	0.12

Nota: Estas cifras son obtenidas a partir del software de análisis estructural.

La presente tabla, denota valores importantes como es el caso del peso sísmico.

$$W = 183.05 \text{ [tonf]}$$

Por ello, se procede a calcular el cortante basal en ambas direcciones:

$$V_x = (0.24) \cdot (183.05) = 43.93 \text{ [tonf]}$$

$$V_y = (0.24) \cdot (183.05) = 43.93 \text{ [tonf]}$$

Los cortantes obtenidos, según la NEC 2015 son considerados fuerzas estáticas, por lo que, deben ser comparadas con las fuerzas dinámicas resultante que se producen durante el sismo. Para aquello en el apartado 6.2.2 del inciso B, se debe cumplir la siguiente condición:

$$V_{dinámico} = \text{cortante basal dinámico}$$

$$V_{estático} = \text{cortante basal estático}$$

$$V_{dinámico} \geq 80\% \cdot V_{estático} \quad (3.12)$$

$$V_{dx} = 43.99 \text{ [tonf]} \geq 80\% \cdot (43.93) = 35.14 \text{ [tonf]}$$

$$V_{dy} = 40.90 \text{ [tonf]} \geq 80\% \cdot (43.93) = 35.14 \text{ [tonf]}$$

Finalmente, la condición del cortante basal es satisfactorio lo que indica que la estructura es capaz de resistir la inducción de fuerzas sísmicas adoptadas.

- **Bloque 2**

En la presente tabla, se muestran las reacciones obtenidas por el software de análisis estructural en la base del bloque B:

Tabla 3.5

Resultados de fuerzas en la base del Bloque 2

Caso	F_x ton	F_y ton	F_z ton
PESO SÍSMICO	0.00	0.00	93.11
EX NEC	21.78	0.70	0.07
EY NEC	0.65	19.97	0.02

Nota: Estas cifras son obtenidas a partir del software de análisis estructural.

Por tanto, el peso sísmico resulta:

$$W = 93.11 \text{ [tonf]}$$

Se calcula el cortante basal en las dos direcciones:

$$V_x = (0.24) \cdot (93.11) = 22.35 \text{ [tonf]}$$

$$V_y = (0.24) \cdot (93.11) = 22.35 \text{ [tonf]}$$

Se comprueba la condición establecida:

$$V_{\text{dinámico}} = \text{cortante basal dinámico}$$

$$V_{\text{estático}} = \text{cortante basal estático}$$

$$V_{\text{dinámico}} \geq 80\% \cdot V_{\text{estático}}$$

$$V_{dx} = 21.78 \text{ [tonf]} \geq 80\% \cdot (22.35) = 17.88 \text{ [tonf]}$$

$$V_{dy} = 19.97 \text{ [tonf]} \geq 80\% \cdot (22.35) = 17.88 \text{ [tonf]}$$

En definitiva, la condición del cortante basal cumple las comprobaciones.

- **Análisis modal**

Mediante un análisis modal se calcularon los primeros modos de vibración de la estructura, de tal forma, que la masa acumulada esté entre 90 a 100% de la masa participativa en las direcciones X e Y; tal como lo menciona la normativa NEC 2015. A continuación, se exponen las tablas con los primeros modos de vibración para los bloques 1 y 2, respectivamente.

Tabla 3.6

Periodos de vibración para la estructura del bloque 1

ANÁLISIS MODAL - BLOQUE 1					
Modo	Período [segundos]	UX	UY	SumUX	SumUY
1	0.577	80.03%	18.47%	80.03%	18.47%
2	0.569	18.53%	79.40%	98.56%	97.87%
3	0.513	0.07%	0.52%	98.63%	98.39%
4	0.199	0.14%	1.19%	98.77%	99.59%
5	0.188	0.38%	0.27%	99.15%	99.86%
6	0.180	0.76%	0.00%	99.91%	99.86%
7	0.170	0.00%	0.00%	99.91%	99.86%
8	0.164	0.03%	0.00%	99.94%	99.86%
9	0.159	0.00%	0.00%	99.94%	99.86%
10	0.154	0.00%	0.00%	99.94%	99.86%
11	0.149	0.00%	0.00%	99.94%	99.86%
12	0.136	0.00%	0.01%	99.94%	99.88%

Nota: Estos valores son obtenidas a partir del software de análisis estructural.

En el caso del bloque 1, a partir del segundo modo la masa acumulada en ambas direcciones supera el 90%. Lo que demuestra una adecuada respuesta ante los efectos dinámicos del sismo.

Tabla 3.7

Periodos de vibración para la estructura del bloque 2

ANÁLISIS MODAL - BLOQUE 2					
Modo	Período [segundos]	UX	UY	SumUX	SumUY
1	0.518	0.10%	95.32%	0.10%	95.32%
2	0.477	96.90%	0.18%	97.00%	95.50%
3	0.430	1.15%	0.88%	98.15%	96.38%
4	0.171	0.00%	3.50%	98.15%	99.87%
5	0.153	1.21%	0.03%	99.36%	99.91%
6	0.146	0.58%	0.03%	99.94%	99.94%
7	0.127	0.01%	0.00%	99.94%	99.94%
8	0.118	0.00%	0.00%	99.94%	99.94%
9	0.108	0.00%	0.00%	99.94%	99.94%
10	0.095	0.01%	0.00%	99.95%	99.94%
11	0.088	0.00%	0.00%	99.95%	99.94%
12	0.086	0.00%	0.00%	99.95%	99.94%

Nota: Estos valores son obtenidas a partir del software de análisis estructural.

Por su parte en el bloque 2, de igual forma que en el primer bloque la masa acumulada de participación supera el 90% a partir del segundo modo. De esta forma, se comprueba una buena respuesta de la estructura ante los efectos del sismo.

- **Derivas**

La revisión de derivas es muy importante ya que indica los desplazamientos horizontales que experimentan los pisos de una estructura que están sometidos a cargas sísmicas. Por ello, su análisis garantiza que los elementos estructurales y no estructurales no sufran daños. La NEC 2015 indica que la deriva inelástica máxima permitida debe ser menor al 2% y su estimación es a partir de la siguiente expresión:

$$\theta = \frac{\delta \cdot C_d}{h} \quad (3.13)$$

δ : Desplazamiento relativo considerado obtenido por medio de un análisis elástico de la estructura (milímetros).

C_d : Coeficiente de amplificación de deformaciones igual a 0.75 veces el coeficiente de reducción inelástica ($R^* \Delta E$).

h : Altura del entrepiso considerado (milímetros).

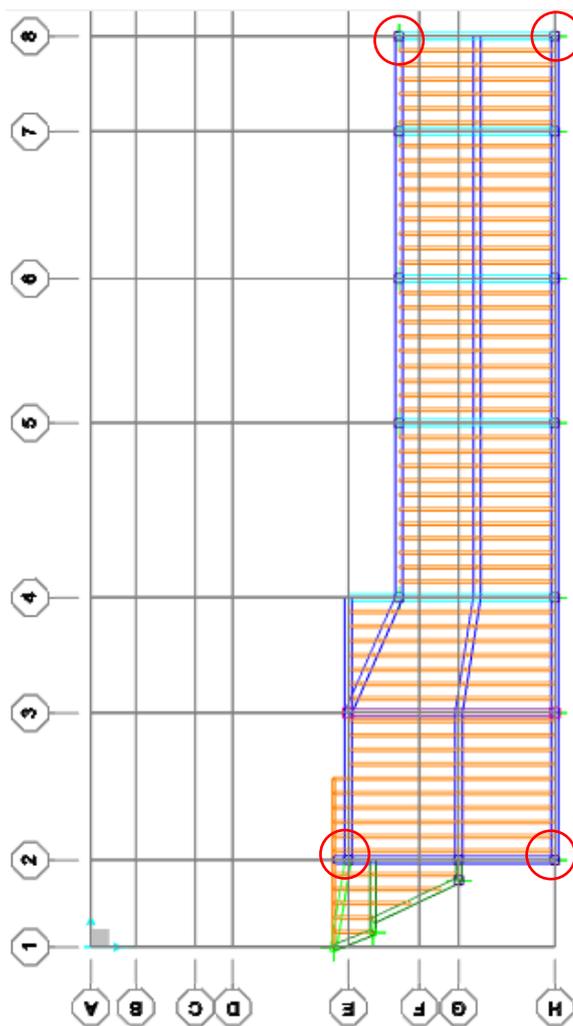
Por lo general, los puntos típicos de análisis para el chequeo de derivas son los esquineros. Sin embargo, para este estudio se consideraron un total de 22 puntos entre esquineros y de borde para tener un mayor control.

- **Revisión Bloque 1**

En el presente bloque, se llevará a cabo la comprobación para los 4 puntos mostrados en la siguiente figura.

Figura 3.8

Puntos de análisis para el Bloque 1



Nota: Vista en planta del bloque 1 en el modelo estructural.

A continuación, se describe el procedimiento para el análisis de deriva en el sentido X del punto 3. Primeramente, consideramos el caso de carga del sismo en la dirección X, posteriormente, a través del análisis estructural del software libre obtenemos los siguientes desplazamientos:

$$\text{Nivel Planta Alta } \Delta_x = 18.44 \text{ (mm)} ; \Delta_y = 1.94 \text{ (mm)}$$

$$\text{Nivel Cubierta } \Delta_x = 31.69 \text{ (mm)} ; \Delta_y = 3.38 \text{ (mm)}$$

Se obtiene el desplazamiento resultante mediante el teorema de Pitágoras.

$$\Delta_{PA1} = \sqrt{(18.44)^2 + (1.94)^2} = 18.54 \text{ (mm)}$$

$$\Delta_{NC} = \sqrt{(31.69)^2 + (3.38)^2} = 31.87 \text{ (mm)}$$

Se tendrá en consideración las siguientes alturas de entrepiso.

$$H_{PA1} = 4.72 \text{ (m)} ; H_{NC} = 3.43 \text{ (m)}$$

Posteriormente, se aplica la fórmula de deriva elástica.

$$\delta = \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{H}$$

$$\delta_{PA1} = \frac{(18.54) - (0)}{4720} \cdot 100\% = 0.39 \%$$

$$\delta_{NC} = \frac{(31.87) - (18.54)}{3430} \cdot 100\% = 0.39 \%$$

Por consiguiente, se hace uso de la formula anteriormente expuesta.

$$\theta_{PB} = (0.39) \cdot (0.75) \cdot (3) = 0.88 \%$$

$$\theta_{PA} = (0.39) \cdot (0.75) \cdot (3) = 0.88 \%$$

Ambos valores obtenidos son menores al 2%, por tanto, es satisfactorio. En la siguiente tabla se mostrará un resumen de la derivas elásticas e inelásticas para los puntos de estudio considerados en el Bloque 1.

Tabla 3.8*Revisión de derivas inelásticas para el bloque 1*

REVISIÓN DE DERIVAS INELÁSTICAS - BLOQUE 1								
Nivel	Carga	Desplazamientos (mm)	Altura de entrepiso (m)	Drift elástico (%)	R	Cd	Drift inelástico (%)	Estado
N+8.15	EX	13.32	3.43	0.39%	3	2.25	0.87%	<2% OK!
N+8.15	EX	9.31	3.43	0.27%	3	2.25	0.61%	<2% OK!
N+8.15	EX	13.21	3.43	0.39%	3	2.25	0.87%	<2% OK!
N+8.15	EX	9.28	3.43	0.27%	3	2.25	0.61%	<2% OK!
N+8.15	EY	10.28	3.43	0.30%	3	2.25	0.67%	<2% OK!
N+8.15	EY	10.64	3.43	0.31%	3	2.25	0.70%	<2% OK!
N+8.15	EY	10.46	3.43	0.30%	3	2.25	0.69%	<2% OK!
N+8.15	EY	10.73	3.43	0.31%	3	2.25	0.70%	<2% OK!
N+4.72	EX	18.54	4.72	0.39%	3	2.25	0.88%	<2% OK!
N+4.72	EX	18.09	4.72	0.38%	3	2.25	0.86%	<2% OK!
N+4.72	EX	18.52	4.72	0.39%	3	2.25	0.88%	<2% OK!
N+4.72	EX	18.07	4.72	0.38%	3	2.25	0.86%	<2% OK!
N+4.72	EY	16.45	4.72	0.35%	3	2.25	0.78%	<2% OK!
N+4.72	EY	16.46	4.72	0.35%	3	2.25	0.78%	<2% OK!
N+4.72	EY	16.38	4.72	0.35%	3	2.25	0.78%	<2% OK!
N+4.72	EY	16.44	4.72	0.35%	3	2.25	0.78%	<2% OK!

Nota: El presente procedimiento está basado en la normativa NEC 2015.

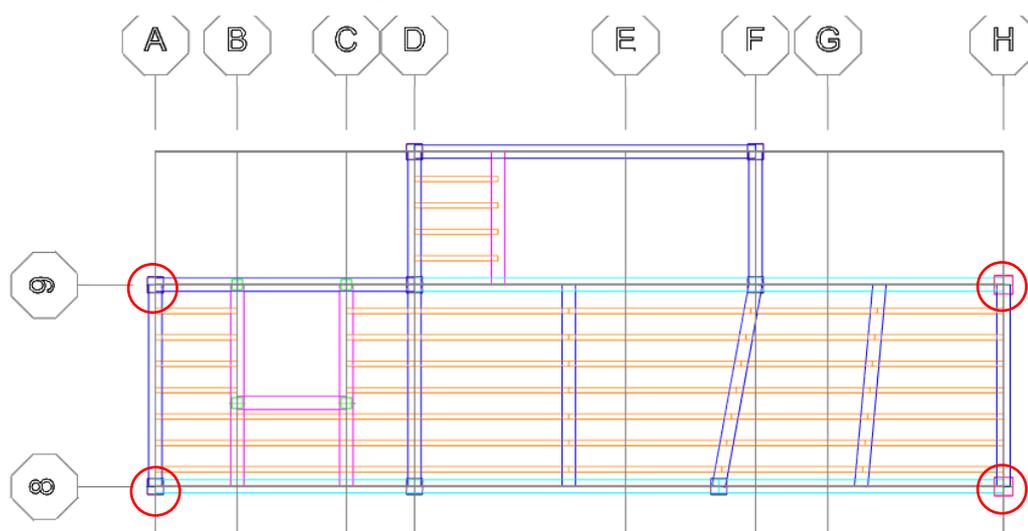
Como se puede evidenciar en la tabla resumen, la comprobación por derivas inelásticas en el bloque 1 es satisfactoria para los puntos de análisis.

- Revisión Bloque 2

En el presente bloque, se llevará a cabo la comprobación para los 4 puntos mostrados en la siguiente figura.

Figura 3.9

Puntos de análisis para el Bloque 2



Nota: Vista en planta del bloque 2 en el modelo estructural.

Posteriormente, se llevará a cabo el procedimiento para el análisis de deriva inelástica en el sentido X del punto 1.

Nivel Planta Alta $\Delta_x = 13.82 (mm)$; $\Delta_y = 3.48 (mm)$

Nivel Cubierta $\Delta_x = 17.38 (mm)$; $\Delta_y = 4.72 (mm)$

Se obtiene el desplazamiento resultante mediante el teorema de Pitágoras.

$$\Delta_{PA1} = \sqrt{(13.82)^2 + (3.48)^2} = 14.25 \text{ (mm)}$$

$$\Delta_{NC} = \sqrt{(17.38)^2 + (4.72)^2} = 18.01 \text{ (mm)}$$

Se tendrá en consideración las siguientes alturas de entrepiso.

$$H_{PA1} = 4.72 \text{ (m)} ; H_{NC} = 3.00 \text{ (m)}$$

Posteriormente, se aplica la fórmula de deriva elástica.

$$\delta = \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{H}$$

$$\delta_{PA1} = \frac{(14.25) - (0)}{4720} \cdot 100\% = 0.30 \%$$

$$\delta_{NC} = \frac{(18.01) - (14.25)}{3000} \cdot 100\% = 0.13 \%$$

Por consiguiente, se hace uso de la fórmula anteriormente expuesta.

$$\theta_{PB} = (0.30) \cdot (0.75) \cdot (3) = 0.68 \%$$

$$\theta_{PA} = (0.13) \cdot (0.75) \cdot (3) = 0.29 \%$$

Tabla 3.9*Revisión de derivas inelásticas para el bloque 2*

REVISIÓN DE DERIVAS INELÁSTICAS - BLOQUE 1								
Nivel	Carga	Desplazamientos (mm)	Altura de entrepiso (m)	Drift elástico (%)	R	Cd	Drift inelástico (%)	Estado
N+7.67	EX	3.77	3.00	0.13%	3	2.25	0.28%	<2% OK!
N+7.67	EX	3.86	3.00	0.13%	3	2.25	0.29%	<2% OK!
N+7.67	EX	3.68	3.00	0.12%	3	2.25	0.28%	<2% OK!
N+7.67	EX	3.99	3.00	0.13%	3	2.25	0.30%	<2% OK!
N+7.67	EY	5.16	3.00	0.17%	3	2.25	0.39%	<2% OK!
N+7.67	EY	5.91	3.00	0.20%	3	2.25	0.44%	<2% OK!
N+7.67	EY	5.16	3.00	0.17%	3	2.25	0.39%	<2% OK!
N+7.67	EY	5.92	3.0	0.20%	3	2.25	0.44%	<2% OK!
N+4.72	EX	14.25	4.72	0.30%	3	2.25	0.68%	<2% OK!
N+4.72	EX	15.34	4.72	0.32%	3	2.25	0.73%	<2% OK!
N+4.72	EX	14.20	4.72	0.30%	3	2.25	0.68%	<2% OK!
N+4.72	EX	15.28	4.72	0.32%	3	2.25	0.73%	<2% OK!
N+4.72	EY	15.71	4.72	0.33%	3	2.25	0.75%	<2% OK!
N+4.72	EY	11.09	4.72	0.24%	3	2.25	0.53%	<2% OK!
N+4.72	EY	15.73	4.72	0.33%	3	2.25	0.75%	<2% OK!
N+4.72	EY	11.14	4.72	0.24%	3	2.25	0.53%	<2% OK!

Nota: El presente procedimiento está basado en la normativa NEC 2015.

La comprobación de derivas inelásticas en el bloque 2, es adecuada ya que cumple con el límite máximo permisible del 2%. Esto como respuesta ante la carga sísmica impuesta y considerada por el software de análisis estructural.

- **Torsión**

El momento torsional de diseño en un piso se calcula sumando el momento generado por las diferencias entre las cargas laterales de diseño en los pisos por encima

del piso en cuestión y los elementos que resisten cargas laterales en dicho piso, añadiendo además un 5% de torsión accidental. De acuerdo con la NEC-15, se considera que no existe torsión excesiva cuando

$$1.20 \Delta_{prom} > \Delta_{m\acute{a}x}$$

Donde:

Δ_{prom} = Promedio de derivas de puntos extremos de la estructura en el nivel x

$\Delta_{m\acute{a}x}$ = Valor del drift máximo en el nivel x

Cuando existe irregularidad torsional los efectos deben ser considerados incrementando la torsión en cada nivel mediante un factor de amplificación torsional A_x calculado como:

$$A_x = \left(\frac{\Delta_{m\acute{a}x}}{1.2\Delta_{prom}} \right)^2$$

- **Revisión de torsión en planta Bloque 1**

Para la revisión de torsión en planta en Bloque 1 se han considerado los puntos indicados en la figura 3.1.8 A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 3.10*Revisión de torsión bloque 1 (Ex)*

Caso de carga	Piso	$\theta_{i_{punto\ 1}}$		$\theta_{i_{prom}}$	$\theta_{i_{max}} / \theta_{i_{prom}}$	$i \theta_{i_{max}} / \theta_{i_{prom}} \leq 1.20?$	Factor de amplificación
Ex	Cubierta	0.87%	0.61%	0.74%	1.18	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Cubierta	0.87%	0.61%	0.74%	1.17	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Planta Alta	0.88%	0.86%	0.87%	1.01	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Planta Alta	0.88%	0.86%	0.87%	1.01	Cumple con la NEC-15.	No aplica.

Nota: El procedimiento realizado está basado en la normativa NEC 2015.

De esta forma, los puntos seleccionados del bloque 1 en el sentido X cumplen satisfactoriamente lo indicado por la normativa nacional NEC 2015.

Tabla 3.11*Revisión de torsión bloque 1 (Ey)*

Caso de carga	Piso	$\theta_{i_{punto\ 1}}$	$\theta_{i_{punto\ 2}}$	$\theta_{i_{prom}}$	$\theta_{i_{max}} / \theta_{i_{prom}}$	$i \theta_{i_{max}} / \theta_{i_{prom}} \leq 1.20?$	Factor de amplificación
Ex	Cubierta	0.67%	0.70%	0.69%	1.02	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Cubierta	0.69%	0.70%	0.69%	1.01	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Planta Alta	0.78%	0.78%	0.78%	1.00	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Planta Alta	0.78%	0.78%	0.78%	1.00	Cumple con la NEC-15.	No aplica.

Nota: El procedimiento realizado está basado en la normativa NEC 2015.

Por otro lado, los puntos escogidos para la revisión del bloque 1 en el sentido Y también cumplen con lo recomendado por la normativa NEC 2015.

- **Revisión de torsión en planta Bloque 2**

Para la revisión de torsión en planta en Bloque 2 se han considerado los puntos indicados en la figura 3.1.9. A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 3.12

Revisión de torsión bloque 2 (Ex)

Caso de carga	Piso	$\theta_{i_{punto\ 1}}$	$\theta_{i_{punto\ 2}}$	$\theta_{i_{prom}}$	$\theta_{i_{max}} / \theta_{i_{prom}}$	$\theta_{i_{max}} / \theta_{i_{prom}} \leq 1.20?$	Factor de amplificación
Ex	Cubierta	0.18%	0.18%	0.18%	1.01	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Cubierta	0.18%	0.19%	0.18%	1.04	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Planta Alta	0.70%	0.75%	0.72%	1.04	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Planta Alta	0.69%	0.75%	0.72%	1.04	Cumple con la NEC-15.	No aplica.

Nota: El procedimiento realizado está basado en la normativa NEC 2015.

Por consiguiente, los puntos de prueba escogidos del bloque 2 en el sentido X cumplen adecuadamente lo indicado por la normativa nacional NEC 2015.

Tabla 3.13*Revisión de torsión bloque 2 (Ey)*

Caso de carga	Piso	$\theta_{i_{punto\ 1}}$	$\theta_{i_{punto\ 2}}$	$\theta_{i_{prom}}$	$\theta_{i_{max}}/\theta_{i_{prom}}$	$\theta_{i_{max}}/\theta_{i_{prom}} \leq 1.20?$	Factor de amplificación
Ex	Cubierta	0.25%	0.28%	0.26%	1.07	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Cubierta	0.25%	0.28%	0.27%	1.07	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Planta Alta	0.77%	0.54%	0.66%	1.17	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Planta Alta	0.77%	0.54%	0.66%	1.17	Cumple con la NEC-15.	No aplica.

Nota: El procedimiento realizado está basado en la normativa NEC 2015.

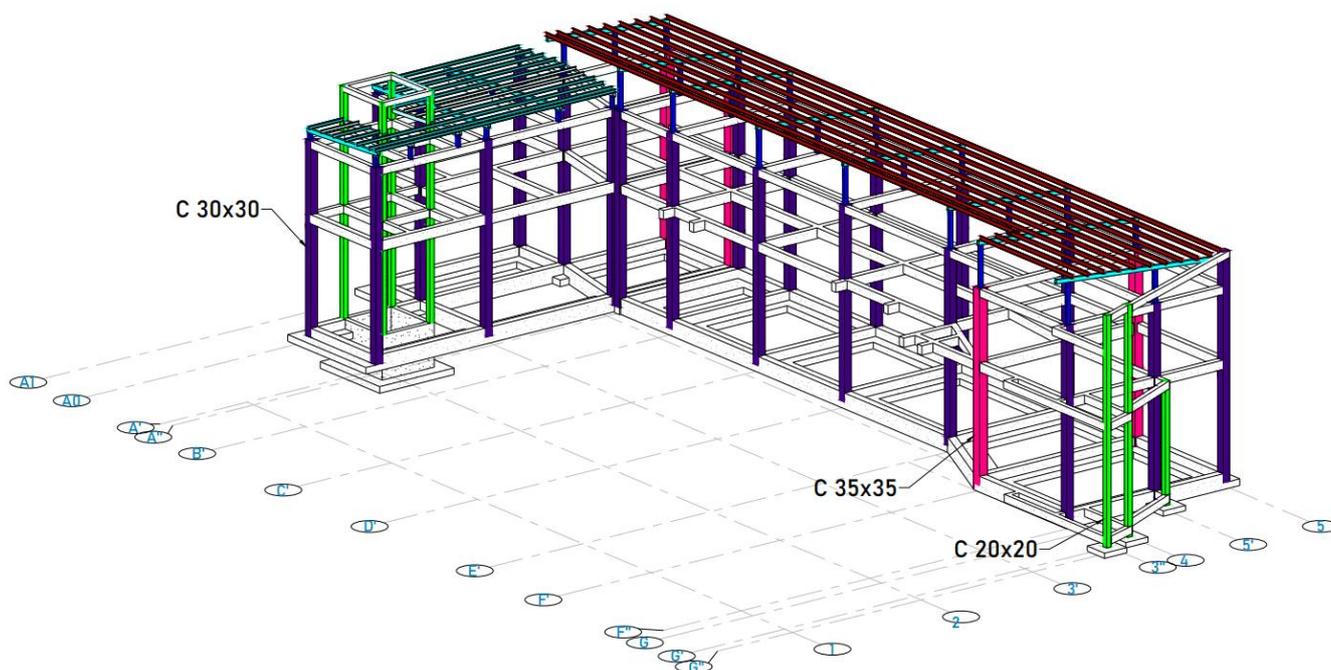
Del mismo modo, los puntos optados para la revisión del bloque 2 en el sentido
Y son satisfactorios de acuerdo con lo estipulado por la normativa NEC 2015.

3.1.1.4 Diseño de elementos estructurales

- Diseño de columnas

Figura 3.10

Modelo estructural de los bloques 1 y 2



Nota: Isométrico estructural visto desde Revit.

Tabla 3.14

Simbología de columnas por colores

Sección de columna	Simbología
Columna 300x300mm	
Columna 350x350mm	
Columna 200x200mm	

Debido al diseño arquitectónico que posee la ampliación, se ha propuesto los siguientes tipos de columnas. A través de los diagramas de interacción de cada una de ellas por cada eje y las demandas obtenidas en el software de análisis estructural, se ha podido revisar la capacidad de resistir cargas de flexo compresión.

Por ello, las demandas se muestran con puntos de color naranja, mientras que la curva de capacidad de cada columna ha sido ajustada considerando los factores de seguridad correspondientes. De este modo, los puntos cercanos a la línea no indican ningún riesgo para la estructura.

En la descripción del diseño de columnas, se tratará con las siguientes variables:

$P = \text{carga axial}$

$\phi P = \text{resistencia a carga axial}$

$M_{nx} \text{ o } M_3 = \text{momento en el eje } X$

$M_{ny} \text{ o } M_2 = \text{momento en el eje } Y$

$\phi M_{nx} \text{ o } M_3 = \text{resistencia a momento en el eje } X$

$\phi M_{ny} \text{ o } M_2 = \text{resistencia a momento en el eje } Y$

A continuación, se presentan los diagramas de interacción de las secciones de columna propuestas.

- Columna con sección 300x300mm y cuantía de 1.79%

Tabla 3.15

Demandas de carga para columnas 300x300

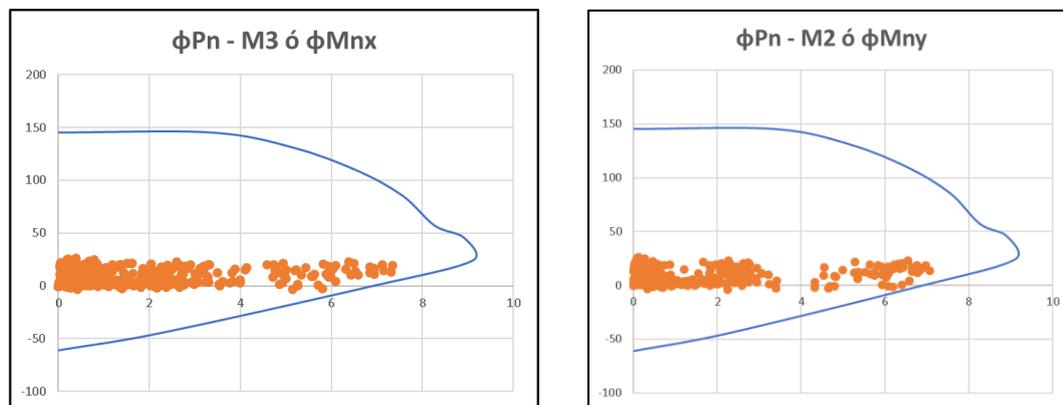
$\phi P_n - M3 \text{ ó } \phi M_{nx}$			$\phi P_n - M2 \text{ ó } \phi M_{ny}$		
P	M2	M3	P	M2	M3
145.1464	0	0	145	0	0
145.1464	0	3.3348	145	3.3348	0
131.3242	0	5.1193	131	5.1193	0
109.5777	0	6.5364	110	6.5364	0
85.441	0	7.5598	85	7.5598	0
56.9529	0	8.2711	57	8.2711	0
45.6687	0	8.9092	46	8.9092	0
23.9867	0	9.1061	24	9.1061	0
-1.5928	0	6.7604	-2	6.7604	0
-44.3919	0	2.2739	-44	2.2739	0
-61.0489	0	0	-61	0	0

Nota: Los presentes valores fueron obtenidos a partir del software de análisis.

Las presentes tablas corresponden a la demanda de cargas axiales tomando en consideración los momentos generados alrededor de su eje (X, Y). Estos valores fueron obtenidos a través de los resultados que otorga el software de análisis estructural.

Figura 3.11

Diagramas de interacción para columnas 300x300



Nota: Puntos generados a partir de la demanda obtenida para columna 300x300.

Con las demandas previamente obtenidas, se procede a graficar los diagramas de interacción en Excel. Teniendo en cuenta que ningún punto de la demanda sobresale de los límites del diagrama, la columna es satisfactoria.

- Columna con sección 350x350mm y cuantía de 1.97%.

Tabla 3.16

Demandas de carga para columnas 350x350

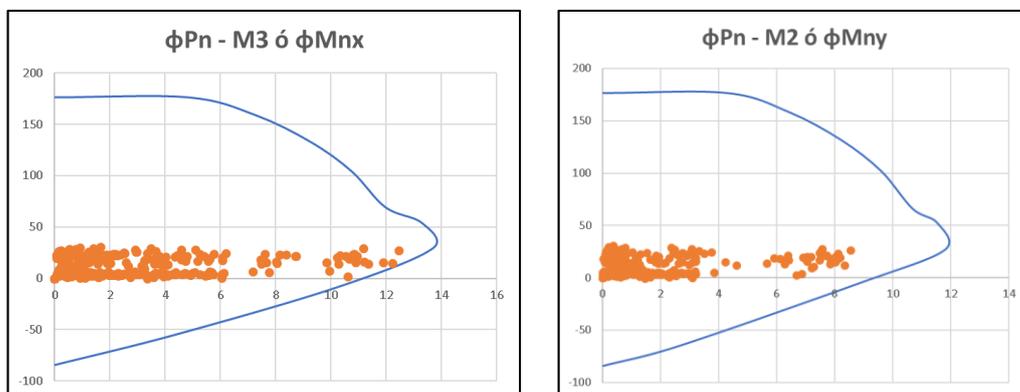
$\phi P_n - M3 \text{ ó } \phi M_{nx}$			$\phi P_n - M2 \text{ ó } \phi M_{ny}$		
P	M2	M3	P	M2	M3
202.1817	0	0	202	0	0
202.1817	0	5.5615	202	5.5615	0
182.7886	0	8.4075	183	8.4075	0
152.914	0	10.7242	153	10.7242	0
120.2294	0	12.4385	120	12.4385	0
80.772	0	13.8273	81	13.8273	0
65.1298	0	15.3173	65	15.3173	0
38.8482	0	15.8269	39	15.8269	0
-3.9594	0	11.8647	-4	11.8647	0
-55.9228	0	5.254	-56	5.254	0.
-91.5734	0	0	-92	0	0

Nota: Los presentes valores fueron obtenidos a partir del software de análisis.

De igual forma que en el caso anterior, estas tablas representan la demanda de flexo compresión en los ejes (X, Y). A través del programa de análisis estructural se obtienen dichas cargas.

Figura 3.12

Diagramas de interacción para columnas 350x350



Nota: Puntos generados a partir de la demanda obtenida para columna 350x350.

Ningún punto de la demanda se encuentra fuera de los diagramas, por tanto, la columna de 350x350 cumple con este requisito de diseño.

- **Columna con sección 200x200mm y cuantía de 2.00%.**

Tabla 3.17*Demandas de carga para columnas 200x200*

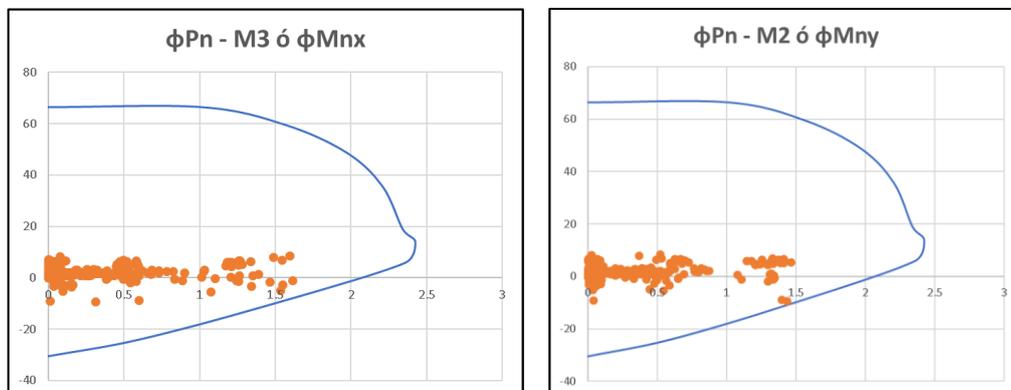
$\phi P_n - M3 \text{ ó } \phi M_{nx}$			$\phi P_n - M2 \text{ ó } \phi M_{ny}$		
P	M2	M3	P	M2	M3
66.3581	0	0	66	0	0
66.3581	0	1.0142	66	1.0142	0
59.4795	0	1.5645	59	1.5645	0
48.6312	0	1.9713	49	1.9713	0
35.5374	0	2.2072	36	2.2072	0
18.9151	0	2.3404	19	2.3403	0
13.9772	0	2.4234	14	2.4234	0
5.803	0	2.3552	6	2.3552	0
-10.9998	0	1.4323	-11	1.4323	0
-24.0163	0	0.6016	-24	0.6016	0.
-30.5245	0	0	-31	0	0

Nota: Los presentes valores fueron obtenidos a partir del software de análisis.

La combinación de cargas axiales y momentos actuantes, se resumen en esta tabla. Estos valores fueron obtenidos mediante el programa de software estructural.

Figura 3.13

Diagramas de interacción para columnas 200x200



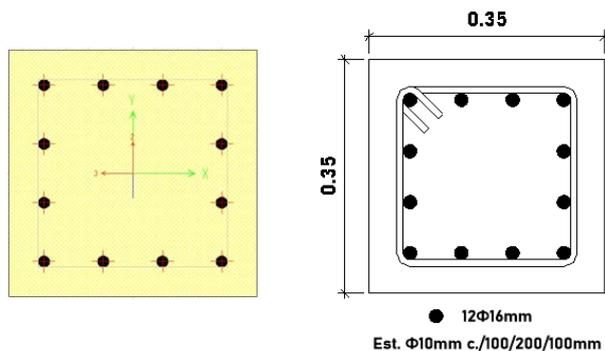
Nota: Puntos generados a partir de la demanda obtenida para columna 200x200.

Se observa en los diagramas que ninguna combinación de la demanda está por fuera de los límites. Por ello la columna 200x200 cumple en este apartado.

A continuación, se realizará el procedimiento del cálculo de capacidad de la columna de 35x35 cm con cuantía de 1.97% (Armado de 12Φ16mm).

Figura 3.14

Sección transversal con acero de refuerzo de la columna 350x350



Nota: Secciones en vista de software de análisis estructural y Revit.

Punto A: Punto de carga concéntrica (Compresión pura)

De acuerdo con ACI-318 Sección 22.4.2.2: Para miembros no preesforzados y compuestos de acero y concreto, P_O debe calcularse usando:

$$P_O = 0.85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \quad (3.14)$$

Donde:

A_g : Área del concreto

A_{st} : Área de acero de refuerzo

f'_c : Resistencia a compresión del hormigón (280 kg/cm²)

f_y : Esfuerzo de fluencia del acero

Por lo tanto:

$$A_g = 35 \times 35 = 1225 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 2.01 \text{ cm}^2 \rightarrow A_{st} = 12 \times 2.01 = 24.13 \text{ cm}^2$$

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

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

$$P_O = 0.85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$$

$$P_O = 0.85(280)(1225 - 24.13) + 4200 \times 24.13 = 387,142.88 \text{ kg} \equiv 387.14 \text{ Ton}$$

El punto A es: (0 Ton-m; 387.14 Ton)

Punto B: Condición de falla balanceada

Se considera los siguientes parámetros.

Recubrimiento: 5cm desde el borde exterior al estribo.

Estribo: Diámetro 10mm=1.0 (cm)

Varilla principal: 16mm=1.6 (cm)

La distancia efectiva d es:

$$d = h - \left(\text{recubrimiento} + \text{diámetro del estribo} + \frac{\text{diámetro de la varilla}}{2} \right) \quad (3.15)$$

$$d = 35 - \left(5 + 1 + \frac{1.6}{2} \right) = 28.20 \text{ cm}$$

Relación de deformaciones:

$$\frac{\varepsilon_{cu}}{c_b} = \frac{\varepsilon_y}{d - c_b}$$

Parámetros:

(deformación unitario del hormigón flexible) $\varepsilon_{cu} = 0.003$

(deformación en la dirección y) $\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = 0.0021$

(distancia efectiva) $d = 28.20 \text{ cm}$

Resolviendo para el factor de capacidad c_b :

$$\frac{0.003}{c_b} = \frac{0.0021}{28.20 - c_b}$$

$$c_b = 16.59 \text{ cm}$$

Cálculo del coeficiente de esbeltez a_b :

$$a_b = \beta_1 c_b \quad (3.16)$$

Dado que $\beta_1 = 0.85$ y $c_b = 16.59 \text{ cm}$:

$$a_b = 0.85 \times 16.59 = 14.10 \text{ cm}$$

La separación entre cada hilera de varillas es de **7.13 cm**. Estos valores asumen que el recubrimiento y la disposición son consistentes a lo largo de toda la columna. Por lo tanto, los valores calculados para las distancias desde el borde superior hasta el centro de las varillas en cada hilera son:

$$d_1 = 6.8 \text{ cm} \quad d_2 = 13.93 \text{ cm} \quad d_3 = 21.07 \text{ cm} \quad d_4 = 28.20 \text{ cm}$$

Fórmula para cálculo de deformaciones unitarias (ε_{si}):

$$\varepsilon_{si} = \frac{\varepsilon_{cu}(c_b - d_i)}{c_b} \quad (3.17)$$

Fórmula para cálculo de esfuerzos en cada hilera (f_{si}):

$$f_{si} = E_s \cdot \varepsilon_{si} \quad (3.18)$$

Fórmula para fuerzas en cada hilera (F_{si}):

$$F_{si} = A_{si} \cdot f_{si} \quad (3.19)$$

Aplicando las fórmulas indicadas, se obtiene para cada hilera:

Hilera 1 ($d_1=6.8 \text{ cm}$)

$$\text{Deformación unitaria } \varepsilon_{s_1} = 0.00177 \text{ (C)}$$

$$\text{Esfuerzo } f_{s_1} = 3540.69 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (C)}$$

$$\text{Fuerza } F_{s_1} = 28,475.90 \text{ kg (C)}$$

Hilera 2 ($d_2=13.93 \text{ cm}$)

$$\text{Deformación unitaria } \varepsilon_{s_2} = 0.000481 \text{ (C)}$$

$$\text{Esfuerzo } f_{s_2} = 962.03 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (C)}$$

$$\text{Fuerza } F_{s_2} = 3,868.53 \text{ kg (C)}$$

Hilera 3 ($d_3=21.07 \text{ cm}$)

$$\text{Deformación unitaria } \varepsilon_{s_3} = 0.00081 \text{ (T)}$$

$$\text{Esfuerzo } f_{s_3} = 1620.25 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (T)}$$

$$\text{Fuerza } F_{s_3} = 6,515.423 \text{ kg (T)}$$

Hilera 4 ($d_4=28.20 \text{ cm}$)

$$\text{Deformación unitaria } \varepsilon_{s_4} = 0.00210 \text{ (T)}$$

$$\text{Esfuerzo } f_{s_4} = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (T)}$$

$$\text{Fuerza } F_{s_4} = 33,768 \text{ kg (T)}$$

De acuerdo con los valores obtenidos, se observa que las varillas de las hileras superiores están en tensión mientras que las inferiores están en compresión debido a su ubicación respecto al eje neutro.

Cálculo de la fuerza de compresión C_c :

$$C_c = 0.85 \cdot f'_c \cdot a_b \cdot b \quad (3.20)$$

Donde:

a_b : *Altura del bloque de esfuerzos comprimidos calculada antes como 14.10 cm*

b : *Ancho de columna igual a 35 cm*

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$C_c = 0.85 \cdot 280 \text{ kg/cm}^2 \cdot 14.10 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm}$$

$$C_c = 117.453 \text{ kgf}$$

Cálculo de fuerza total en la sección:

$$P_{nb} = C_c + (F_{s1} + F_{s2} + F_{s3} + F_{s4}) \quad (3.21)$$

$$P_{nb} = -117,453 + (-28,475.90 - 3,868.53 + 6,515.42 + 33,768)$$

$$P_{nb} = -109,512.33 \text{ kg} = 109.51 \text{ Ton (C)}$$

Cálculo del centroide plástico Y_0 :

$$y_1 = \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot A_g \cdot \frac{h}{2}) + (f_y \cdot \Sigma(A_{si} \cdot d_i))}{(0.85 \cdot f'_c \cdot A_g) + f_y \cdot \Sigma A_{si}} \quad (3.22)$$

$$0.85 f'_c A_g \frac{h}{2} = 0.85 \times 280 \times 1225 \times \frac{35}{2} = 5,102,125.00 \frac{kg}{cm}$$

$$f_y \Sigma(A_{si} d_i) = 4200[(8.04 \times 6.80) + (4.02 \times 13.93) + (4.02 \times 21.07) + (8.04 \times 28.20)] = 1,772,282 \frac{kg}{cm}$$

$$(0.85 f'_c A_g) = 0.85 \times 280 \times 1225 = 291,550 \text{ kg}$$

$$f_y \Sigma A_{si} = 4200[8.04 + 4.02 + 4.02 + 8.04] = 101,304 \text{ kg}$$

$$Y_0 = \frac{5,102,125.00 + 1,772,282}{291,550 + 101,304}$$

$$Y_0 = 17.50 \text{ cm}$$

Cálculo de momentos generados por las fuerzas en las varillas de acero y el concreto:

$$M_{si} = F_{si} \cdot (Y_o - d_i) \quad (3.23)$$

$$M_c = C_c \cdot \left(Y_o - \frac{a_b}{2} \right) \quad (3.24)$$

Donde:

F_{si} : Fuerzas calculas por hilera de varillas (tensión y compresión)

d_i : Distancias desde la parte superior hasta el centro de varillas por cada hilera

C_c : Fuerza de compresión en el concreto

a_b : Altura del bloque de esfuerzos comprimidos

Y_o : Centroides plásticos

Aplicando la fórmula indicada, se obtienen los siguientes momentos en cada hilera:

$$M_{s1} = 304,692.13 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{s2} = 13,810.65 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{s3} = 23,260.05 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{s4} = 361,335.58 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_c = 117,453.00 \times \left(17.50 - \frac{14.10}{2} \right) = 1,227,383.85 \text{ kg} - \text{cm} \text{ (C)}$$

Cálculo de momento total en la sección:

$$M_{nb} = M_c + (M_{s1} + M_{s2} + M_{s3} + M_{s4}) \quad (3.25)$$

$$M_{nb} = 1,227,383.85 + (304,692.13 + 13,810.65 + 23,260.05 + 361,335.58)$$

$$M_{nb} = 1,930,482.26 \text{ kg} - \text{cm} = 19.30 \text{ Ton} - \text{m}$$

El punto B es: (19.30 Ton-m; 109.51 Ton)

Punto C: Zona en falla frágil ($c < c_b$)

Considerando:

$$c = 13.93 \text{ cm}$$

Relación de deformaciones:

$$\frac{\varepsilon_{cu}}{c} = \frac{\varepsilon_y}{d - c}$$

Parámetros:

$$\varepsilon_{cu} = 0.003$$

$$c = 13.93 \text{ cm}$$

$$d = 28.20 \text{ cm}$$

Resolviendo para ε_4 :

$$\frac{0.003}{13.93} = \frac{\varepsilon_4}{28.20 - 13.93}$$

$$\varepsilon_4 = 0.0032 \text{ cm}$$

Cálculo de a :

$$a = \beta_1 c$$

Dado que $\beta_1 = 0.85$ y $c = 13.93 \text{ cm}$:

$$a = 0.85 \times 13.93 = 11.84 \text{ cm}$$

Fórmula para cálculo de deformaciones unitarias (ε_{si}):

$$\varepsilon_{si} = \frac{\varepsilon_{cu}(c_b - d_i)}{c_b}$$

Fórmula para cálculo de esfuerzos en cada hilera (f_{si}):

$$f_{si} = E_s \cdot \varepsilon_{si}$$

Fórmula para fuerzas en cada hilera (F_{si}):

$$F_{si} = A_{si} \cdot f_{si}$$

Aplicando las fórmulas indicadas, se obtiene para cada hilera:

Hilera 1 ($d_1=6.8 \text{ cm}$)

$$\text{Deformación unitaria } \varepsilon_{s_1} = 0.00154 \text{ (C)}$$

$$\text{Esfuerzo } f_{s_1} = 3080 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (C)}$$

$$\text{Fuerza } F_{s_1} = 24670.80 \text{ kg (C)}$$

Hilera 2 ($d_2=13.93 \text{ cm}$)

Deformación unitaria $\varepsilon_{s_2} = 0.0$ (El centro de la varilla coincide con c)

$$\text{Esfuerzo } f_{s_2} = 0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Fuerza } F_{s_2} = 0 \text{ kg}$$

Hilera 3 ($d_3=21.07 \text{ cm}$)

$$\text{Deformación unitaria } \varepsilon_{s_3} = 0.00154 \text{ (T)}$$

$$\text{Esfuerzo } f_{s_3} = 3080 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (T)}$$

$$\text{Fuerza } F_{s_3} = 12,350.80 \text{ kg (T)}$$

Hilera 4 ($d_4=28.20 \text{ cm}$)

$$\text{Deformación unitaria } \varepsilon_{s_4} = 0.00307 \text{ (T)}$$

$$\text{Esfuerzo } f_{s_4} = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (T)}$$

$$\text{Fuerza } F_{s_4} = 33,768 \text{ kg (T)}$$

Cálculo de la fuerza de compresión C_c :

$$C_c = 0.85 \cdot f'_c \cdot a_b \cdot b$$

Donde:

a_b : *Altura del bloque de esfuerzos comprimidos calculada antes como 11.84 cm*

b : *Ancho de columna igual a 35 cm*

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$C_c = 0.85 \cdot 280 \text{ kg/cm}^2 \cdot 11.84 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm} = 98,627.20 \text{ kg} = 98.63 \text{ Ton}$$

Cálculo de fuerza total en la sección:

$$P_n = C_c + (F_{S1} + F_{S2} + F_{S3} + F_{S4})$$

$$P_n = 98,627.20 + (-24670.80 + 0 + 12,350.80 + 33,768)$$

$$P_{nb} = -77,179.20 \text{ kg} = 77.18 \text{ Ton (C)}$$

Cálculo del centroide plástico Y_0 :

$$y_1 = \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot A_g \cdot \frac{h}{2}) + (f_y \cdot \Sigma(A_{si} \cdot d_i))}{(0.85 \cdot f'_c \cdot A_g) + f_y \cdot \Sigma A_{si}}$$

$$Y_0 = \frac{5,102,125.00 + 1,772,282}{291,550 + 101,304}$$

$$Y_0 = 17.50 \text{ cm}$$

Cálculo de momentos generados por las fuerzas en las varillas de acero y el concreto:

$$M_{si} = F_{si} \cdot (Y_o - d_i)$$

$$M_c = C_c \cdot \left(Y_o - \frac{a_b}{2} \right)$$

Donde:

F_{si} : Fuerzas calculas por hilera de varillas (tensión y compresión)

d_i : Distancias desde la parte superior hasta el centro de varillas por cada hilera

C_c : Fuerza de compresión en el concreto

a_b : Altura del bloque de esfuerzos comprimidos

Y_o : Centroides plásticos

Aplicando la fórmula indicada, se obtienen los siguientes momentos en cada hilera:

$$M_{s1} = 264,198.00 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{s2} = 0 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{s3} = 44,026.17 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{s4} = 361,317.60 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_c = 98,627.20 \times \left(17.50 - \frac{11.84}{2} \right) = 1,142,102.98 \text{ kg} - \text{cm}$$

Cálculo de momento total en la sección:

$$M_{nb} = M_c + (M_{s1} + M_{s2} + M_{s3} + M_{s4})$$

$$M_{nb} = 1,142,102.98 + (264,198.00 + 0 + 44,026.17 + 361,317.60)$$

$$M_{nb} = 1,811,644.75 \text{ kg} - \text{cm} = 18.12 \text{ Ton} - \text{m}$$

El punto B es: (18.12 Ton-m; 77.18 Ton)

Punto C: Zona en falla dúctil ($c > c_b$)

Considerando:

$$c = 21.07 \text{ cm} = d_3$$

Relación de deformaciones:

$$\frac{\varepsilon_{cu}}{c} = \frac{\varepsilon_y}{d - c}$$

Parámetros:

$$\varepsilon_{cu} = 0.003$$

$$c = 21.07 \text{ cm}$$

$$d = 28.20 \text{ cm}$$

Resolviendo para ε_4 :

$$\frac{0.003}{21.07} = \frac{\varepsilon_4}{28.20 - 21.07}$$

$$\varepsilon_4 = 0.00102 \text{ cm}$$

Cálculo de a :

$$a = \beta_1 c$$

Dado que $\beta_1 = 0.85$ y $c = 21.07 \text{ cm}$:

$$a = 0.85 \times 21.07 = 17.91 \text{ cm}$$

Fórmula para cálculo de deformaciones unitarias (ε_{si})

Cuando $d_i < c$ la fibra analizada estará a compresión (C) y la deformación unitaria (ε_{si}) estará dada por:

$$\varepsilon_{si} = \frac{\varepsilon_{cu}(c - d_i)}{c}$$

Cuando $d_i > c$ la fibra analizada estará a tensión (T) y la deformación unitaria (ε_{si}) estará dada por:

$$\varepsilon_{si} = \frac{\varepsilon_{cu}(d_i - c)}{c}$$

Fórmula para cálculo de esfuerzos en cada hilera (f_{si}):

$$f_{si} = E_s \varepsilon_{si}$$

Fórmula para fuerzas en cada hilera (F_{si}):

$$F_{si} = A_{si} f_{si}$$

Aplicando las fórmulas indicadas, se obtiene para cada hilera:

Hilera 1 ($d_1=6.80$ cm)

$$\text{Deformación unitaria } \varepsilon_{s_1} = 0.00203 \text{ (C)}$$

$$\text{Esfuerzo } f_{s_1} = 4063.60 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (C)}$$

$$\text{Fuerza } F_{s_1} = 32671.32 \text{ kg (C)}$$

Hilera 2 ($d_2=13.93$ cm)

$$\text{Deformación unitaria } \varepsilon_{s_2} = 0.00102 \text{ (C)}$$

$$\text{Esfuerzo } f_{s_2} = 2033.22 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (C)}$$

$$\text{Fuerza } F_{s_2} = 8153.22 \text{ kg (C)}$$

Hilera 3 ($d_3=21.07$ cm)

Deformación unitaria $\varepsilon_{s_3} = 0.0$ (El centro de la varilla coincide con c)

$$\text{Esfuerzo } f_{s_3} = 0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Fuerza } F_{s_3} = 0 \text{ kg}$$

Hilera 4 ($d_4=28.20$ cm)

Deformación unitaria $\varepsilon_{s_4} = 0.00102$ (**T**)

$$\text{Esfuerzo } f_{s_4} = 2030.37 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (T)}$$

$$\text{Fuerza } F_{s_4} = 16324.21 \text{ kg (T)}$$

Cálculo de la fuerza de compresión C_c :

$$C_c = 0.85f'_c ab$$

Donde:

a_b : *Altura del bloque de esfuerzos comprimidos igual a 17.91 cm*

b : *Ancho de columna igual a 35 cm*

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$C_c = 0.85 \times 280 \times 17.91 \times 35 = 149,190.30 \text{ kg} = 149.19 \text{ Ton}$$

Cálculo de fuerza total en la sección:

$$P_n = C_c + (F_{S1} + F_{S2} + F_{S3} + F_{S4})$$

$$P_n = -149,190.30 + (-32671.32 - 8153.22 + 0 + 16324.21)$$

$$P_n = -173,690 \text{ kg} = 173.69 \text{ Ton (C)}$$

Cálculo del centroide plástico Y_0 :

$$Y_0 = \frac{\left(0.85f'_c A_g \frac{h}{2}\right) + \left(f_y \sum(A_{si} d_i)\right)}{\left(0.85f'_c A_g\right) + f_y \sum A_{si}}$$

$$Y_0 = \frac{5,102,125.00 + 1,772,282}{291,550 + 101,304}$$

$$Y_0 = 17.50 \text{ cm}$$

Cálculo de momentos generados por las fuerzas en las varillas de acero y el concreto:

$$M_{si} = F_{si} \times (Y_0 - d_i)$$

$$M_c = C_c \times \left(Y_0 - \frac{a}{2} \right)$$

Donde:

F_{si} : Fuerzas calculas por hilera de varillas (tensión y compresión)

d_i : Distancias desde la parte superior hasta el centro de varillas por cada hilera

C_c : Fuerza de compresión en el concret

a_b : Altura del bloque de esfuerzos comprimidos

Y_0 : Centroide plástico

Aplicando la fórmula indicada, se obtienen los siguientes momentos en cada hilera:

$$M_{s1} = 349,583.12 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{s2} = 29,107.00 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{s3} = 0 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{s4} = 174,669.05 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_c = 149,190.30 \times \left(17.50 - \frac{17.91}{2} \right) = 1,274,831.11 \text{ kg} - \text{cm}$$

Cálculo de momento total en la sección:

$$M_n = M_c + (M_{s1} + M_{s2} + M_{s3} + M_{s4})$$

$$M_{nb} = 1,274,831.11 + (349,583.12 + 29,107.00 + 0 + 174,669.05)$$

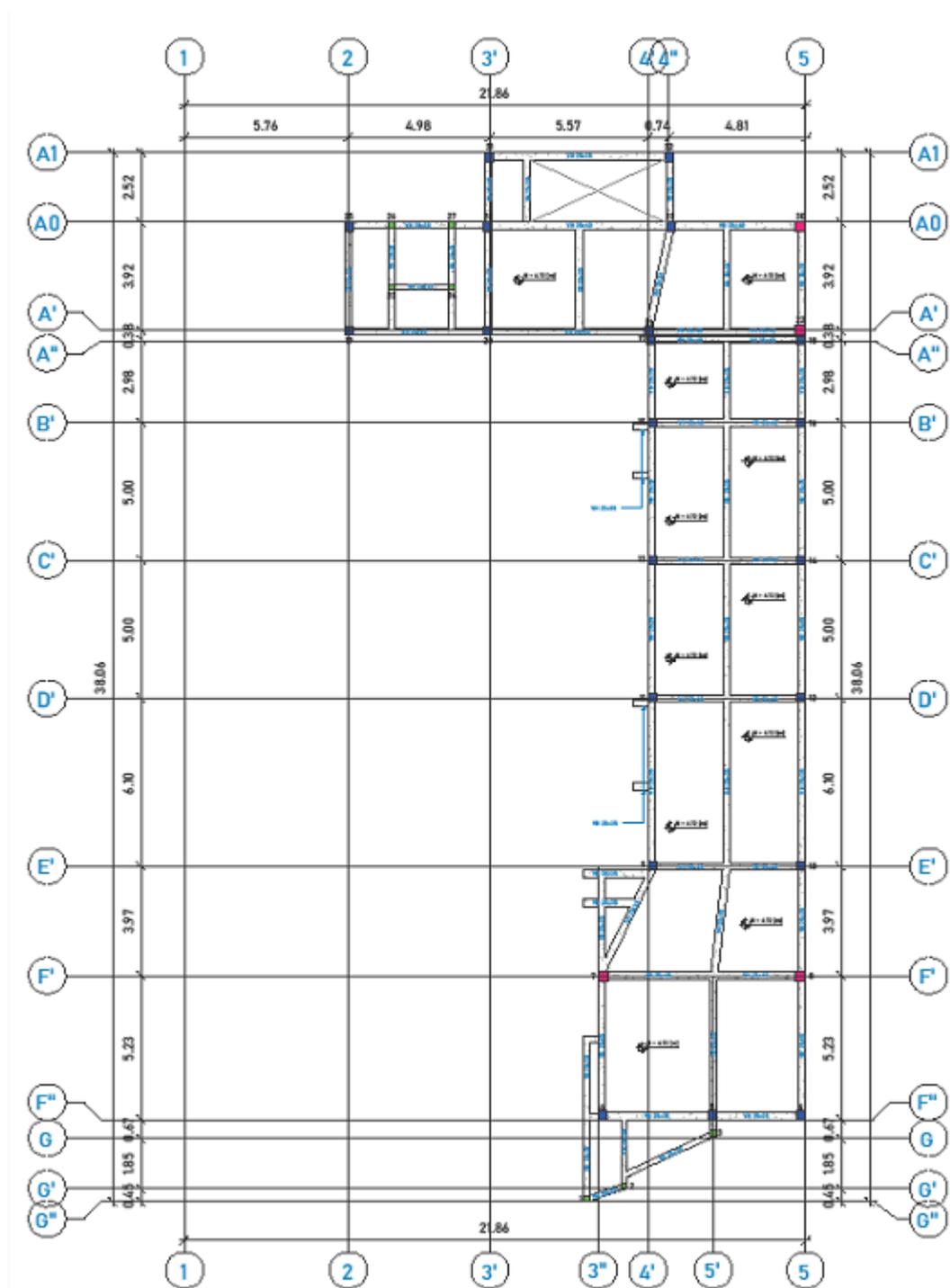
$$M_n = 1,828,190.28 \text{ kg} - \text{cm} = 18.28 \text{ Ton} - \text{m}$$

El punto D es: (18.28 Ton-m; 173.69 Ton)

- Diseño de vigas

Figura 3.15

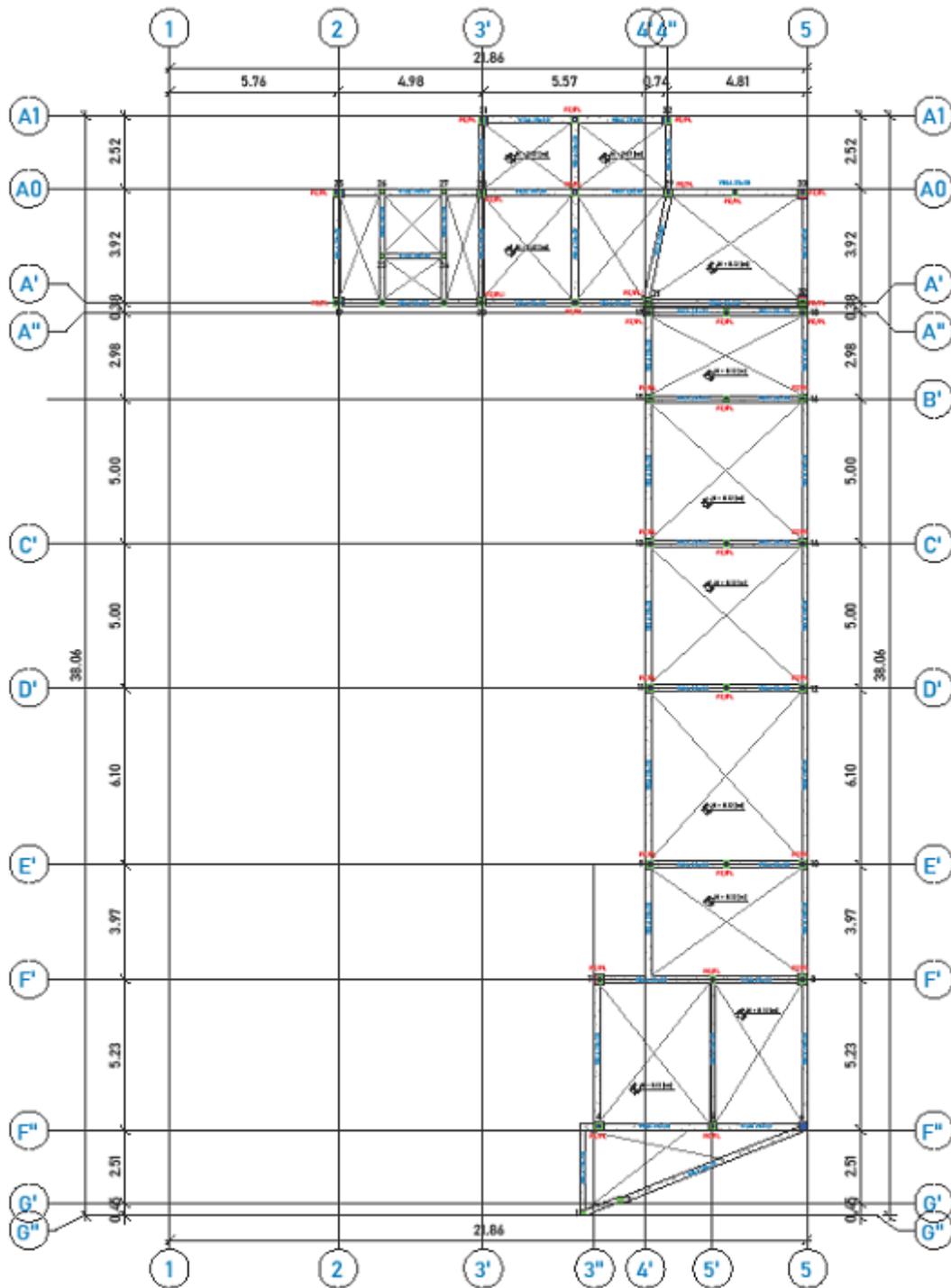
Planta estructural de vigas de entrepiso



Nota: La presente planta fue obtenida por los planos hechos en Revit.

Figura 3.16

Planta estructural de vigas de cubierta



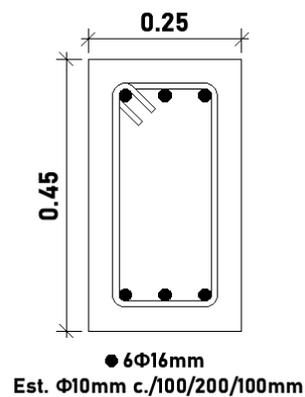
Nota: La presente planta fue obtenida por los planos hechos en Revit.

- Diseño por flexión

Las secciones de vigas propuestas han sido reforzadas de acuerdo con las demandas obtenidas. A continuación, se presenta la demanda y diseño de la viga cargadora del Eje 3 con sección 250x450mm.

Figura 3.17

Sección transversal de diseño de viga 25x45 cm



Nota: La presente vista es obtenida por los planos hechos en Revit.

Se obtienen las capacidades mínima y máxima de la sección.

De acuerdo con ACI 318-19 Sección 9.6.1.2, el refuerzo mínimo a flexión debe ser el mayor entre (a) y (b):

$$(a) A_{s,\text{mín}} = \frac{14}{f_y} \cdot b \cdot d \quad (3.26)$$

$$(b) A_{s,\text{mín}} = \frac{0.80\sqrt{f'_c}}{f_y} \cdot b \cdot d \quad (3.27)$$

f'_c : resistencia a la compresión del concreto

b : base del elemento

d : peralte del elemento

Considerando:

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

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

$$\beta_1 = 0.85 \text{ (ACI 318-19 Sección 22.2.2.4.3)}$$

Recubrimiento = 5 cm $\therefore d = 40 \text{ cm}$

$$(a) A_{s,\text{mín}} = \frac{14}{4200} \cdot 25 \cdot 40 = 3.33 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{mayor}$$

$$(b) A_{s,\text{mín}} = \frac{0.80\sqrt{280}}{4200} \cdot 25 \cdot 40 = 3.19 \text{ cm}^2$$

Se obtiene la capacidad mínima del elemento.

$$a_{\min} = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a_{\min} = \frac{3.33 \cdot 4200}{0.85 \cdot 280 \cdot 25} = 2.35 \text{ cm}$$

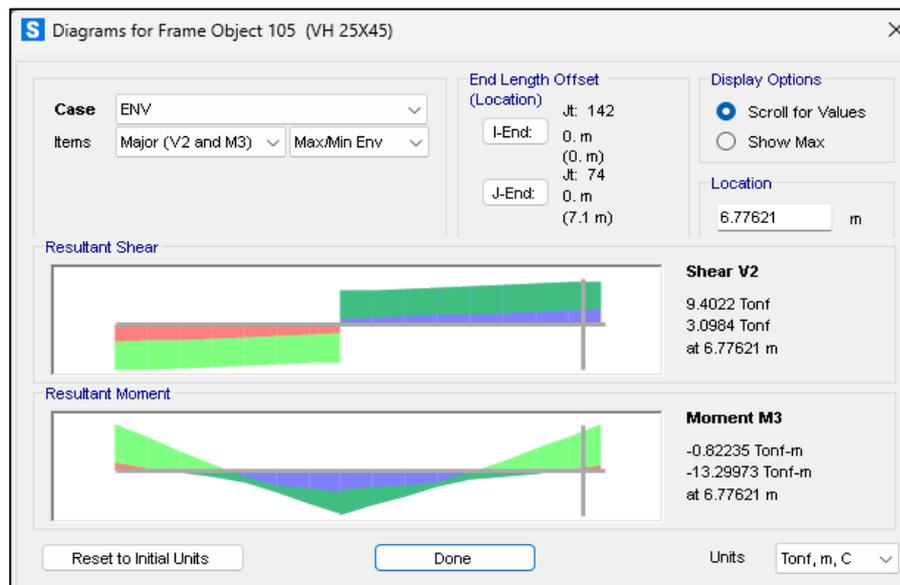
$$\phi M_{n,\min} = \phi A_{s,\min} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{\min}}{2} \right) \quad (3.28)$$

$$\phi M_{n,\min} = 0.9 \cdot 3.33 \cdot 4200 \cdot \left(20 - \frac{2.35}{2} \right)$$

$$\phi M_{n,\min} = 489176.47 \text{ kg} - \text{cm} = 4.89 \text{ Ton} - \text{m}$$

Figura 3.18

Diagrama de cortante y momento para viga 25x45



Nota: Estos diagramas son obtenidos por el software de análisis estructural.

Demandas máximas obtenidas:

- $M_{u(+)} = 15.94 \text{ Ton} - m$ (Nodo eje 5)
- $M_{u(-)} = 16.45 \text{ Ton} - m$ (Nodo eje 3'')

La capacidad mínima del elemento es menor a las demandas máximas obtenidas, por lo tanto, se debe calcular el acero requerido.

$$A_{s,req} = \frac{M_u}{0.9 \cdot f_y \cdot j d} \quad (3.29)$$

$$A_{s,req} = \frac{1645000}{0.9 \cdot 4200 \cdot 0.9 \cdot 40} = 12.09 \text{ cm}^2$$

Por consiguiente, se propone para momentos positivo y negativo: 3Ø16mm +
Ref. 2Ø20mm. = 12.32 cm²

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b} \quad (3.30)$$

$$a = \frac{12.32 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 25} = 8.69 \text{ cm}$$

$$\phi Mn = \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0.9 \times 12.32 \times 4200 \times \left(25 - \frac{8.69}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 1659701.86 \text{ kg} - cm = 16.60 \text{ Ton} - m > 16.45 \text{ Ton} - m \therefore Ok$$

En todos los casos se verifica que los momentos máximos (demandas) sean menores a la capacidad de los elementos armados.

En las tablas a continuación se indica el refuerzo requerido para las vigas de entrepiso. Los resultados se han obtenido aplicando el procedimiento previamente detallado para todos los elementos.

PLANTA ENTREPISO

- *Viga Eje 5 (250x350 mm)*

Figura 3.19

Tabla de aceros principales y refuerzo eje 5

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)-(As princ)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
2	6.70	3	14	4.62	3.26	4.95	6.39	1.77	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK
2-3	4.00	3	12	3.39	2.40	3.69	3.69	0.30	2	12	2.26	5.65	3.99	5.99	OK
3	7.35	3	14	4.62	3.26	4.95	7.07	2.45	2	14	3.08	7.70	5.43	7.94	OK
3-4	1.6	3	12	3.39	2.40	3.69	1.44	-1.95	2	12	2.26	5.65	3.99	5.99	OK
4	7.25	3	14	4.62	3.26	4.95	6.96	2.34	2	14	3.08	7.70	5.43	7.94	OK
4-5	4.3	3	12	3.39	2.40	3.69	3.98	0.59	2	12	2.26	5.65	3.99	5.99	OK
5	7.5	3	14	4.62	3.26	4.95	7.23	2.61	2	14	3.08	7.70	5.43	7.94	OK
5-6	3.04	3	12	3.39	2.40	3.69	2.77	-0.62	2	12	2.26	5.65	3.99	5.99	OK
6	6	3	14	4.62	3.26	4.95	5.67	1.05	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK
6-7	3.42	3	12	3.39	2.40	3.69	3.13	-0.26	2	12	2.26	5.65	3.99	5.99	OK
7	6.01	3	14	4.62	3.26	4.95	5.68	1.06	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK
7-8	2.45	3	12	3.39	2.40	3.69	2.22	-1.17	2	12	2.26	5.65	3.99	5.99	OK
8	5.23	3	14	4.62	3.26	4.95	4.89	0.27	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK
8-9	3	3	12	3.39	2.40	3.69	2.73	-0.66	2	12	2.26	5.65	3.99	5.99	OK
9	5.24	3	14	4.62	3.26	4.95	4.90	0.28	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

En esta tabla se presentan los aceros requeridos y los refuerzos para la presente viga. De esta forma, se obtiene aceros principales de 14mm y 12mm.

- *Viga Eje 4''/4' (250x350 mm)*

Figura 3.20

Tabla de aceros principales y refuerzo eje 4''/4'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
3	0.21	3	14	4.62	3.26	4.95	0.19	-4.43			0.00	4.62	3.26	4.95	OK
3-4	2.00	3	12	3.39	2.40	3.69	1.80	-1.59			0.00	3.39	2.40	3.69	OK
3	3.54	3	14	4.62	3.26	4.95	3.25	-1.37			0.00	4.62	3.26	4.95	OK
3-4	1.73	3	12	3.39	2.40	3.69	1.55	-1.84			0.00	3.39	2.40	3.69	OK
4	5.7	3	14	4.62	3.26	4.95	5.37	0.75	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK
4-5	3.7	3	12	3.39	2.40	3.69	3.40	0.01	2	12	2.26	5.65	3.99	5.99	OK
5	6.65	3	14	4.62	3.26	4.95	6.34	1.72	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK
5-6	3	3	12	3.39	2.40	3.69	2.73	-0.66			0.00	3.39	2.40	3.69	OK
6	5.9	3	14	4.62	3.26	4.95	5.57	0.95	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK
6-7	3.1	3	12	3.39	2.40	3.69	2.83	-0.56			0.00	3.39	2.40	3.69	OK
7	5.4	3	14	4.62	3.26	4.95	5.06	0.44	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK
7-8	2.2	3	12	3.39	2.40	3.69	1.99	-1.40			0.00	3.39	2.40	3.69	OK
8	5.65	3	14	4.62	3.26	4.95	5.31	0.69	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK
8-9	2.5	3	12	3.39	2.40	3.69	2.26	-1.13			0.00	3.39	2.40	3.69	OK
9	5.1	3	14	4.62	3.26	4.95	4.76	0.14	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK
9-10	5.5	3	16	6.03	4.26	6.35	5.16	-0.87	2	12	2.26	8.29	5.85	8.49	OK
10	5.25	3	18	7.63	5.39	7.88	4.91	-2.72			0.00	7.63	5.39	7.88	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

La presente viga continua posee aceros de refuerzo principales de 14mm y 12mm.

- *Viga Ejes Tramo G-G'' (200x300 mm)*

Figura 3.21

Tabla de aceros principales y refuerzo eje G-G''

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
1	1.40	2	14	3.08	2.72	3.33	1.26	-1.82			0.00	3.08	2.72	3.33	OK
1-2	1.20	2	12	2.26	2.00	2.48	1.08	-1.18			0.00	2.26	2.00	2.48	OK
2	6.30	2	14	3.08	2.72	3.33	6.10	3.02	2	14	3.08	6.16	5.43	6.35	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

La viga de este tramo conlleva los aceros principales de 14mm y 12mm.

- *Viga Eje 3''/4' (250x350 mm)*

Figura 3.22

Tabla de aceros principales y refuerzo eje 3''/4'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
2	7.10	3	14	4.62	3.26	4.95	6.81	2.19	2	14	3.08	7.70	5.43	7.94	OK
2-3	4.5	3	12	3.39	2.40	3.69	4.17	0.78	2	12	2.26	5.65	3.99	5.99	OK
3	7.1	3	14	4.62	3.26	4.95	6.81	2.19	2	14	3.08	7.70	5.43	7.94	OK
3-4	1.1	3	12	3.39	2.40	3.69	0.98	-2.41			0.00	3.39	2.40	3.69	OK
4	1.1	3	14	4.62	3.26	4.95	0.98	-3.64			0.00	4.62	3.26	4.95	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

La presente viga tiene como acero de refuerzo los siguientes valores.

- *Viga Eje G-G' (250x350 mm)*

Figura 3.23

Tabla de aceros principales y refuerzo eje G-G'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
1'	9.65	3	14	4.62	3.26	4.95	9.59	4.97	2	18	5.09	9.71	6.85	9.75	OK
1'-2	6.20	3	12	3.39	2.40	3.69	5.87	2.48	2	14	3.08	6.47	4.57	6.78	OK
2	5.10	3	14	4.62	3.26	4.95	4.76	0.14	2	14	3.08	7.70	5.43	7.94	OK
2-3	2.00	3	12	3.39	2.40	3.69	1.80	-1.59			0.00	3.39	2.40	3.69	OK
3	5.90	3	14	4.62	3.26	4.95	5.57	0.95	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK
3-4	5.6	3	12	3.39	2.40	3.69	5.26	1.87	2	12	2.26	5.65	3.99	5.99	OK
4	6.75	3	14	4.62	3.26	4.95	6.44	1.82	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK
4-5	4.2	3	12	3.39	2.40	3.69	3.88	0.49	2	12	2.26	5.65	3.99	5.99	OK
5	7	3	14	4.62	3.26	4.95	6.70	2.08	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK
5-6	2.9	3	12	3.39	2.40	3.69	2.64	-0.75			0.00	3.39	2.40	3.69	OK
6	4.45	3	14	4.62	3.26	4.95	4.12	-0.50			0.00	4.62	3.26	4.95	OK
6-7	0.83	3	12	3.39	2.40	3.69	0.74	-2.65			0.00	3.39	2.40	3.69	OK
7	2.5	3	14	4.62	3.26	4.95	2.26	-2.36			0.00	4.62	3.26	4.95	OK
7-8	1.6	3	12	3.39	2.40	3.69	1.44	-1.95			0.00	3.39	2.40	3.69	OK
8	2.7	3	14	4.62	3.26	4.95	2.45	-2.17			0.00	4.62	3.26	4.95	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

Los aceros principales para esta viga están entre 14 y 12mm.

- **Viga Eje F'' (250x350 mm)**

Figura 3.24

Tabla de aceros principales y refuerzo eje F''

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
E	5.50	3	14	4.62	3.26	4.95	5.16	0.54	2	14	3.08	7.70	5.43	7.94	OK
E-H	5.00	3	12	3.39	2.40	3.69	4.67	1.28	2	12	2.26	5.65	3.99	5.99	OK
H	6.50	3	14	4.62	3.26	4.95	6.18	1.56	2	14	3.08	7.70	5.43	7.94	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

El acero principal para este tramo está en 14mm.

- **Viga Eje F' (250x450 mm)**

Figura 3.25

Tabla de aceros principales y refuerzo eje F'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
E	16.45	3	16	6.03	4.26	8.63	12.19	6.16	2	20	6.28	12.32	8.69	16.60	OK
E-H	15.94	3	16	6.03	4.26	8.63	11.76	5.73	2	20	6.28	12.32	8.69	16.60	OK
H	16.40	3	16	6.03	4.26	8.63	12.15	6.12	2	20	6.28	12.32	8.69	16.60	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

En este caso la presente viga posee un acero principal de 16mm.

- **Viga Eje E' (250x400 mm)**

Figura 3.26

Tabla de aceros principales y refuerzo eje E'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
F'	13.52	3	16	6.03	4.26	7.49	11.57	5.54	2	20	6.28	12.32	8.69	14.27	OK
F'-H	12.20	3	14	4.62	3.26	5.83	10.29	5.67	2	20	6.28	10.90	7.70	12.84	OK
H	11.65	3	16	6.03	4.26	7.49	9.77	3.74	2	18	5.09	11.12	7.85	13.06	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

De igual forma que en la viga anterior, el acero principal de refuerzo es de 16mm.

- **Viga Eje D' (250x400 mm)**

Figura 3.27

Tabla de aceros principales y refuerzo eje D'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
F'	12.00	3	16	6.03	4.26	7.49	10.10	4.07	2	18	5.09	11.12	7.85	13.06	OK
F'-H	11.20	3	14	4.62	3.26	5.83	9.35	4.73	2	18	5.09	9.71	6.85	11.59	OK
H	11.91	3	16	6.03	4.26	7.49	10.01	3.98	2	18	5.09	11.12	7.85	13.06	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

El acero principal para este tramo de viga es de 16mm.

- **Viga Eje C' (250x400 mm)**

Figura 3.28

Tabla de aceros principales y refuerzo eje C'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
F'	9.65	3	16	6.03	4.26	7.49	7.93	1.90	2	18	5.09	11.12	7.85	13.06	OK
F'-H	10.00	3	14	4.62	3.26	5.83	8.24	3.62	2	18	5.09	9.71	6.85	11.59	OK
H	9.60	3	16	6.03	4.26	7.49	7.88	1.85	2	18	5.09	11.12	7.85	13.06	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

La presente viga posee un acero principal de refuerzo de 16mm.

- **Viga Eje B' (250x400 mm)**

Figura 3.29

Tabla de aceros principales y refuerzo eje B'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
F'	8.60	3	14	4.62	3.26	5.83	6.99	2.37	2	16	4.02	8.64	6.10	10.43	OK
F'-H	8.63	3	14	4.62	3.26	5.83	7.02	2.40	2	16	4.02	8.64	6.10	10.43	OK
H	8.45	3	14	4.62	3.26	5.83	6.86	2.24	2	16	4.02	8.64	6.10	10.43	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

El tramo de viga tiene un acero principal de refuerzo de 16mm.

- *Viga Eje A'' (250x400 mm)*

Figura 3.30

Tabla de aceros principales y refuerzo eje A''

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
A	3.80	3	14	4.62	3.26	5.83	2.96	-1.66			0.00	4.62	3.26	5.83	OK
A-D	3.00	3	14	4.62	3.26	5.83	2.32	-2.30			0.00	4.62	3.26	5.83	OK
D	5.30	3	14	4.62	3.26	5.83	4.18	-0.44			0.00	4.62	3.26	5.83	OK
D-F'	5.14	3	14	4.62	3.26	5.83	4.05	-0.57			0.00	4.62	3.26	5.83	OK
F'	8.24	3	14	4.62	3.26	5.83	6.68	2.06	2	14	3.08	7.70	5.43	9.39	OK
F-H	7.70	3	14	4.62	3.26	5.83	6.21	1.59	2	14	3.08	7.70	5.43	9.39	OK
H	6.80	3	14	4.62	3.26	5.83	5.44	0.82	2	14	3.08	7.70	5.43	9.39	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

La siguiente viga posee aceros principales de 14mm.

- *Viga Eje A0: Tramo 2-3' (200x300 mm)*

Figura 3.31

Tabla de aceros principales y refuerzo eje A0 / 2-3'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
A	3.70	3	14	4.62	3.26	4.95	3.40	-1.22			0.00	4.62	3.26	4.95	OK
A-B	3.50	3	14	4.62	3.26	4.95	3.21	-1.41			0.00	4.62	3.26	4.95	OK
B	1.45	3	14	4.62	3.26	4.95	1.30	-3.32			0.00	4.62	3.26	4.95	OK
B-C	1.80	3	14	4.62	3.26	4.95	1.62	-3.00			0.00	4.62	3.26	4.95	OK
C	2.20	3	14	4.62	3.26	4.95	1.99	-2.63			0.00	4.62	3.26	4.95	OK
C-D	2.60	3	14	4.62	3.26	4.95	2.36	-2.26			0.00	4.62	3.26	4.95	OK
D	5.50	3	14	4.62	3.26	4.95	5.16	0.54	2	12	2.26	6.88	4.86	7.17	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

En este tramo de viga se obtienen aceros principales de 14mm.

- *Viga Eje A0: Tramo 3'-5 (250x400 mm)*

Figura 3.32

Tabla de aceros principales y refuerzo eje A0 / 3'-5

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)-(Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
D	5.50	3	14	4.62	3.26	5.83	4.35	-0.27		0.00	4.62	3.26	5.83	OK	
D-F	5.40	3	14	4.62	3.26	5.83	4.27	-0.35		0.00	4.62	3.26	5.83	OK	
F	6.60	3	14	4.62	3.26	5.83	5.27	0.65	2	12	2.26	6.88	4.86	8.47	OK
F-H	5.00	3	14	4.62	3.26	5.83	3.94	-0.68		0.00	4.62	3.26	5.83	OK	
H	4.80	3	14	4.62	3.26	5.83	3.77	-0.85		0.00	4.62	3.26	5.83	OK	

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

El presente tramo posee aceros principales de 14mm en toda su extensión.

PLANTA CUBIERTA

En las tablas a continuación se indica el refuerzo requerido para las vigas de cubierta. Los resultados se han obtenido aplicando el procedimiento previamente detallado para todos los elementos.

- *Viga Eje 5 (250x300 mm)*

Figura 3.33

Tabla de aceros principales y refuerzo eje 5

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)-(Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
2	1.23	3	10	2.36	1.66	1.71	1.68	-0.68		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
2-3	0.61	3	10	2.36	1.66	1.71	0.82	-1.54		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
3	1.20	3	10	2.36	1.66	1.71	1.63	-0.73		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
3-4	0.5	3	10	2.36	1.66	1.71	0.67	-1.69		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
4	1	3	10	2.36	1.66	1.71	1.36	-1.00		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
4-5	0.35	3	10	2.36	1.66	1.71	0.47	-1.89		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
5	1.1	3	10	2.36	1.66	1.71	1.49	-0.87		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
5-6	0.4	3	10	2.36	1.66	1.71	0.53	-1.83		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
6	1	3	10	2.36	1.66	1.71	1.36	-1.00		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
6-7	0.4	3	10	2.36	1.66	1.71	0.53	-1.83		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
7	1	3	10	2.36	1.66	1.71	1.36	-1.00		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
7-8	0.7	3	10	2.36	1.66	1.71	0.94	-1.42		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
8	1.1	3	10	2.36	1.66	1.71	1.49	-0.87		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

En este tramo de viga se obtienen aceros principales de 10mm y sin necesidad de refuerzos.

- *Viga Eje 4/4'' (250x300 mm)*

Figura 3.34

Tabla de aceros principales y refuerzo eje 4/4''

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
1	0.50	3	10	2.36	1.66	1.71	0.67	-1.69		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
1-2	0.40	3	10	2.36	1.66	1.71	0.53	-1.83		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
2	1.20	3	10	2.36	1.66	1.71	1.63	-0.73		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
2-3	1.00	3	10	2.36	1.66	1.71	1.36	-1.00		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
3	1.40	3	10	2.36	1.66	1.71	1.92	-0.44		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
3-4	0.33	3	10	2.36	1.66	1.71	0.44	-1.92		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
4	1	3	10	2.36	1.66	1.71	1.36	-1.00		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
4-5	0.36	3	10	2.36	1.66	1.71	0.48	-1.88		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
5	1.1	3	10	2.36	1.66	1.71	1.49	-0.87		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
5-6	0.36	3	10	2.36	1.66	1.71	0.48	-1.88		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
6	1	3	10	2.36	1.66	1.71	1.36	-1.00		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
6-7	0.35	3	10	2.36	1.66	1.71	0.47	-1.89		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
7	0.95	3	10	2.36	1.66	1.71	1.29	-1.07		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
7-8	0.7	3	10	2.36	1.66	1.71	0.94	-1.42		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
8	1	3	10	2.36	1.66	1.71	1.36	-1.00		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

La siguiente viga posee aceros principales de 10mm y no posee refuerzos.

- *Viga Eje 3'' (250x300 mm)*

Figura 3.35

Tabla de aceros principales y refuerzo eje 3''

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
1	0.54	2	10	1.57	1.39	1.44	0.58	-0.99		0.00	1.57	1.39	1.44	OK	
1-2	0.40	2	10	1.57	1.39	1.44	0.43	-1.14		0.00	1.57	1.39	1.44	OK	
2	0.57	2	10	1.57	1.39	1.44	0.61	-0.96		0.00	1.57	1.39	1.44	OK	
3	0.40	2	10	1.57	1.39	1.44	0.43	-1.14		0.00	1.57	1.39	1.44	OK	
3-4	0.42	2	10	1.57	1.39	1.44	0.45	-1.12		0.00	1.57	1.39	1.44	OK	
4	1.00	2	10	1.57	1.39	1.44	1.08	-0.49		0.00	1.57	1.39	1.44	OK	

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

La presente viga posee un acero principal de refuerzo de 10mm sin necesidad de refuerzos secundarios.

- *Viga Eje 5' (250x300 mm)*

Figura 3.36

Tabla de aceros principales y refuerzo eje 5'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
1'	0.50	3	10	2.36	1.66	2.15	0.53	-1.83			0.00	2.36	1.66	2.15	OK
1'-2		3	10	2.36	1.66	2.15	0.00	-2.36			0.00	2.36	1.66	2.15	OK
2	2.60	3	12	3.39	2.40	3.05	2.87	-0.52			0.00	3.39	2.40	3.05	OK
2-3	1.54	3	10	2.36	1.66	2.15	1.67	-0.69			0.00	2.36	1.66	2.15	OK
3	0.61	3	10	2.36	1.66	2.15	0.65	-1.71			0.00	2.36	1.66	2.15	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

La siguiente viga posee un acero principal de refuerzo de 10mm, sin embargo, no se requiere de refuerzo.

- *Viga Eje G'-F'' (250x300 mm)*

Figura 3.37

Tabla de aceros principales y refuerzo eje G'-F''

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
E'	0.75	3	10	2.36	1.66	1.71	1.01	-1.35			0.00	2.36	1.66	1.71	OK
E'-F'	0.72	3	10	2.36	1.66	1.71	0.97	-1.39			0.00	2.36	1.66	1.71	OK
F'	0.68	3	10	2.36	1.66	1.71	0.91	-1.45			0.00	2.36	1.66	1.71	OK
F'-G	0.36	3	10	2.36	1.66	1.71	0.48	-1.88			0.00	2.36	1.66	1.71	OK
G	0.50	3	10	2.36	1.66	1.71	0.67	-1.69			0.00	2.36	1.66	1.71	OK
G-H	0.30	3	10	2.36	1.66	1.71	0.40	-1.96			0.00	2.36	1.66	1.71	OK
H	0.80	3	10	2.36	1.66	1.71	1.08	-1.28			0.00	2.36	1.66	1.71	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

El tramo de viga tiene un acero principal de refuerzo de 10mm, sin refuerzos.

- *Viga Eje F'' (250x300 mm)*

Figura 3.38

Tabla de aceros principales y refuerzo eje F'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)-(As princ)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn>Mu
E	0.45	3	10	2.36	1.66	1.71	0.60	-1.76		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
E-G	1.13	3	10	2.36	1.66	1.71	1.54	-0.82		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
G	0.82	3	10	2.36	1.66	1.71	1.11	-1.25		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
G-H	0.60	3	10	2.36	1.66	1.71	0.81	-1.55		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	
H	0.90	3	10	2.36	1.66	1.71	1.22	-1.14		0.00	2.36	1.66	1.71	OK	

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

La siguiente viga tiene un acero principal de refuerzo de 10mm, sin necesidad de refuerzos.

- *Viga Eje F' (250x300 mm)*

Figura 3.39

Tabla de aceros principales y refuerzo eje F'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)-(As princ)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn>Mu
E	3.45	3	10	2.36	1.66	2.15	3.86	1.50	2	10	1.57	3.93	2.77	3.51	OK
E-H	2.10	3	10	2.36	1.66	2.15	2.30	-0.06		0.00	2.36	1.66	2.15	OK	
H	3.16	3	10	2.36	1.66	2.15	3.52	1.16	2	10	1.57	3.93	2.77	3.51	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

La presente viga posee un acero principal de refuerzo de 10mm con la necesidad de refuerzos en sus apoyos.

- *Viga Eje E' (250x300 mm)*

Figura 3.40

Tabla de aceros principales y refuerzo eje E'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
F	2.54	3	10	2.36	1.66	2.15	2.80	0.44	2	10	1.57	3.93	2.77	3.51	OK
F-H	1.50	3	10	2.36	1.66	2.15	1.62	-0.74	2		0.00	2.36	1.66	2.15	OK
H	2.20	3	10	2.36	1.66	2.15	2.41	0.05	2	10	1.57	3.93	2.77	3.51	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

La siguiente viga tiene un acero principal de refuerzo de 10mm también requiere de refuerzo adicional en los extremos.

- *Viga Eje D' (250x300 mm)*

Figura 3.41

Tabla de aceros principales y refuerzo eje D'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)- (Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
F	2.32	3	10	2.36	1.66	2.15	2.55	0.19	2	10	1.57	3.93	2.77	3.51	OK
F-H	1.62	3	10	2.36	1.66	2.15	1.76	-0.60			0.00	2.36	1.66	2.15	OK
H	2.32	3	10	2.36	1.66	2.15	2.55	0.19	2	10	1.57	3.93	2.77	3.51	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

El presente elemento de viga tiene un acero principal de 10mm, además, requiere refuerzos del mismo calibre en sus apoyos.

- *Viga Eje C' (250x300 mm)*

Figura 3.42

Tabla de aceros principales y refuerzo eje C'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)-(Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			ΦMn>Mu
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	
F	2.20	3	10	2.36	1.66	2.15	2.41	0.05	2	10	1.57	3.93	2.77	3.51	OK
F-H	1.50	3	10	2.36	1.66	2.15	1.62	-0.74			0.00	2.36	1.66	2.15	OK
H	2.15	3	10	2.36	1.66	2.15	2.35	-0.01	2	10	1.57	3.93	2.77	3.51	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

La siguiente viga posee un acero principal de refuerzo de 10mm y también refuerzos secundarios en sus extremos.

- *Viga Eje B' (250x300 mm)*

Figura 3.43

Tabla de aceros principales y refuerzo eje B'

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)-(Asprinc)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			ΦMn>Mu
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	
F	2.00	3	10	2.36	1.66	2.15	2.18	-0.18			0.00	2.36	1.66	2.15	OK
F-H	1.31	3	10	2.36	1.66	2.15	1.41	-0.95			0.00	2.36	1.66	2.15	OK
H	2.00	3	10	2.36	1.66	2.15	2.18	-0.18			0.00	2.36	1.66	2.15	OK

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

El siguiente tramo de viga posee un acero principal de refuerzo de 10mm, no obstante, no se requiere de refuerzo adicional.

- *Viga Eje A'' (250x300 mm)*

Figura 3.44

Tabla de aceros principales y refuerzo eje A''

DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)-(As princ)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn> Mu
F	1.70	3	10	2.36	1.66	2.15	1.85	-0.51		0.00	2.36	1.66	2.15	OK	
F-H	0.71	3	10	2.36	1.66	2.15	0.76	-1.60		0.00	2.36	1.66	2.15	OK	
H	1.70	3	10	2.36	1.66	2.15	1.85	-0.51		0.00	2.36	1.66	2.15	OK	

Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

La viga del presente eje requiere refuerzos principales de 10mm, sin embargo, no necesita refuerzos secundarios.

- **Diseño por cortante**

Demandas máximas obtenidas en viga de Eje F':

$$- V_u = 10.60 \text{ Ton (Cortante último)}$$

Propiedades de la sección:

$$VH 25 \times 45 \text{ cm}$$

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

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

Propuesta: 1EST $\phi 10\text{mm}$ c/100/200/100mm

$$A_{v_min} = 0.20 \sqrt{f'_c} \frac{b_w \times s}{f_y} \quad (3.31)$$

$$A_{v_min} = 0.20 \sqrt{280} \times \frac{25 \times 10}{4200} = 0.20 \text{ cm}^2$$

$$A_{v_min} = 3.5 \times \frac{b_w \times s}{f_y} \quad (3.32)$$

$$A_{v_min} = 3.5 \times \frac{25 \times 10}{4200} = 0.20 \text{ cm}^2$$

$$A_v = \text{Número de ramas} \times A_s \quad (3.33)$$

$$A_v = 2 \times 0.79 = 1.57 \text{ cm}^2$$

$$A_v > A_{v_min}$$

Resistencia del acero:

$$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{S} \quad (3.34)$$

Donde:

A_v = Área de refuerzo transversal

f_{yt} = fluencia del acero a tensión

d = distancia efectiva de la viga

S = espaciado de las barras

$$V_s = \frac{1.57 \times 4200 \times 40}{10} = 26376 \text{ kg} = 26.38 \text{ Ton}$$

Resistencia del concreto:

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b_w d \quad (3.35)$$

Donde:

f'_c = resistencia a compresión del hormigón

b_w = ancho de viga

d = distancia efectiva de la viga

$$V_c = 0.53 \sqrt{280} \times 25 \times 40 = 8868.60 \text{ kg} = 8.68 \text{ Ton}$$

Resistencia a nominal a cortante:

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s) \quad (3.36)$$

$\phi V_c =$ resistencia a cortante del hormigón

$\phi V_s =$ resistencia a cortante del acero

$\phi V_n =$ resistencia a corte de la viga

$$V_c = 0.53\sqrt{280} \times 25 \times 40 = 8868.60 \text{ kg} = 8.68 \text{ Ton}$$

$$\phi V_n = 0.75(26.38 + 8.68) = 26.30 \text{ Ton} > V_u \therefore OK$$

- **Diseño de losa nervada**

- **Diseño por flexión**

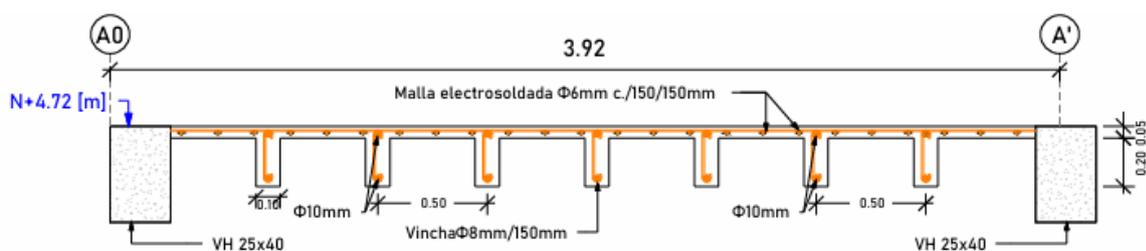
La sección de nervio propuesta (10x20cm) ha sido reforzada de acuerdo con las demandas obtenidas. A continuación, se presenta el diseño del nervio con mayor demanda en la planta alta. Se obtienen las capacidades mínima y máxima de la sección. De acuerdo con ACI 318-19 Sección 9.6.1.2, el refuerzo mínimo a flexión debe ser el mayor entre (a) y (b):

$$(a) A_{s,min} = \frac{14}{f_y} \times b \times d$$

$$(b) A_{s,min} = \frac{0.80\sqrt{f'_c}}{f_y} \times b \times d$$

Figura 3.45

Sección transversal de losa nervada



Nota: En esta tabla se resume los refuerzos por eje que debe llevar la presente viga.

Considerando:

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

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

$$\beta_1 = 0.85 \text{ (ACI 318-19 Sección 22.2.2.4.3)}$$

$$\text{Recubrimiento} = 3 \text{ cm} \therefore d = 17 \text{ cm}$$

$$(a) A_{s,\text{mín}} = \frac{14}{4200} \times 10 \times 17 = 0.57 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{mayor}$$

$$(b) A_{s,\text{mín}} = \frac{0.80\sqrt{280}}{4200} \times 10 \times 17 = 0.54 \text{ cm}^2$$

Se obtiene la capacidad mínima del elemento.

$$a_{\text{mín}} = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b}$$

$$a_{\text{mín}} = \frac{0.57 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 10} = 1.00 \text{ cm}$$

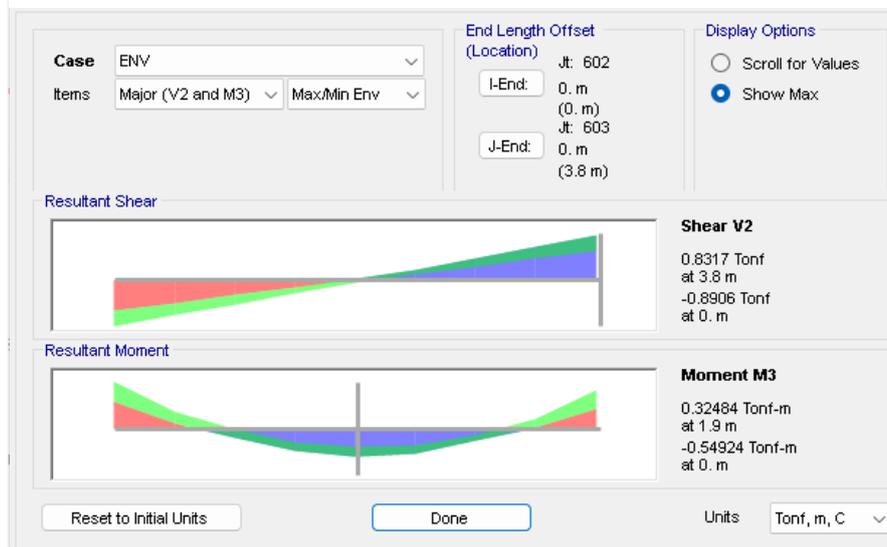
$$\phi M_{n,\text{mín}} = \phi \times A_{s,\text{mín}} \times f_y \times \left(d - \frac{a_{\text{mín}}}{2} \right)$$

$$\phi M_{n,\text{mín}} = 0.9 \times 0.57 \times 4200 \times \left(17 - \frac{1.00}{2} \right)$$

$$\phi M_{n,\text{mín}} = 35343.00 \text{ kg} - \text{cm} = 0.35 \text{ Ton} - \text{m}$$

Figura 3.46

Diagrama de cortante y momento para nervio 10x20 cm



Nota: Los presente diagramas son obtenidos por el software de análisis estructural.

Demandas máximas obtenidas:

$$M_{u(+)} = 0.33 \text{ Ton} - m$$

$$M_{u(-)} = 0.60 \text{ Ton} - m$$

Comparando la capacidad del nervio con las demandas obtenidas, se obtiene que el acero mínimo cumple con la demanda para momento positivo, pero en el caso del momento negativo es necesario calcular el acero requerido.

$$A_{s,req} = \frac{M_u}{0.9 \times f_y \times jd}$$

$$A_{s,req} = \frac{60000}{0.9 \times 4200 \times 0.9 \times 17} = 1.00 \text{ cm}^2$$

Finalmente se proponen los siguientes armados y se verifica la capacidad.

Propuesta para momento positivo: $1\emptyset 10mm = 0.79 cm^2$

$$a = \frac{As \times fy}{0.85 \times f'c \times b}$$

$$a = \frac{0.79 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 10} = 1.39 cm$$

$$\phi Mn = \phi \times As \times fy \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0.9 \times 0.79 \times 4200 \times \left(17 - \frac{1.39}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 48,412.31kg - cm = 0.48 Ton - m > 0.33 Ton - m \therefore Ok$$

Propuesta para momento negativo: $A_{s,1} = 1\emptyset 10mm = 0.79 \text{ cm}^2$

Para el cálculo de capacidad a momento negativo se requiere considerar el elemento como viga T. De acuerdo con ACI-318-19 – Sección 6.3.2.1, el ancho efectivo sobresaliente del ala será el menor de:

$$\begin{cases} 8h \\ s_w/2 \\ l_n/8 \end{cases}$$

Donde:

h: Altura del elemento viga

s_w: Distancia libre a la siguiente alma

l_n: longitud del elemento

Por lo tanto:

$$\begin{cases} 8h = 8 \times 20 = 160 \text{ cm} \\ \frac{s_w}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ cm} \rightarrow \text{menor} \\ \frac{l_n}{8} = \frac{330}{8} = 41.25 \text{ cm} \end{cases}$$

$$b_f = 25 + 10 + 25 = 60 \text{ cm}$$

Cantidad de acero en el ancho de loseta considerado:

Malla electrosoldada $\emptyset 10 \text{ mm}/150/150 \text{ mm}$, $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$

$$A_{s_2} = 0.79 \times 4 = 3.16 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b}$$

$$a = \frac{(0.79 \times 4200) + (3.16 \times 5000)}{0.85 \times 350 \times 10} = 6.43 \text{ cm}$$

$$\phi Mn = \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0.9 \times [(0.79 \times 4200) + (3.16 \times 5000)] \times \left(17 - \frac{6.43}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 237,187.47 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$\phi Mn = 2.37 \text{ Ton} - \text{m} > 0.60 \text{ Ton} - \text{m} \therefore \text{Ok}$$

En todos los casos se verifica que los momentos máximos (demandas) sean menores a la capacidad de los elementos armados.

- **Diseño por cortante**

Demandas máximas obtenidas en nervio de losa nervada de acuerdo con la imagen 3.1.46.

$$V_u = 0.89 \text{ Ton}$$

Propiedades de la sección:

$$NH \ 10 \times 20 \text{ cm}$$

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

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

Para el caso de los nervios sólo se considera el aporte del concreto en la capacidad a cortante, por lo tanto:

Resistencia del concreto:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} b_w d$$

$$V_c = 0.53\sqrt{280} \times 10 \times 17 = 1,507.66 \text{ kg} = 1.51 \text{ Ton}$$

Resistencia a nominal a cortante:

$$\phi V_n = \phi V_c$$

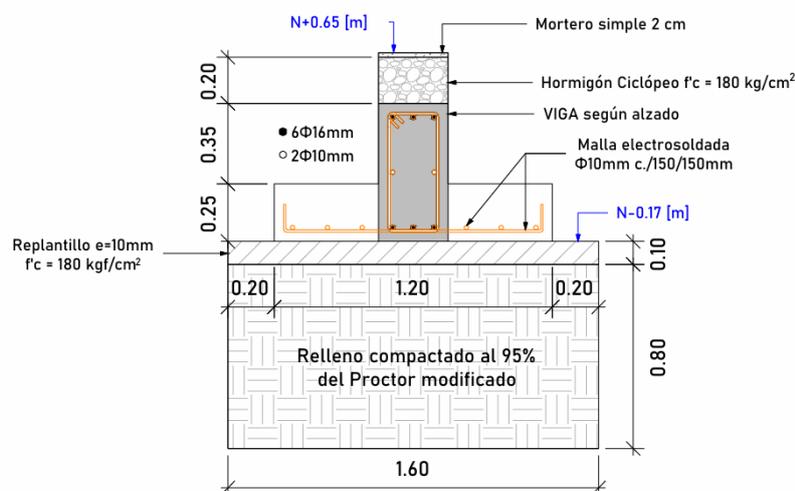
$$\phi V_n = 0.75(1.51) = 1.13 \text{ Ton} > V_u \therefore OK$$

3.1.1.2 Diseño de cimentación

Se propone zapata corrida en dos direcciones con vigas peraltadas asentadas sobre un relleno de material importado, siguiendo las recomendaciones del estudio de suelos realizado por LEMCO (Laboratorio de Ensayos de Materiales y Construcciones). De acuerdo con este estudio, la capacidad admisible del suelo es igual a 6 Ton/m^2 . A continuación, el procedimiento detallará el diseño de la zapata considerando la descarga en el Eje F'. Puesto que, corresponde al eje que recibe mayor descarga con valores de 22.04 Ton y 20.55 Ton en las columnas 7 y 8 respectivamente para cargas de servicio.

Figura 3.47

Sección transversal de viga de cimentación concéntrica



Nota: La imagen pertenece al conjunto de detalles de los planos hechos en Revit.

- **Cálculo de área requerida**

Se divide la carga total de servicio para la capacidad admisible del suelo:

$$P = D + L = 42.59 \text{ Ton}$$

Donde:

$P = \text{carga axial total}$

$D = \text{carga muerta}$

$L = \text{carga viva}$

$$q_{adm} = 6.00 \text{ Ton/m}^2$$

$$A = \frac{P}{q_{adm}} \quad (3.37)$$

Donde:

$A = \text{área de cimentación requerida}$

$P = \text{carga axial total}$

$q_{adm} = \text{capacidad admisible del suelo}$

$$A = \frac{42.59 \text{ Ton}}{6.00 \text{ Ton/m}^2} = 7.10 \text{ m}^2$$

La longitud de la zapata en el Eje 3 es igual a 7 metros, por lo tanto:

$$B = \frac{A}{L} = \frac{7.10 \text{ m}^2}{7 \text{ m}} = 1.01 \text{ m}$$

Se emplearán zapatas con ancho de 1200 mm.

$$A_f = 7.00 \times 1.20 = 8.40 \text{ m}^2$$

- **Cálculo de cargas factorizadas y presión de reacción del suelo**

$$P_u = 1.2D + 1.6L \quad (3.38)$$

$$P_u = 50.51 \text{ Ton}$$

$$w_u = \frac{P_u}{L} \quad (3.39)$$

$$w_u = \frac{P_u}{L} = \frac{50.51 \text{ Ton}}{8.40 \text{ m}^2} = 6.01 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_u = w_u \times B \quad (3.40)$$

$$q_u = 6.01 \text{ Ton/m}^2 \times 1.20 \text{ m} = 7.21 \text{ Ton/m}$$

Donde:

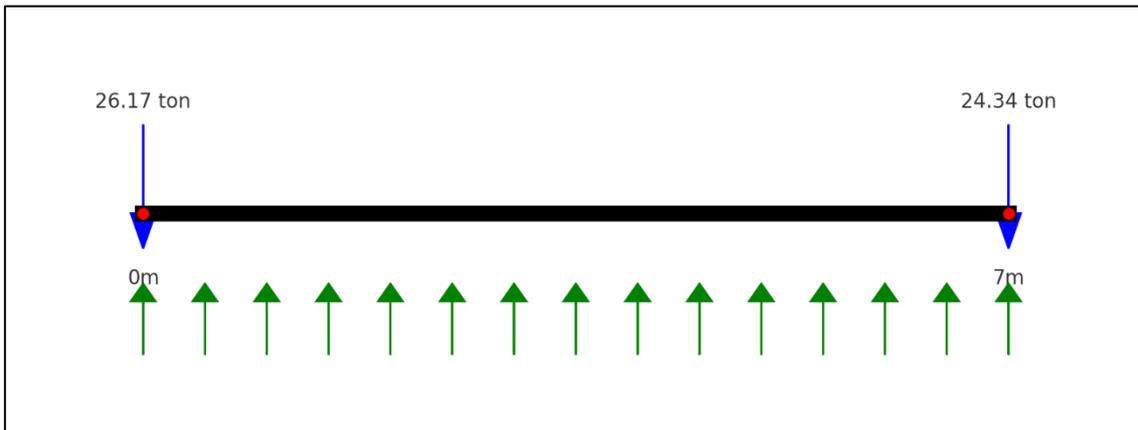
$P_u =$ carga axial última

$w_u =$ carga distribuida última

$q_u =$ carga última de la cimentación

Figura 3.48

Diagrama de cuerpo libre de la viga de cimentación eje F'

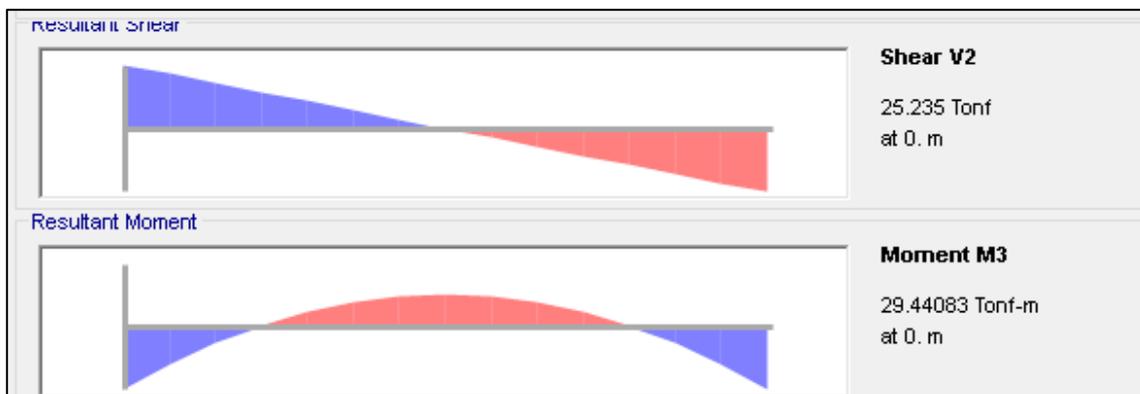


Nota: Representación de la reacción del suelo ante las descargas de ambas columnas.

Se obtienen los siguientes diagramas de cortante y momento empleando el programa de análisis estructural, considerando una viga empotrada con la aplicación de fuerzas indicadas en el diagrama de cuerpo libre.

Figura 3.49

Diagramas de cortante y momento para viga de cimentación eje F'



Nota: Los presente diagramas son obtenidos por el software de análisis estructural.

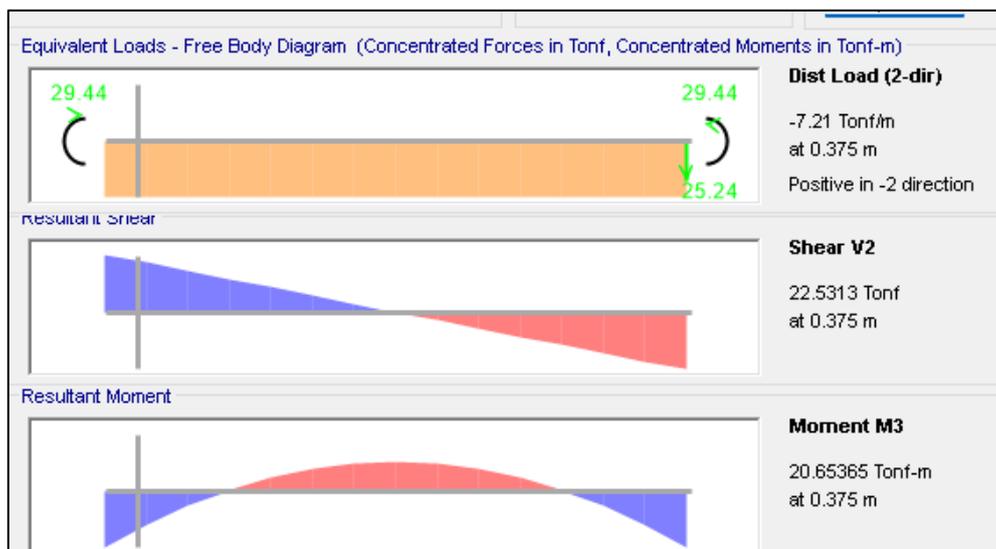
- **Revisión de cortante en una dirección**

Inicialmente se propone un espesor de zapata igual a 25 cm; por lo tanto, se revisará el cortante último a una distancia d igual a 20 cm (espesor de la zapata menos el recubrimiento) medida desde la cara de la columna. Este valor es igual a:

$$x = \frac{35 \text{ cm}}{2} + 20 \text{ cm} = 37.50 \text{ cm}$$

Figura 3.50

Diagramas de cortante y momento de la viga de cimentación para $x=0.375\text{m}$



Nota: Los presente diagramas son obtenidos por el software de análisis estructural.

Del diagrama de cortantes se obtiene que para $x = 37.50 \text{ cm}$, $V_{u.1} = 22.53 \text{ Ton}$.

Aplicando:

$$\Phi V_c = \Phi 0.53 \sqrt{f'_c} b_w d$$

Donde:

ΦV_c : Resistencia de diseño a corte

f'_c : Resistencia a compresión del concreto

b_w : ancho de la sección

d : peralte efectivo

$$\Phi V_c = 0.75 \times 0.53 \sqrt{280} \times 120 \times 20 = 15,963.47 \text{ kg}$$

$\Phi V_c = 15.96 \text{ Ton} < V_u \therefore$ Se requiere ajustar el espesor de la zapata.

Calculamos el valor del peralte efectivo requerido despejando d en la fórmula indicada, por lo tanto:

$$d = \frac{V_u}{\Phi 0.53 \sqrt{f'_c} b_w} \quad (3.41)$$

$$d = \frac{22,531 \text{ kg}}{0.75 \times 0.53 \sqrt{280} \times 120} = 28.22 \text{ cm}$$

Se propone mantener el espesor de 25 cm, pero se adicionará una viga de cimentación para controlar los esfuerzos de cortante.

- **Revisión de cortante en dos direcciones**

Dado que se proponen vigas zapatas en ambas direcciones, no es necesario calcular el cortante en dos direcciones porque el elemento viga tomará estos esfuerzos. Las dimensiones de la viga de cimentación serán calculadas de acuerdo con la longitud y la demanda de cortante y momentos.

- **Diseño a flexión de la viga de cimentación**

Se propone una viga con altura igual a 60 cm, valor dado por:

$$h \approx \frac{L}{12} = \frac{7.00}{12} = 58 \text{ cm}$$

La base o ancho de la viga será igual a 30 cm para asegurar una adecuada proporción de la geometría del elemento en base a la altura ya definida.

Demandas máximas obtenidas:

$$M_{u(+)} = 14.80 \text{ Ton} - m$$

$$M_{u(-)} = 29.44 \text{ Ton} - m$$

Propuesta para momento positivo: $3\emptyset 16\text{mm} + \text{Ref. } 2\emptyset 20\text{mm.} = 12.32 \text{ cm}^2$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b}$$

Donde

a: Profundidad del bloque de esfuerzo en zona a compresión

A_s : Área de acero

f'_c : Resistencia a compresión del concreto

f_y : resistencia del acero a tensión

b: ancho de la sección

$$a = \frac{12.32 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 30} = 7.24 \text{ cm}$$

$$\phi Mn = \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0.9 \times 12.32 \times 4200 \times \left(55 - \frac{7.24}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 2,391,686.93 \text{ kg} - \text{cm} = 23.92 \text{ Ton} - \text{m} > 14.80 \text{ Ton} - \text{m} \therefore \text{Ok}$$

Propuesta para momento negativo: $3\emptyset 16\text{mm} + \text{Ref. } 3\emptyset 22\text{mm.} = 19.04 \text{ cm}^2$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b}$$

$$a = \frac{19.04 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 30} = 11.20 \text{ cm}$$

$$\phi Mn = \phi \times As \times fy \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0.9 \times 19.04 \times 4200 \times \left(55 - \frac{11.20}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 3,555,054.67 \text{ kg} = 35.55 \text{ Ton} - m > 29.44 \text{ Ton} - m \therefore Ok$$

En todos los casos se verifica que los momentos máximos (demandas) sean menores a la capacidad de los elementos armados.

- **Diseño a cortante de la viga de cimentación**

Demandas máximas obtenidas en viga de Eje F':

$$- V_u = 22.53 \text{ Ton}$$

Propiedades de la sección:

$$VH 30 \times 60 \text{ cm}$$

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

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

Propuesta: 1EST $\phi 10\text{mm}$ c/100/200/100mm

$$A_{v_min} = 0.20 \sqrt{f'_c} \frac{b_w \times s}{f_y}$$

$$A_{v_min} = 0.20\sqrt{280} \times \frac{30 \times 10}{4200} = 0.24 \text{ cm}^2$$

$$A_{v_min} = 3.5 \times \frac{b_w \times s}{f_y}$$

$$A_{v_min} = 3.5 \times \frac{30 \times 10}{4200} = 0.25 \text{ cm}^2$$

$$A_v = \text{Número de ramas} \times A_s$$

$$A_v = 2 \times 0.79 = 1.57 \text{ cm}^2$$

$$A_v > A_{v_min}$$

Resistencia del acero:

$$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{S}$$

$$V_s = \frac{1.57 \times 4200 \times 55}{10} = 36,267 \text{ kg} = 36.27 \text{ Ton}$$

Resistencia del concreto:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} b_w d$$

$$V_c = 0.53\sqrt{280} \times 30 \times 55 = 14,633.18 \text{ kg} = 14.63 \text{ Ton}$$

Resistencia a nominal a cortante:

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

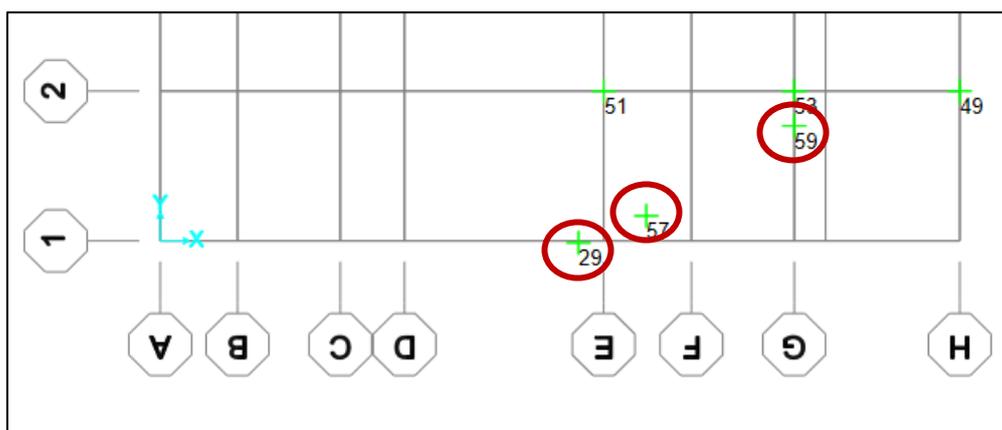
$$\phi V_n = 0.75(36.27 + 14.63) = 38.18 \text{ Ton} > V_u \therefore OK$$

- **Diseño de plintos**

Los cálculos a continuación corresponden al diseño de los plintos del Bloque 1.

Figura 3.51

Ubicación de plintos considerados



Nota: La imagen corresponde al modelo en la interfaz del software de análisis.

Tabla 3.18

Descargas en cimentación por cargas de servicio

Referencia	Combinación	F1	F2	F3	M1	M2	M3
		tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
29	Servicio	0.02	0.01	1.81	-0.01	0.04	0.00
57	Servicio	0.01	0.02	3.11	-0.03	0.03	0.00
59	Servicio	-0.08	0.04	-0.95	-0.08	-0.08	0.01

Nota: Estos valores son obtenidos por el software de análisis en las columnas.

Tabla 3.19*Descargas en cimentación por cargas de diseño*

Referencia	Combinación	F1 tonf	F2 tonf	F3 tonf	M1 tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
29	COMB2	0.02	0.01	2.25	-0.01	0.04	0.00
57	COMB2	0.01	0.03	3.97	-0.04	0.03	0.00
59	COMB2	-0.11	0.05	-0.82	-0.09	-0.11	0.01

Nota: Estos valores son obtenidos por el software de análisis en las columnas.

- **Cálculo de las dimensiones de la base considerando descargas en condiciones de servicio**

Se considera una capacidad admisible del suelo igual a 6 Ton/m² de acuerdo con el estudio de suelos realizado por LEMCO.

$$D + L = 3.11 \text{ Ton}$$

$$q_{adm} = 6 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Área de la base} = \frac{3.11 \text{ Ton}}{6 \text{ Ton/m}^2} = 0.52 \text{ m}^2$$

Se diseñará un plinto cuadrado, por lo tanto:

$$L = \sqrt{0.51} = 0.52 \text{ m}$$

Se emplearán plintos con dimensiones de 600x600mm.

$$A_f = 0.60 \times 0.60 = 0.36 \text{ m}^2$$

- **Cálculo de cargas factorizadas y presión de reacción de suelo ante la carga**

$$1.2D + 1.6L = 3.97 \text{ Ton}$$

$$q_s = \frac{P_u}{A_f} = \frac{3.97}{0.36} = 11.03 \text{ Ton/m}^2$$

- **Cálculo de cortante en una dirección**

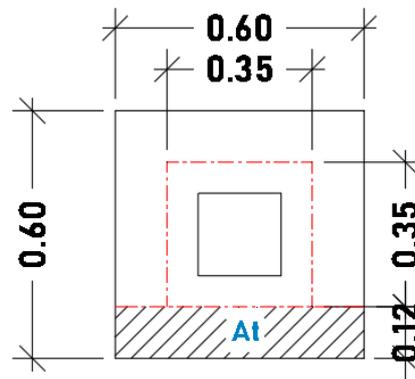
Se propone un espesor de 200 mm y recubrimiento de 50 mm.

$$d = 15 \text{ cm}$$

Se obtiene el área tributaria estableciendo un contorno alrededor de la columna sumando el valor $d/2$ a cada extremo del elemento en ambas direcciones.

Figura 3.52

Área tributaria del plinto



Nota: Diagrama de plinto hecho en Revit.

$$A_t = 0.60 \times 0.12 = 0.072 \text{ m}^2$$

$$V_u = q_s A_t = 11.03 \times 0.072 = 0.79 \text{ Ton}$$

$$\phi V_n = \phi 0.53 \sqrt{f'_c} b_w d$$

Donde:

ϕV_c : Resistencia nominal a corte del concreto

f'_c : Resistencia a la compresión del concreto

b_w : Ancho de la sección

d : Peralte efectivo

$$\phi V_n = 0.75 \times 0.53 \times \sqrt{280} \times 60 \times 15$$

$$\phi V_n = 5986.30 \text{ kg} = 5.99 \text{ Ton} > 0.79 \text{ Ton} \therefore \text{Ok}$$

- Cálculo de cortante en dos direcciones

$$A_T = (0.60)^2 - (0.35)^2 = 0.24 \text{ m}^2$$

$$V_u = q_s A_T$$

$$V_u = 11.03 \times 0.24 = 2.62 \text{ Ton}$$

Se calcula la capacidad de cortante en dos direcciones considerando las siguientes condiciones indicadas en ACI-318-19 – Sección 22.6.5.2.

$$\frac{\phi V_c}{\sqrt{f'_c} b_o d} \leq \begin{cases} 1.1 \\ 0.53 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \\ 0.27 \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right) \end{cases}$$

Donde:

β : Relación del lado largo a lado corto de la sección de la columna

α_s : Dado en la sección 22.6.5.3

Por lo tanto:

$$\beta = \frac{c_1}{c_2} = 1$$

$$b_o = 4 \times 35 = 140 \text{ cm}$$

$\alpha_s = 30 \rightarrow$ Para columnas de borde ACI-318-19 – Sección 22.6.5.3.

$$\begin{cases} 1.1 & \rightarrow \text{menor} \\ 0.53 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) = 0.53 \left(1 + \frac{2}{1}\right) = 1.59 \\ 0.27 \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right) = 0.27 \left(2 + \frac{30 \times 15}{140}\right) = 1.41 \end{cases}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times \sqrt{280} \times 60 \times 15 \times 1.10$$

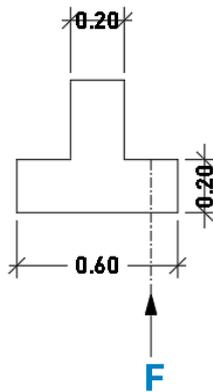
$$\phi V_c = 12424.40 \text{ kg} = 12.42 \text{ Ton} > 2.62 \text{ Ton} \therefore \text{Ok}$$

- **Cálculo de la capacidad a flexión**

Se obtiene el momento en la sección crítica:

Figura 3.53

Diagrama de fuerza en sección de plinto



Nota: Esquema de plinto realizado en Revit.

$$F = q_s A = 11.03 \times (0.20 \times 0.60) = 1.32 \text{ Ton}$$

$$D = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$$

$$M_u = 10 \times 1.32 = 13.20 \text{ Ton} - \text{cm} = 0.13 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$A_{s_requerido} = \frac{M_u}{\varphi \times f_y \times jd}$$

$$A_{s_requerido} = \frac{13200}{0.9 \times 4200 \times 0.9 \times 15} = 0.25 \text{ cm}^2$$

Propuesta de armado: $\varphi 10\text{mm } c/150\text{mm} = 3.16 \text{ cm}^2$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b} = \frac{3.16 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 60} = 0.93 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0.9 \times A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 3.16 \times 4200 \times \left(15 - \frac{0.93}{2} \right) \\ &= 173617.67 \text{ kg} - \text{cm} = 1.74 \text{ Ton} - \text{m} \end{aligned}$$

$$1.74 \text{ Ton} - \text{m} > 0.30 \text{ Ton} - \text{m} \therefore \text{OK}$$

- Revisión de ductilidad mediante deformaciones unitarias

De acuerdo con ACI 318-19-Sección 21.2.2, cuando la deformación unitaria a tracción en el acero de refuerzo extremo alcanza o supera 0.005, se considera que la sección está controlada por tracción, proporcionando así una ductilidad adecuada en la mayoría de los casos.

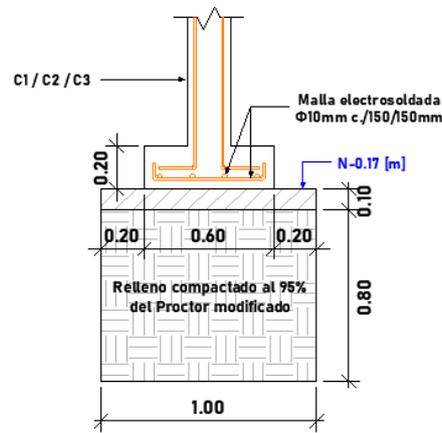
$$a = 0.93 \text{ cm}$$

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{0.93}{0.85} = 1.09 \text{ cm}$$

$$\varepsilon_t = \left(\frac{0.003}{1.09} \right) 15 - 0.003 = 0.038 > 0.005 \therefore \text{Ok}$$

Figura 3.54

Sección transversal de diseño de plinto



Nota: Esquema de plinto realizado en Revit.

3.1.1.3 Diseño de cubierta

- **Diseño de correas**

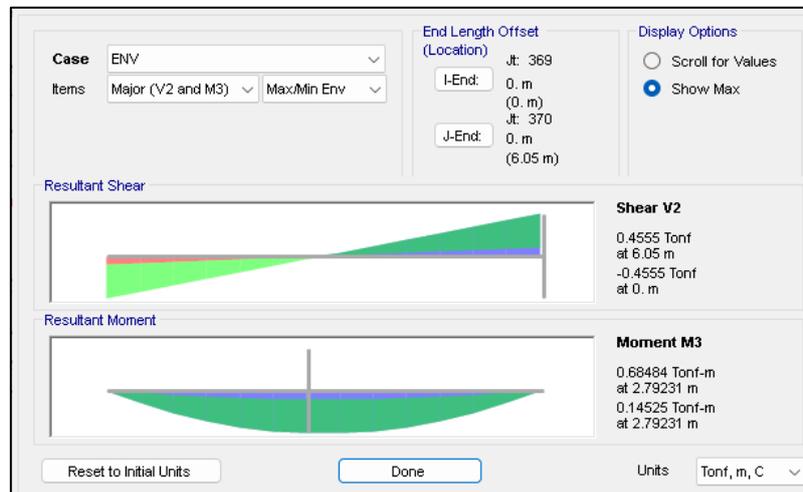
Para el diseño de estos elementos se empleará el uso de acero estructural A36 con $E = 200,000 \text{ kg/cm}^2$ y $F_u = 2500 \text{ kg/cm}^2$.

Demanda máxima en correas:

$$M_{u(+)} = 0.16 \text{ Ton} - m$$

Figura 3.55

Diagrama de cortante y momento de correa considerado como viga SMA



Nota: Diagramas obtenidos por el software de análisis estructural.

- Cálculo de esfuerzo de flexión permisible

El esfuerzo de flexión admisible F_b se puede calcular a partir del esfuerzo de fluencia F_y ajustado por varios factores de reducción para tener en cuenta la seguridad y las condiciones de operación.

$$F_b = \frac{F_y}{\Omega} \quad (3.42)$$

Donde:

F_y : Esfuerzo de fluencia del acero 2400 kg/cm²

Ω : Factor de seguridad

$$F_b = \frac{2400 \text{ kg/cm}^2}{1.67} = 1500 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo de módulo de sección

Para diseños generales en condiciones normales, un factor de seguridad de 1.67 es típicamente usado.

$$S = \frac{M_{m\acute{a}x}}{F_b} \quad (3.43)$$

Donde:

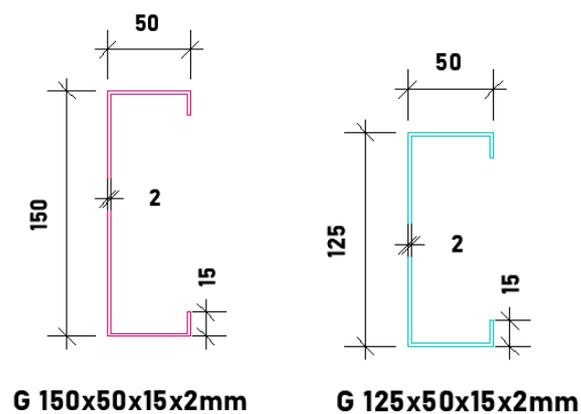
M_{max} : Momento máximo

F_b : Esfuerzo de flexión permisible

$$S = \frac{16194}{1500} = 10.80 \text{ cm}^3$$

Figura 3.56

Secciones transversales de correas consideradas



Nota: Esquema de secciones realizado en Revit.

- Selección de un perfil comercial

Figura 3.57*Catálogo de perfiles de correas G-DIPAC Manta*

Designación	Dimensiones				Masa	A	d1	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	c	e				lx	ly	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm	mm				cm4	cm4	cm3	cm3	cm	cm
G 60x30x10x2	60	30	10	2	1,96	2,54	1,44	14,88	5,28	4,9	2,74	2,42	1,44
G 80x40x15x2	80	40	15	2	2,75	3,54	1,46	35,25	8,07	8,81	3,18	3,16	1,51
G 80x40x15x3	80	40	15	3	3,95	5,11	1,46	49,04	10,85	12,26	4,27	3,1	1,46
G 80x50x15x2	80	50	15	2	3,06	3,88	1,46	41,11	13,55	10,28	4,34	3,23	1,88
G100x50x15x2	100	50	15	2	3,38	4,34	1,73	69,24	14,98	13,85	4,57	4,00	1,86
G100x50x15x3	100	50	15	3	4,89	6,31	1,72	97,78	20,51	19,56	6,25	3,94	1,8
G100x50x15x4	100	50	15	4	6,29	8,15	1,71	122,5	24,85	24,49	7,55	3,88	1,75
G100x50x20x4	100	50	20	4	6,60	8,55	1,85	126,7	28,5	25,34	9,05	3,85	1,83
G100x50x25x5	100	50	25	5	8,35	10,86	1,98	152,51	36,52	30,5	12,09	3,75	1,83
G125x50x15x2	125	50	15	2	3,77	4,84	1,56	116,4	16,16	18,63	4,69	4,91	1,83
G125x50x15x3	125	50	15	3	5,48	7,06	1,55	165,5	22,16	26,48	6,43	4,84	1,77
G125x50x15x4	125	50	15	4	7,07	9,15	1,54	208,7	26,88	33,39	7,78	4,78	1,71
G125x50x15x5	125	50	15	5	8,55	11,11	1,54	246,2	30,41	39,39	8,78	4,71	1,65
G125x50x50x4	125	50	20	4	7,39	9,55	1,68	217	30,9	34,7	9,32	4,77	1,8
G125x50x25x5	125	50	25	5	9,33	12,11	1,8	264,3	39,88	42,29	12,46	4,67	1,82
G125x50x30x6	125	50	30	6	11,32	14,73	1,92	307,1	48,69	49,14	15,81	4,56	1,81
G150x50x15x2	150	50	15	2	4,16	5,34	1,42	178,7	17,13	23,83	4,78	5,79	1,79

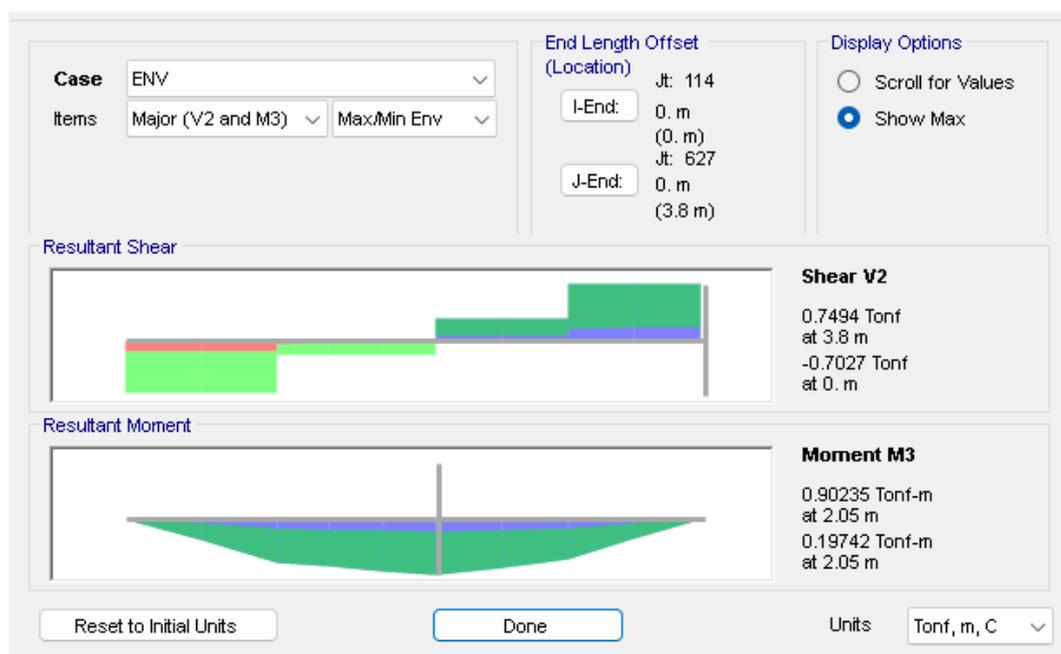
Nota: Perfiles de correas metálicos obtenido por distribuidora DIPAC.

- **Diseño de vigas tipo cajón**

Como se aprecia en la siguiente imagen, las vigas cajón para cubierta actúan como elementos simplemente apoyados, por lo tanto, serán diseñados para su momento máximo positivo.

Figura 3.58

Diagramas de cortante y momento para viga tipo cajón



Nota: Diagramas obtenidos en software de análisis estructural.

Demanda máxima en vigas metálicas de cubierta tipo cajón:

$$M_{u(+)} = 0.90 \text{ Ton} - m$$

De acuerdo con AISC-360-16 – Sección 16.1, la resistencia de diseño a flexión $\phi_b M_n$, se determina como se indica:

$$\phi_b = 0.90 \text{ (LRFD)}$$

$$M_n = M_p = F_y Z_x \quad (3.44)$$

Donde:

F_y : Esfuerzo de fluencia mínimo especificado de acuerdo con el tipo de acero usado en kg/cm^2

Z_x : Módulo de sección plástica alrededor del eje x , en cm^3

- **Cálculo del módulo de sección plástica requerido:**

Despejando el valor de Z_x de la fórmula, y considerando $\phi_b M_n = M_u$ en kg-cm :

$$Z_x = \frac{M_u/0.9}{F_y} = \frac{90000/0.9}{2500} = 40 \text{ cm}^3$$

- **Cálculo de módulo de sección:**

$$\xi = \frac{Z}{S} \quad (3.45)$$

Donde:

ξ : Factor de forma dependiente de la forma y el tamaño de la sección transversal del elemento. El uso de un factor de forma de 1.50 es típico para secciones rectangulares simples donde la distribución de tensiones y deformaciones bajo carga permite una mayor redistribución en el estado plástico. Se empleará un factor de forma igual a 1.50.

$$S = \frac{Z}{\xi} = \frac{40 \text{ cm}^3}{1.50} = 26.67 \text{ cm}^3$$

- **Selección de un perfil comercial:**

Se propone un propone un perfil con peralte de 150mm, las dimensiones de base y espesor deben ser tales que se cumpla con:

$$S = 26.67 \text{ cm}^3; c = 15 \text{ cm}$$

$$S = \frac{I_x}{c}$$

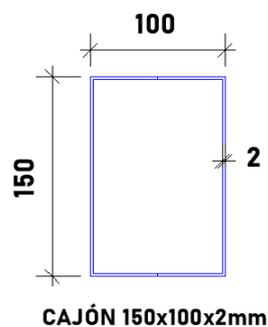
$$I_x = 26.67 \text{ cm}^3 \times 7.5 \text{ cm} = 200. \text{ cm}^4$$

El elemento indicado en la Tabla 3.1.29 corresponde a un canal con inercia de 138 cm^4 . Para cumplir con el requerimiento, se propone emplear dos perfiles tipo Canal con sección de $150 \times 50 \times 2 \text{ mm}$ para conformar un cajón de $150 \times 100 \times 2 \text{ mm}$ cuya inercia resultante será 276 cm^4 .

Se verificará la resistencia del perfil mediante la herramienta de revisión de elementos metálicos del programa de análisis estructural para concluir si es correcto emplear el perfil indicado.

Figura 3.59

Sección transversal de viga tipo cajón



Nota: Sección dibujada por Revit.

Figura 3.60

Perfiles estructurales Canales "C"- Catálogo DIPAC Manta

Designación	Dimensiones (mm)			Masa Kg/m	A cm ²	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	e				Ix	Iy	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm				cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm
C 125 x 80 x 10	150	80	10	19,45	25,21	2,74	576,6	154,2	92,25	29,31	4,78	2,47
C 150 x 50 x 2	150	50	2	3,81	4,87	1,09	138	10,9	21,1	2,8	5,71	1,5
C 150 x 50 x 3	150	50	3	5,62	7,2	1,13	230	15,9	30,7	4,11	5,65	1,49
C 150 x 50 x 4	150	50	4	7,38	9,47	1,17	297	20,5	39,6	5,36	5,6	1,47
C 150 x 50 x 5	150	50	5	9,08	11,7	1,22	359	24,8	47,9	6,55	5,55	1,46
C 150 x 50 x 6	150	50	6	10,72	13,82	1,26	416,7	28,8	55,55	7,7	5,49	1,44
C 150 x 60 x 5	150	60	5	9,87	12,68	1,56	411,9	41,72	54,91	9,4	5,7	1,81
C 150 x 60 x 6	150	60	6	11,67	15,02	1,6	478,9	48,7	63,85	11,07	5,64	1,8
C 150 x 60 x 8	150	60	8	15,09	19,5	1,74	598,7	61,15	79,83	14,35	5,54	1,77
C 150 x 80 x 6	150	80	6	13,55	17,42	2,43	603,4	109,9	80,45	19,73	5,88	2,51
C 150 x 80 x 8	150	80	8	17,60	22,69	2,44	760,2	139,5	101,4	25,09	5,78	2,47
C 150 x 80 x 10	150	80	10	21,42	27,71	2,54	896,3	165,9	119,5	30,37	5,68	2,44
C 150 x 80 x 12	150	80	12	25,00	32,47	2,64	1013	189,3	135,1	35,31	5,59	2,41

Nota: Perfiles de cajones metálicos obtenido por distribuidora DIPAC

- **Diseño de pericos**

Para los elementos tipo perico, se propone emplear la sección indicada en la siguiente tabla (Tubos de 100x100x2mm). A continuación, se presenta el cálculo de la capacidad a compresión de estos elementos y de determinará si la sección es adecuada.

Figura 3.61

Perfiles estructurales Tubos cuadrados – Catálogo DIPAC Manta

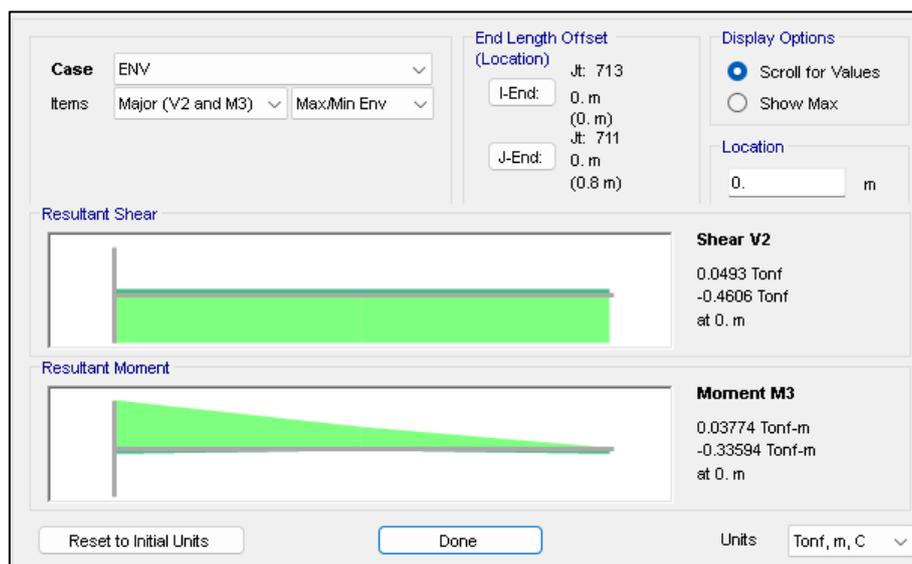
Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm ³
75	2.0	4.52	5.74	50.47	13.46	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92
75	4.0	8.59	10.95	89.98	24.00	2.87
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.99
100	3.0	9.17	11.41	176.95	35.39	3.94
100	4.0	12.13	14.95	226.09	45.22	3.89
100	5.0	14.40	18.36	270.57	54.11	3.84

Nota: Perfiles de tubos cuadrados metálicos obtenido por distribuidora DIPAC

A través del software de análisis estructural, se pudo obtener los valores máximos en cuanto al momento, cortante, carga axial y torsión del elemento.

Figura 3.62

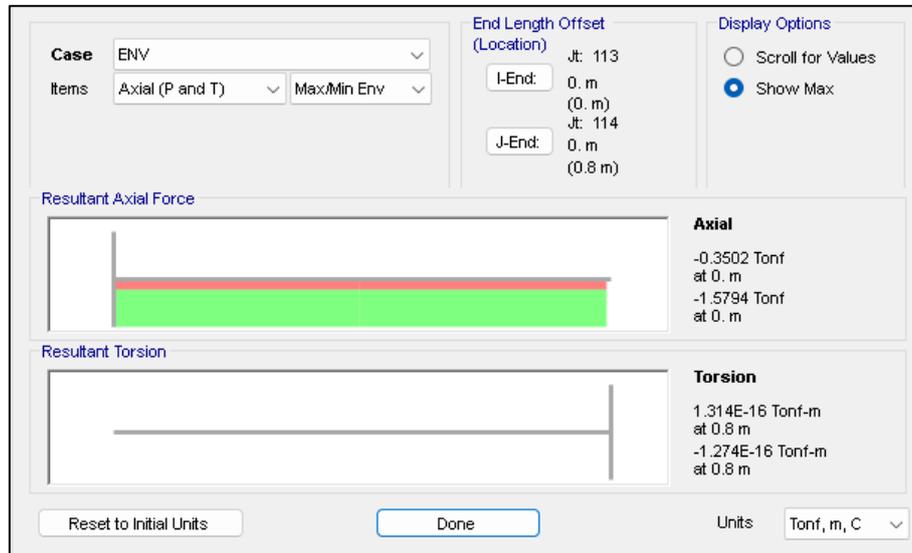
Diagrama de cortante y momento para elemento perico



Nota: Diagramas obtenidos del software de análisis estructural.

Figura 3.63

Diagrama de fuerza axial y torsión del elemento perico



Nota: Diagramas obtenidos del software de análisis estructural.

- Longitud efectiva

De acuerdo con la normativa AISC-360-16 – Sección E2, la longitud efectiva, definida como la distancia entre puntos de momento nulo en la columna, se determina como:

$$L_c = KL \quad (3.46)$$

Donde:

L: longitud no arriostrada del miembro

K: Factor de longitud efectiva

El factor de longitud efectiva se aplica con la finalidad de convertir cualquier tipo de apoyo en columnas a apoyos articulados. Este valor se obtiene considerando el tipo de apoyo del elemento como se muestra en la tabla a continuación.

Figura 3.64

Valores aproximados de longitud efectiva

Tabla 5.1 Valores aproximados del factor de longitud efectiva, K .						
Las líneas punteadas muestran la forma pandeada de la columna	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Valor K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valores recomendados de diseño cuando las condiciones reales son aproximadas	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Símbolos para las condiciones de extremo	 Rotación y traslación impedidas		 Rotación libre y traslación impedida		 Rotación impedida y traslación libre	
	 Rotación y traslación libres					

Nota: Tabla obtenida a partir de la bibliografía McCormac & Csernak, 2013.

Se considera que el elemento está empotrado en el extremo inferior mientras que tiene rotación impedida y traslación libre en el extremo superior, por lo tanto, $K=1.20$.

$$L_c = 1.20 \times 0.80 \text{ m} = 0.96 \text{ m}$$

- **Capacidad a carga axial**

De acuerdo con AISC-360-16 – Sección E3, la resistencia nominal a compresión deberá determinarse en base al pandeo a flexión. Se determinará el esfuerzo de pandeo a flexión F_{cr} para el miembro a compresión. Para obtener la resistencia nominal se multiplica el esfuerzo por el área de la sección transversal tal como se indica en la ecuación:

$$P_n = F_{cr} A_g \quad (3.47)$$

El esfuerzo efectivo F_{cr} se determinará de la siguiente manera:

Cuando $\frac{L_c}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) F_y \quad (3.48)$$

Cuando $\frac{L_c}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$

$$F_{cr} = 0.877 F_e \quad (3.49)$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r} \right)^2} \quad (3.50)$$

Donde:

A_g : Area gruesa de la sección transversal del miembro (mm^2)

E : Módulo de elasticidad del acero (200,000 MPa)

F_e : Esfuerzo de pandeo elástico (MPa)

F_y : Esfuerzo de fluencia del acero dependiendo del tipo de acero usado (MPa)

r : Radio de giro de la sección (mm)

Datos:

$$A_g = 774 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 1230000 \text{ mm}^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{1230000}{774}} = 39.86$$

$$L_c = 960 \text{ mm}$$

$$F_y = 250 \text{ MPa}$$

Aplicando las ecuaciones indicadas:

$$\frac{L_c}{r} = \frac{774}{39.86} = 19.41$$

$$4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 4.71 \sqrt{\frac{200,000}{250}} = 133.22$$

$$\frac{L_c}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \rightarrow \text{Caso (a)}$$

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

$$F_e = \frac{\pi^2 \times 200,000}{(19.41)^2} = 5,239.37 \text{ MPa} = 53462.91 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_{cr} = \left(0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right) F_y$$

$$F_{cr} = \left(0.658^{\left(\frac{250}{5,239.37}\right)}\right) 250 = 245.06 \text{ MPa} = 2500 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Finalmente, se calcula la resistencia neta a carga axial:

$$P_n = F_{cr} A_g = 2500 \times 7.74 = 19,354.47 \text{ kg} = 19.35 \text{ Ton}$$

- **Capacidad a flexión**

Datos:

$$I_x = 123 \text{ cm}^4$$

$$c = 5 \text{ cm}$$

$$S = \frac{I_x}{c} = \frac{123}{5} = 24.60 \text{ cm}^3$$

Para elementos tubulares se empleará un factor de forma igual a 1.50.

$$\phi M_n = \phi F_y Z_x$$

Z_x : Módulo plástico de la sección (mm^3)

F_y : Esfuerzo de fluencia del acero dependiendo del tipo de acero usado (MPa)

$$\phi M_n = 0.9 \times 2500 \times 1.50 \times 24.60 = 83,025 \text{ kg} - \text{cm} = 0.83 \text{ Ton} - \text{m}$$

- **Flexión y carga axial combinada**

De acuerdo con el AISC-360-16 – Sección H1, la interacción de flexión y carga axial en miembros doblemente simétricos estará limitada por las ecuaciones (a) y (b):

Cuando $\frac{P_r}{P_c} \geq 0.20$

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.00 \quad (3.51)$$

Cuando $\frac{P_r}{P_c} < 0.20$

$$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.00 \quad (3.52)$$

Donde:

P_r : Carga axial factorada

P_c : Resistencia de diseño a carga axial

M_{rx}, M_{ry} : Momentos mayorados, en dirección de dos ejes respectivamente perpendiculares de la sección

M_{cx}, M_{cy} : Momentos resistentes, en dirección de dos ejes respectivamente perpendiculares de la sección

Datos:

$$P_r = 350 \text{ kg}$$

$$M_{rx} = 33,000 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{ry} = 7,000 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$P_c = 19,350 \text{ kg}$$

$$M_{cx} = M_{cy} = 83,025 \text{ kg} - \text{cm}$$

Aplicando las ecuaciones indicadas:

$$\frac{P_r}{P_c} = \frac{350}{19,350} = 0.02 < 0.20$$

$$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.00$$

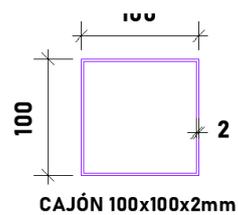
$$\frac{350}{2 \times 19,350} + \left(\frac{33,000}{83,025} + \frac{7,000}{83,025} \right) \leq 1.00$$

$$0.009 + 0.40 + 0.084 \leq 1.00$$

$$0.49 \leq 1.00 \therefore \text{OK}$$

Figura 3.65

Sección transversal del elemento perico



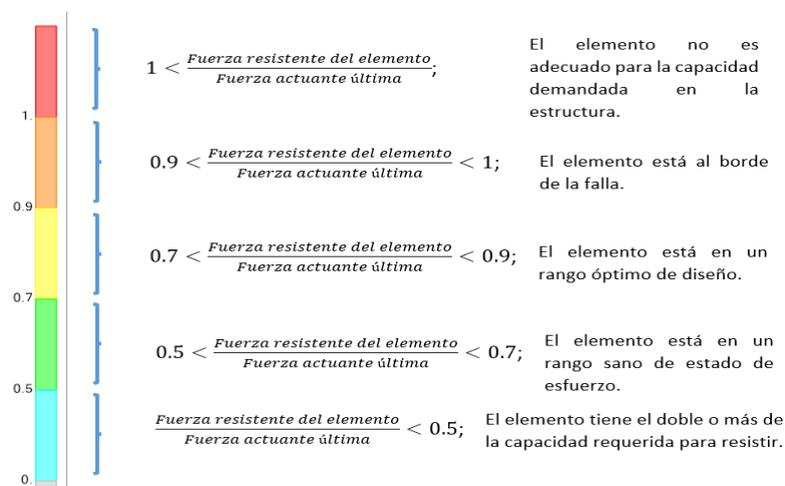
Nota: Sección elaborada a través de Revit.

- **Revisión de elementos mediante software de análisis estructural**

Se llevó a cabo el diseño de la estructura metálica considerando las combinaciones críticas de flexocompresión biaxial y de corte en ambas direcciones para los estados de carga críticos utilizando el software de procesamiento del programa y las recomendaciones de la norma AISC 360-16. Para facilidad visual se mostrarán los resultados gráficamente en función de un estado de esfuerzos según Von Mises. Esto significa que se mostrará mediante colores el estado de relación entre las fuerzas resistentes respecto de las actuantes. La escala de colores se muestra a continuación.

Figura 3.66

Simbología de estados de elementos por colores

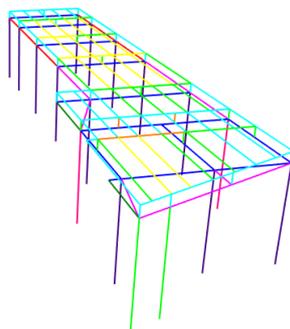


Nota: Imagen obtenida a partir de la bibliografía McCormac & Csernak, 2013.

La capacidad de los elementos se obtiene mediante una suma de los coeficientes de esfuerzos axiales y de flexión, que son los esfuerzos que típicamente pueden generar fallas en estos elementos longitudinales como vigas, cerchas o columnas.

Figura 3.67

Revisión de elementos metálicos del bloque 1

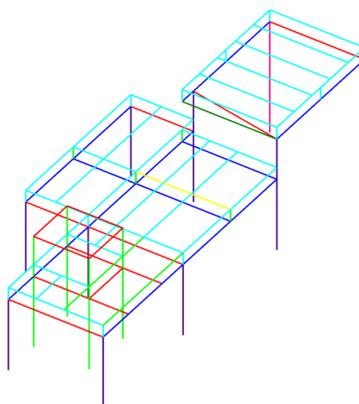


Nota: Modelo estructural en interfaz de software de análisis estructural.

El Bloque 1, cumple con la revisión de los elementos estructurales metálicos considerados en el modelo.

Figura 3.68

Revisión de elementos metálicos del bloque 2



Nota: Modelo estructural en interfaz de software de análisis estructural.

Por su parte, el modelo del Bloque 2 también cumple con dichas solicitudes de manera que se encuentra en un rango de diseño bastante aceptable.

3.1.2 Diseño De Sistema De Drenaje Pluvial

3.1.2.1 Definición del Diseño

El diseño de instalaciones se enfoca exclusivamente en aspectos relacionados con el drenaje pluvial debido a la naturaleza del uso de la ampliación del municipio, que estará destinada únicamente a oficinas administrativas. La distribución arquitectónica de la ampliación no contempla la inclusión de baños ni áreas sanitarias, ya que estas necesidades se satisfacen a través de instalaciones existentes en el edificio principal. Dado que no se requerirá un sistema sanitario o de desagüe en esta ampliación, el proyecto se orientará hacia el diseño de un sistema de drenaje pluvial eficiente y adecuado.

Dicho diseño consiste en analizar las condiciones del lugar para diseñar una red de infraestructura destinada a captar, conducir y evacuar las aguas pluviales provenientes de precipitaciones, evitando inundaciones y daños a las estructuras, la vialidad y el medio ambiente. Este proceso considera factores como la Intensidad de lluvia y Escorrentía. El diseño debe cumplir con normativas locales y criterios de sostenibilidad, asegurando un manejo eficiente ante eventos hidrometeorológicos de diversa magnitud.

- **Canalón Horizontal**

Es una tubería principal que transporta el agua pluvial desde las bajantes hacia el punto de descarga, funcionando por gravedad. Su diseño depende del caudal total acumulado y de la intensidad de lluvia de la zona, asegurando una pendiente mínima que evite acumulaciones o sedimentación. El material debe ser resistente a la corrosión y capaz de soportar las cargas hidráulicas esperadas, garantizando un flujo eficiente y continuo.

- **Bajantes**

Son tuberías verticales que cumplen la función de conducir el agua desde las cubiertas hacia los colectores horizontales. Su diseño debe garantizar un transporte rápido y eficiente, minimizando el riesgo de desbordamientos o acumulaciones en la estructura. El diámetro de las bajantes depende directamente del área de la cubierta que sirven y de la intensidad de precipitación en la región, lo cual asegura que puedan manejar los caudales generados.

Estas deben ubicarse estratégicamente para reducir la longitud de las conexiones horizontales y optimizar el sistema. En términos de materiales, se suelen usar PVC o metal galvanizado, cumpliendo siempre con las normativas locales aplicables para sistemas pluviales.

- **Pendiente Mínima**

La pendiente mínima en el diseño de sistemas de drenaje pluvial es fundamental para garantizar el flujo por gravedad y evitar problemas operativos como acumulación de agua o sedimentación. En tuberías de menor diámetro, como aquellas de hasta 4 pulgadas, la pendiente mínima recomendada es de 1-2%, mientras que, para tuberías mayores a 4 pulgadas puede ser de 0.5-1%. Estos valores aseguran un flujo adecuado sin generar velocidades excesivas que puedan dañar la tubería. Al definir la pendiente, también deben considerarse factores como el material de la tubería, el tipo de flujo esperado y las características específicas del sistema.

- **Área de Aportación**

Cada cubierta del sistema de drenaje se divide en áreas individuales que son responsables de capturar y conducir el agua hacia los bajantes. Estos segmentos se relacionan con las áreas propias, que representan la superficie directamente drenada por un segmento, y las áreas acumuladas, que incluyen tanto la propia como aquellas aguas arriba que descargan a través del segmento. La suma de estos segmentos debe ser proporcional al área total de la cubierta, y su correcto dimensionamiento garantiza que el sistema pueda manejar el caudal total esperado, evitando problemas de subdimensionamiento o sobredimensionamiento. Esto es clave para un diseño eficiente y balanceado.

3.1.2.2 Datos Iniciales para el Diseño

Los valores utilizados para el diseño de un sistema de drenaje pluvial en Guayaquil, considerando las condiciones locales y características del material de las tuberías. A continuación, se describe cada variable y se argumenta la selección de sus valores:

Tabla 3.20

Datos Iniciales para Diseño de Drenaje de Aguas Lluvias

DATOS INICIALES		
Variable	Cantidad	Unidad
Velocidad de Diseño	1.00	m/s
Coefficiente de Rugosidad del Material PVC	0.09	-
Intensidad de Lluvia	100	mm/h
Coefficiente de Escorrentía	0.95	-

Nota. Los datos utilizados en esta tabla provienen de registros oficiales de INAMHI y criterios ingenieriles.

- **Velocidad de Diseño**

Este valor representa la velocidad mínima que debe mantener el flujo en el sistema para evitar sedimentaciones. Se selecciona 1.00 m/s, debido a que existe un rango recomendado a escoger, el cual debe de superar a 0.8 m/s, con la finalidad de arrastrar pequeñas partículas suspendidas y evitar la decantación.

$$V_d > 0.80 \left(\frac{m}{s} \right) \quad (3.53)$$

$$V_d = 1.00 \left(\frac{m}{s} \right)$$

Donde:

V_d : Velocidad de Diseño

- **Coefficiente de Rugosidad del Material**

Este valor, conocido como coeficiente de Manning, caracteriza la rugosidad del material de la tubería. Para el diseño se utilizará PVC, un material ampliamente empleado por su baja rugosidad y eficiencia hidráulica, cuyo valor típico es de:

$$n = 0.09$$

Donde:

n : Número de Manning para PVC

- **Intensidad de Lluvia**

Representa la cantidad de lluvia que cae por hora sobre una unidad de área.

Este valor se basa en datos históricos y estudios hidrológicos locales para

Samborondón, donde las precipitaciones intensas son comunes. Esta intensidad

equivale a 100 mm/h.

$$I = 100 \left(\frac{mm}{h} \right) \cdot \frac{1 h}{3600 s} = 0.027778 \left(\frac{mm}{h} \right) \quad (3.54)$$

Donde:

I: Intensidad de Lluvia

Figura 3.69

Intensidad de Lluvia respecto al diámetro de la tubería

ϕ	Intensidad de la lluvia en mm/h									
	S = 1.0%					S = 2.0%				
pulg.	50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
3	150	100	75	60	50	215	140	105	85	70
4	315	230	170	135	115	400	325	245	195	160
5	620	410	310	245	205	875	580	435	350	290
6	990	660	495	395	330	1.400	935	700	560	465
8	2.100	1.425	1.065	855	705	3.025	2.015	1.510	1.210	1.005
C	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417

Nota. Cada diámetro se encuentra relacionado a la pendiente de diseño.

- **Coefficiente de Escorrentía**

Este coeficiente indica la proporción del agua de lluvia que no se infiltra y escurre directamente sobre la superficie. Se asumió un valor de 0.95 para el techo, ya que este corresponde a superficies impermeables donde prácticamente toda el agua precipitada se convierte en escorrentía. Este valor es apropiado para techos contruidos con materiales como láminas metálicas, tejas o concreto, que no permiten la infiltración del agua, asegurando que casi el 100% del volumen de lluvia contribuya al flujo pluvial del sistema de drenaje.

$$C = 0.95 \quad (3.55)$$

Donde:

C: Coeficiente de Escorrentía

Tabla 3.21

Coefficientes de Escorrentía para diferentes Superficies

Tipo de Superficie	Coefficiente de Escorrentía
Techo Impermeable	0.75 – 0.95
Pavimento Asfáltico	0.70 – 0.85
Pavimento de Concreto	0.80 – 0.90
Suelo Compactado	0.60 – 0.75
Superficie de Grava	0.40 – 0.70
Áreas Urbanas Residenciales	0.30 – 0.75

Nota. La selección del Coeficiente de Escorrentía depende de las condiciones del diseño.

- **Áreas de Estudio**

Para poder realizar un buen diseño de la ampliación del municipio, se dividirá la cubierta en dos secciones y les llamaremos Cubierta 1 y Cubierta 2. Para la Cubierta 1, tenemos un área considerable de 213.69 m², mientras que para la Cubierta 2, tenemos un área de 53.18 m².

Tabla 3.22

Áreas de las cubiertas consideradas para el análisis

Datos Adicionales	
Cubierta	Área (m²)
Cubierta 1	213.69
Cubierta 2	53.18

Nota. Los valores presentados corresponden a las áreas proyectadas de las cubiertas analizadas, calculadas a partir de software.

3.1.2.3 Diseño de Bajantes

Los parámetros diseñados para el sistema de bajantes de un sistema de drenaje pluvial, indicando la distribución de áreas de captación y el caudal asociado a cada bajante. A continuación, se argumenta cada variable a utilizar:

- **Enumeración de Bajantes**

Representa los puntos específicos del sistema donde se captan las aguas pluviales y se conducen hacia el sistema de evacuación. En este caso, se han identificado cuatro bajantes para cubrir la totalidad del área de captación.

En el plano mostrado, se reflejan dos bajantes para la cubierta 1 y dos bajantes para la cubierta 2, la finalidad es poder proporcionar un área adecuada para cada bajante y que exista un sistema de drenaje óptimo en las esquinas del municipio.

- **Área propia**

Es la superficie específica asignada a cada bajante, es decir, el área que drena exclusivamente hacia un bajante determinado. Estos valores son considerados a nuestro criterio, estableciendo un principio de distribución igualitaria para cada bajante. Para nuestras cubiertas de estudio, se las han segmentado en líneas puntuadas, para obtener las áreas a diseñar el sistema de drenaje.

Tabla 3.23

Área propia correspondiente a la Cubierta 1

Bajante	Área Propia (m²)
1	94.80
2	118.89

Nota. Representa el área de aportación hacia la bajante 1 y 2.

Tabla 3.24*Área propia correspondiente a la Cubierta 2*

Bajante	Área Propia (m²)
3	13.01
4	40.17

Nota. Representa el área de aportación hacia la bajante 3 y 4.

- **Área acumulada**

Es la suma de las áreas propias de cada bajante hasta ese punto del sistema.

Sin embargo, en este diseño, cada bajante está dimensionado individualmente, por lo que las áreas acumuladas coinciden con las áreas propias. Esto sugiere un diseño independiente para cada bajante.

- **Cálculo de Caudal Máximo**

Representa el caudal calculado para cada bajante se lo realiza de la siguiente manera:

$$Q = C \cdot I \cdot A \left(\frac{L}{s} \right) \quad (3.56)$$

Donde:

Q_i : Caudal de Diseño para la Cubierta 1 o Cubierta 2

C : Coeficiente de Escorrentía

I : Intensidad de Lluvia

A_i : Área Total de la Cubierta 1 o Cubierta 2

$$Q_1 = (0.95) \cdot \left(0.027778 \left(\frac{mm}{s} \right) \right) \cdot (213.69 (m^2))$$

$$Q_1 = 5.639 \left(\frac{L}{s} \right)$$

$$Q_2 = (0.95) \cdot \left(0.027778 \left(\frac{mm}{s} \right) \right) \cdot (53.18 (m^2))$$

$$Q_2 = 1.403 \left(\frac{L}{s} \right)$$

- **Selección de Diámetro de Bajantes**

Para determinar el diámetro adecuado de las bajantes en el sistema de drenaje pluvial, se consideraron los caudales máximos calculados para las cubiertas, asegurando que las tuberías puedan manejar eficientemente el flujo generado por la lluvia sin riesgo de desbordamientos ni acumulaciones. Los caudales determinados son:

Tabla 3.25

Caudales Máximos respecto a su cubierta

Cubiertas	Caudales Máximos	Unidades
Cubierta 1	5.639	L/s
Cubierta 2	1.403	L/s

Nota. Representan los caudales calculados previamente para su respectiva cubierta.

Para la cubierta 1, se obtuvo caudal es de 5.639 L/s, el cual excede el caudal máximo para la bajante de 3". Por lo tanto, se seleccionó un diámetro de 4 pulgadas, que puede manejar hasta 9.0 L/s, garantizando un transporte eficiente del agua.

Para la cubierta 2, con un caudal de 1.403 L/s, este valor está dentro de la capacidad de una bajante de 3" (5.5 L/s). Por ello, una bajante de 3 pulgadas es suficiente para cubrir la demanda.

Tabla 3.26*Relación de Diámetros respecto a Caudales Máximos*

Diámetro de Bajante (in)	Caudal Máximo (L/s)
3"	5.5
4"	9.0
5"	15.0

Nota. Cada Diámetro para la bajante se encuentra asociado a un caudal máximo.

Por ende, tenemos el Diseño de las bajantes de la Cubierta de la Ampliación del Municipio.

Tabla 3.27*Diseño de Bajante 1 y 2 para la Cubierta 1*

Bajante	Área Propia (m²)	Área Acum (m²)	Q (L/s)	Diámetro (in)
1	94.80	94.80	5.639	4"
2	118.89	118.89	5.639	4"

Nota. Selección del Diámetro para las bajantes 1 y 2 de la cubierta 1.

Tabla 3.28*Diseño de Bajante 3 y 4 para la Cubierta 2*

Bajante	Área Propia (m²)	Área Acum (m²)	Q (L/s)	Diámetro (in)
3	13.01	13.01	1.403	3"
4	40.17	40.17	1.403	3"

Nota. Selección del Diámetro para las bajantes 3 y 4 de la cubierta 2.

3.1.2.4 Diseño de Canalón Horizontal

Para el diseño de un colector horizontal, se especificarán las características técnicas de cada ámbito del colector. Este análisis garantiza que el sistema funcione adecuadamente bajo las condiciones de diseño. A continuación, se explica cada columna y su relevancia:

- **Segmento:**

Cada tramo del colector está identificado como A, B, C y D. Estos representan las secciones específicas del sistema para cada bajante.

- **Área**

Propia: Es el área de captación que drena exclusivamente hacia un segmento en particular, sin embargo, si hay dos tuberías longitudinales, dicha área se distribuye para cada tubería.

Para la cubierta 1, se mencionó que en **Tabla 3.1.27** el área total para las bajantes, ahora, dicha área se dividirá según su segmento, en este caso se ha optado por una proporción de 70% a 30% del área total para este diseño, mientras que para el Segmento B será de 40% a 60% respectivamente.

Tabla 3.1.29

Área Propia para Cubierta 1 del Colector Horizontal

Segmento	Cubierta 1 (m2)
A	28.44
	66.36
B	47.55
	71.33

Nota. Áreas de Captaciones para el segmento A y B de la Cubierta 1.

Para la cubierta 2, el área se dividirá según su segmento, en este caso se ha optado por una proporción de 55% a 45% del área total para el segmento C, mientras que para el Segmento D será de 60% a 40%.

Tabla 3.29

Área Propia para Cubierta 2 del Colector Horizontal

Segmento	Cubierta 1 (m ²)
C	7.16
	5.85
D	24.10
	16.07

Nota. Áreas de Captaciones para el segmento C y D de la Cubierta 2.

Acumulada: Es la suma del área propia de los segmentos anteriores más el área del segmento actual. Refleja el área total que drena hacia el segmento en cuestión.

Tabla 3.30

Área Propia y Acumulada para Cubierta 1 del Colector Horizontal

Segmento	Área Propia 1 (m ²)	Área Acumulada 1 (m ²)
A	28.44	28.44
	66.36	94.80
B	47.55	47.55
	71.33	118.89

Nota. Áreas de Captaciones para el segmento C y D de la Cubierta 2.

Tabla 3.31*Área Propia y Acumulada para Cubierta 1 del Colector Horizontal*

SEGMENTO	AREA	AREA
	PROPIA 2 (m2)	ACUMULADA 2 (m2)
C	7.16	7.16
	5.85	13.01
D	24.10	24.10
	16.07	40.17

Nota. Áreas de Captaciones para el segmento C y D de la Cubierta 2.

Máxima: Representa el área límite considerada en el diseño. En este caso, se mantiene constante en 105 m², con una pendiente del 2%.

Figura 3.70*Área Máxima a través de intensidad de lluvia vs diámetro de tubería*

ϕ	Intensidad de la lluvia en mm/h									
	S = 1.0%					S = 2.0%				
	pulg.	50	75	100	125	150	50	75	100	125
3	150	100	75	60	50	215	140	105	85	70
4	315	230	170	135	115	400	325	245	195	160
5	620	410	310	245	205	875	580	435	350	290
6	990	660	495	395	330	1.400	935	700	560	465
8	2.100	1.425	1.065	855	705	3.025	2.015	1.510	1.210	1.005
C	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417

Nota. Áreas de Captaciones para el segmento C y D de la Cubierta 2.

- **Caudal**

El caudal para cada segmento usaremos **(3.56)**, donde el coeficiente de escorrentía y la intensidad de lluvia no varía, sin embargo, el área será el área acumulada para cada segmento.

Para la Cubierta 1:

$$Q_A = (0.95) \cdot \left(0.027778 \left(\frac{mm}{s} \right) \right) \cdot (94.80 (m^2))$$

$$Q_A = 2.502 \left(\frac{L}{s} \right)$$

$$Q_B = (0.95) \cdot \left(0.027778 \left(\frac{mm}{s} \right) \right) \cdot (118.89 (m^2))$$

$$Q_B = 3.137 \left(\frac{L}{s} \right)$$

Para la Cubierta 2:

$$Q_C = (0.95) \cdot \left(0.027778 \left(\frac{mm}{s} \right) \right) \cdot (13.01 (m^2))$$

$$Q_C = 0.343 \left(\frac{L}{s} \right)$$

$$Q_D = (0.95) \cdot \left(0.027778 \left(\frac{mm}{s} \right) \right) \cdot (40.17 (m^2))$$

$$Q_D = 1.060 \left(\frac{L}{s} \right)$$

- **Dimensión del colector:**

- **L:** Longitud de cada segmento del colector representa la longitud de la tubería longitudinal, el cual dependerá de las dimensiones de la cubierta.
- **Φ :** En este diseño, se seleccionó un diámetro uniforme de 3 pulgadas, adecuado para manejar los caudales previstos en todos los segmentos.

- **Pendiente (S%):**

La pendiente longitudinal asegura el flujo por gravedad, es por esta razón, que se adoptó una pendiente constante del 2% en todos los segmentos, cumpliendo con estándares de diseño que garantizan una velocidad suficiente para evitar sedimentaciones.

- **Parámetros de diseño:**

- **Q_o:** Es el Caudal a tubo lleno de transporte del colector para el diámetro y pendiente seleccionados. Además, al tener exclusivamente una caída es la misma que las demás, lo que asegura un margen amplio respecto a los caudales calculados.
- **V_o:** Velocidad a tubo lleno, calculada para el caudal máximo Q_o. Dicho valor es necesario para prevenir obstrucciones y sedimentaciones en el colector.

- **Diferencia de altura**

Este valor representa la diferencia de elevación en cada segmento debido a la fricción y a la pendiente. Por ejemplo, en el segmento A, la pérdida de altura es de 0,115 m, mientras que en el segmento C es de 0,2118 m.

$$\Delta h = \frac{L \cdot S}{100} \quad (3.57)$$

$$\Delta h = \frac{(5.43 \text{ (m)}) \cdot (2\%)}{100} = 0.109 \text{ (m)}$$

Donde:

Δh : Diferencia de altura

L : Longitud de Tubería Longitudinal

S : Pendiente de Diseño

- **Elevaciones**

- **Inicial:** Altura al inicio de cada segmento del colector, la cual se obtuvo debido a una relación de continuidad, es decir el municipio existente posee una altura de 8.34 m, los cuales consideramos para el diseño.
- **Final:** Se calcula a través de la diferencia de Altura y la elevación inicial. Esto asegura que el sistema tenga una pendiente constante.

$$h_f = h_o - \Delta h \quad (3.58)$$

$$h_f = 8.34 \text{ (m)} - 0.109 \text{ (m)} = 8.231 \text{ (m)}$$

Figura 3.72*Diseño de Colector Horizontal para Cubierta 1*

PARA LA CUBIERTA 1												
COLECTOR HORIZONTAL												
Segmento	Area			Caudal Q L/s	Dimensión		Pendiente S %	Diseño			Elevaciones	
	Propia m2	Acum m2	Max m2		L m	Φ in		Qo L/s	Vo m/s	Δh m	Inicial m	Final m
A	28,44	28,44	105	2,502	5,43	3	2	5,639	1,000	0,109	8,340	8,231
	66,36	94,80	105		16,17					0,323	8,340	8,017
B	47,55	47,55	105	3,137	7,27	3	2	5,639	1,000	0,145	8,340	8,195
	71,33	118,89	105		18,92					0,378	8,340	7,962

Nota. Cálculos finales para selección de diámetro, pendiente y elevaciones de los canales para Cubierta 1.

Figura 3.71*Diseño de Colector Horizontal para Cubierta 2*

PARA LA CUBIERTA 2												
COLECTOR HORIZONTAL												
Segmento	Area			Caudal Q L/s	Dimensión		Pendiente S %	Diseño			Elevaciones	
	Propia m2	Acum m2	Max m2		L m	Φ in		Qo L/s	Vo m/s	Δh m	Inicial m	Final m
C	7,16	7,16	105	0,343	4,02	3	2	1,403	1,000	0,0804	8,340	8,260
	5,85	13,01	105		4,60					0,092	8,340	8,248
D	24,10	24,10	105	1,060	6,52	3	2	1,403	1,000	0,1304	8,340	8,210
	16,07	40,17	105		6,37					0,1274	8,340	8,213

Nota. Cálculos finales para selección de diámetro, pendiente y elevaciones de los canales para Cubierta 2.

3.1.2.5 Comprobaciones de Diseño

Las verificaciones para cada segmento son esenciales para asegurar que el sistema funcione de manera eficiente, evitando problemas como desbordamientos o sedimentaciones. A continuación, se presentan las verificaciones respectivas:

Relación de Caudal:

Se calcula en el diseño para cada segmento, comparando el caudal del segmento “q” con el caudal máximo de transporte a tubo lleno “ Q_o ”, a través de: $\frac{q}{Q_o}$.

Relación de llenado:

$$\frac{y}{\phi} \leq 0.7 \cdot \phi \quad (3.59)$$

Derivada de $\frac{q}{Q_o}$ utilizando las tablas de relaciones hidráulicas. Indica el nivel de llenado del conducto.

Relación de velocidad:

$$\frac{v}{v_o} \leq 0.8 \left(\frac{m}{s} \right) \quad (3.60)$$

Verifica la eficiencia de la velocidad en comparación con la velocidad de diseño $V_0=1.0\text{m/s}$.

- **Segmento A**
 - **Relación de llenado:** La relación de caudal indica que el nivel de llenado es inferior al 70% del diámetro, asegurando que la tubería no opera en condiciones de saturación.
 - **Relación de velocidad:** La velocidad es suficiente para mantener un flujo eficiente, ya que cumple con el criterio de arrastre de partículas.
- **Segmento B**
 - **Relación de llenado:** El nivel de llenado se mantiene por debajo de 0.7, asegurando la capacidad hidráulica adecuada de la tubería.
 - **Relación de velocidad:** La velocidad calculada a partir de $\frac{q}{Q_o}$ supera el 80% de la velocidad de diseño, lo que garantiza que no habrá sedimentación en este segmento.
- **Segmento C**
 - **Relación de llenado:** Dado el bajo caudal, $\frac{Y}{\phi}$ es significativamente inferior al límite de 0.7, proporcionando un margen amplio de operación.
 - **Relación de velocidad:** La velocidad de flujo supera al 80% de la velocidad de diseño, garantizando un flujo óptimo.
- **Segmento D**
 - **Relación de llenado:** El nivel de llenado cumple con la verificación, asegurando que la tubería no opera en condiciones críticas.
 - **Relación de velocidad:** La velocidad de flujo en el segmento D es superior al criterio mínimo de 0.8 m/s, lo que garantiza un diseño eficiente.

Figura 3.73*Comprobaciones de Diseño para la Cubierta 1*

Segmento A			Segmento B		
Q	2,502	L/s	Q	3,137	L/s
Q _o	5,639	L/s	Q _o	5,639	L/s
V _o	1	m/s	V _o	1	m/s
q/Q _o	0,44		q/Q _o	0,56	
y/Φ	0,522		y/Φ	0,6	
v/V _o	0,833		v/V _o	0,891	
Verificaciones			Verificaciones		
Y	1,566	CUMPLE	Y	1,8	CUMPLE
V	0,833	CUMPLE	V	0,891	CUMPLE

Nota. Diseño óptimo, debido al cumplimiento en segmentos A y B.

Figura 3.74*Comprobaciones de Diseño para la Cubierta 2*

Tramo C			Tramo D		
Q	0,343	L/s	Q	1,060	L/s
Q _o	1,403	L/s	Q _o	1,403	L/s
V _o	1,000	m/s	V _o	1,000	m/s
q/Q _o	0,24		q/Q _o	0,76	
y/Φ	0,3377		y/Φ	0,628	
v/V _o	0,806		v/V _o	0,978	
Verificaciones			Verificaciones		
Y	1,0131	CUMPLE	Y	1,884	CUMPLE
V	0,806	CUMPLE	V	0,978	CUMPLE

Nota. Diseño óptimo, debido al cumplimiento en segmentos C y D.

Figura 3.75

Relaciones Hidráulicas para Comprobaciones de Diseño

Q/Qo	Y/φ	V/Vo	D/φ	A/Ao	Q/Qo	Y/φ	V/Vo	D/φ	A/Ao
.010	.061	.272	.041	.025	.540	.587	.881	.487	.610
.020	.099	.327	.067	.051	.550	.594	.886	.494	.618
.030	.126	.366	.086	.073	.560	.600	.891	.502	.626
.040	.148	.398	.102	.092	.570	.600	.891	.502	.626
.050	.168	.426	.116	.110	.580	.613	.901	.518	.642
.060	.185	.450	.128	.127	.590	.619	.905	.526	.650
.070	.200	.473	.140	.143	.600	.625	.910	.534	.658
.080	.215	.495	.151	.157	.610	.632	.915	.542	.666
.090	.228	.515	.161	.172	.620	.638	.919	.550	.674
.100	.241	.534	.170	.185	.630	.644	.924	.559	.681
.110	.253	.553	.179	.199	.640	.651	.928	.561	.689
.120	.264	.564	.180	.211	.650	.657	.933	.575	.697
.130	.275	.575	.197	.224	.660	.663	.937	.585	.704
.140	.286	.586	.205	.236	.670	.670	.942	.595	.712
.150	.296	.596	.213	.248	.680	.676	.946	.604	.720
.160	.306	.606	.221	.259	.690	.683	.950	.614	.727
.170	.316	.616	.229	.271	.700	.689	.954	.623	.735
.180	.325	.626	.236	.282	.710	.695	.959	.633	.742
.190	.334	.636	.244	.293	.720	.702	.963	.644	.750
.200	.343	.645	.251	.304	.730	.709	.967	.654	.757
.210	.352	.655	.258	.314	.740	.715	.971	.665	.765
.220	.361	.664	.266	.325	.750	.721	.975	.677	.772
.230	.369	.673	.273	.335	.760	.728	.978	.688	.780
.240	.377	.681	.280	.345	.770	.735	.982	.700	.787
.250	.385	.690	.287	.355	.780	.741	.986	.713	.795
.260	.393	.699	.294	.365	.790	.748	.990	.725	.802
.270	.401	.707	.300	.375	.800	.755	.993	.739	.810
.280	.409	.715	.307	.385	.810	.761	.997	.753	.817
.290	.417	.724	.314	.394	.820	.768	1.000	.767	.824
.300	.424	.732	.321	.404	.830	.775	1.003	.783	.832
.310	.432	.740	.328	.413	.840	.782	1.007	.798	.839
.320	.439	.747	.334	.422	.850	.789	1.010	.815	.847
.330	.446	.755	.341	.432	.860	.796	1.013	.833	.854
.340	.453	.763	.348	.441	.870	.804	1.016	.852	.861
.350	.460	.770	.354	.450	.880	.811	1.019	.871	.869
.360	.468	.778	.361	.459	.890	.818	1.022	.892	.876
.370	.475	.785	.368	.468	.900	.826	1.024	.915	.883
.380	.482	.792	.374	.476	.910	.834	1.027	.940	.891
.390	.488	.799	.381	.485	.920	.842	1.029	.966	.896
.400	.495	.806	.388	.494	.930	.850	1.032	.995	.906
.410	.502	.813	.395	.503	.940	.858	1.034	1.027	.913
.420	.509	.820	.402	.511	.950	.867	1.036	1.063	.921
.430	.516	.827	.408	.520	.960	.875	1.037	1.103	.928
.440	.522	.833	.415	.528	.970	.884	1.039	1.149	.936
.450	.529	.840	.422	.537	.980	.894	1.040	1.202	.943
.460	.535	.846	.429	.545	.990	.904	1.047	1.265	.951
.470	.542	.853	.436	.553	1.000	.914	1.047	1.344	.958
.480	.549	.859	.443	.562	1.010	.925	1.047	1.445	.966
.490	.555	.865	.450	.570	1.020	.938	1.046	1.584	.974
.500	.561	.861	.458	.578	1.030	.952	1.044	1.803	.982
.510	.568	.866	.465	.586	1.040	.969	1.040	2.242	.991
.520	.574	.871	.472	.594					
.530	.581	.876	.479	.602					

Nota. Manual de diseño hidráulico para drenaje pluvial (Ministerio de Obras Públicas, 2018).

3.1.3 Distribución Eléctrica

3.1.3.1 Definición del Diseño

El presente diseño se ha desarrollado de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de Construcción para garantizar un sistema seguro y eficiente. Es importante aclarar que este diseño representa netamente una propuesta conceptual y su objetivo principal es proporcionar una distribución funcional y ordenada de los sistemas eléctricos, que sirva como base para el desarrollo técnico posterior.

El proyecto abarca el diseño de circuitos de iluminación y tomacorrientes de 110 V y 220 V, distribución de tableros generales, acometida desde la torre eléctrica hasta el edificio, y un diagrama unifilar que representa el sistema completo.

3.1.3.2 Diseño de Circuitos

- **Circuitos de Iluminación**

En el sistema de iluminación, se emplearon luminarias LED debido a su bajo consumo energético, aproximadamente de 0.5 a 1 A por unidad, alta durabilidad y eficiencia, en donde, se considerarán 0.5 A para cada LED. Este diseño garantiza una distribución uniforme y segura para todas las áreas del edificio.

Planta Baja: Se utilizaron 4 circuitos independientes de iluminación para cubrir áreas clave como recepción, oficinas y bodegas. La NEC establece un límite máximo de 15 luminarias por circuito y una capacidad de 15 amperios como máximo, criterios que han sido respetados. Los conductores utilizados son de cobre tipo THHN, con un calibre de 14 AWG, adecuado para soportar la carga máxima permitida. La protección de cada circuito está garantizada mediante interruptores termomagnéticos de 15 A.

Tabla 3.32

Distribución de Circuitos de Iluminación para Planta baja

Circuitos	Puntos por Circuito	Corriente Total Aproximada	Calibre del Conductor	Protección (A)
Circuito 1 (A1)	11	5.5 A	14 AWG	15 A
Circuito 2 (A2)	10	5.0 A	14 AWG	15 A
Circuito 3 (A3)	13	6.5 A	14 AWG	15 A
Circuito 4 (A4)	14	7.0 A	14 AWG	15 A

Nota. Especificaciones de 4 Circuitos Independientes en Planta Baja.

Planta Alta: Se dispone de 6 circuitos de iluminación, que alimentan luminarias LED en áreas administrativas. Cada circuito mantiene el límite permitido por la Normativa, garantizando la seguridad y eficiencia de la instalación, conforme a la normativa. Los conductores son de cobre tipo THHN, calibre 14 AWG, y cada circuito cuenta con interruptores termomagnéticos de 15 A para su protección.

Tabla 3.33

Distribución de Circuitos de Iluminación para Planta Alta

Circuitos	Puntos por Circuito	Corriente Total Aproximada	Calibre del Conductor
Circuito 1 (A1)	12	6.0 A	14 AWG
Circuito 2 (A2)	13	6.5 A	14 AWG
Circuito 3 (A3)	14	7.0 A	14 AWG
Circuito 4 (A4)	14	7.0 A	14 AWG
Circuito 5 (A5)	12	6.0 A	14 AWG
Circuito 6 (A6)	13	6.5 A	14 AWG

Nota. Especificaciones de 6 Circuitos Independientes en Planta Alta.

- **Circuito de Tomacorriente 110v**

Los circuitos de tomacorrientes deben ser diseñados considerando salidas polarizadas, es decir, fase, neutro y tierra, para soportar una capacidad máxima de 20 amperios de carga por circuito y no exceder de 10 salidas. Para ello se asume una capacidad promedio de 1.5 A para cada tomacorriente de 110v.

Planta Baja:

- Se emplearon 4 circuitos independientes para alimentar oficinas, recepción y bodega.
- Cada circuito incluye un máximo de 10 tomacorrientes polarizados, respetando la capacidad de 20 A por circuito.
- Conductores utilizados: Fase y neutro calibre 12 AWG y tierra.

Tabla 3.34*Distribución de Circuitos de Tomacorriente 110v para Planta Baja*

Circuitos	Ubicación	Tomacorrientes	Corriente Total Aproximada	Calibre del Conductor
Circuito 1 (T1)	PB	8	12.0 A	12 AWG
Circuito 2 (T2)	PB	8	12.0 A	12 AWG
Circuito 3 (T3)	PB	7	10.5 A	12 AWG
Circuito 4 (T4)	PB	9	13.5A	12 AWG

Nota. Los circuitos cumplen con las limitaciones de carga y cantidad, NEC.

Planta Alta:

- Se dispusieron 7 circuitos independientes distribuidos entre áreas administrativas.
- Cada circuito respeta la capacidad máxima de 20 A y un límite de 10 tomacorrientes.
- Conductores utilizados: Fase y neutro calibre 12 AWG y tierra.

Tabla 3.35*Distribución de Circuitos de Tomacorriente 110v para Planta Alta*

Circuitos	Ubicación	Tomacorrientes	Corriente Total Aproximada	Calibre del Conductor
Circuito 1 (T1)	PA	9	13.5 A	12 AWG
Circuito 2 (T2)	PA	8	12.0 A	12 AWG
Circuito 3 (T3)	PA	7	10.5 A	12 AWG
Circuito 4 (T4)	PA	8	12.0 A	12 AWG
Circuito 5 (T5)	PA	8	12.0 A	12 AWG
Circuito 6 (T6)	PA	8	12.0 A	12 AWG
Circuito 7 (T7)	PA	2	3.0 A	12 AWG

Nota. Los circuitos cumplen con las limitaciones de carga y cantidad, NEC.

- **Circuito de Tomacorriente 220v**

Los circuitos de 220V fueron diseñados exclusivamente para aires acondicionados, siguiendo las especificaciones de cargas especiales de la NEC.

Planta Baja:

- Se instalaron 4 circuitos de 220V para alimentar equipos de aire acondicionado.
- Cada circuito incluye protecciones individuales con interruptores termomagnéticos de 30 A.
- Conductores utilizados: Fase y neutro calibre 10 AWG y tierra según Tabla No. 6.

Tabla 3.36

Distribución de Circuitos de Tomacorriente 220v para Planta Baja

Circuitos	Ubicación	Corriente Total Aproximada	Calibre del Conductor
Circuito 1 (T5)	PB	25 A	10 AWG
Circuito 2 (T6)	PB	25 A	10 AWG
Circuito 3 (T7)	PB	25 A	10 AWG
Circuito 4 (T8)	PB	25 A	10 AWG

Nota. Los circuitos cumplen con las limitaciones de carga y cantidad, NEC.

Planta Alta:

- Se implementaron 9 circuitos para alimentar equipos de aire acondicionado.
- Cada circuito está diseñado para soportar una carga máxima de 30 A.
- Conductores utilizados: Fase y neutro calibre 10 AWG y tierra según Tabla No. 6.

Tabla 3.37*Distribución de Circuitos de Tomacorriente 220v para Planta Alta*

Circuitos	Ubicación	Corriente Total Aproximada	Calibre del Conductor
Circuito 1 (T8)	PA	25 A	10 AWG
Circuito 2 (T9)	PA	25 A	10 AWG
Circuito 3 (T10)	PA	25 A	10 AWG
Circuito 4 (T11)	PA	25 A	10 AWG
Circuito 5 (T12)	PA	25 A	10 AWG
Circuito 6 (T13)	PA	25 A	10 AWG
Circuito 7 (T14)	PA	25 A	10 AWG
Circuito 8 (T15)	PA	25 A	10 AWG
Circuito 9 (T16)	PA	25 A	10 AWG

Nota. Los circuitos cumplen con las limitaciones de carga y cantidad, NEC.

3.1.3.3 Distribución de Acometida

La acometida está diseñada para proporcionar energía eléctrica desde la red de distribución pública hasta el edificio de manera segura y eficiente. El diseño considera las especificaciones de la NEC para garantizar el correcto funcionamiento y protección del sistema.

- **Tipo de acometida:** Aérea, utilizando cableado de cobre tipo THHN conforme a los artículos 5.5 y 10.1.
- **Sección de conductores:** Fase y neutro de calibre 3/0 AWG y tierra de calibre 4 AWG.
- **Protección:** Interruptor principal de 200 A en el tablero general.
- **Conexión a red:** Se realizó con una mufa reversible y un equipo de medición aprobado por la empresa eléctrica local.

Tabla 3.38*Características de Acometida*

Elementos	Detalle
Tipo de Acometida	Aéreo
Conductores Principales	3/0 AWG (Cobre)
Conductor a Tierra	4 AWG (Cobre)
Protección Principal	Interruptor de 200 A
Conexión a Red	Mufa Reversible

Nota. Las propiedades de la acometida se encuentran detalladas en el plano eléctrico.

3.2 Especificaciones Técnicas

3.2.1 Especificaciones Del Diseño Estructural

- Normativas

Los códigos de diseño corresponden a normas y directrices técnicas que instituyen las condiciones permisibles de seguridad, desempeño y funcionalidad de estructuras. De este modo, es primordial garantizar el cumplimiento de estas pautas ya que las edificaciones deben ser capaces de resistir diferentes eventualidades durante su vida útil. En el presente proyecto, se hizo uso de las siguientes regulaciones de diseño:

- **ACI 318-15**

Constituido por el Instituto Americano del Concreto, estas normas buscan establecer criterios para el diseño y procedimientos de construcción de estructuras de hormigón armado. Su aplicación en este trabajo se evidencia en los cálculos realizados en la sección 3.1. Allí se referencia expresiones matemáticas usadas para la determinación de capacidad de elementos estructurales como vigas, losas, y columnas.

- **ASCE 7-16**

Fundada por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles, esta normativa recopila principalmente los tipos de cargas presentes en las estructuras. Además, de estipular las distintas combinaciones de carga

existentes para cada caso en particular. De tal forma, las cargas y combinaciones determinadas en el proyecto de la ampliación fueron basadas de dicha guía.

- **NEC (2015)**

La presente normativa conlleva criterios técnicos para el diseño, construcción y mantenimiento de estructuras en el país. Debido a la zona de alta sismicidad en el Ecuador, esta normativa posee requisitos sismorresistentes que deben ser adaptados a las obras de construcción. Para este proyecto, se consideró el uso de los valores permisibles en las comprobaciones de diseño que están descritas en el capítulo de peligro sísmico.

- **AISC 360-16**

Llevado a cabo por el Instituto Americano de Construcción en Acero, este código ofrece requerimientos de diseño de estructuras de acero en términos de resistencia, estabilidad y seguridad. Teniendo en cuenta, que el proyecto abarca una cubierta metálica se tiene pericos, vigas y correas que fueron diseñadas a partir de esta normativa.

- Diseños

En este apartado, se describirá de manera general los diseños estructurales efectuados en la ampliación del edificio municipal de Samborondón en la Aurora.

• Cimentación

En la base de la estructura se llevó a cabo el diseño de zapatas corridas en dos direcciones, con 1.20 m de ancho. Para ello, se empleó el uso de vigas de cimentación de 0.30x0.60 m, además, la implementación de plintos cuadrados de 0.6x0.6x0.2 m en ciertas columnas de la fachada principal. En adición, se consideró 3 tipos de columnas de dimensiones 0.30x0.30 m, 0.35x0.35 m y 0.20x0.20 m.

• Entrepiso

Para este nivel se realizaron los diseños de 4 tipos de vigas siendo estas de: 0.25x0.35 m, 0.25x0.40 m, 0.20x0.30 m y 0.25x0.45 m. Además, una losa nervada en una dirección con nervios de 0.10x0.15 y espesor de loseta de 0.05 m.

• Cubierta

En este nivel se llevó a cabo el diseño de 2 tipos de vigas, las cuales son: 0.25x0.30 m y 0.20x0.30 m. Por su parte, también se consideró el uso de placas de 200x200 mm esto con la finalidad de poder unir los elementos

metálicos de la cubierta con las vigas de hormigón. Además, se consideraron pericos de 100x100x2 mm y vigas metálicas de 150x100x2 mm. Las correas fueron seleccionadas acorde a su capacidad portante, resultando G150x50x15x2mm para la cubierta del bloque 1, mientras que para el bloque 2 se empleó G125x50x15x2 mm.

- **Materiales**

En el siguiente inciso se llevará a cabo la descripción de los materiales tomados en cuenta en el proceso de diseño.

- **Cimentación**

- El relleno granular con $H = 0.80$ [m] por debajo de la cota de desplante tendrá las siguientes características:

1. Máximo de 20% de las partículas pasantes del tamiz #200
2. Índice plástico (IP) menor o igual a 9
3. Límite líquido (LL) menor o igual a 35
4. Mínimo alcanzar el 95% del Proctor modificado
5. CBR de al menos 30%

- El relleno no estructural por encima de la cota de desplante será con las siguientes especificaciones:
 1. El 100% de las partículas deben pasar el tamiz de 4 in.
 2. Máximo de 20% de las partículas pasantes del tamiz #200
 3. Índice plástico (IP) menor o igual a 15
 4. Mínimo alcanzar un 95% del Proctor modificado.
- Se implementará un Replanteo de 10 mm de espesor con resistencia de 150 kgf/cm².
- La resistencia a compresión de los elementos estructurales en esta sección será de 280 kgf/cm².
- El recubrimiento de los elementos de hormigón será de 50 mm.

- **Entrepiso**
 - Los elementos estructurales de hormigón tendrán una resistencia a la compresión de 280 kgf/cm².
 - El acero utilizado para el refuerzo de dichos elementos tendrá una resistencia a la fluencia de 4200 kgf/cm².
 - El recubrimiento de los elementos en esta sección será de 4 mm.

- **Cubierta**

- Las vigas de hormigón de cubierta tendrán una resistencia a la compresión de 280 kgf/cm^2 .
- Los elementos metálicos empleados como placas, cajones y correas serán a partir de acero estructural A36 con las siguientes características:

1. $F_u = 2500 \text{ kg/cm}^2$.

2. $E = 200,000 \text{ kg/cm}^2$

- Los electrodos a utilizar en el proceso de soldadura serán de E-70xx.

Código: **1001**

Rubro: **CASETA DE GUARDIANÍA Y BODEGA**

Unidad: **M²**

- **Descripción**

La obra está destinada en proveer las herramientas y materiales para edificar por completo la caseta en donde se guardará el material.

- **Materiales**

Se abastecerá de materiales como cuartones, tiras, tablas, caña rolliza picada, clavos de 2 a 8 pulgadas, bisagras, tornillos, picaportes, argollas, candado, alambre # 18, zinc, etc.

- **Control de Calidad**

El contratista será el máximo responsable por la estabilidad y conservación de los trabajos efectuados hasta el periodo de finalización de la obra. De modo que, deberá responder con las adecuaciones necesarias en caso de existir partes defectuosas o negligencias en la construcción.

- **Medición y forma de pago**

La medición para la cancelación del presente rubro estará dada en metros cuadrados (m²). Dependiendo de la ubicación y aceptación por parte de fiscalización, estos precios constituirán la compensación total por el material a

emplearse. A su vez, la mano de obra, equipos, herramientas, transporte y dispositivos auxiliarse.

Código: **1002**

Rubro: **ACOMETIDA DE AGUA PROVISIONAL**

Unidad: **U**

- **Descripción**

El presente rubro tiene como objetivo suministrar de agua potable provisional a la caseta de guardianía y oficinas instaladas en obra.

- **Materiales**

Se proveerá de tubo PVC de ½ “roscable, tanque plástico de 1 m³, codo galvanizado ½”, etc. Para realizar la acometida del suministro de agua potable.

- **Control de Calidad**

El contratista será el máximo responsable por la estabilidad y conservación de los trabajos efectuados hasta el periodo de finalización de la obra. De modo que, deberá responder con las adecuaciones necesarias en caso de existir partes defectuosas o negligencias en la construcción.

• Medición y forma de pago

La medición para la cancelación del presente rubro estará dada en unidades (U). Dependiendo de la ubicación y aceptación por parte de fiscalización, estos precios constituirán la compensación total por el material a emplearse. A su vez, la mano de obra, equipos, herramientas, transporte y dispositivos auxiliarse.

Código: **1003**

Rubro: **ACOMETIDA ELÉCTRICA PROVISIONAL**

Unidad: **U**

- **Descripción**

Este rubro tiene como meta suministrar de electricidad provisional a la caseta de guardianía y oficinas instaladas en obra.

- **Materiales**

Se obtendrá los siguientes materiales: breaker general, medidor, caja de breaker, puntos de iluminación, puntos de tomacorriente, etc. Para la canalización de la acometida eléctrica.

- **Control de Calidad**

El contratista será el máximo responsable por la estabilidad y conservación de los trabajos efectuados hasta el periodo de finalización de la obra. De modo que, deberá responder con las adecuaciones necesarias en caso de existir partes defectuosas o negligencias en la construcción.

• Medición y forma de pago

La medición para la cancelación del presente rubro estará dada en unidades (U). Dependiendo de la ubicación y aceptación por parte de fiscalización, estos precios constituirán la compensación total por el material a emplearse. A su vez, la mano de obra, equipos, herramientas, transporte y dispositivos auxiliarse.

Código: **2001**

Rubro: **TRAZADO Y REPLANTEO DE ÁREA DE TRABAJO**

Unidad: **M²**

- **Descripción**

El presente rubro está destinado en trazar el área de trabajo donde se llevará a cabo la ampliación del municipio. Para ello, se medirán longitudes y niveles con ayuda de los planos arquitectónicos.

- **Materiales**

Se dispondrá de tiras de encofrado de 1'' x 4 m, clavos de 2'' a 3 ½'', cuartones, cuerdas, cal, equipos de topografía como estación total, nivel laser y cintas métricas.

- **Control de Calidad**

El contratista será el máximo responsable por la estabilidad y conservación de los trabajos efectuados hasta el periodo de finalización de la obra. De modo que, deberá responder con las adecuaciones necesarias en caso de existir partes defectuosas o negligencias en la construcción.

- **Medición y forma de pago**

La medición para la cancelación del presente rubro estará dada en unidades de metros cuadrados (M²). Dependiendo de la ubicación y aceptación por parte de fiscalización, estos precios constituirán la compensación total por el material.

Código: **2002**

Rubro: **ROTURA DE PAVIMENTO**

Unidad: **M²**

- **Descripción**

El área de ampliación se encuentra actualmente ocupado por un pavimento flexible en donde circulan vehículos. Por ello, es necesario perforar y desalojar alrededor de 331 m² de este material para el inicio de la obra

- **Materiales y equipos**

Se dispondrá de equipos tales como cortadora disco de pavimento, martillo neumático, volqueta, Minicargadora. Además, de tener señaléticas de delimitación de área, contenedores de escombros, agua para reducción de emisión de polvo.

- **Mano de obra**

Operador, chofer y ayudante.

- **Procedimiento**

Mediante la cortadora de disco se realizan los cortes precisos sobre el área en donde se va a llevar a cabo la construcción. Posteriormente, con el martillo neumático se empieza a perforar el pavimento hasta alcanzar la subrasante. Luego, con la Minicargadora se procede a recoger los escombros generados y transportarlos hacia los contenedores.

- **Medición y forma de pago**

La medición para la cancelación del presente rubro estará adoptada en unidades de metros cuadrados (M²). Dependiendo de la ubicación y aceptación por parte de fiscalización, estos precios constituirán la compensación total por el material.

Código: **2003**

Rubro: **EXCAVACIÓN PARA CIMENTACIÓN**

Unidad: **M³**

- **Descripción**

El presente rubro identifica la actividad de excavación en las zonas donde se implementará parte de la cimentación de la estructura. Todo material desalojado que pueda ser aprovechado en materia de relleno, quedará a criterios de los responsables técnicos de la obra.

- **Materiales y Equipos**

Se dispondrá de herramientas menores, volqueta y excavadora.

- **Mano de obra**

Se requerirá chofer, operador, ayudante

- **Procedimiento**

Para la presente actividad se requerirá considerar la alineación, profundidad y anchura de excavación estipulados en los planos estructurales. Estos deben ser previamente revisados y aprobados por parte de fiscalización. Además, el contratista será el máximo responsable por los trabajos efectuados sobre la excavación.

• Medición y forma de pago

La medición de excavación se lo llevará a cabo según el material removido y dispuesto por la volumetría especificada en los rubros. Las cantidades a pagarse por esta actividad será por los (M³) de desalojo de material y su ejecución estará dado por los planos estructurales. Los precios y pagos representarán el total del rubro sin clasificar el transporte, bombeo según sea el caso, disposición, colocación y humedecimiento o secamiento del material.

Código: **2004**

Rubro: **RELLENO DE CIMIENTO Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL SELECCIONADO**

Unidad: **M³**

- **Descripción**

En esta actividad se desarrollan los procesos necesarios para llegar a la cota de desplante de la cimentación. Esto con el objetivo de mejorar las características del suelo para la base de la estructura.

- **Especificaciones técnicas**

Se obtendrá el material granular de relleno con las características descritas en el estudio de suelo. El relleno granular con H = 0.80 [m] por debajo de la cota de desplante tendrá las siguientes características:

- Máximo de 20% de las partículas pasantes del tamiz #200
- Índice plástico (IP) menor o igual a 9
- Límite líquido (LL) menor o igual a 35
- Mínimo alcanzar el 95% del Proctor modificado
- CBR de al menos 30%

- **Equipos**

Se necesitará de equipos como volquetas, compactadora, excavadora, mini cargadora, rodillo liso y herramientas menores.

- **Mano de obra**

Se requerirá operadores, chofer y peón.

- **Procedimiento**

Antes de la colocación del material importado, debe asegurarse el correcto estado de la excavación. Por tanto, el área debe estar limpia sin zonas defectuosas, inestables o existencia de agua por nivel freático, en caso de presentarse retirar con bomba. Primeramente, se procederá con equipo liviano y personal al relleno del material con capas de 20 cm de espesor, las cuales deben ser humedecida con el contenido óptimo de humedad. Posteriormente, compactadas con vibrador y rodillo liso hasta alcanzar la densidad especificada. Para realizar la capa siguiente, antes debe revisarse el ensayo del Proctor modificado la cual no puede ser menor al 95%.

- **Medición y forma de pago**

La medición para el presente rubro estará adoptada en unidades de volumen (M^3). La ejecución de esta actividad está dada por los planos estructurales e instrucciones de los responsables de la obra. Las cantidades para pagarse por relleno serán por los metros cúbicos de material puestos en sitio mediante la medición de secciones transversales iniciales y finales. La cancelación de los precios constituirá la compensación total por la preparación de la superficie, relleno, transporte, tendido, hidratación y ensayos de calidad.

Código: **2005**

Rubro: **RELLENO DE MATERIAL Y COMPACTACIÓN EN CONTRAPISO**

Unidad: **M³**

- **Descripción**

En esta actividad se considera el colado del hormigón simple no estructural en el desplante de la cimentación. Esto con el objetivo de que los elementos estructurales no estén en contacto directo con el suelo. El hormigón estará constituido por cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua en las proporciones indicadas por el capítulo 800 de la Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes del MOP-001-F-2002.

- **Materiales y Equipos**

Se abastecerá de materiales básicos como Arena, cemento portland, agua y piedra triturada, esto con la finalidad de llegar a la resistencia de 150 kg/cm². A su vez el huso de equipos de construcción como palas, parihuelas, carretillas y concreteteras.

- **Equipos**

Se requerirán equipos de construcción como palas, parihuelas, carretillas y concreteteras.

- **Mano de obra**

Peones y albañiles.

- **Procedimiento**

Se prepara el hormigón simple en las concreteiras dadas con los materiales seleccionados, se debe lograr una resistencia mínima de 150 kgf/cm².

Posteriormente, se vierte el hormigón con 10 cm de espesor en las zonas de relleno. Se patea y se esparce por toda la zona considerada para una correcta compactación de material.

- **Medición y forma de pago**

La medición para la cancelación del presente rubro estará adoptada en unidades de volumen (M³). La ejecución de esta actividad está dada por los planos estructurales e instrucciones de los responsables de la obra.

Código: **3001**

Rubro: **DESALOJO DE CUBIERTA EXISTENTE**

Unidad: **M²**

- **Descripción**

El presente rubro consiste en el desmontado de parte de la cubierta existente del edificio. Debido a que la obra corresponde a una ampliación conjunta a la edificación del municipio, será necesario retirar 40 cm de volado de la cubierta.

- **Materiales y Equipos**

Se abastecerá con los siguientes insumos de materiales martillos, sierras, cortadores de metal, cinceles, amoladora angular. Por su parte, se necesitará equipos como andamio o plataforma de trabajo, red de protección, sistemas de anclaje y líneas de vida, cabos.

- **Mano de obra**

Peones y albañiles

- **Procedimiento**

Teniendo en cuenta el área de cubierta a retirar, se procede a montar el andamio y los sistemas de seguridad. Posteriormente, se desmonta las tejas y elementos de recubrimiento. Luego, a través de las herramientas necesarias se corta la cubierta en el perímetro delimitado.

- **Medición y forma de pago**

La medición para la cancelación de rubro estará adoptada en unidades de volumen (M^2). La ejecución de esta actividad está dada por los planos estructurales e instrucciones de los responsables de la obra.

Código: **4001**

Rubro: **ACERO DE COLUMNA, VIGAS, LOSA, RIOSTRAS, ZAPATAS
CORRIDAS Y PLINTOS**

Unidad: **KG**

- **Descripción**

En el presente rubro se detalla la actividad del armado y colocación en obra de los elementos estructurales que posean aceros de refuerzo.

- **Especificaciones de materiales**

Se abastecerá con aceros corrugados de los siguientes diámetros de varillas 8, 10, 12, 14, 16, 20, 22mm para la implementación de cada uno de los elementos. Para ello, se debe asegurar la resistencia a la fluencia de este material alcance los 4200 kg/cm².

Las barras corrugadas de acero de refuerzo, mallas de alambre de acero y barras lisas de acero, necesariamente deben cumplir con los requerimientos de la sección 807 de las Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes del MOP-001-F-2.002, además, de las normas NTE INEN 101,102,103 y 104.

Los presentes materiales de acero deben estar protegidos y no tener contacto con la superficie del terreno, debido a problemas de oxidación. Las longitudes y dobleces están indicados en los planos estructurales. Las barras se doblarán en frío y con radios de 3 veces el diámetro de la varilla empleada.

Todas las barras deben ser colocadas en la posición indicada por los planos y amarrados con alambres en todos sus cruces. El espaciamiento de la armadura de refuerzo con los encofrados se lo llevará a cabo a través del uso de bloques de mortero.

- **Mano de obra**

Fierreros y peones

- **Procedimiento**

Se prepara los aceros de refuerzo en la mesa de trabajo, allí se realizan los dobleces y cortes necesarios según la distribución especificadas en los planos. Posteriormente, son llevados al sitio de la obra y armados en conjunto con los demás aceros.

- **Medición y forma de pago**

La medición para la cancelación del presente rubro estará adoptada en unidades de peso (KG). La ejecución de esta actividad está dada por los planos estructurales e instrucciones de los responsables de la obra. Los precios constituirán la remuneración total por el suministro y colocación del acero de refuerzo en el que incluye mano de obra, equipos, herramientas y materiales.

Código: **4002**

Rubro: **HORMIGÓN SIMPLE F'C=150 KG/CM² EN REPLANTILLO E=10CM**

Unidad: **M²**

- **Descripción**

El presente trabajo consiste en suministrar el vaciado, terminado y curado de hormigón para replantillo en las cimentaciones de la edificación. El concreto estará compuesto por cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, agua y de ser el caso también aditivo. La proporción de cada uno de estos materiales estará dada por las especificaciones estipuladas por el capítulo 800 de la MOP-001-F-2002. El tipo de hormigón y espesor a utilizarse será indicado en los planos estructurales y comprobada en obra.

- **Materiales**

El hormigón y materiales utilizados cumplirá con los requisitos mencionados por las normativas previamente mencionadas.

- **Medición y forma de pago**

La medición estará dada por las cantidades reales llevadas a cabo e implementadas en obra. Su pago será dado por metro cuadrado (m²). Las cantidades para cancelar en esta actividad serán por los metros cuadrados de replantillo con espesor de 10 cm incorporados en la construcción.

Código: **4003**

Rubro: **HORMIGÓN CICLÓPEO F'C = 180 KG/CM²**

Unidad: **M³**

- **Descripción**

En el presente rubro se detalla la elaboración del hormigón ciclópeo que estará en el contorno de toda la cimentación. Ya que a través de estas se lograr llegar a la cota de contrapiso. Este material consiste en una mezcla heterogénea entre cemento portland y piedras bases de gran tamaño. Los rellenos deben poseer el Proctor especificado en los planos estructurales, es decir, al menos el 95%. El hormigón deberá contar con una resistencia de 180 kg/cm² con cemento clase F y piedras en un 40% de ocupación. Las piedras bases contarán con una densidad mínima de 2.3 g/cm³.

- **Procedimiento**

Se procede, primeramente, a formar la colocación alternada de capas de hormigón y piedras alrededor del encofrado. Posteriormente, se embeben y debe asegurarse que las piedras estén rodeadas de al menos 15 cm de concreto. El hormigón se dosificará acorde a la normativa de la sección 801 de las especificaciones del MOP-001-F-2002. Posteriormente, será vibrado para evitar problemas de segregación. La superficie superior terminada debe estar lisas y conformes a las cotas especificadas en los planos. Algunas de las normas usadas

para la elaboración de este material son: NTE INEN 152, INEN 2380 – ASTM 1157, AASHTO M 295.

- **Medición y forma de pago**

Las cantidades para cancelar por actividades de este tipo serán cubiertas por unidades de metros cúbicos (M3). El pago se lo llevará a cabo acorde al precio unitario enlistado en la tabla de cantidades y precios. Estos valores constituyen a la compensación total por el suministro de materiales, transporte, mezclado, colado, acabado y curado del concreto.

Código: **4004**

Rubro: **HORMIGÓN SIMPLE F'C=280 KG/CM2 PARA COLUMNAS, VIGAS, LOSA, RIOSTRAS, ZAPATAS CORRIDAS Y PLINTOS**

Unidad: **M³**

- **Descripción**

En el presente rubro se detalla el proceso de vertido de hormigón y sus etapas predecesoras para su cumplimiento. Por ello, comprende los detalles y especificaciones para la elaboración de concreto simple o reforzado y ciclópeo para la construcción de estructuras. Además, de detallar los materiales, transporte, manejo, colocación, fraguado, acabados y reparación de todo el hormigón que se va a realizar. Todas las actividades mencionadas deberán seguir y cumplir con las especificaciones de las normas ACI y ASTM.

CEMENTO

El cemento que será utilizado es el Portland Tipo I, el cual debe cumplir con la norma ASTM C-150. El contratista tiene la responsabilidad de adecuar una bodega de almacenamiento para proteger el material contra agentes externos como la humedad.

El contratista deberá hacer uso de aditivos en el hormigón según lo indicado en los planos estructurales. De modo que, estos no influyan en las propiedades básicas de resistencia del concreto.

AGUA

El agua está destinada al lavado de agregados, preparación de mezcla y curado de hormigón. Necesariamente deberá encontrarse limpia y libre de sustancias como aceites, sales, ácidos y materia orgánica. Esto con la finalidad de proteger la calidad de los materiales actuantes en su resistencia y durabilidad.

AGREGADOS

Los agregados finos y gruesos tendrán que cumplir con las especificaciones según la normativa ASTM C-33.

AGREGADO FINO

El agregado fino deberá cumplir con la siguiente clasificación de gradación.

Tabla 3.2.1

Tamiz	% pasante
3/8''	100
No. 4	95-100
No. 8	80-100
No. 16	50-85
No. 30	25-60
No. 50	10-30
No. 100	2-10

AGREGADO GRUESO

El agregado grueso tendrá que cumplir con al menos 3 de los siguientes grupos. Además, el contratista puede proponer otras alternativas que se ajusten también a la norma ASTM C-33 en tema de tamaño y combinación.

Tabla 3.2.2

Tamiz	Porcentaje pasante		
	Grupo	Grupo	Grupo
	No. 1	No. 2	No. 3
3''	100	-	-
2.5''	90-100	-	-
2''	35-70	100	-
1.5''	0-15	95-100	-
1''	-	-	100
3/4''	0-15	35-70	90-100
1/2''	-	-	-
3/8''	-	10-30	20-55
No. 4	-	0-5	0-10
No. 8	-	-	0-5

ALMACENAMIENTO

El almacenamiento y control de los agregados deberá llevarse a cabo de tal forma que se evite su combinación con materiales orgánica y contaminantes.

RESISTENCIA

La resistencia del concreto a compresión es de 280 kg/cm² y está especificada en los planos estructurales. Los requisitos de calidad en tema de resistencia se basan en los ensayos de la ASTM C-31, C-39 y C-172. Las muestras para la ejecución de ensayos de resistencia, se deberá considerar 1 por día.

PLASTICIDAD Y ASENTAMIENTO

La mezcla de concreto deberá tener una plasticidad tal que pueda consolidarse las esquinas y ángulos de formaletas alrededor del acero de refuerzo. Mediante los métodos de colocación y compactación utilizados en sitio.

Tabla 3.2.3

Consistencia	Asentamiento (mm)	Tipo de estructura
Muy seca	0-20	Pilotes o vigas prefabricadas de alta resistencia, con empleo de vibradores de formaleta.
Seca	21-35	Pavimentos construidos con equipo terminador vibratorio.
Semi-seca	36-50	Pavimentos con vibradores de aguja. Fundaciones de concreto simple y construcciones en masas voluminosas. Losas medianamente reforzadas colocadas con vibración.
Media	51-100	Pavimentos compactados a mano. Losas medianamente reforzadas, con mediana compactación. Vigas, columnas, fundaciones y muros reforzados, colocados con vibración.
Húmeda	101-150	Revestimiento de túneles. Secciones con demasiado refuerzo. Trabajos donde la colocación sea demasiado difícil.

Dosificación

Las cantidades de los materiales como agua, cemento, arena y grava en los diferentes tamaños y aditivos se deberán efectuar por el peso de estos mediante los requerimientos estipulados por la norma ASTM C-136.

Muestreo y ensayos

El concreto no se considerará de composición y consistencia uniforme y aceptables, a menos que los resultados de los ensayos realizados en dos muestras tomadas en los puntos correspondientes a $1/4$ y $3/4$ de una bachada en el momento en que ésta sale de la mezcladora, se encuentren dentro de los siguientes límites:

No se tomará en cuenta concretos con baja composición y consistencia variable. Sin embargo, se aceptarán los ensayos realizados en muestras tomadas en puntos específicos como $1/4$ y $3/4$ de una bachada salida en el proceso de mezclado.

1. El peso unitario individual de cada muestra de mortero no debe exceder más de 0.8% del promedio de ambas muestras.
2. El porcentaje del peso retenido en el agregado del Tamiz No 4, no debe superar más del 5% respecto al promedio de dos muestras.
3. La diferencia de asentamiento de ambas muestras no debe ser mayor a 2.5 cm.

Con el objetivo de monitorear las características del hormigón, se llevará a cabo los siguientes ensayos.

Consistencia: medido por cada ensayo de asentamiento, de acuerdo con la norma ASTM C-143.

Ensayo de compresión: deberá acogerse a las recomendaciones y normas de la ASTM C-31, C-39, C-172.

Para los ensayos de hormigón, se recolectarán tres muestras representativas por el cual se inducirán a curar y moldear respectivamente con condiciones de temperatura y humedad según la norma ATM C-31.

Ensayo del concreto endurecido: se deberá realizar de acuerdo con la norma ASTM C-42. Para su empleo, se tomarán al menos tres muestras diferentes y se aceptará la resistencia cuando la media de los resultados de los ensayos supere la resistencia especificada.

Ensayo de carga: Efectuado para aquellas estructuras que presenten incertidumbre sobre la seguridad y calidad de los procesos efectuados. Las normas a seguir son las recomendaciones estipuladas por el ACI y el ASTM.

CURADO

El curado se lo realizará con los procedimientos estipulados por el contratista y fiscalizador de la obra, de tal manera, que el hormigón haya fraguado lo suficiente hasta el periodo adecuado para realizar dicha actividad.

- **Materiales y Equipos**

Se abastecerá de equipos esenciales como mixer, palas, equipo de vibración y carretillas. Además, de obtener el hormigón la resistencia especificada de 280 kg/cm².

- **Mano de obra**

Albañiles, peones y maestro de obra.

- **Procedimiento**

Se realiza el colado de hormigón en toda la extensión del elemento. Por ende, se debe tener supervisión técnica por parte del residente y fiscalizador de la obra. Preservar que la distancia de la manguera hacia el fondo no se mayor a 1 metro, esto para evitar la posible segregación del material. Además, de tener en cuenta los ensayos respectivos que se realizan in situ para comprobar la calidad del hormigón.

- **Medición y forma de pago**

La medición para la cancelación del presente rubro estará adoptada en unidades de metro cúbicos (M³). La ejecución de esta actividad está dada por los planos estructurales e instrucciones de los responsables de la obra.

Código: **4005**

Rubro: **RELLENO DE MATERIAL DE CONTRAPISO**

Unidad: **M³**

- **Descripción**

En esta actividad se desarrollan los procesos necesarios para llegar a la cota de desplante de contrapiso estipulado por los planos estructurales.

- **Especificaciones técnicas**

Se obtendrá el material granular de relleno con las características descritas en el estudio de suelo. El relleno no estructural por encima de la cota de desplante será con las siguientes especificaciones

- El 100% de las partículas deben pasar el tamiz de 4 in.
- Máximo de 20% de las partículas pasantes del tamiz #200
- Índice plástico (IP) menor o igual a 15
- Mínimo alcanzar un 95% del Proctor modificado.

- **Equipos**

Se necesitará de equipos como volquetas, compactadora, excavadora, mini cargadora, rodillo liso y herramientas menores.

- **Mano de obra**

Se requerirá operadores, chofer y peón.

- **Procedimiento**

Antes de la colocación del material importado, debe asegurarse el correcto estado de la excavación. Por tanto, el área debe estar limpia sin zonas defectuosas, inestables o existencia de agua por nivel freático, en caso de presentarse retirar con bomba. Primeramente, se procederá con equipo liviano y personal al relleno del material con capas de 20 cm de espesor, las cuales deben ser humedecida con el contenido óptimo de humedad. Posteriormente, compactadas con vibrador y rodillo liso hasta alcanzar la densidad especificada. Para realizar la capa siguiente, antes debe revisarse el ensayo del Proctor modificado la cual no puede ser menor al 95%.

- **Medición y forma de pago**

La medición para el presente rubro estará adoptada en unidades de volumen (M^3). La ejecución de esta actividad está dada por los planos estructurales e instrucciones de los responsables de la obra. Las cantidades para pagarse por relleno serán por los metros cúbicos de material puestos en sitio mediante la medición de secciones transversales iniciales y finales. La cancelación de los precios constituirá la compensación total por la preparación de la superficie, relleno, transporte, tendido, hidratación y ensayos de calidad.

Código: **5001**

Rubro: **HORMIGÓN SIMPLE 150 KG/CM² PARA CONTRAPISO**

Unidad: **M²**

- **Descripción**

En esta actividad se considera el colado del hormigón simple no estructural en la parte superior del relleno para formar el contrapiso.

- **Procedimiento**

Primeramente, se debe tener todo el perímetro a nivel. Posterior, al proceso de compactación, se deberá esparcir el hormigón por todo el perímetro en donde se va a asentar el contrapiso con resistencia a 150 kg/cm² con espesor de 10 cm. Debido a la dilatación de este material es conveniente instalar juntas ya sea en el proceso de fundido o con el posterior corte cuando el concreto está endurecido. En el proceso del colado la mezcla debe ser homogenizada con piedra ¾'', cemento portland y agua limpia en las proporciones especificada.

- **Medición y forma de pago**

La medición para la cancelación del presente rubro estará adoptada en unidades de volumen (M²). La ejecución de esta actividad está dada por los planos estructurales e instrucciones de los responsables de la obra.

Código: **5001**

Rubro: **MONTAJE DE CUBIERTA METÁLICA**

Unidad: **KG**

- **Descripción**

La presente actividad consiste en realizar el montaje de los elementos estructurales metálicos que componen la cubierta.

- **Materiales y Equipos**

Se abastecerá de acero A36 para pericos, vigas y correas. Teniendo en cuenta los siguientes parámetros $F_u = 2500 \text{ kg/cm}^2$ $E = 200,000 \text{ kg/cm}^2$.

Además, de considerar soldadura E-7011 para la unión y ensamblaje de los elementos. Posteriormente, considerar los equipos de grúas hidráulicas, taladros, amoldadoras angulares, sierra eléctrica, equipo de soldadura, remachadoras, arneses y líneas de vida.

- **Mano de obra**

Soldadores, peones y operador de máquina.

- **Procedimiento**

En este tipo de actividades, se comienza transportando los elementos metálicos a las respectivas posiciones en sitio. Luego de haber fijado con soldadura el elemento se procede a ensamblar los demás elementos restantes. Completado esta etapa, se procede a instalar el Steel panel de la cubierta, para ello, se atornilla las planchas del material a las correas.

- **Medición y forma de pago**

La medición para la cancelación del presente rubro estará adoptada en unidades de peso (KG). La ejecución de esta actividad está dada por los planos estructurales e instrucciones de los responsables de la obra.

3.2.2 Especificaciones de Diseño de Sistema AALL

Normativas:

Los códigos y normas utilizados en el diseño del sistema de drenaje de aguas lluvias establecen los lineamientos necesarios para garantizar seguridad, funcionalidad y durabilidad. En este proyecto se han implementado las siguientes regulaciones:

- **NEC-2015**

Regula el dimensionamiento de bajantes, pendientes mínimas en canaletas y requisitos generales para garantizar el correcto manejo de las aguas lluvias, evitando acumulaciones y asegurando la eficiencia del sistema.

Código: **6001**

Rubro: **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CANALETAS LONGITUDINALES**

Unidad: **M**

- **Descripción**

Se realiza la instalación de canaletas longitudinales de PVC para captar y conducir las aguas lluvias hacia los bajantes, asegurando una pendiente mínima del 2%.

- **Materiales**

Dispondrá de tuberías de PVC de 3", codos, uniones y adaptadores según el diseño, y adhesivo para PVC.

- **Control de Calidad**

El contratista será responsable de verificar la pendiente mínima requerida del 2% en la instalación de los colectores, asegurando un flujo eficiente de agua y la ausencia de acumulaciones. Pruebas de flujo serán realizadas para confirmar el funcionamiento.

- **Medición y forma de pago**

La medición para el pago será en metros lineales (m) de tubería instalada, de acuerdo con las especificaciones y aceptación por parte de la fiscalización. Este precio incluirá materiales, mano de obra, equipos, herramientas y demás operaciones necesarias para la culminación del trabajo.

Código: **6002**

Rubro: **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BAJANTES DESDE CANALETAS**

Unidad: **M**

- **Descripción**

Se realiza la instalación de bajantes verticales de PVC para conducir las aguas lluvias desde las cubiertas hacia los canalones.

- **Materiales**

Dispondrá de tuberías de PVC de 4" para la cubierta 1, tuberías de PVC de 3" para la cubierta 2, abrazaderas galvanizadas y adhesivo para PVC.

- **Control de Calidad**

El contratista será responsable de garantizar que las bajantes sean instaladas de forma adecuada, verificando que no existan fugas, desbordamientos o fallas estructurales en el sistema. Las pruebas de flujo simularán precipitaciones para asegurar el correcto funcionamiento.

- **Medición y forma de pago**

La medición para el pago será en metros lineales (m) de tubería instalada, de acuerdo con las especificaciones y aceptación por parte de la fiscalización. Este precio incluirá materiales, mano de obra, equipos, herramientas y demás operaciones necesarias para la culminación del trabajo.

Código: **7001**

Rubro: **COLOCACIÓN DE REJILLAS PROTECTORAS EN BAJANTES**

Unidad: **U**

- **Descripción**

Se colocarán rejillas de captación en el área de las bajantes para prevenir el ingreso de sólidos grandes al sistema de drenaje.

- **Materiales**

Dispondrá de canaletas de PVC resistentes a UV, rejillas de PVC y soportes metálicos galvanizados.

- **Control de Calidad**

El contratista verificará que las rejillas estén correctamente fijadas y niveladas para garantizar una captación eficiente del agua, evitando el ingreso de sólidos al sistema de drenaje.

- **Medición y forma de pago**

La medición para el pago será por unidad (u) de rejilla instalada, de acuerdo con las especificaciones y aceptación por parte de la fiscalización. Este precio incluirá materiales, mano de obra, equipos, herramientas y demás operaciones necesarias para la culminación del trabajo.

Código: **8001**

Rubro: **SELLADO E IMPERMEABILIZACIÓN DE CONEXIONES Y FIJACIONES**

Unidad: **M²**

- **Descripción**

Se garantizará la estanqueidad de las uniones del sistema de drenaje mediante la aplicación de selladores de alta calidad.

- **Materiales**

Dispondrá de silicona neutra para PVC de alta resistencia.

- **Control de Calidad**

El contratista deberá limpiar las superficies antes de aplicar el sellador y realizar pruebas de infiltración para asegurar que no existan fugas en las uniones selladas.

- **Medición y forma de pago**

La medición para el pago será en metros cuadrados (m²) de sellado realizado, de acuerdo con las especificaciones y aceptación por parte de la fiscalización. Este precio incluirá materiales, mano de obra, equipos, herramientas y demás operaciones necesarias para la culminación del trabajo.

Código: **8002**

Rubro: **PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE**

Unidad: **U**

- **Descripción**

Se verificará el correcto funcionamiento del sistema pluvial desde la captación hasta la descarga.

- **Materiales**

No aplica.

- **Control de Calidad**

El contratista deberá realizar pruebas simulando flujo de agua para identificar posibles deficiencias en el sistema, garantizando su funcionalidad integral.

- **Medición y forma de pago**

La medición para el pago será por unidad (u) respecto a cada cubierta, de acuerdo con las especificaciones y aceptación por parte de la fiscalización. Este precio incluirá mano de obra, equipos, herramientas y demás operaciones necesarias para la culminación del trabajo.

3.2.3 Especificaciones de Distribución Eléctrica

Las normativas utilizadas en el diseño y ejecución de las instalaciones eléctricas de este proyecto establecen los lineamientos necesarios para garantizar la seguridad, eficiencia, durabilidad y conformidad con estándares internacionales.

Por ende, se ha implementado la siguiente normativa:

- **NEC - Instalaciones Eléctricas**

Regula el diseño y construcción de sistemas eléctricos con el objetivo de garantizar la seguridad de las personas y propiedades frente a riesgos eléctricos.

Entre los aspectos principales que cubre esta normativa se encuentran:

- Dimensionamiento de conductores eléctricos y protección contra sobrecorrientes.
- Cálculo de cargas y capacidad de los circuitos eléctricos.
- Instalación y clasificación de canalizaciones, tableros, luminarias y dispositivos eléctricos.
- Requisitos de puesta a tierra y conexión equipotencial para protección frente a fallas eléctricas.
- Especificaciones para instalaciones en ubicaciones húmedas, corrosivas y áreas peligrosas.

Código: **9001**

Rubro: **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR 3Ø TIPO
PADMOUNTED DE 150kW 13800/220-127v**

Unidad: **U**

- **Descripción**

Este rubro comprende el suministro e instalación de Transformador Trifásico Tipo Padmounted 125 KVA, en el lugar según indique los planos.

El contratista deberá coordinar con Fiscalización o Administrador, el momento del suministro, montaje y conexión del Transformador Trifásico de 125 KVA Padmounted, donde indica los planos eléctricos. La conexión implica los cables de alta y de baja tensión. El contratista deberá realizar las pruebas necesarias, es decir cuando se haya energizado y probado tensión en el transformador. Fiscalización dará el visto bueno de este rubro.

- **Procedimiento de Trabajo**

El transformador será instalado sobre base de hormigón de 10 cm. de altura, en el lugar señalado por los planos o donde indique fiscalización.

En caso de que este se llegare a derramar del interior del tanque del transformador por algún motivo, se deberá construir en el perímetro de la base de hormigón, un canal confinado, para conservar el aceite aislante del transformador. El Contratista en conjunto con Fiscalización efectuará la verificación de lo realizado. Es obligación del Contratista, tener como residente de obra para la ejecución este rubro, un Ingeniero Eléctrico.

El transformador a instalarse será de tipo Padmounted, aislado en aceite, previa a su instalación deberá cumplir con todas las normas técnicas emitidas por la CNEL, y en forma general, deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Capacidad: 150 KVA OA. Trifásicos
- Voltaje primario: 13,1000 Voltios delta
- Voltaje secundario: 127/220 V estrella
- Aislamiento: Aceite de alta rigidez dieléctrica, libre de PCB
- Conexión: Dy 5
- Frecuencia: 60 Hz
- BIL: 95 KV / 30 KV
- Taps: + y - 2 x 2.5%, en AT, para ajuste sin energía
- Elevación de temperatura máxima: 65 grados
- Devanados: Cobre

- Tipo: trifásico Padmounted con 3 bushings de porcelana en (AT) y 4 en (BT)
- Carcasa: De hierro dulce, negro, pintado con epóxico y esmalte color Gris ANSI.
- Procedencia: Importado o Nacional. Normas ANSI o IEC.

Este equipo será de fabricación nacional y el contratista deberá presentar a fiscalizador hoja de protocolo de pruebas de fábrica y garantía técnica. También deberá megar el equipo, previo a su energización.

El diseño del transformador debe cumplir con las normas nacionales INEN 2120 o internacionales ANSI/IEEE C57. 12.26.

Obligaciones del contratista

- El proveedor deberá contar con personal especializado en trabajos eléctricos e instalación de transformadores.
- El proveedor necesitara usar instrumentos de precisión de su propiedad.
- El proveedor adjudicado deberá realizar la inspección del sitio, para determinar el lugar idóneo para instalar el transformador.
- El proveedor deberá encargarse de cumplir con toda la reglamentación que exija la CNEL-GUAYAS.

- El contratista con la respectiva aprobación del proyecto eléctrico tendrá la obligación de realizar el trámite respectivo en la CNEC para obtener los 3 transformadores de corriente e instalarlo, posteriormente la energización del transformador y la instalación del medidor eléctrico.
- El proveedor adjudicado deberá entregar un informe detallado de las condiciones de las instalaciones eléctricas con su respectivo cuadro de cargas.
- El proveedor adjudicado deberá instalar un panel tipo vitrina para protección del medidor.
- Al terminar el trabajo se deberá realizar prueba de instalaciones eléctricas.

- **Medición y forma de pago**

El rubro se pagará por unidad (U) de Suministro e Instalación de Transformador, al precio unitario ofertado.

Código: **9002**

Rubro: **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DE MEDIA TENSIÓN
HASTA EL TRANSFORMADOR**

Unidad: **M**

- **Descripción**

Este rubro comprende el suministro e instalación de Acometida de media tensión desde poste de hormigón a Transformador.

- **Procedimiento de Trabajo**

Una vez instalado el transformador, se procederá a la instalación del alimentador de media tensión del Transformador, que partirá desde el poste de hormigón. Se usará material nuevo de excelente calidad, el contratista deberá demostrar con facturas el material nuevo a instalarse. El Contratista en conjunto con Fiscalización efectuará la verificación de lo realizado.

El contratista estará en la obligación de realizar cualquier cambio o modificación, en base a las sugerencias que haga la Cnel.

- **Medición y forma de pago**

La medición para el pago será en metros lineales (m) de acometida instalada, de acuerdo con las especificaciones y aceptación por parte de la fiscalización. Este precio incluirá materiales, mano de obra, equipos, herramientas y demás operaciones necesarias para la culminación del trabajo.

Código: **9003**

Rubro: **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MALLA PUESTA A TIERRA**

Unidad: **U**

- **Descripción**

El Contratista proporcionará el siguiente material: cable de cobre, electrodos de varilla Cooperweld, conectores, moldes y sueldas de termofusión, etc., para la ejecución del Suministro e Instalación de Malla Puesta a Tierra, en el lugar donde indica los planos.

- **Procedimiento de Trabajo**

Se deberá trazar la cuadrícula para la instalación de las varillas de cobre, efectuando una excavación de zanja con una profundidad de acuerdo con el detalle indicado en los planos del proyecto y con el ancho que permita colocar el cable y ejecutar los empalmes (20 cm, mínimo) con los moldes de termosuelda.

Posteriormente, se iniciará el tendido de cable, e hincado de electrodos de Cooperweld. El cable de la malla será de cobre desnudo # 2/0 de 19 hilos. Las varillas serán de 5/8 "x 8", de hierro con capa superficial de cobre, tipo Cooperweld, de alta camada, norma UL. La malla llevará un total de 4 varillas.

La construcción de la malla se realizará antes de que se funda los contrapisos. Se deberá dejar 4 chicotes con altura suficiente: para carcasa de equipo, para neutro de equipo, para tablero distribuidor y para puerta del cuarto.

Las uniones entre los conductores, y entre estos y las varillas serán ejecutadas mediante el procedimiento de suelda autofundente, con moldes y pólvora adecuados al calibre del cable 2/0. Se deberá garantizar una suelda efectiva, sin porosidades y sin rotura de hilos del cable.

- La malla deberá ir enterrada a una profundidad mínima indicada en los planos del proyecto (60 cm)
- El hincado de electrodos se ejecutará a presión de martillo de mínimo 4 lb. El electrodo deberá quedar firmemente enterrado para evitar falsos contactos con tierra
- La colocación de electrodos para la formación de la red de tierras, se la hará de acuerdo con la ubicación de planos.
- El relleno y compactado de las zanjas se hará con tierra húmeda tipo cascajo, previo a fundir el contrapiso.
- El contratista conectará a tierra todas las carcasas de equipos eléctricos, tableros, neutros, puertas metálicas, etc.

- **Medición y forma de pago**

El rubro de Suministro e Instalación de Malla Puesta a Tierra es la unidad (U).

Código: **10001**

Rubro: **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ALIMENTADOR PRINCIPAL**

Unidad: **M**

- **Descripción**

Este rubro se refiere al Suministro e Instalación de Alimentador Eléctrico desde Transformador por electrocanal, desde el Transformador en lado de Baja Tensión hasta el Tablero de Distribución Principal TDP, de acuerdo con el diagrama unifilar y con los recorridos que se indican en planos. Estos conductores irán tendidos sobre parrillas galvanizadas horizontales. La parrilla no es parte de este rubro.

- **Materiales**

La instalación eléctrica deberá ejecutarse en forma técnica empleando personal experto bajo la dirección de un Ingeniero en Electricidad.

Desde el tablero de inicio, al tablero de destino, se tenderá el alimentador eléctrico de 220 voltios, trifásico o monofásico, según cantidad de ternas y calibres indicados en los diagramas unificables. Para alimentadores de ternas múltiples, cada conductor tendrá una identificación de color único para la misma fase para evitar cruces de los paralelos en la conexión.

El cable a usarse es cable de cobre, de 7, o 19 o 37 hilos, con aislamiento THHN de 600 voltios y 110 grados de temperatura, resistente a humedad y aceites, normas ICEA. La conexión de los extremos de estos cables está incluida en los rubros de los tableros respectivos. Si se requieren terminales, estos serán de tipo machinable a compresión, de cobre estañado normas UL de igual calibre al conductor.

Para los alimentadores de 2 ternas, se deberá considerar que la disposición de conductores sobre parrilla es terna por terna, y cada terna al lado de la otra. Una terna en sí debe conformarse por 2 conductores (fase a y b) juntos, y la fase c, encima de los 2 primeros, formando un triángulo.

Todos los conductores se deberán amarrar a la parrilla con amarras plásticas, cada 60 cm.

En los planos se indica la ubicación de los tableros/paneles de origen/destino de los alimentadores. El recorrido previsto será en horizontal, amarrado a la parrilla para portar los alimentadores, sin embargo, el contratista y fiscalizador, deberán replantear en obra dicho recorrido y confirmarlos o ajustarlo de acuerdo con presencia de obstáculos constructivos y/u optimización de recorrido.

El ingreso de cables a los tableros o paneles de destino deberá hacerse en un calado completo para el alimentador. Está prohibido hacer un calado por conductor. El calado deberá alojar al menos, un alimentador completo (fases + neutro + tierra). Para el ingreso de alimentador a panel, se deberá proveer accesorio como conector, prensa estopa o similar, para evitar que el cable se adose a filos vivos de metal en el calado o ponche.

Los alimentadores deberán conectarse a disyuntores, a través de los respectivos terminales de ajuste por “prisionero”. En ausencia de esos terminales, se deberá proveer terminales de cobre estañado, para machinar y apernar

- **Medición y forma de pago**

El rubro se pagará por metro lineal (m), por el Suministro e Instalación de Alimentador Eléctrico desde Transformador por electrocanal.

Código: **10002**

Rubro: **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TABLERO DE MEDIDORES**

Unidad: **U**

- **Descripción**

Este rubro incluye el suministro e instalación del Tablero de Medidores, según especificaciones técnicas y el diseño de los planos eléctricos. Este tablero estará fabricado con materiales de alta calidad, resistente a la intemperie, y cumplirá con las normativas CNEL y NEC.

- **Procedimiento de Trabajo**

- Preparación del sitio para la instalación del tablero de medidores.
- Montaje del tablero sobre base fija de hormigón, asegurando estabilidad y nivelación.
- Conexión del tablero a la acometida y alimentadores principales.
- Instalación de accesorios: protecciones, interruptores y bases para medidores.
- Realización de pruebas funcionales para verificar el correcto funcionamiento

- **Medición y forma de pago**

Se medirá y pagará por unidad (U) de tablero instalado, de acuerdo con las especificaciones técnicas y previa aprobación de Fiscalización.

Código: **11001**

Rubro: **SUMINISTRO E INSTALACIÓN EN ALIMENTADORES SECUNDARIOS**

Unidad: **M**

- **Descripción**

Este rubro incluye el suministro e instalación de los Alimentadores Secundarios desde el Tablero de Distribución Principal (TDP) hacia los Tableros Secundarios, de acuerdo con los planos eléctricos. Se utilizarán cables de cobre de aislamiento THHN y canalización según norma.

- **Procedimiento de Pago**

- Revisión de planos y confirmación del recorrido.
- Tendido de conductores sobre electrocanales o ductos previstos.
- Identificación de fases y conexión de cables en los tableros.
- Fijación de conductores cada 60 cm con abrazaderas plásticas.
- Pruebas de continuidad y aislamiento.

- **Medición y forma de pago**

Se medirá y pagará por metro lineal (m) de alimentador secundario instalado y probado.

Código: **12001**

Rubro: **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN**

Unidad: **M**

- **Descripción**

Instalación de luminarias LED en los puntos de iluminación indicados en el plano eléctrico, incluyendo conexiones eléctricas y fijaciones mecánicas.

- **Materiales**

Dispondrá de luminarias LED, cajas de conexión para techo, tornillería y tacos expansivos.

- **Control de Calidad**

El contratista verificará la correcta polaridad, continuidad y fijación de las luminarias, realizando pruebas de funcionamiento antes de la entrega.

- **Medición y forma de pago**

La medición para el pago será por metro lineal de luminaria, a través de cables instalados y probados, de acuerdo con las especificaciones y aceptación por parte de la fiscalización. Este precio incluirá materiales, mano de obra, equipos, herramientas y demás operaciones necesarias para la culminación del trabajo.

Código: **12002**

Rubro: **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIRCUITOS DE
TOMACORRIENTES 110V Y 220V**

Unidad: **M**

- **Descripción:**

Instalación de tomacorrientes de 110V y 220V en las ubicaciones definidas por el diseño, garantizando la correcta conexión eléctrica y mecánica.

- **Materiales:**

Dispondrá de tomacorrientes polarizados de 110V, tomacorrientes de 220V para cargas especiales, cajas empotradas de PVC, tornillería y tapas de acabado.

- **Control de Calidad:**

El contratista verificará que los tomacorrientes estén correctamente conectados, respetando la polaridad de fase, neutro y tierra, además de realizar pruebas de funcionalidad antes de la entrega.

- **Medición y forma de pago:**

La medición para el pago será por metro lineal de tomacorriente instalado y probado, de acuerdo con las especificaciones y aceptación por parte de la fiscalización. Este precio incluirá materiales, mano de obra, equipos, herramientas y demás operaciones necesarias para la culminación del trabajo.

Capítulo 4

4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

4.1 Descripción del proyecto

La importancia de esta evaluación se origina esencialmente en el requerimiento de prevenir daños ambientales (SEMARNAT, 2021). Así como también, contribuir a la fortaleza estructural y el desarrollo urbano sostenible que están estipulados en los ODS 9 y 11 respectivamente.

La ampliación del edificio municipal de Samborondón en la Aurora se encuentra delimitado principalmente por la empresa Amagua, la institución del Cuerpo de bomberos, el estero El Batán y el centro comercial Plaza Proyecto.

La ampliación busca satisfacer la creciente demanda de atención a los usuarios debido a los problemas que puedan surgir por la carga laboral del Municipio. Sin embargo, construcciones de esta magnitud generan actividades con potencial impacto al ambiente (SciELO, 2014). Entre los que se encuentra, el proceso de demolición, movimiento de tierras, generación de ruido y afectaciones a los cuerpos de agua.

Por consiguiente, es necesario medir los impactos identificados para lo cual se implementa la elaboración de matrices causa-efecto que permitan caracterizar las problemáticas generadas (ISOTools, 2023). Por ello, se pretende realizar una serie de procedimientos que sean capaces de mitigar los efectos causados por dichas actividades.

El presente trabajo prioriza una alternativa que pueda cumplir con una construcción sostenible, el desarrollo social y la preservación del ambiente. En consecuencia, se propone ejecutar un plan base para el reciclaje de residuos sólidos, además, la incorporación de elementos que impida la contaminación al estero.

Por otro lado, se hará uso de tecnologías de sistemas de monitoreo capaces de controlar la calidad del agua y aire. En adición, es primordial llevar a cabo una eficiente gestión de materiales y recursos naturales. Por ende, se contará con los permisos que ameritan y proporciona el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

4.2 Línea de base ambiental

Teniendo en cuenta la ubicación del proyecto y las condiciones actuales, se identificaron los siguientes parámetros relevantes:

- **Físicos**
 - **Clima:** Tropical húmedo con temperaturas oscilantes entre 25 – 30°C (INAMHI, 2020).
 - **Topografía:** Terreno plano sin gran presencia de pendientes (IGM, 2019).
 - **Suelo:** Generalmente arcilloso que cuenta con capacidad de carga para resistir estructuras medianas (IGM, 2019).

- **Hidrología:** El estero El Batán funciona como regulador ayudando a la prevención de inundaciones (El Universo, 2010).
- **Biológicos**
 - **Flora:** Se encuentra vegetación ornamental dentro del área del municipio. Sin embargo, se cuentan con presencia manglar y humedales en la zona del estero. (El Universo, 2015).
 - **Fauna:** Se han encontrado especies como tigrillos, osos perezosos y nutrias cercanas al municipio (El Comercio, 2021).
- **Socioeconómicos**
 - **Población:** La población de la Aurora oscila entre los 35000 habitantes, además, alrededor de 600 personas son empleados del municipio (GAD, 2023). Por lo tanto, aproximadamente 35600 personas se beneficiarían de este proyecto.
 - **Uso de suelo en el área de estudio:** infraestructura usada para el edificio municipal (Municipio Samborondón, 2022).

4.3 Actividades del proyecto

La presente obra civil involucra una secuencia de actividades para su construcción. No obstante, en este apartado se describirán las más susceptibles a generar un mayor impacto al ambiente.

- **Desmontaje de infraestructura**

La actividad inicial corresponde a la preparación del terreno, aquí se realizan procesos de desalojo de material existente. En el presente proyecto, se tendrá que efectuar el desmontaje de parte de la cubierta actual, además, de perforar una gran extensión del pavimento flexible en donde se asentará la ampliación.

- **Replanteo y excavación**

Posteriormente, se lleva a cabo el trazado de las áreas en donde se va a desalojar el material, siguiendo las directrices y recomendaciones de los planos elaborados en el proceso de diseño.

- **Movimiento de tierra**

Esta actividad se realiza en varias fases de la construcción, sin embargo, donde predominan con mayor intensidad son en los procesos de excavación, mejoramiento y relleno.

- **Implementación de materiales**

Esta actividad representa la colocación in situ de materiales como hormigón, acero, pinturas, mampostería, etc.

4.4 Identificación de impactos ambientales

- **Actividad 1: Contaminación auditiva**

El desmontaje de elementos existentes y la perforación del pavimento genera ruido, lo que puede perturbar a la salud de los receptores, es decir, empleados y usuarios del municipio.

- **Actividad 2: Alteración de vegetación y suelos**

La excavación sin un control determinado puede afectar la calidad del suelo y generar problemáticas como la reducción de la capacidad de infiltración de agua. Derivando al serio riesgo de erosión y deslizamiento de tierra circundante.

- **Actividad 3: Contaminación por material particulado**

Los procesos en donde se remueve y transporta material generan grandes cantidades de polvo que están presentes en el aire. Este hecho perjudica la respiración y visibilidad de los empleados afectando además a los usuarios del municipio.

- **Actividad 4: Generación de residuos**

Durante los procesos de construcción se producen residuos sólidos que han sido desprendidos por los diferentes tipos de materiales usados. Estos pueden ser ladrillos, maderas, hormigón, aceros, entre otros.

- **Actividad 5: Contaminación de cuerpos de agua**

A través de agentes externos como el viento y la lluvia pueden arrastrar los escombros generados por el uso inadecuado de materiales, hacia el estero. De modo que, producirían una inminente contaminación en los ecosistemas acuáticos.

4.5 Valoración de los impactos ambientales

Una de las técnicas más utilizadas para medir los impactos ambientales, es mediante la matriz causa efecto de Leopold. Esta tabla permite analizar, jerarquizar y evaluar los efectos causados por las actividades en el entorno. Para ello, se estableció las siguientes valoraciones acorde a su magnitud e importancia.

Tabla 4.1*Importancia de Impactos Ambientales*

IMPORTANCIA	
Intensidad	Calificación
Baja	-1
Baja	-2
Baja	-3
Media	-4
Media	-5
Media	-6
Alta	-7
Alta	-8
Alta	-9
Muy Alta	-10

Nota. Ponderaciones según su Importancia.

Tabla 4.2*Magnitud de Impactos Ambientales*

MAGNITUD	
Intensidad	Calificación
Baja	-1
Baja	-2
Baja	-3
Media	-4
Media	-5
Media	-6
Alta	-7
Alta	-8
Alta	-9
Muy Alta	-10

Nota. Ponderaciones según su Magnitud.

Por medio de esta valoración se pudo completar la matriz presentada a continuación:

Tabla 4.3*Magnitud de Impactos Ambientales*

IMPACTOS						
ACTIVIDADES	Contaminación auditiva	Alteración vegetación y suelos	Contaminación por material particulado	Generación de residuos	Contaminación en los cuerpos de agua	Total, de Impacto
Desmontaje existente	-6	-2	-4	-1	-1	-14
	5	3	3	3	2	
Replanteo y excavación	-4	-4	-4	-3	-2	-17
	5	6	5	3	4	
Movimiento de tierra	-6	-4	-6	-3	2	-17
	6	5	6	3	4	
Uso de materiales	-3	-1	-3	-6	-5	-18
	3	5	4	6	6	
Total, de Actividades	19	19	18	15	16	

Nota. Impactos Ambientales respecto a sus Actividades.

Como resultado, se puede evidenciar que la implementación y uso de materiales corresponde a la actividad que mayor impacto ambiental genera en esta obra.

4.6 Medidas de prevención/mitigación

- **Contaminación Auditiva:**
 - Reducir y limitar el uso de maquinaria pesada en la medida de lo posible
 - Respetar estrictamente los horarios permitidos de operación.
 - Implementar barreras temporales que reduzca la propagación de ruido.
- **Alteración de vegetación y suelos:**
 - Controlar el tránsito de maquinaria pesada fuera de las áreas de construcción.
 - Reemplazar la vegetación removida con zonas verdes ornamentales.
 - Reutilizar el material removido en otras zonas del proyecto.
- **Contaminación por material particulado:**
 - Utilizar lonas protectoras en las volquetas que transportan materiales como arena y grava.
 - Rociar de agua en la zona de construcción al momento del vertido o remoción de materiales.
 - Monitorear constantemente la calidad del aire y que estos cumplan siempre los rangos permisibles.

- **Generación de residuos:**
 - Implementar zonas específicas con contenedores en donde se pueda depositar y clasificar los residuos sólidos generados.
 - Contratar empresas especializadas para el transporte y disposición de los desechos.
 - Instruir a los trabajadores sobre los correctos hábitos para minimizar la generación de residuos.
- **Contaminación de cuerpos de agua:**
 - Instalar barreras protectoras en las áreas limítrofes del estero, esto con la finalidad de evitar el arrastre de materiales sólidos hacia dicha zona.
 - Diseñar un sistema de drenaje de aguas residuales que impida el paso a esta área protegida.
 - Implementar planes y protocolos sobre el derrame de líquidos inflamables como el aceite y gasolina hacia esta reserva.
 - Monitorear y controlar periódicamente la calidad del agua.

4.7 Conclusiones

- La evaluación de impacto ambiental en el proyecto de la ampliación del edificio municipal de Samborondón denota la importancia de identificar los posibles riesgos que pueden generarse en construcciones de este tipo.
- Las actividades propuestas están relacionadas con al menos un impacto ambiental. El reconocimiento de estos peligros permite llevar a cabo la implementación de medidas adecuadas para minimizar el daño generado.
- El uso de la matriz Leopold en la presente evaluación ayuda a cuantificar y relacionar las actividades desarrolladas con los impactos ocasionados. De esta forma, se logra proponer medidas responsables que garanticen el desarrollo urbano y la preservación natural.
- Las estrategias preventivas adoptadas mitigan las consecuencias negativas que se generan durante el proyecto. De esta forma, también se logra promover una mejor calidad de vida para los trabajadores y usuarios, así como también un bienestar local para el ecosistema existente.

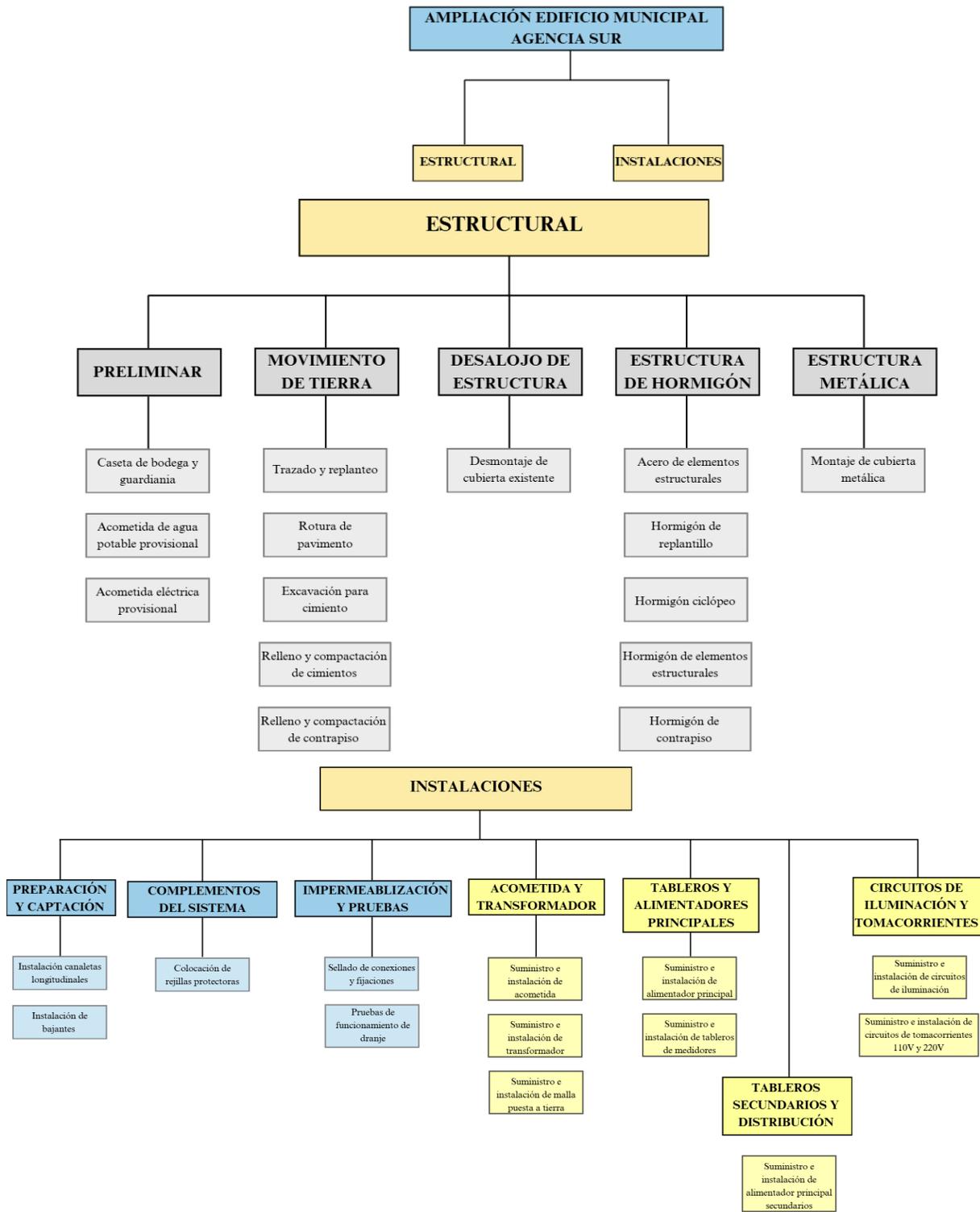
Capítulo 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura desglosada de trabajo

La Estructura Desglosada del tiene la finalidad de organizar todo el trabajo en partes pequeñas y manejables para que las tareas sean más claras. Por ende, el proyecto se desglosa en dos grandes áreas:

- **Estructural:** Aquí se incluyen todos los trabajos que tienen que ver con la construcción física del edificio, como la preparación del terreno, el manejo de materiales, y el montaje de las estructuras de hormigón y metálicas.
- **Instalaciones:** Esta sección se enfoca en los sistemas que harán que el edificio funcione correctamente, como la electricidad, impermeabilización, y la iluminación.



5.1.1 Presupuesto

PROYECTO AMPLIACIÓN EDIFICIO MUNICIPAL AGENCIA SUR

Número de rubro	Código Rubro	DESCRIPCIÓN	CONTRATADO			
			UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL
PRESUPUESTO OBRA CIVIL						
	1000	1 PRELIMINARES GENERALES				
1	1001	Caseta de guardianía y bodega	m ²	30,00	\$ 30,42	\$ 912,60
2	1002	Acometida de agua potable provisional	u	1,00	\$ 193,93	\$ 193,93
3	1003	Acometida eléctrica provisional	u	1,00	\$ 670,06	\$ 670,06
	2000	2 MOVIMIENTOS DE TIERRA				
4	2001	Trazado y replanteo	m ²	550,68	\$ 1,26	\$ 693,86
5	2002	Rotura de pavimento	m ²	550,68	\$ 4,65	\$ 2.560,66
6	2003	Excavación para cimentación	m ³	195,28	\$ 4,50	\$ 878,76
7	2004	Relleno de cimient y compactación de material seleccionado	m ³	244,10	\$ 18,74	\$ 4.574,43
8	2005	Relleno de material y compactación en contrapiso	m ³	191,87	\$ 12,57	\$ 2.411,81
	3000	DESALOJO DE ESTRUCTURA				
9	3001	Desmontaje de cubierta existente	m ²	16,51	\$ 5,54	\$ 91,47
	4000	ESTRUCTURA DE HORMIGÓN				
10	4001	Acero de columnas, vigas, losa, riostras, zapatas corridas y plintos	kg	10.566,33	\$ 3,35	\$ 35.397,21
11	4002	Hormigón simple f'c=180 kg/cm ² en replantillo e=10cm	m ²	192,16	\$ 25,99	\$ 4.994,24
12	4003	Hormigón ciclópeo f'c=180 kg/cm ² para cimentación	m ³	10,84	\$ 231,11	\$ 2.505,23
13	4004	Hormigón simple f'c=280 kg/cm ² para columnas, vigas, losa, riostras, zapatas corridas y plintos	m ³	132,11	\$ 396,79	\$ 52.419,93
14	4005	Hormigón simple f'c=180 kg/cm ² para contrapiso	m ²	258,94	\$ 11,95	\$ 3.094,33
	5000	ESTRUCTURA METÁLICA				
15	5001	Montaje de estructura metálica de cubierta con elementos de vigas, pericos y correas	kg	2.425,03	\$ 38,99	\$ 94.551,92
	6000	PREPARACIÓN Y CAPTACIÓN				

16	6001	Suministro e Instalación de Canaletas Longitudinales	m	46,06	\$ 27,39	\$ 1.261,58
17	6002	Suministro e Instalación de Bajantes desde Canaletas	m	31,31	\$ 50,69	\$ 1.587,10
7000		COMPLEMENTOS DEL SISTEMA				
18	7001	Colocación de Rejillas Protectoras en Bajantes	u	4,00	\$ 45,48	\$ 181,92
8000		IMPERMEABILIZACIÓN Y PRUEBAS				
19	8001	Sellado e Impermeabilización de Conexiones y Fijaciones	m ²	7,74	\$ 48,86	\$ 378,18
20	8002	Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Drenaje	u	2,00	\$ 92,57	\$ 185,14
9000		ACOMETIDA Y TRANSFORMADOR				
21	9001	Suministro e Instalación de Transformador 3Ø Tipo Padmounted de 150 kW 13800/220-127v (Inc. Prueba de Funcionamiento)	u	1,00	\$ 7.679,59	\$ 7.679,59
22	9002	Suministro e Instalación de Acometida de Media Tensión hasta el Transformador	m	38,67	\$ 51,62	\$ 1.996,36
23	9003	Suministro e Instalación de Malla puesta a Tierra	u	1,00	\$ 484,84	\$ 484,84
10000		TABLEROS Y ALIMENTADORES PRINCIPALES				
24	10001	Suministro e Instalación de Alimentador Principal (Inc. Prueba de Funcionamiento)	m	27,06	\$ 60,88	\$ 1.647,33
25	10002	Suministro e Instalación de Tablero de Medidores (Inc. Prueba de Funcionamiento)	u	1,00	\$ 3.418,68	\$ 3.418,68
11000		TABLEROS SECUNDARIOS Y DISTRIBUCIÓN				
26	11001	Suministro e Instalación de Alimentadores Secundarios (Inc. Prueba de Funcionamiento)	m	37,68	\$ 32,98	\$ 1.242,65
12000		CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES				
27	12001	Suministro e Instalación de Circuitos de Iluminación (Inc. Prueba de Funcionamiento)	u	10,00	\$ 197,46	\$ 1.974,60
28	12002	Suministro e Instalación de Circuitos de Tomacorrientes 110v y 220v (Inc. Prueba de Funcionamiento)	u	24,00	\$ 129,37	\$ 3.104,88
					TOTAL	
						\$ 231.093,28

5.2 Análisis de Precios Unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 2001					
DETALLE: Trazado y replanteo		UNIDAD: m ²			
		Rendimiento 1 (hora/m2)		0,03	
		Rendimiento 2 (m2/hora)		31,25	
EQUIPOS		Rendimiento 3 (m2/dia)		250,00	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	0,05	0,30	0,02	0,010	0,000
Equipo topográfico	1	4,00	4,00	0,010	0,146
				<i>SUBTOTAL M</i>	0,146
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Topógrafo	1,00	4,04	4,04	0,005	0,020
Cadenero	1,00	3,65	3,65	0,004	0,015
Maestro mayor	0,10	4,04	0,40	0,003	0,001
				<i>SUBTOTAL N</i>	0,036
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Tiras de encofrado de 1"xx4m	u	0,09	4,23	0,381	
Clavos de 2" a 31/2"	kg	0,06	2,55	0,153	
Caña	u	0,12	2,75	0,330	
				<i>SUBTOTAL O</i>	0,864
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
				<i>SUBTOTAL P</i>	0,000
TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,046
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%					0,209
OTROS INDIRECTOS 0,00					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,255
VALOR OFERTADO					1,26

5.3 Descripción de cantidades de obra

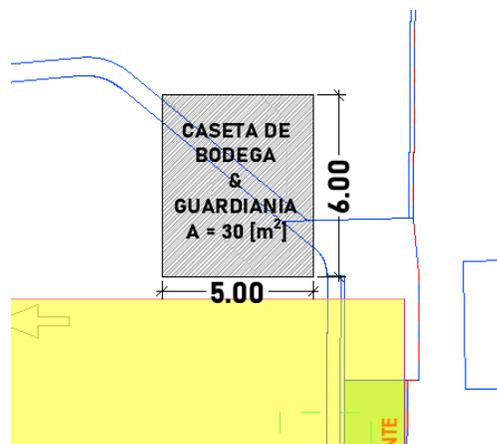
- 1001 - Trazado y replanteo

$$A = b \cdot h$$

$$A = 5 \cdot 6 = 30 \text{ [m}^2\text{]}$$

Figura 5.1

Dimensiones de caseta y bodega de guardianía



- 1002 – Acometida de agua potable provisional

1 u

- 1003 – Acometida eléctrica provisional

1 u

- 2001 – Trazado y replanteo

$$A = b \cdot h$$

$$A_1 = (22.64) \cdot (7.03) = 159.16 \text{ m}^2$$

$$A_2 = (9.85) \cdot (20.05) = 197.49 \text{ m}^2$$

$$A_3 = (12.10) \cdot (6.08) = 73.57 \text{ m}^2$$

$$A_4 = (15.12) \cdot (8.19) = 123.83 \text{ m}^2$$

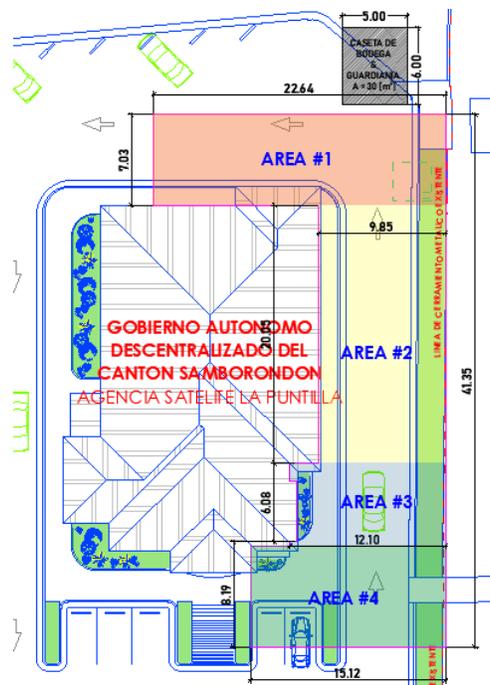
$$A_T = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_T = (159.16) + (197.49) + (73.57) + (123.83)$$

$$A_T = 550.60 \text{ [m}^2\text{]}$$

Figura 5.2

Trazado de área de construcción de edificio municipal



- **2002 – Rotura de pavimento**

$$A = b \cdot h$$

$$A_1 = (22.64) \cdot (7.03) = 159.16 \text{ m}^2$$

$$A_2 = (9.85) \cdot (20.05) = 197.49 \text{ m}^2$$

$$A_3 = (12.10) \cdot (6.08) = 73.57 \text{ m}^2$$

$$A_4 = (15.12) \cdot (8.19) = 123.83 \text{ m}^2$$

$$A_T = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_T = (159.16) + (197.49) + (73.57) + (123.83)$$

$$A_T = 550.60 \text{ [m}^2\text{]}$$

- **2003 – Excavación para cimentación**

$$V = A \cdot P$$

Eje 5:

$$V = (1.60 \cdot 28.43) \cdot (1.00) = 45.49 \text{ m}^3$$

Eje 4':

$$V = (1.40 \cdot 28.43) \cdot (1.00) = 39.80 \text{ m}^3$$

Eje F'':

$$V = (1.40 \cdot 7.30) \cdot (1.00) = 10.22 \text{ m}^3$$

Eje F':

$$V = (1.60 \cdot 7.30) \cdot (1.00) = 11.68 \text{ m}^3$$

Eje A'' - B' - C' - D' - E':

$$V = (1.60 \cdot 5.55) \cdot (1.00) = 8.88 \text{ m}^3$$

Eje A':

$$V = (1.40 \cdot 16.22) \cdot (1.00) = 22.71 \text{ m}^3$$

Eje A':

$$V = (1.40 \cdot 16.22) \cdot (1.00) = 22.71 \text{ m}^3$$

Eje A1:

$$V = (1.60 \cdot 6.62) \cdot (1.00) = 10.59 \text{ m}^3$$

Eje 2:

$$V = 2(1.60 \cdot 4.07) \cdot (1.00) = 13.02 \text{ m}^3$$

Plintos

$$V = 2(0.6 \cdot 0.6) \cdot (1.00) = 0.72 \text{ m}^3$$

$$V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

$$V_T = 147.92 [\text{m}^3]$$

- **2004 – Relleno de cimiento y compactación con material seleccionado**

$$V = A \cdot P$$

Eje 5:

$$V = (1.60 \cdot 28.43) \cdot (1.00) = 45.49 \text{ m}^3$$

Eje 4':

$$V = (1.40 \cdot 28.43) \cdot (1.00) = 39.80 \text{ m}^3$$

Eje F'':

$$V = (1.40 \cdot 7.30) \cdot (1.00) = 10.22 \text{ m}^3$$

Eje F':

$$V = (1.60 \cdot 7.30) \cdot (1.00) = 11.68 \text{ m}^3$$

Eje A''- B' - C' - D' - E':

$$V = (1.60 \cdot 5.55) \cdot (1.00) = 8.88 \text{ m}^3$$

Eje A':

$$V = (1.40 \cdot 16.22) \cdot (1.00) = 22.71 \text{ m}^3$$

Eje A'':

$$V = (1.40 \cdot 16.22) \cdot (1.00) = 22.71 \text{ m}^3$$

Eje A1:

$$V = (1.60 \cdot 6.62) \cdot (1.00) = 10.59 \text{ m}^3$$

Eje 2:

$$V = 2(1.60 \cdot 4.07) \cdot (1.00) = 13.02 \text{ m}^3$$

Plintos:

$$V = 2(0.60 \cdot 0.60) \cdot (1.00) = 13.02 \text{ m}^3$$

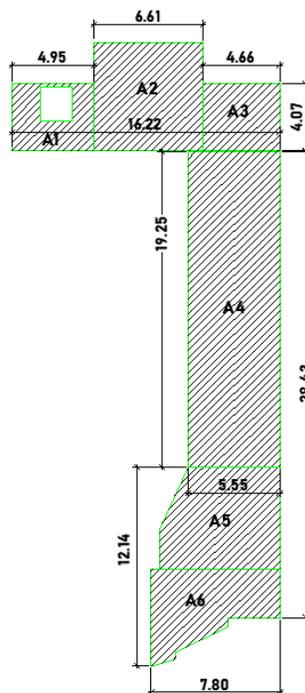
$$V_T = (V_1 + V_2 + \dots + V_n) \cdot 25\%$$

$$V_T = 184.90 \text{ [m}^3\text{]}$$

- 2005 – Relleno de material y compactación de contrapiso

Figura 5.4

Área de contrapiso



$$A = b \cdot h$$

$$A_1 = (4.95) \cdot (4.07) = 20.15 \text{ m}^2$$

$$A_2 = (6.61) \cdot (6.61) = 43.69 \text{ m}^2$$

$$A_3 = (4.66) \cdot (4.07) = 18.97 \text{ m}^2$$

$$A_4 = (4.55) \cdot (19.25) = 87.59 \text{ m}^2$$

$$A_5 = (5.55) \cdot (6.07) = 33.69 \text{ m}^2$$

$$A_6 = (7.88) \cdot (6.07) = 47.83 \text{ m}^2$$

$$A_C = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6$$

$$A_C = 259.15 \text{ m}^2$$

$$A_C = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6$$

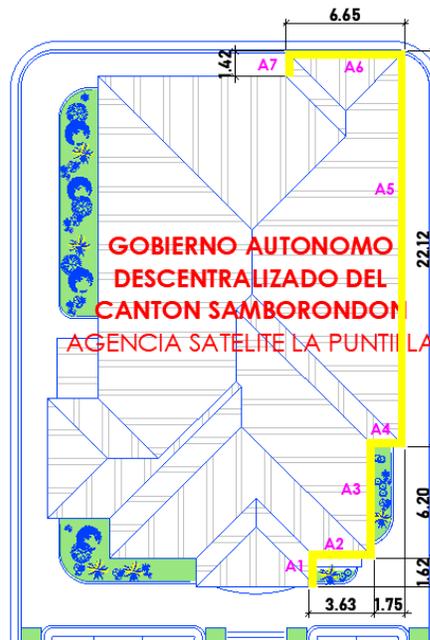
$$V_R = A_C \cdot 0.57 \cdot 30\%$$

$$V_R = (259.15) \cdot 0.57 \cdot 30\% = 109.61 [\text{m}^3]$$

- 3001 – Desmontaje de cubierta existente

Figura 5.5

Trazado de desmontaje de cubierta existente



$$A_{CB} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7$$

$$A_1 = (1.62) \cdot (0.40) = 0.65 \text{ m}^2$$

$$A_2 = (3.63) \cdot (0.40) = 1.45 \text{ m}^2$$

$$A_3 = (6.20) \cdot (0.40) = 2.48 \text{ m}^2$$

$$A_4 = (2.15) \cdot (0.40) = 0.86 \text{ m}^2$$

$$A_5 = (22.12) \cdot (0.40) = 8.85 \text{ m}^2$$

$$A_6 = (6.65) \cdot (0.40) = 2.66 \text{ m}^2$$

$$A_7 = (1.42) \cdot (0.40) = 0.57 \text{ m}^2$$

$$A_{CB} = 16.35 \text{ m}^2$$

- **4001 – Acero de elementos estructurales**

Para el siguiente apartado, se detallará el procedimiento realizado para la obtención de las cantidades de aceros en todos los elementos estructurales.

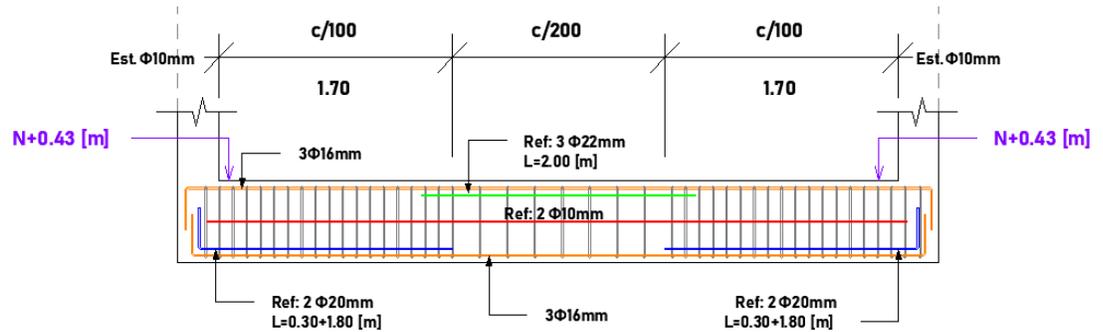
1. Se obtiene el área de acero correspondiente a la varilla de acero que se requiera.

$$A = \pi r^2$$

2. Se obtiene la longitud total de la varilla de refuerzo a través de la visualización de los planos estructurales.

Figura 5.6

Ejemplo de alzado de viga de cimentación



Nota: Alzado obtenido en lámina 01 de planos estructurales.

- Una vez obtenida la longitud, se obtiene el volumen de la varilla mediante la siguiente expresión:

$$V = A \cdot L$$

- Por último, se procede a obtener el peso del elemento mediante la fórmula de densidad. Se debe tener en cuenta que la densidad del acero es de 7850 kg/m³.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$m [kg] = V[m^3] \cdot 7850[kg/m^3]$$

- Realizando este procedimiento para cada uno de los refuerzos presentes en los elementos estructurales, se obtiene la suma total de 10338 kg de acero.

- **4002 – Hormigón simple para Replanto**

Eje 5:

$$A = (1.60 \cdot 28.43) = 45.49 \text{ m}^3$$

Eje 4':

$$A = (1.40 \cdot 28.43) = 39.80 \text{ m}^3$$

Eje F'':

$$A = (1.40 \cdot 7.30) = 10.22 \text{ m}^3$$

Eje F':

$$A = (1.60 \cdot 7.30) = 11.68 \text{ m}^3$$

Eje A''- B' - C' - D' - E':

$$A = (1.60 \cdot 5.55) = 8.88 \text{ m}^3$$

Eje A':

$$A = (1.40 \cdot 16.22) = 22.71 \text{ m}^3$$

Eje A':

$$A = (1.40 \cdot 16.22) = 22.71 \text{ m}^3$$

Eje A1:

$$A = (1.60 \cdot 6.62) = 10.59 \text{ m}^3$$

Eje 2:

$$A = 2(1.60 \cdot 4.07) = 13.02 \text{ m}^3$$

Plintos:

$$A = 2(0.60 \cdot 0.60) = 13.02 \text{ m}^3$$

$$A_{RP} = 45.49 + 39.80 + 10.22 + 11.68 + 8.88 + 22.71 + 22.71 + 10.59 + 13.02 \\ + 147.92$$

$$A_{RP} = 147.92 \text{ m}^2$$

- **4003 – Hormigón ciclópeo**

Figura 5.7

Cantidades de hormigón ciclópeo

<Cantidades hormigón ciclópeo>	
A	B
Familia y tipo	Volumen
Hormigón-Viga rec	1.97 m³
Hormigón-Viga rec	1.34 m³
Hormigón-Viga rec	0.30 m³
Hormigón-Viga rec	0.36 m³
Hormigón-Viga rec	0.48 m³
Hormigón-Viga rec	0.48 m³
Hormigón-Viga rec	0.37 m³
Hormigón-Viga rec	1.12 m³
Hormigón-Viga rec	0.25 m³
Hormigón-Viga rec	1.10 m³
Hormigón-Viga rec	0.45 m³
Hormigón-Viga rec	0.26 m³
Hormigón-Viga rec	0.26 m³
Hormigón-Viga rec	0.27 m³
Hormigón-Viga rec	0.17 m³
Hormigón-Viga rec	0.17 m³
Total general: 20	10.84 m³

$$V_{HC} = 10.84 \text{ m}^3$$

- **4004 – Hormigón de elementos estructurales**

A través de la cuantificación automática de materiales que proporciona Revit, se obtendrá las cantidades de cada uno de los elementos presentes en el diseño.

Figura 5.8

Cantidades de hormigón en zapatas corridas de cimentación

<Cantidades de aletas de cimentación>	
A	B
Familia y tipo	Volumen
Suelo: PLINTO (25)	25.76 m³
Suelo: PLINTO (25)	12.62 m³
Total general: 2	38.38 m³

Nota: Tablas de cuantificación en interfaz de Revit.

$$V_{HZC} = 38.38 \text{ m}^3$$

Figura 5.9

Cantidades de hormigón en vigas presentes en la estructura

Descripción	Cantidad (m³)
N1 (0.10x0.15)	Hormigón-Viga rect 0.02 m³
N1 (0.10x0.15)	Hormigón-Viga rect 0.17 m³
N1 (0.10x0.15)	Hormigón-Viga rect 0.21 m³
N1 (0.10x0.15)	Hormigón-Viga rect 0.21 m³
N1 (0.10x0.15)	Hormigón-Viga rect 0.21 m³
N1 (0.10x0.15)	Hormigón-Viga rect 0.02 m³
N1 (0.10x0.15)	Hormigón-Viga rect 0.02 m³
N1 (0.10x0.15)	Hormigón-Viga rect 0.02 m³
N1 (0.10x0.15)	Hormigón-Viga rect 0.02 m³
VH (25x30)	Hormigón-Viga rect 0.76 m³
VH (25x30)	Hormigón-Viga rect 0.75 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 1.97 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 1.34 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.30 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.36 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.48 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.49 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.37 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.37 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.37 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.37 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.37 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 1.12 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.25 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 1.10 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.45 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.26 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.26 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.27 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.17 m³
VIGA CICLOPEO	Hormigón-Viga rect 0.17 m³
Total general:	190 60.34 m³

Nota: Tablas de cuantificación en interfaz de Revit.

$$V_{HV} = 60.34 \text{ m}^3$$

Figura 5.10

Cantidades de hormigón en columnas presentes en la estructura

Identificador	Volumen	Familia y tipo
C (20x20)	0.34 m³	Hormigón-Rectang
C (20x20)	0.33 m³	Hormigón-Rectang
C (20x20)	0.34 m³	Hormigón-Rectang
C (20x20)	0.34 m³	Hormigón-Rectang
C (20x20)	0.19 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.72 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.78 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.70 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.70 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.72 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.72 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.72 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.72 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.72 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.72 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.68 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.67 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.67 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.68 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.66 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.66 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.66 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.72 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.65 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.72 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.70 m³	Hormigón-Rectang
C (30x30)	0.71 m³	Hormigón-Rectang
C (35x35)	0.98 m³	Hormigón-Rectang
C (35x35)	0.95 m³	Hormigón-Rectang
C (35x35)	0.96 m³	Hormigón-Rectang
C (35x35)	0.95 m³	Hormigón-Rectang
Total general: 32	20.82 m³	

Nota: Tablas de cuantificación en interfaz de Revit.

$$V_C = 20.82 \text{ m}^3$$

Figura 5.11

Cantidad de hormigón en loseta de 5cm de espesor

Identificador	Volumen	Familia y tipo
<Cantidad hormigón loseta 5cm>		
A		
B		
Volumen		
Familia y tipo		
12.57 m³		Suelo: Losa 5 cm
12.57 m³		

Nota: Tablas de cuantificación en interfaz de Revit.

$$V_L = 12.57 \text{ m}^3$$

$$V_H = V_{HC} + V_{HVZ} + V_{HV} + V_C + V_L$$

$$V_H = 10.84 + 38.38 + 60.34 + 20.82 + 12.57$$

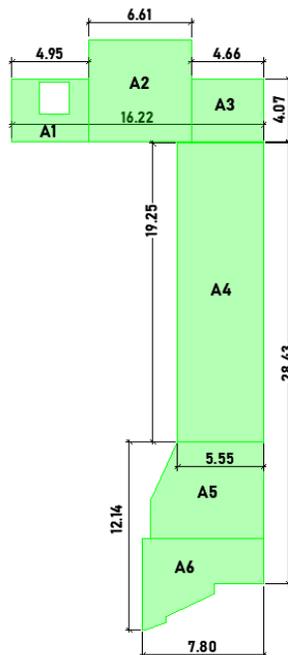
$$V_H = 132.11 \text{ m}^3$$

- **4005 – Hormigón simple para contrapiso**

A través del uso de AutoCAD se puede obtener el área total en donde se va a asentar el hormigón de contrapiso. Por tanto, se obtiene 295.15 m^2 de contrapiso.

Figura 5.12

Área de contrapiso



$$A = b \cdot h$$

$$A_1 = (4.95) \cdot (4.07) = 20.15 \text{ m}^2$$

$$A_2 = (6.61) \cdot (6.61) = 43.69 \text{ m}^2$$

$$A_3 = (4.66) \cdot (4.07) = 18.97 \text{ m}^2$$

$$A_4 = (4.55) \cdot (19.25) = 87.59 \text{ m}^2$$

$$A_5 = (5.55) \cdot (6.07) = 33.69 \text{ m}^2$$

$$A_6 = (7.88) \cdot (6.07) = 47.83 \text{ m}^2$$

$$A_C = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6$$

$$A_C = 20.15 + 43.69 + 18.97 + 87.59 + 33.69 + 47.83$$

$$A_C = 259.15 \text{ m}^2$$

$$A_C = H_C = 259.15 \text{ m}^2$$

- **5001 – Montaje de estructura metálica para cubierta**

De igual forma en que se obtuvo las cantidades de hormigón, se realizará un proceso similar para determinar el peso del acero mediante uso de las tablas de cuantificación en Revit.

Figura 5.13*Pesos de vigas metálicas 150x100x2mm*

<Cantidades de vigas metálicas >		
A	B	C
Familia y tipo	Volumen	Peso
M_HSS-Sección e	0.01 m³	43.65 kg
M_HSS-Sección e	0.01 m³	43.65 kg
M_HSS-Sección e	0.01 m³	43.65 kg
M_HSS-Sección e	0.01 m³	43.65 kg
M_HSS-Sección e	0.01 m³	57.20 kg
M_HSS-Sección e	0.01 m³	57.27 kg
M_HSS-Sección e	0.01 m³	43.95 kg
M_HSS-Sección e	0.01 m³	42.53 kg
M_HSS-Sección e	0.01 m³	51.85 kg
M_HSS-Sección e	0.01 m³	51.85 kg
M_HSS-Sección e	0.00 m³	31.58 kg
M_HSS-Sección e	0.00 m³	20.18 kg
M_HSS-Sección e	0.00 m³	12.80 kg
M_HSS-Sección e	0.00 m³	15.78 kg
M_HSS-Sección e	0.00 m³	12.80 kg
M_HSS-Sección e	0.00 m³	15.78 kg
M_HSS-Sección e	0.01 m³	43.95 kg
M_HSS-Sección e	0.00 m³	28.18 kg
M_HSS-Sección e	0.00 m³	1.50 kg
Total general:	19	661.78 kg

Nota: Tablas de cuantificación en interfaz de Revit.

$$P_{VM} = 661.78 \text{ kg}$$

Figura 5.15*Pesos de correas metálicas G150x50x15x2mm*

<Cantidades de correas metálicas G1>		
A	B	C
Familia y tipo	Volumen	Peso
CORREA G: CORRA G1	0.02 m³	137.82 kg
CORREA G: CORRA G1	0.02 m³	138.56 kg
CORREA G: CORRA G1	0.02 m³	139.10 kg
CORREA G: CORRA G1	0.02 m³	139.10 kg
CORREA G: CORRA G1	0.02 m³	139.10 kg
CORREA G: CORRA G1	0.02 m³	139.10 kg
CORREA G: CORRA G1	0.02 m³	139.10 kg
CORREA G: CORRA G1	0.02 m³	139.10 kg
CORREA G: CORRA G1	0.02 m³	139.10 kg
CORREA G: CORRA G1	0.01 m³	117.03 kg
CORREA G: CORRA G1	0.00 m³	22.74 kg
CORREA G: CORRA G1	0.00 m³	22.74 kg
CORREA G: CORRA G1	0.00 m³	22.74 kg
Total general: 12		1296.22 kg

Nota: Tablas de cuantificación en interfaz de Revit.

$$P_{G1} = 1296.22 \text{ kg}$$

Figura 5.16

Pesos de correas metálicas G125x50x15x2mm

<Cantidades de correas metálicas G2>		
A	B	C
Familia y tipo	Volumen	Peso
CORREA G: CORREA G2	0.00 m²	25.64 kg
CORREA G: CORREA G2	0.00 m²	25.64 kg
CORREA G: CORREA G2	0.00 m²	25.64 kg
CORREA G: CORREA G2	0.00 m²	25.64 kg
CORREA G: CORREA G2	0.00 m²	5.97 kg
CORREA G: CORREA G2	0.00 m²	6.55 kg
CORREA G: CORREA G2	0.00 m²	6.55 kg
CORREA G: CORREA G2	0.00 m²	6.55 kg
CORREA G: CORREA G2	0.00 m²	6.55 kg
CORREA G: CORREA G2	0.01 m²	42.66 kg
CORREA G: CORREA G2	0.01 m²	42.19 kg
CORREA G: CORREA G2	0.01 m²	41.59 kg
CORREA G: CORREA G2	0.00 m²	29.79 kg
CORREA G: CORREA G2	0.00 m²	29.09 kg
CORREA G: CORREA G2	0.00 m²	28.24 kg
CORREA G: CORREA G2	0.00 m²	28.81 kg
Total general: 15		369.95 kg

Nota: Tablas de cuantificación en interfaz de Revit.

$$P_{G2} = 369.95 \text{ kg}$$

$$P_T = P_{VM} + P_{PE} + P_{G1} + P_{G2}$$

$$P_T = 661.78 + 97.08 + 1296.22 + 369.95$$

$$P_T = 2425.03 \text{ kg}$$

- **6001 - Suministro e Instalación de Canaletas Longitudinales**

Esta cantidad se obtuvo midiendo las longitudes de las cubiertas del municipio, ya que las canaletas deben cubrir todo el recorrido para recoger el agua de lluvia, obteniendo un valor de 46.06 metros en su totalidad.

$$Cantidad (m) = L_{cubierta1} + L_{cubierta2}$$

$$L_{cubierta1} = L_2 + L_3 = 16.17 (m) + 18.92 (m) = 35.09 (m)$$

$$L_{cubierta2} = L_6 + L_8 = 4.60 (m) + 6.37 (m) = 10.97 (m)$$

$$Cantidad (m) = 35.09 (m) + 10.97 (m)$$

$$Cantidad (m) = 46.06 (m)$$

Figura 5.17

Longitudes para de las Cubiertas de Análisis

Longitud
L1 = 5.43 m
L2 = 16.17 m
L3 = 7.27 m
L4 = 18.92 m
L5 = 4.02 m
L6 = 4.60 m
L7 = 6.52 m
L8 = 6.37 m

Nota: Tabla de cuantificación en interfaz de AutoCAD.

- **6002 - Suministro e Instalación de Bajantes desde Canaletas**

La longitud de las bajantes fue calculada desde el nivel de las canaletas hasta el punto de descarga al suelo o sistema de drenaje. Se basó en las alturas de los planos arquitectónicos y la distribución del sistema de drenaje.

$$Cantidad (m) = \sum H_{bajantes}$$

$$Cantidad (m) = H_{bajanteC1} + H_{bajanteC2}$$

$$H_{bajanteC1} = H_{bajante1} + H_{bajante2} = 8.45 (m) + 8.45 (m) = 16.90 (m)$$

$$H_{bajanteC2} = H_{bajante3} + H_{bajante4} = 7.20 (m) + 7.20 (m) = 14.40 (m)$$

$$Cantidad (m) = H_{bajanteC1} + H_{bajanteC2}$$

$$Cantidad (m) = 31.31 m$$

- **7001 - Colocación de Rejillas Protectoras en Bajantes**

El número de rejillas corresponde exactamente al número de bajantes instaladas, dado nuestro diseño que posee 4 bajantes, cada una requiere una rejilla para evitar que hojas y otros residuos bloqueen el flujo del agua.

$$Cantidad (u) = 4 \text{ rejillas}$$

- **8001 - Sellado e Impermeabilización de Conexiones y Fijaciones**

La cantidad fue calculada considerando la superficie total de las uniones entre canaletas, bajantes y sus fijaciones, garantizando que todas las conexiones estén protegidas contra filtraciones.

$$Area_{sellado} = Perímetro a Sellar \cdot Grosor de Tuberia$$

$$Area_{sellado} = [51.60 (m)] \cdot [0.15 (m)]$$

$$Area_{sellado} = 7.74 (m^2)$$

- **8002 - Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Drenaje**

Esta cantidad se encuentra ligada a la cantidad de cubierta de análisis, ya que, en cada cubierta se realizará una prueba de funcionamiento, por ende, al tener dos cubiertas para la ampliación del municipio, se realizarán dos pruebas.

$$Cantidad (u) = 2 \cdot \#cubierta$$

$$Cantidad (u) = 2 pruebas$$

- **9001 - Suministro e Instalación de Acometida de Media Tensión desde Poste de Hormigón a Transformador**

La longitud del cable se determinó midiendo la distancia entre el poste y el transformador a través de la herramienta AutoCAD, obteniendo una distancia de 38.67 metros.

Figura 5.18

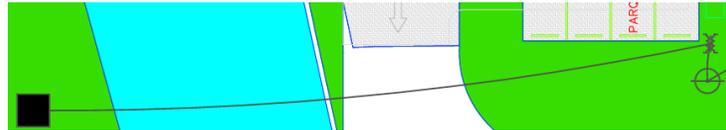
Longitud de Análisis

Geometría	
Inicio X	1847.3119
Inicio Y	449.8726
Inicio Z	0
Centro X	1848.8888
Centro Y	631.2095
Centro Z	0
Fin X	1885.7278
Fin Y	453.647
Fin Z	0
Radio	181.3438
Ángulo...	270
Ángulo...	282
Ángulo...	12
Longit...	38.6741

Nota: Determinada a través de AutoCAD.

$$\text{Cantidad (m)} = L_{\text{poste-transformador}}$$

$$\text{Cantidad (m)} = 38.67 \text{ m}$$

Figura 5.19*Longitud de Alimentador Principal**Nota:* Determinada a través de AutoCAD.

- **9002 - Suministro e Instalación de Transformador 3Ø Tipo Padmounted de 150 kW 13800/220-127v**

Se consideró una unidad única para el transformador, ya que este tiene la capacidad suficiente para satisfacer la demanda energética de la ampliación.

$$Cantidad (u) = 1 u$$

- **9003 - Suministro e Instalación de Malla puesta a Tierra**

Una malla fue suficiente para cubrir toda el área necesaria para la puesta a tierra del sistema eléctrico, cumpliendo con las normativas de seguridad.

$$Cantidad (u) = 1 u$$

- **10001 - Suministro e Instalación de Alimentador Principal**

La cantidad de cable se calculó en base a la distancia entre el transformador y el tablero principal de distribución eléctrica, a través de AutoCAD, obteniendo una longitud de 27.06 metros.

Figura 5.20

Longitud de Análisis

Geometría	
Inicio X	1894.5717
Inicio Y	444.366
Inicio Z	0
Fin X	1921.5682
Fin Y	446.2191
Fin Z	0
Increm...	26.9965
Increm...	1.8532
Increm...	0
Longitud	27.06

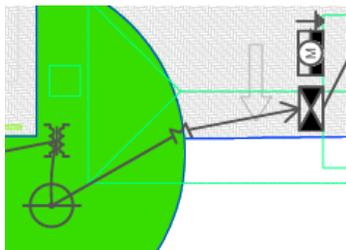
Nota: Determinada a través de AutoCAD.

$$Cantidad (m) = L_{alimentador\ principal}$$

$$Cantidad (m) = 27.06 m$$

Figura 5.21

Longitud de Alimentador Principal



Nota: Determinada a través de AutoCAD.

- **10002 - Suministro e Instalación de Tablero de Medidores**

Solo se requiere una unidad de tablero para albergar todos los medidores eléctricos del proyecto, según el diseño eléctrico establecido.

$$Cantidad (u) = 1 u$$

- **11001 - Suministro e Instalación de Alimentadores Secundarios**

La longitud de los alimentadores secundarios fue determinada midiendo las distancias desde el tablero principal hasta las distintas áreas del edificio que requieren energía en AutoCAD, obteniendo un valor de 37.68 metros.

Figura 5.22

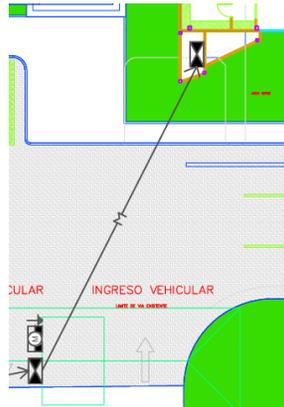
Longitud para Alimentador Secundario

Geometría	
Inicio X	1896.8093
Inicio Y	446.5341
Inicio Z	0
Fin X	1934.086
Fin Y	441.0358
Fin Z	0
Increm...	37.2767
Increm...	-5.4983
Increm...	0
Longitud	37.68

Nota: Determinada a través de AutoCAD.

$$Cantidad (m) = L_{alimentador\ secundario}$$

$$Longitud = 37.68\ m$$

Figura 5.23*Longitud de Alimentador Secundario**Nota:* Determinada a través de AutoCAD.

- **12001 - Suministro e Instalación de Circuitos de Iluminación**

Se calculó los circuitos necesarios para conectar todos los puntos de luz distribuidos en el edificio, considerando las unidades de circuitos desde los tableros eléctricos hasta cada punto de iluminación. Es por esto por lo que se obtuvo una cantidad de 10 unidades de circuitos

$$\text{Cantidad (u)} = \text{Circuito PB} + \text{Circuitos PA}$$

$$\text{Cantidad (u)} = 4 \text{ circuitos} + 6 \text{ circuitos}$$

$$\text{Cantidad (u)} = 10 \text{ circuitos}$$

- **12002 - Suministro e Instalación de Circuitos de Tomacorrientes 110v y 220v**

Se basó en las unidades de circuitos de tomacorrientes, obteniendo un valor de 24 unidades, siendo 11 circuitos de 110v y 13 circuitos de 220v en los diferentes ambientes dentro del municipio.

$$\text{Cantidad (u)} = \text{Circuito 110v} + \text{Circuitos 220v}$$

$$\text{Cantidad (u)} = 11 \text{ circuitos} + 13 \text{ Circuitos}$$

$$\text{Cantidad (u)} = 24 \text{ circuitos}$$

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

El proyecto cuenta con una planta baja cuya área total es de 550.58 m², diseñada estratégicamente para maximizar la funcionalidad y garantizar una distribución eficiente de los espacios. Esta superficie considera accesos cómodos y áreas comunes adecuadas para su propósito. Por otro lado, la planta alta también tiene un área de 550.58 m², manteniendo la simetría con la planta baja y asegurando uniformidad en el diseño arquitectónico. Ambas plantas, combinadas con los espacios adicionales planificados, suman un área total de ampliación de 1,101.16 m², representando la totalidad del espacio que será intervenido.

El costo total del proyecto asciende a \$231.093,28, una cifra que incluye todos los aspectos necesarios para la ejecución, desde la adquisición de materiales hasta los costos de mano de obra y el uso de maquinaria. Este valor refleja un cálculo detallado y basado en precios actualizados del mercado, así como en las características específicas del proyecto y su ubicación en Samborondón, Ecuador.

Obteniendo una valoración precisa, se calcula el costo por metro cuadrado de la ampliación dividiendo el costo total entre el área total del proyecto:

$$\text{Valoración} = \frac{\text{Costo Total}}{\text{Área Total}}$$

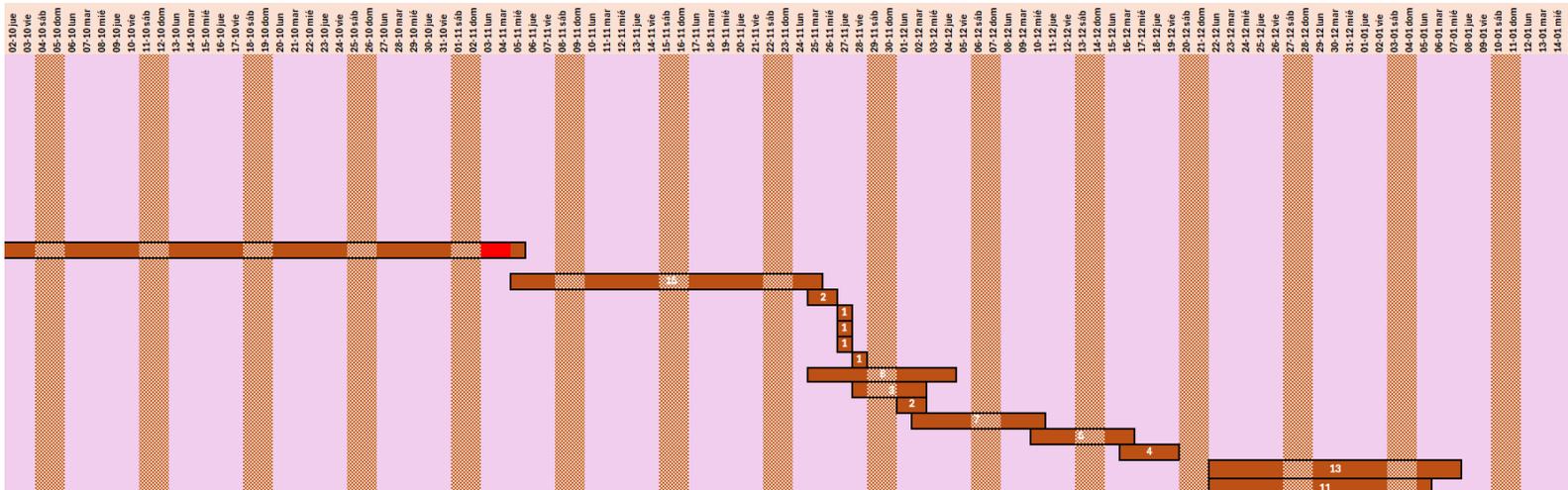
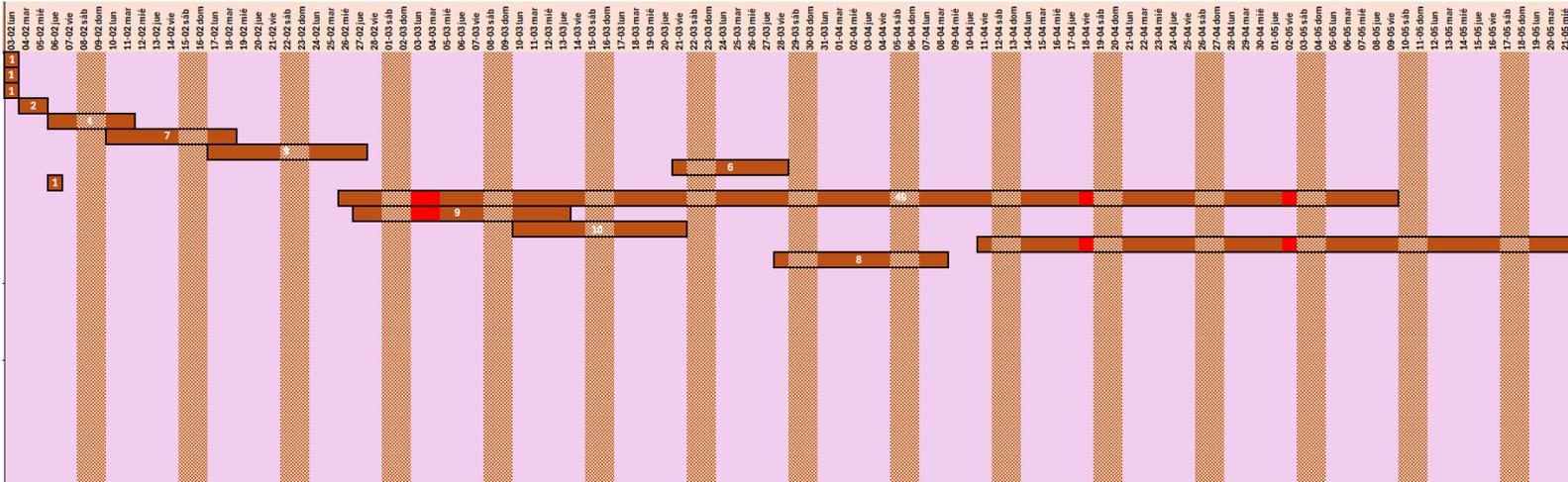
$$\text{Valoración} = \frac{\$231.093.28}{1101.16 \text{ m}^2}$$

$$\text{Valoración} = \$209,86/\text{m}^2$$

La cifra de 209,86 USD/m² es razonable y competitiva, pues el proyecto contempla el uso de materiales de alta calidad, seleccionados para garantizar durabilidad, eficiencia y un acabado estético superior. Adicionalmente, el diseño se ha desarrollado de manera integral, equilibrando funcionalidad con seguridad, lo cual asegura que los espacios sean atractivos y prácticos. Otro aspecto que justifica el costo es la ubicación del proyecto, debido a que Samborondón es una zona de alta demanda en el mercado inmobiliario ecuatoriano, lo que eleva los costos de construcción.

5.5 Cronograma de Obra

Rubro	Actividad	Unidades	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	Rendimiento por día	Duración	Fecha de Inicio	Fecha de Fin	Duración real
1001	Caseta de guardiana y bodega	m ²	30	\$ 30,42	\$ 912,60	30,77	1	3/2/2025	3/2/2025	1
1002	Acometida de agua potable provisional	u	1	\$ 193,93	\$ 193,93	1,59	1	3/2/2025	3/2/2025	1
1003	Acometida eléctrica provisional	u	1	\$ 670,06	\$ 670,06	2,00	1	3/2/2025	3/2/2025	1
2001	Trazado y replanteo	m ²	550,68	\$ 1,26	\$ 693,86	250,00	2	4/2/2025	5/2/2025	2
2002	Rotura de pavimento	m ²	550,68	\$ 4,65	\$ 2.560,66	125,59	4	6/2/2025	11/2/2025	6
2003	Excavación para cimentación	m3	195,28	\$ 4,50	\$ 878,76	28,57	7	10/2/2025	18/2/2025	9
2004	Relleno de cimientoy compactación de material seleccionado	m3	244,1	\$ 18,74	\$ 4.574,43	27,59	9	17/2/2025	27/2/2025	11
2005	Relleno de material y compactación en contrapiso	m3	191,87	\$ 12,57	\$ 2.411,81	34,04	6	21/3/2025	28/3/2025	8
3001	Desmontaje de cubierta existente	m ²	16,51	\$ 5,54	\$ 91,47	24,84	1	6/2/2025	6/2/2025	1
4001	Acero de columnas, vigas, losa, riostras, zapatas corridas y plintos	kg	10566,33	\$ 3,35	\$ 35.397,21	216,22	49	26/2/2025	9/5/2025	73
4002	Hormigón simple f'c=180 kg/cm2 en replantillo e=10cm	m ²	192,16	\$ 25,99	\$ 4.994,24	22,28	9	27/2/2025	13/3/2025	15
4003	Hormigón ciclópeo f'c=180 kg/cm2 para cimentación	m3	10,84	\$ 231,11	\$ 2.505,23	1,04	10	10/3/2025	21/3/2025	12
4004	Hormigón simple f'c=280 kg/cm2 para columnas, vigas, losa, riostras, zapatas	m3	132,11	\$ 396,79	\$ 52.419,93	0,92	144	11/4/2025	5/11/2025	209
4005	Hormigón simple f'c=180 kg/cm2 para contrapiso	m2	258,94	\$ 11,95	\$ 3.094,33	32,45	8	28/3/2025	8/4/2025	12
5001	Montaje de estructura metálica de cubierta con elementos de vigas, perfiles	kg	2425,03	\$ 38,99	\$ 94.551,92	166,67	15	5/11/2025	25/11/2025	21
6001	Suministro e Instalación de Canaletas Longitudinales	m	46,06	\$ 27,39	\$ 1.261,58	21,62	2	25/11/2025	26/11/2025	2
6002	Suministro e Instalación de Bajantes desde Canaletas	m	31,31	\$ 50,69	\$ 1.587,10	21,92	1	27/11/2025	27/11/2025	1
7001	Colocación de Rejillas Protectoras en Bajantes	u	4	\$ 45,48	\$ 181,92	6,40	1	27/11/2025	27/11/2025	1
8001	Sellado e Impermeabilización de Conexiones y Fijaciones	m ²	7,74	\$ 48,86	\$ 378,18	6,02	1	27/11/2025	27/11/2025	1
8002	Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Drenaje	u	2	\$ 92,57	\$ 185,14	2,29	1	28/11/2025	28/11/2025	1
9001	Suministro e Instalación de Transformador 3Ø Tipo Padmounted de 150 kVA	u	1,00	\$ 7.679,59	\$ 7.679,59	0,12	8	25/11/2025	4/12/2025	10
9002	Suministro e Instalación de Acometida de Media Tensión hasta el Transformador	m	38,67	\$ 51,62	\$ 1.996,36	13,03	3	28/11/2025	2/12/2025	5
9003	Suministro e Instalación de Malla puesta a Tierra	u	1,00	\$ 484,84	\$ 484,84	0,63	2	30/11/2025	2/12/2025	3
10001	Suministro e Instalación de Alimentador Principal (Inc. Prueba de Funcionamiento)	m	27,06	\$ 60,88	\$ 1.647,33	3,86	7	2/12/2025	10/12/2025	9
10002	Suministro e Instalación de Tablero de Medidores (Inc. Prueba de Funcionamiento)	u	1,00	\$ 3.418,68	\$ 3.418,68	0,22	5	10/12/2025	16/12/2025	7
11001	Suministro e Instalación de Alimentadores Secundarios (Inc. Prueba de Funcionamiento)	m	37,68	\$ 32,98	\$ 1.242,65	9,52	4	16/12/2025	19/12/2025	4
12001	Suministro e Instalación de Circuitos de Iluminación (Inc. Prueba de Funcionamiento)	u	10,00	\$ 197,46	\$ 1.974,60	0,82	12	20/12/2025	7/1/2026	19
12002	Suministro e Instalación de Circuitos de Tomacorrientes 110v y 220v (Inc. Prueba de Funcionamiento)	u	24,00	\$ 129,37	\$ 3.104,88	2,41	10	20/12/2025	5/1/2026	17



Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La norma ecuatoriana de la construcción NEC 2015, en el capítulo de peligro sísmico sección 6.3.4 detalla los factores de reducción de resistencia sísmica capaces de disminuir las fuerzas de sismo estimadas en la base de la estructura. Por ello, se utilizó el siguiente criterio sostenible con la finalidad de adoptar secciones más reducidas en el diseño de los elementos estructurales.
- El diseño estructural efectuado permite llevar a cabo la ampliación de espacio requerido sin ninguna obstrucción con el diseño arquitectónico. Este hecho representa que la propuesta proporcionada mantiene la estética y funcionalidad de ambas disciplinas.
- El uso de hormigón con una resistencia a la compresión de 280 kg/cm^2 permitió optimizar el recurso de materiales ya que se obtuvieron elementos más ligeros en comparación de resistencias menores. Además, de ser capaces de resistir la demanda de cargas y mantener la seguridad estructural en toda la edificación.
- A través de la planificación y gestión de la construcción se pudo determinar la valoración del costo del proyecto. Resultando, un valor de $\$230.83 /\text{m}^2$ considerando únicamente la obra gris y parte de instalaciones. De esta forma, el precio se encuentra dentro del rango comercial de la zona del proyecto.

- El diseño de aguas lluvias se desarrolló con la finalidad de optimizar la recolección y manejo del agua, garantizando la protección de la estructura. Asimismo, se implementó una distribución eléctrica acorde con los criterios de diseño de la normativa NEC para instalaciones eléctricas, asegurando una instalación eficiente. De modo que, ambos sistemas fueron desarrollados para satisfacer las necesidades actuales de la comunidad, promoviendo un desarrollo urbano sostenible que integra funcionalidad, seguridad y responsabilidad ambiental.

6.2 Recomendaciones

- Teniendo en cuenta que el diseño corresponde a una ampliación, se debe incorporar juntas estructurales en las uniones de las estructuras. De tal manera, que permita los movimientos y vibraciones producidas por la actividad sísmica. Estos mecanismos son cruciales para proporcionar flexibilidad y evitar fisuras tempranas.
- Comprobar que la distribución eléctrica efectuada cumpla con las normativas correspondientes para aquella ingeniería. Además, de verificar que las ubicaciones sean correctamente estratégicas para el uso de espacio diseñado por arquitectura.
- Considerar el diseño de sistemas de eficiencia energética, como por ejemplo el uso del agua lluvia recolectada. A través de una canalización óptima se puede aprovechar esta agua para el riego de zonas verdes. Esto con la finalidad de promover el desarrollo sostenible de la estructura.

6.3 Referencias

- Municipio de Samborondón. (s.f). Datos Generales.
<https://www.samborondon.gob.ec/datos-generales/>
- Orozco Ganan, C., Guimaraes Roman, A., & Hidalgo Molina, D. (2021). Crecimiento urbano de la parroquia La Puntilla, cantón Samborondón: problemas y estrategias. *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 1(6), 38-59.
<https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/81>
- González, J., & Martínez, A. (2021). Parroquias satélites: Impacto en el desarrollo urbano y comunitario. *Revista de Urbanismo y Desarrollo Sostenible*, 15(2), 123-145. Disponible en bases de datos como Scopus o Google Scholar.
- Martínez, L., & Gómez, R. (2020). Ampliaciones de estructuras: Métodos, desafíos y consideraciones normativas. *Revista Internacional de Ingeniería Estructural*, 25(3), 345-367. Disponible en bases de datos como ScienceDirect o SpringerLink.
- Sistema oficial de contratación pública, “Construcción de ampliación oficinas de administración de Quitumbe,” Abrev. Municipio de Quito zona Quitumbe., Quito, Ecuador, 2014.
- Alcaldía de Cuenca. (2020). Ampliación de las instalaciones del Hospital Municipal de Cuenca. <https://www.hospitalmunicipalcuenca.gob.ec/how-to-handle-patient-body-in-mri/>
- Ramírez, J. A. (2019). Guía para la ampliación de estructuras: Consideraciones de seguridad y normativas. *Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Civil*, 14(2), 45-67.

- Cavaleri, L., & Lazzari, S. (2021). Diseño estructural: Fundamentos y aplicaciones. Wiley.
- McCormac, J. J., & Brown, R. H. (2018). Elementos estructurales en el diseño de edificaciones. Prentice Hall.
- Zhao, X., & Li, Y. (2020). Elementos no estructurales en la construcción: diseño y consideraciones. Journal of Building Engineering, 30, Article 101192. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101192>
- Khan, F. (2021). Instalaciones básicas en edificios: diseño, mantenimiento y normativas. Springer.
- Fletcher, T. D., & Deletic, A. (2019). Gestión de aguas pluviales: sistemas, desafíos y soluciones. Springer
- Hughes, E., & Hiley, D. (2020). Diseño y análisis de sistemas eléctricos para edificios. Prentice Hall.
- Morris, P. W. G., & Pinto, J. K. (2018). Gestión de proyectos de construcción: teoría y práctica. Wiley
- Kerzner, H. (2017). Planificación y control de proyectos. Wiley.
- Instituto nacional de estadística y cesos. (2022). Información general. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- American Concrete Institute (ACI) Committee 318 (2019). Building Code Requirements or Structural Concrete (ACI 318-19) and commentary (ACI 318R-19). Farmington Hills, MI.
- ASCE SEI 7-16, (2016), Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, American Society of Civil Engineers, Estados Unidos.

- AISC (2005). “Specification for Structural Steel Buildings” *Report No. AISC 360-16*, American Institute of Steel Construction, Chicago.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015). Peligro Sísmico. Ecuador.
- Scielo. (2014). Impactos ambientales generados por actividades de construcción. Recuperado de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732014000300002&script=sci_arttext
- ISOTools. (2023). Matriz de Leopold de causa y efecto para los impactos ambientales. Recuperado de <https://www.isotools.us/2023/07/20/matriz-leopold-de-causa-y-efecto-para-los-impactos-ambientales>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2022). Características climáticas de Samborondón, Ecuador. Recuperado de <https://www.inamhi.gob.ec>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2023). Características demográficas de Samborondón. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- Municipio de Samborondón. (2023). Caracterización del Estero El Batán como regulador hídrico. Recuperado de <https://www.samborondon.gob.ec>
- Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE). (2022). Flora ornamental de Samborondón. Recuperado de <https://www.puce.edu.ec>
- El Universo. (2023). Samborondón: un cantón en crecimiento. Recuperado de <https://www.eluniverso.com>

- El Comercio. (2023). Factores geográficos y urbanos de Samborondón.

Recuperado de <https://www.elcomercio.com>

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

(2021). Herramientas de evaluación ambiental. Recuperado de

<https://www.semarnat.gob.mx>

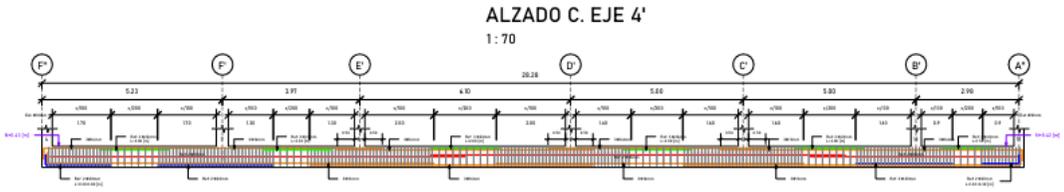
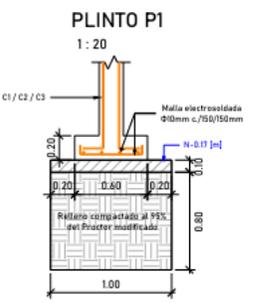
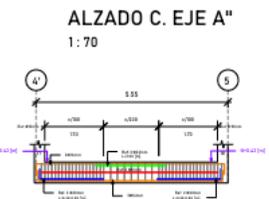
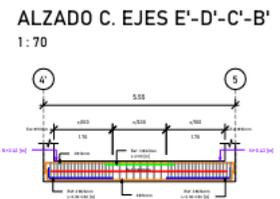
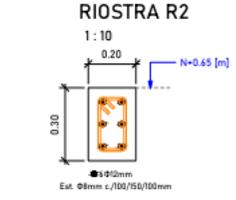
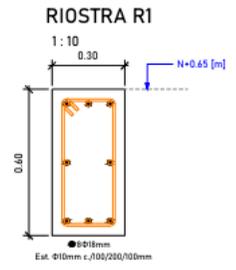
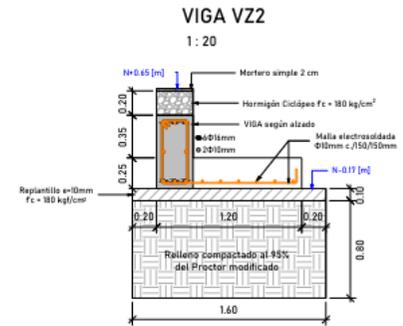
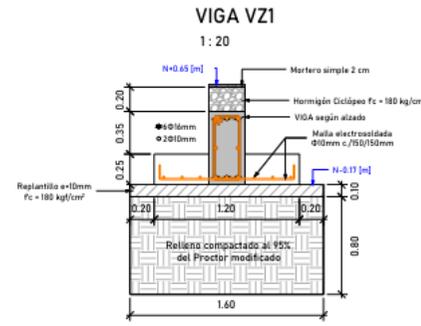
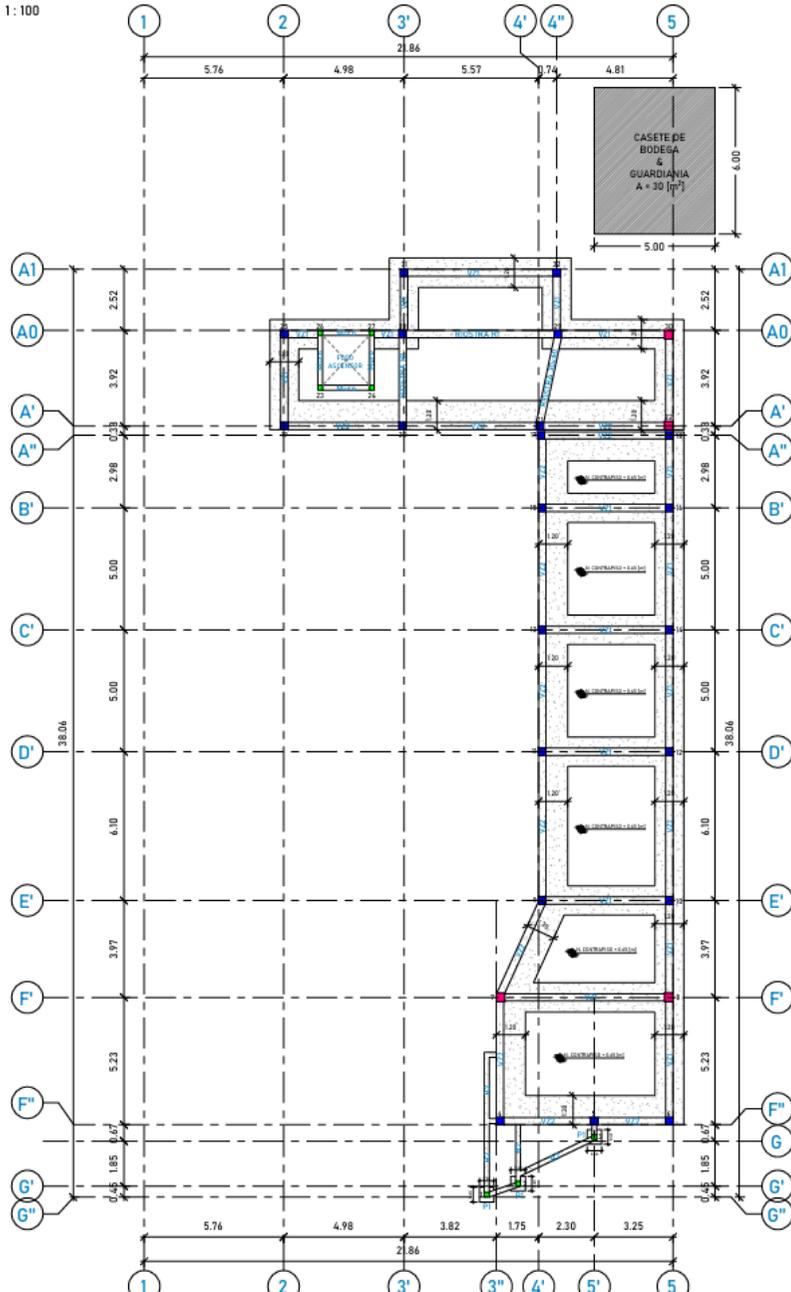
- Instituto Geográfico Militar (IGM). (2022). Análisis geográfico de las

características del suelo en Samborondón. Recuperado de <https://www.igm.gob.ec>

Planos y Anexos

PLANTA DE CIMENTACIÓN

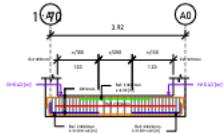
1: 100



- #### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
- Hormigón in situ: 280 kgf/cm²
 - Acero de refuerzo: 4200 kgf/cm²
 - Malla electrosoldada: 5000 kgf/cm²
 - Recubrimiento: Cimentación = 50mm Resto = 40mm
 - Cajones metálicos: ASTM-A36
 - Correas: ASTM-A36
 - Soldadura electrodos E-7011

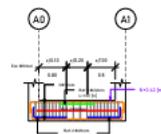
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE SAMBORONDÓN			
CONTENIDO: Planta, alzados y detalles de cimentación Bloque #1			
Coordinador de Historia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutor de Conocimientos Específicos: PhD. Eduardo Santos	Escalador: Jorge Montoya	Fecha de entrega: 18 de diciembre, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Eduardo Santos	MSc. Ingrid Orta	Luis Pavón	Línea: E-01 Escala: A1

ALZADO TIPO EJES 2-5



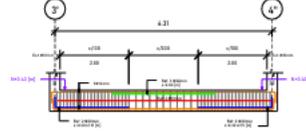
ALZADO TIPO EJES 3'-4"

1: 70



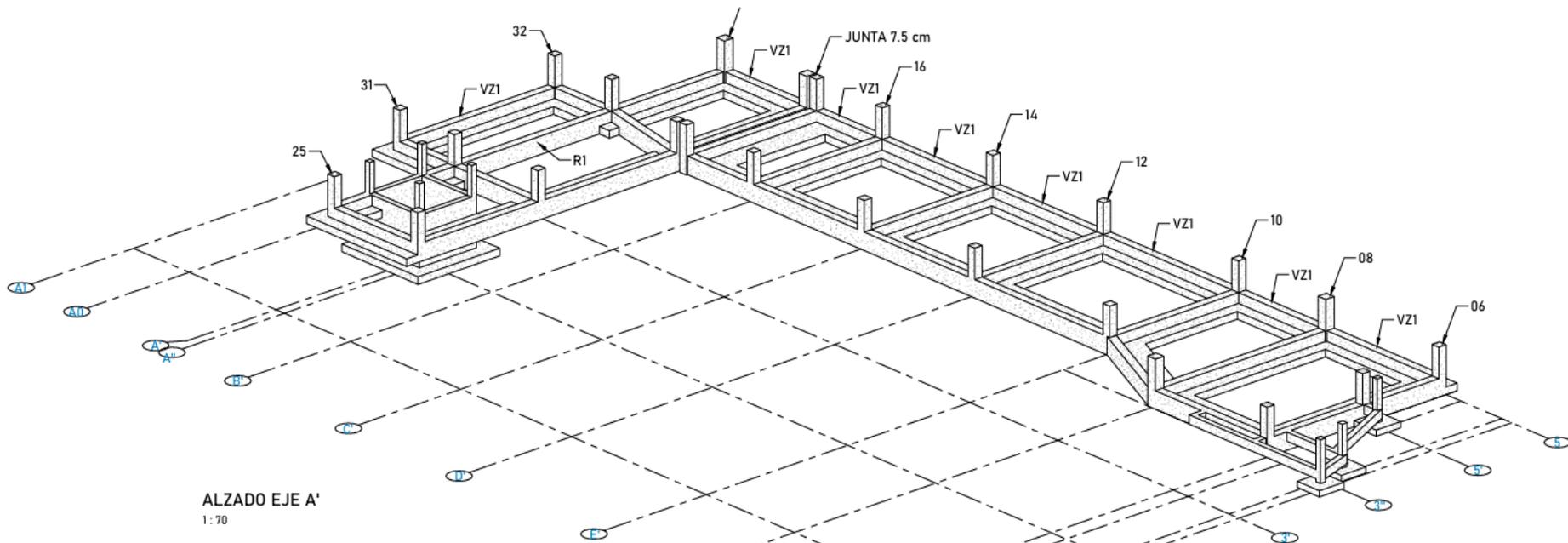
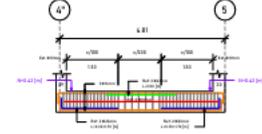
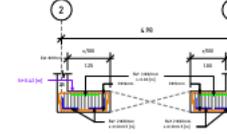
ALZADO EJE A1

1: 70



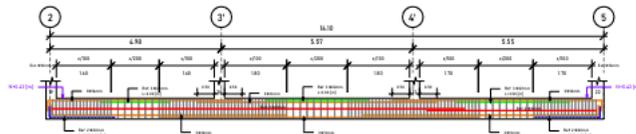
ALZADO EJE A0

1: 70



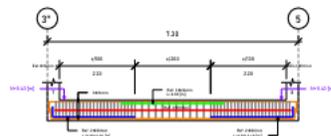
ALZADO EJE A'

1: 70



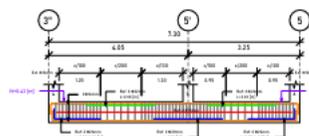
ALZADO EJE F'

1: 70



ALZADO EJE F''

1: 70



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Hormigón in situ: 280 kgf/cm²
- Acero de refuerzo: 4200 kgf/cm²
- Malla electrosoldada: 5000 kgf/cm²
- Recubrimiento:
Cimentación = 50mm
Resto = 40mm
- Cajones metálicos: ASTM-A36
- Correas: ASTM-A36
- Soldadura electrodos E-7011

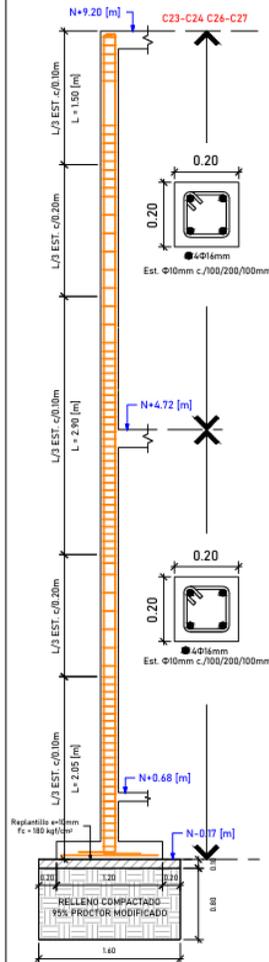
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE SAMBORONDÓN

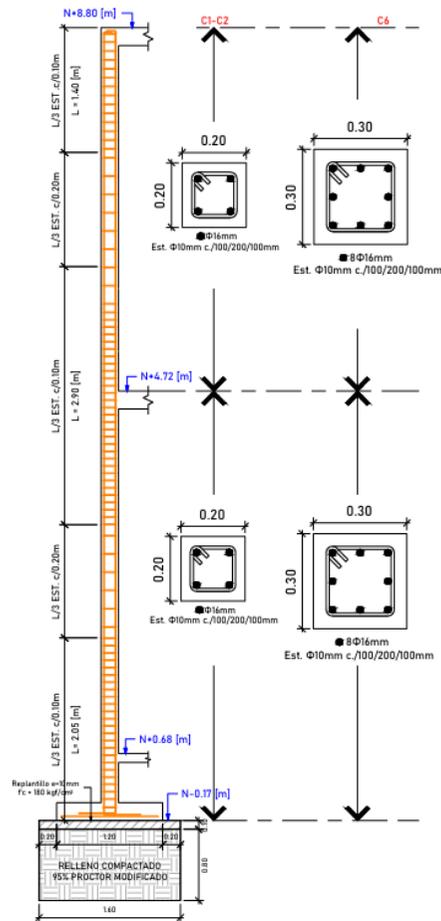
CONTENIDO:
Alzados de cimentación Bloque #2

Coordinador de Materia Integradas: MSc. Lenín Dender	Tutores de Conocimientos Específicos: PHd. Eduardo Santos	Estudiantes: Jorge Montoya	Fecha de entrega: 18 de diciembre, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: PHd. Eduardo Santos	MSc. Ingrid Orta	Luis Pavón	Código: E-02 A1

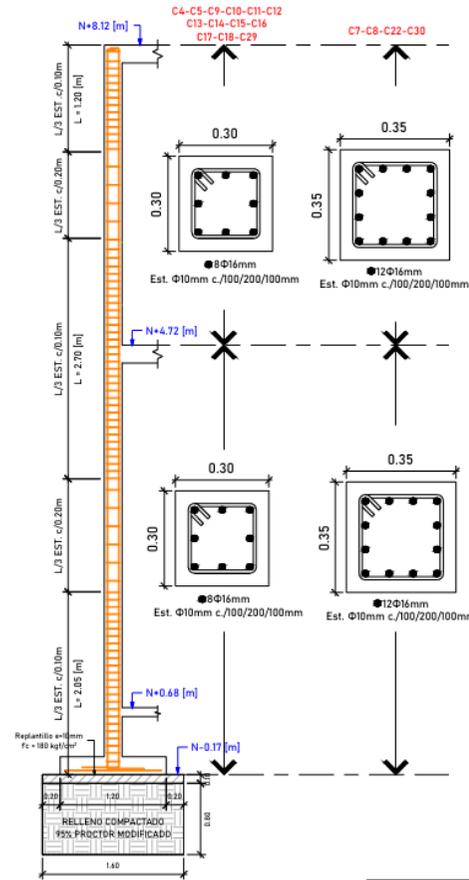
ALZADOS DE COLUMNAS #1
1: 25



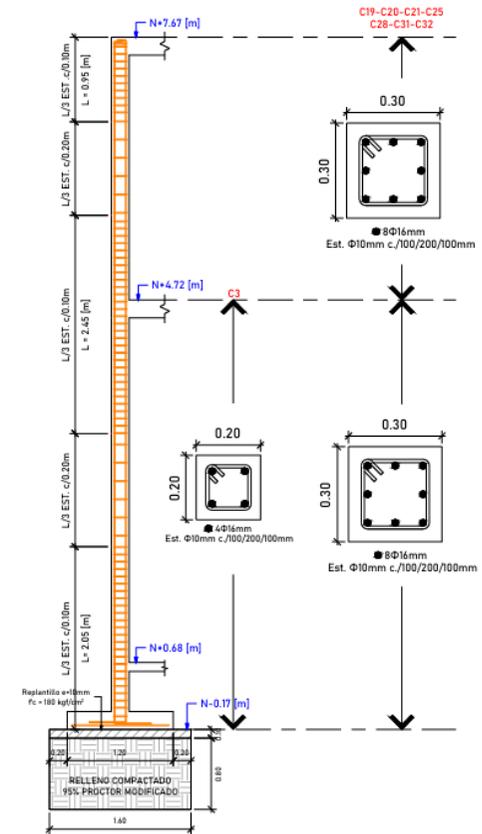
ALZADOS DE COLUMNAS #2
1: 25



ALZADOS DE COLUMNAS #3
1: 25



ALZADOS DE COLUMNAS #4
1: 25



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Hormigón in situ: 280 kgf/cm²
- Acero de refuerzo: 4200 kgf/cm²
- Malla electrosoldada: 5000 kgf/cm²
- Recubrimiento:
Cimentación = 50mm
Resto = 40mm
- Cajones metálicos: ASTM-A36
- Correas: ASTM-A36
- Soldadura electrodos E-7011

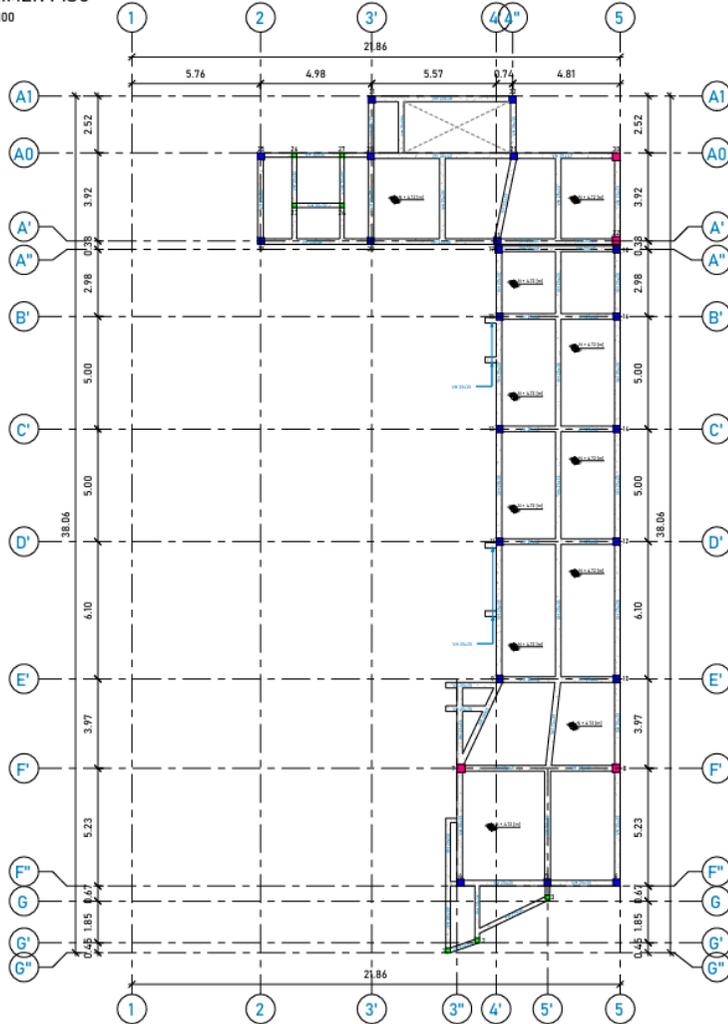
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE SAMBORÓNDÓN

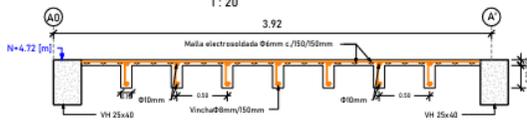
CONTENIDO:
Alzados de columnas

Coordinador de Materia Integradora: MSC. Lenín Dender	Tutor de Cálculos Específicos: PHE. Eduardo Santos MSC Ingrid Orta	Estudiante: Jorge Montoya Luis Pavón	Fecha de entrega: 18 de diciembre, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: PHE. Eduardo Santos			Laminas: E-03
			Escalas: A1

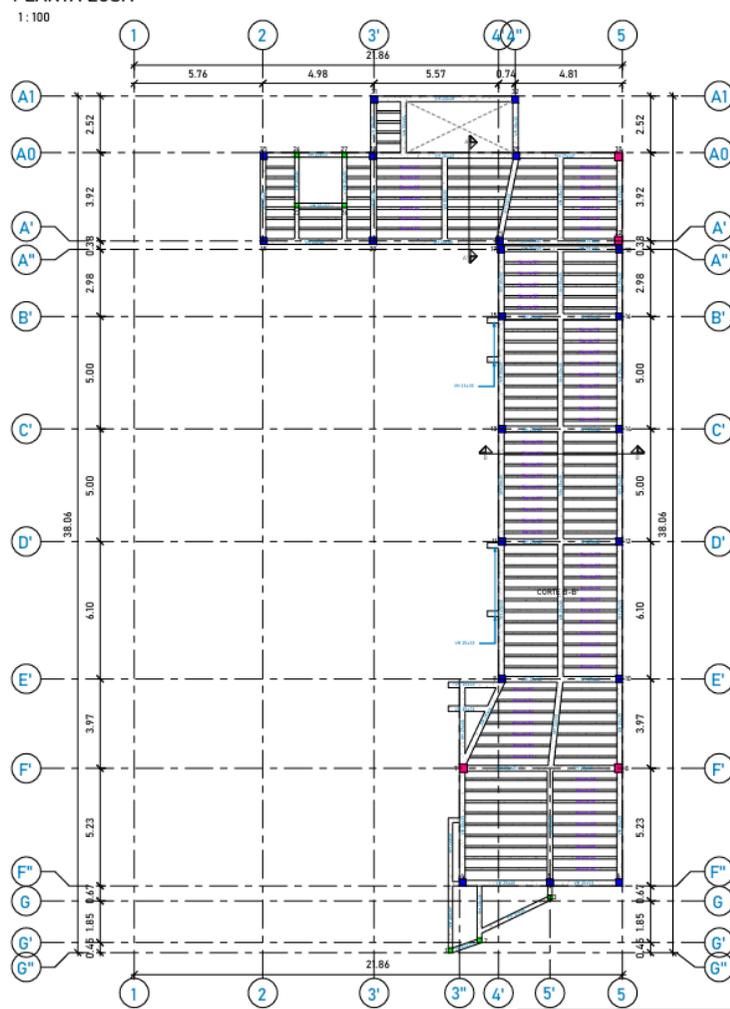
PRIMER PISO
1: 100



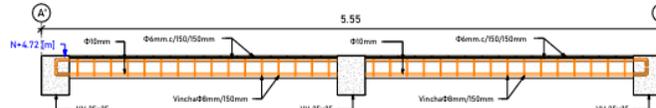
CORTE A-A'
1: 20



PLANTA LOSA
1: 100



CORTE B-B'
1: 20



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

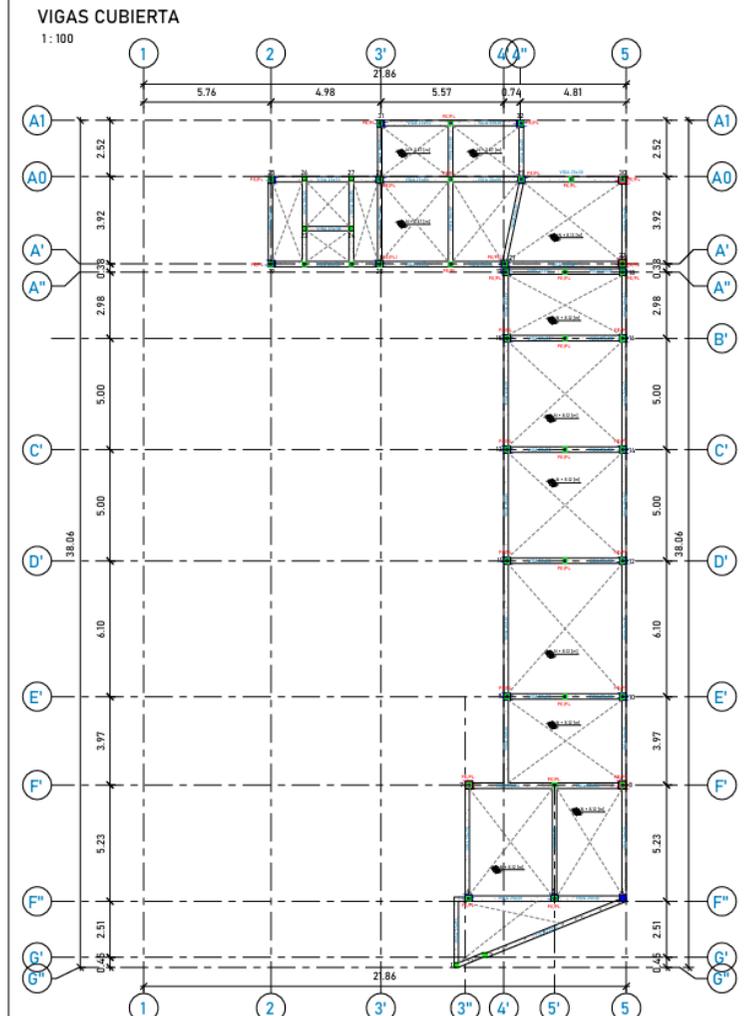
- Hormigón in situ: 280 kgf/cm²
- Acero de refuerzo: 4200 kgf/cm²
- Malla electrosoldada: 5000 kgf/cm²
- Recubrimiento:
Cimentación = 50mm
Resto = 40mm
- Cajones metálicos: ASTM-A36
- Correas: ASTM-A36
- Soldadura electrodos E-7011

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

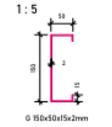
PROYECTO:
AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE SAMBORONDÓN

CONTENIDO:
Plantas y alzados de entrespiso

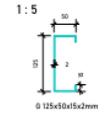
Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenín Dender	Tutores de Encargos/Asesorías Específicas: PHD. Eduardo Santos MSc Ingrid Orta	Escritores: Jorge Montoya Luis Pavón	Fecha de entrega: 18 de diciembre, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: PHD. Eduardo Santos		Lével: E-05	Escala: A1



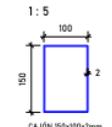
CORREA G1



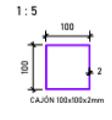
CORREA G2



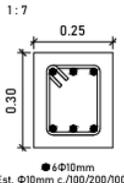
VIGA VM



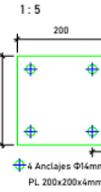
PERICO (PE)



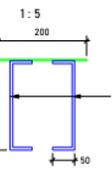
VIGA 250x300



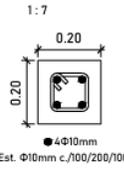
PLACA PL



ALZADO PL

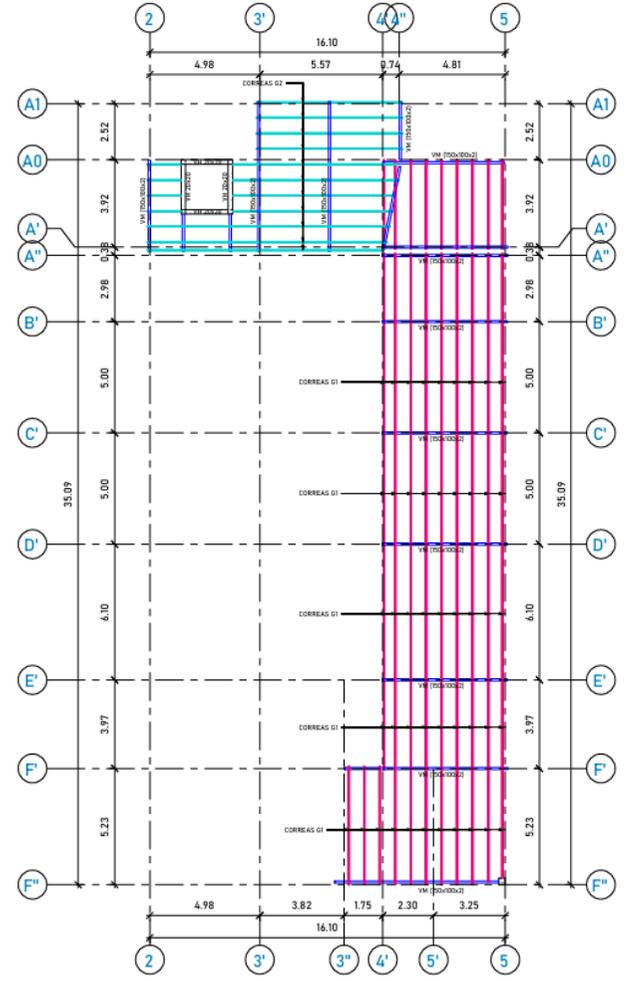


VH 200x200



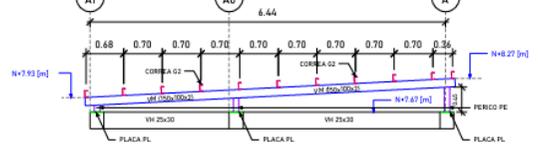
FACHADA FRONTAL

1: 100



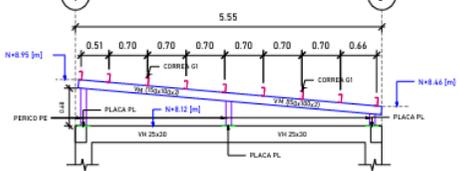
ALZADO CUBIERTA '3

1: 40



ALZADO CUBIERTA B'

1: 40



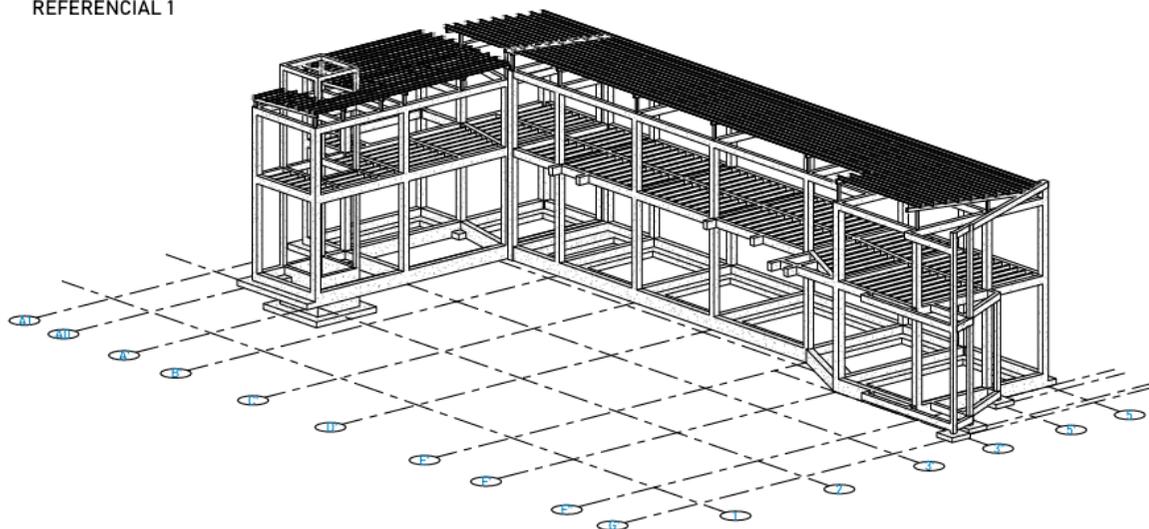
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Hormigón in situ: 280 kgf/cm²
- Acero de refuerzo: 4200 kgf/cm²
- Malla electrosoldada: 5000 kgf/cm²
- Recubrimiento: Cimentación + 50mm Resto + 40mm
- Cajones metálicos: ASTM-A36
- Correas: ASTM-A36
- Soldadura electrodos E-7011

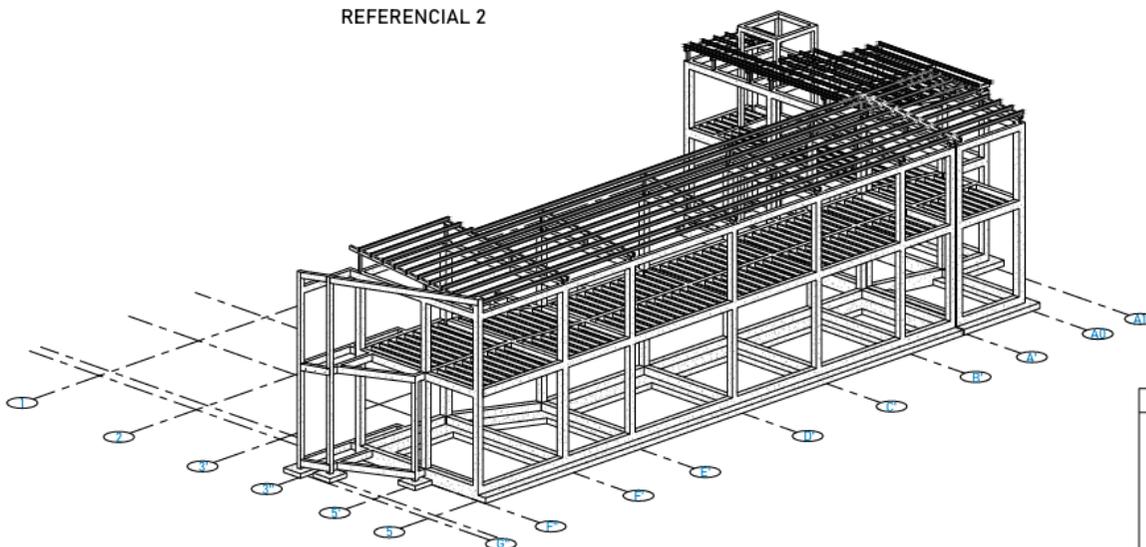
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE SAMBORÓN			
CONTENIDO: Planta y alzados de cubierta			
Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Cosevaluación Específicas: PHd. Eduardo Santos MSc. Ingrid Orta	Estudiante: Jorge Montoya	Fecha de entrega: 18 de diciembre, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: PHd. Eduardo Santos		Léxico: Luis Pavón	Escala: A1

REFERENCIAL 1



REFERENCIAL 2



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

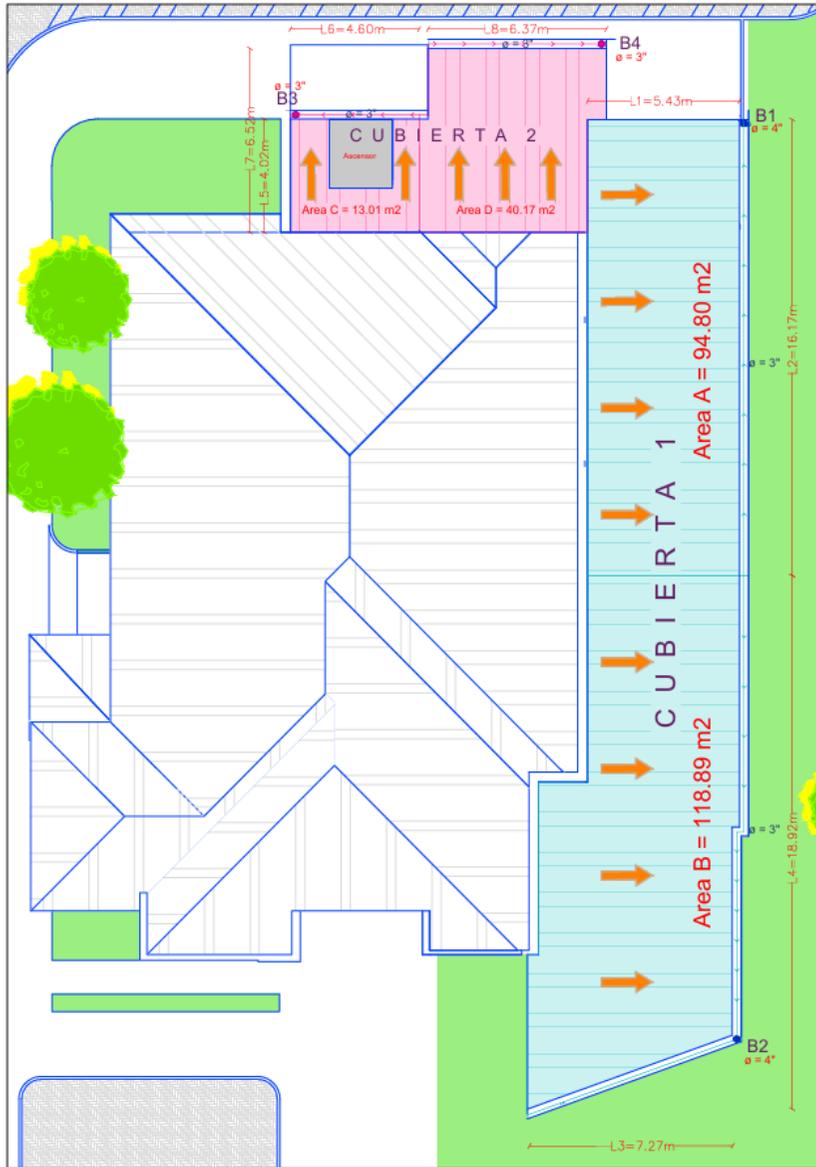
- Hormigón in situ: 280 kgf/cm²
- Acero de refuerzo: 4200 kgf/cm²
- Malla electrosoldada: 5000 kgf/cm²
- Recubrimiento:
Cimentación + 50mm
Resto + 40mm
- Cajones metálicos: ASTM-A36
- Correas: ASTM-A36
- Soldadura electrodos E-7011

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

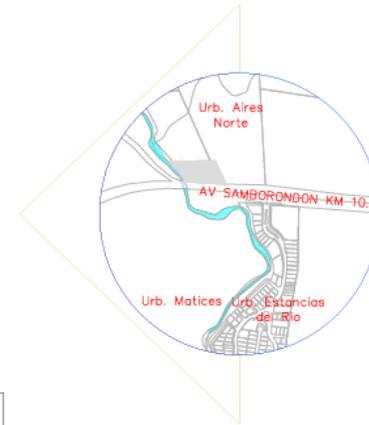
PROYECTO:
AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE SAMBORONDÓN

CONTENIDO:
Isométricos

Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos: PHd. Eduardo Santos MSc Ingrid Orta	Estudiantes: Jorge Montoya Luis Pavón	Fecha de entrega: 18 de diciembre, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: PHd. Eduardo Santos		Léves: E-08	Escala: A1



PLANO DE DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS
Esc: 1:50



SIMBOLOGÍA	
	Cubierta 1
	Cubierta 2
	Sentido de Inclinación de Cubierta
Bi	Bajantes
ESPECIFICACIONES	
Ø Bajantes	Para Cubierta 1: 3"
	Para Cubierta 2: 4"
Ø Canales	Para Cubierta 1: 3"
	Para Cubierta 2: 3"
Materiales	Para las bajantes y colectores horizontales se usará como material PVC

MEDICIONES		
Bajantes	Area	Longitud
B1	94.80 m ²	L1 = 5.43 m
		L2 = 16.17 m
B2	118.89 m ²	L3 = 7.27 m
		L4 = 18.92 m
B3	13.01 m ²	L5 = 4.02 m
		L6 = 4.60 m
B4	40.17 m ²	L7 = 6.52 m
		L8 = 6.37 m

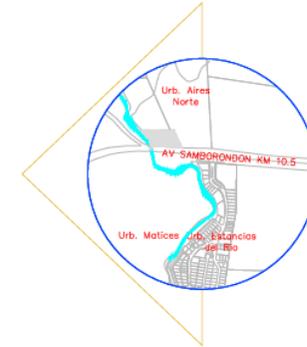
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE SAMBORONDÓN			
CONTENIDO: PLANO DE SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL			
Coordinador de Materia Integradora: MSc. Lenín Dender	Tutores de Conocimientos Específicos: PHd. Eduardo Santos MSc. Ingrid Orta	Estudiantes: Jorge Montoya Luis Pavón	Fecha de entrega: 06 de Enero, 2025
Tutor de Área de Conocimiento: PHd. Eduardo Santos		Límina: HS - 01	Escala: A1



Planta Baja
Esc: 1:50



Planta Alta
Esc: 1:50



SIMBOLOGÍA

-  Luminarias
-  Tomacorriente 110V-2 polos
-  Tomacorriente 220V-2 polos
-  Tablero de distribución general (TDG)
-  Red de iluminación
-  Red de tomacorrientes

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE SAMBORONDÓN			
CONTENIDO: PLANOS ELÉCTRICOS PLANTA BAJA Y ALTA			
Coordinador de Ingeniería Integradora: MSc. Lenin Dender	Tutor de Consultorías Específicas: Phd. Eduardo Santos MSc. Ingrid Orta	Estudiantes: Jorge Montoya Luis Pavón	Fecha de entrega: 4 de enero, 2025
Tutor de Área de Consultorías: Phd. Eduardo Santos		Línea: EL-01	Hoja: A1



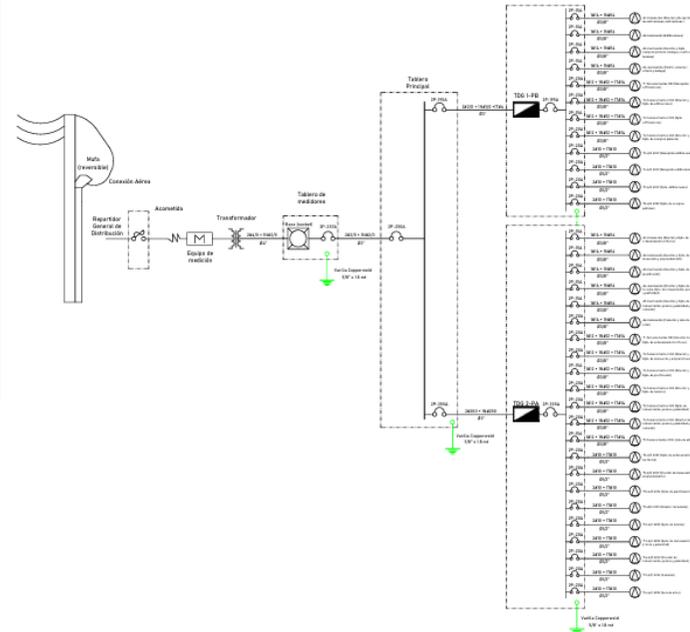
Implantación General
Esc: 1:100

SIMBOLOGÍA

- Torre eléctrica de alta tensión
- Transformador
- Poste
- Acometida combinada
- Tablero central de distribución (TDC)
- Tablero de medidores
- Puesta a tierra
- Desconectador tipo cuchilla
- Equipo de medición
- Interruptor Termomagnético
- Tablero de distribución general (TDG)



DIAGRAMA UNIFILAR



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:		AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE SAMBOROMBÓN	
CONTENIDO:			
PLANO ELÉCTRICO CONEXIÓN A RED ELÉCTRICA MUNICIPAL Y DIAGRAMA UNIFILAR			
Coodinador de Materiales: MSc. Lenín Dender	Tutores de Convocatorias Especiales: PHd. Eduardo Santos MSc. Ingrid Orta	Estudantes: Jorge Montoya Luis Pavón	Fecha de entrega: 6 de enero, 2025
Tutor de Área de Convocatorias: PHd. Eduardo Santos		Línea: EL-02	Escala: A1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1001

DETALLE: Caseta de guardianía y bodega

UNIDAD: m²

Rendimiento 1 (hora/m²) 0,26

Rendimiento 2 (m²/hora) 3,85

Rendimiento 3 (m²/día) 30,77

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	1,00	15,39	15,39	0,050	0,800
<i>SUBTOTAL N</i>					0,800

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Maestro mayor	1,00	4,04	4,04	0,120	0,485
Carpintero	1,00	3,65	3,65	0,070	0,256
Peón	1,00	3,60	3,60	0,020	0,072
<i>SUBTOTAL N</i>					0,812

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Tabla dura de encofrado 30 cm	u	1,25	6,49	8,113
Cuartones de encofrado	u	1,25	6,49	8,113
Tiras de encofrado de 1"x4m	u	0,30	4,33	1,299
Clavos de 2" a 3 1/2"	kg	0,05	2,65	0,133
Plancha de zinc	u	0,33	17,50	5,775
Bisagra	u	0,10	1,00	0,100
Cadena	u	0,08	1,00	0,080
Candado	u	0,08	1,55	0,124
<i>SUBTOTAL O</i>				23,736

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL P</i>				0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				25,347
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				5,069
OTROS INDIRECTOS 0,00				0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO				30,417
VALOR OFERTADO				30,42

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1002

DETALLE:

Acometida de agua potable provisional

UNIDAD: u

Readimiento 1 (hora/m2) 5,02

Readimiento 2 (m2/hora) 0,20

Readimiento 3 (m2/día) 1,53

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	0,05	21,73	1,09	1,000	1,090
<i>SUBTOTAL N</i>					1,090

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Plomero	1,00	3,65	3,65	2,008	7,323
Peón	2,00	3,60	7,20	2,008	14,458
<i>SUBTOTAL N</i>					21,781

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Tubo PVC 1/2 roscable	u	1,00	12,50	12,500
Tanque plastico 1 m ³	u	1,00	31,60	31,600
Codo galvanizado 1/2	u	1,00	0,87	0,870
Unión galvanizado 1/2	u	1,00	0,76	0,760
Consumo de agua	mez	6,00	5,50	33,000
<i>SUBTOTAL O</i>				138,730

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL P</i>				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	161,606
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	32,321
OTROS INDIRECTOS 0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO	193,928
VALOR OFERTADO	193,93

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1003

DETALLE:

Acometida electrica provisional

UNIDAD: u

Rendimiento 1 (hora/m2) 4,00

Rendimiento 2 (m2/hora) 0,25

Rendimiento 3 (m2/dia) 2,00

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	0,05	14,45	0,72	1,000	0,723
<i>SUBTOTAL N</i>					0,723

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Electricista	1,00	3,65	3,65	2,000	7,300
Peón	3,00	3,60	10,80	1,000	10,800
<i>SUBTOTAL N</i>					18,100

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Breaker general 70A 3P	u	1,00	54,95	54,950
Medidor	u	1,00	25,00	25,000
Caja braker: 4/8	u	1,00	23,83	23,830
Breaker 20 amp. 1P	u	1,00	6,75	6,750
Breaker 40 amp. 2P	u	6,00	33,00	234,000
Alambre cu twg n° 12	rollo	0,20	105,00	21,000
Puntos de iluminación 120V	u	2,00	16,48	32,960
Puntos de tomacorriente 120V	u	2,00	16,94	33,880
Foco	u	3	3,73	11,190
Consumo de luz	mes	6	15	90,000
<i>SUBTOTAL O</i>				539,560

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL P</i>				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		558,383
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	111,677
OTROS INDIRECTOS	0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		670,059
VALOR OFERTADO		670,06

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2001

DETALLE: Trazado y replanteo

UNIDAD: m²

Readimiento 1 (hora/m²) 0,03

Readimiento 2 (m²/hora) 31,25

Readimiento 3 (m²/día) 250,00

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	0,05	0,30	0,02	0,010	0,000
Equipo topográfico	1	4,00	4,00	0,010	0,146
<i>SUBTOTAL M</i>					0,146

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Topógrafo	1,00	4,04	4,04	0,005	0,020
Cadenero	1,00	3,65	3,65	0,004	0,015
Maestro mayor	0,10	4,04	0,40	0,003	0,001
<i>SUBTOTAL N</i>					0,036

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Tiras de encofrado de 1"xx4m	u	0,03	4,23	0,381
Clavos de 2" a 3 1/2"	kg	0,06	2,55	0,153
Caño	u	0,12	2,75	0,330
<i>SUBTOTAL O</i>				0,864

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL P</i>				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,046
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	0,209
OTROS INDIRECTOS 0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,255
VALOR OFERTADO	1,26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2002

DETALLE: Rotura de pavimento

UNIDAD: m²

Rendimiento 1 (hora/m²) 0,06

Rendimiento 2 (m²/hora) 15,70

Rendimiento 3 (m²/día) 125,59

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	1,50	10,39	16,43	0,010	0,165
Cortadora de asfalto	4,00	25,00	100,00	0,035	3,5
<i>SUBTOTAL N</i>					3,665

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Operador	2,00	4,54	9,08	0,012	0,111
Peón	4,00	3,75	15,00	0,007	0,038
<i>SUBTOTAL N</i>					0,208

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL O</i>				0,000

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL P</i>				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3,873
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	0,775
OTROS INDIRECTOS	0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		4,648
VALOR OFERTADO		4,65

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2003

DETALLE: Excavación para cimentación

UNIDAD: m³

Rendimiento 1 (hora/m²) 0,28

Rendimiento 2 (m²/hora) 3,57

Rendimiento 3 (m²/dia) 28,57

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Excavadora	2,00	38,00	76,00	0,020	1,520
Volqueta 8 m ³	1,00	20,00	20,00	0,05	1
<i>SUBTOTAL M</i>					2,520

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Operador excavadora	1,00	4,04	4,04	0,040	0,162
Ayudante de maquinaria	1,00	3,60	3,60	0,050	0,180
Peón	4,00	3,60	14,40	0,035	0,504
Maestro mayor	1,00	4,04	4,04	0,055	0,222
Chofer Volqueta	1,00	5,29	5,29	0,030	0,159
<i>SUBTOTAL N</i>					1,227

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL O</i>				0,000

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL P</i>				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3,747
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	0,749
OTROS INDIRECTOS	0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		4,496
VALOR OFERTADO		4,50

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2004

DETALLE: Relleno de cimiento y compactación de material seleccionado

UNIDAD: m³

Rendimiento 1 (hora/m²) 0,29

Rendimiento 2 (m²/hora) 3,45

Rendimiento 3 (m²/día) 27,59

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Volqueta 8 m ³	1,00	20,00	20,00	0,050	1,000
Motoniveladora	1,00	45,00	45,00	0,040	1,800
Rodillo	1,00	38,00	38,00	0,030	1,140
<i>SUBTOTAL M</i>					3,940

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Chofer de volqueta	1,00	5,29	5,29	0,055	0,291
Operador motoniveladora	1,00	4,04	4,04	0,035	0,141
Operador de rodillo	1,00	4,04	4,04	0,035	0,141
Ayudante de maquinaria	1,00	3,60	3,60	0,045	0,162
<i>SUBTOTAL N</i>					0,736

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Material pétreo (cascajo gueso)	m ³	1,29	8,40	10,836
Agua	m ³	0,10	1,08	0,108
<i>SUBTOTAL O</i>				10,944

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL P</i>				0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				15,620
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				3,124
OTROS INDIRECTOS 0,00				0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO				18,744
VALOR OFERTADO				18,74

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2005

DETALLE: Relleno de material y compactación en contrapiso

UNIDAD: m³

Rendimiento 1 (hora/m²) 0,24

Rendimiento 2 (m²/hora) 4,26

Rendimiento 3 (m²/dia) 34,04

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Volqueta 8 m ³	1,00	20,00	20,00	0,045	0,900
Motoniveladora	3,00	45,00	135,00	0,035	4,725
Rodillo	3,00	38,00	114,00	0,035	3,990
<i>SUBTOTAL N</i>					9,615

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Chofer de volqueta	1,00	5,29	5,29	0,040	0,212
Operador motoniveladora	3,00	4,04	12,12	0,020	0,242
Operador de rodillo	2,00	4,04	8,08	0,040	0,323
Ayudante de maquinaria	1,00	3,60	3,60	0,020	0,072
<i>SUBTOTAL N</i>					0,849

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Agua	m ³	0,01	1,08	0,011
<i>SUBTOTAL O</i>				0,011

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL P</i>				0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				10,475
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				2,095
OTROS INDIRECTOS 0,00				0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO				12,570
VALOR OFERTADO				12,57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	3001					
DETALLE:	Desmontaje de cubierta existente			UNIDAD:	u	
				Rendimiento 1 (hora/m²)	0,32	
				Rendimiento 2 (m²/hora)	3,11	
EQUIPOS				Rendimiento 3 (m²/día)	24,84	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R	
Herramientas básicas	1,00	10,00	10,00	0,060	0,600	
Andamios	1,00	30,00	30,00	0,081	2,430	
Escalera	1,00	10,00	10,00	0,081	0,810	
				<i>SUBTOTAL N</i>	3,840	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R	
Peón	3,00	3,60	10,80	0,055	0,594	
Maestro mayor	1,00	4,04	4,04	0,045	0,182	
				<i>SUBTOTAL N</i>	0,776	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B		
				<i>SUBTOTAL O</i>	0,000	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B		
				<i>SUBTOTAL P</i>	0,000	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4,616	
				INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	0,923	
				DTROS INDIRECTOS 0,00	0,000	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	5,539	
				VALOR OFERTADO	5,54	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	4001				
DETALLE:	Acero de columnas, vigas, losa, riostras, zapatas corridas y plintos			UNIDAD: kg	
				Rendimiento 1 (hora/m²)	0,04
				Rendimiento 2 (m²/hora)	27,03
EQUIPOS				Rendimiento 3 (m²/dia)	216,22
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	0,05	10,99	0,55	0,005	0,003
Cizalla	1,00	8,99	8,99	0,005	0,045
				<i>SUBTOTAL M</i>	0,048
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Fierrero	1,00	3,65	3,65	0,009	0,033
Ayudante de fierrero	1,00	3,60	3,60	0,009	0,032
Maestro mayor	1,00	4,04	4,04	0,009	0,036
				<i>SUBTOTAL N</i>	0,102
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Acero de refuerzo f'y=4200 kg/cm ²	kg	1,09	2,39	2,605	
Alambre galvanizado #18	kg	0,02	2,05	0,041	
				<i>SUBTOTAL O</i>	2,646
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
				<i>SUBTOTAL P</i>	0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,795
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%					0,559
OTROS INDIRECTOS 0,00					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,354
VALOR OFERTADO					3,35

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	4002				
DETALLE:	Hormigón f'c=180 kg/cm ² para replantillo e=10cm			UNIDAD:	m ²
			Rendimiento 1 (hora/m²)	0,36	
			Rendimiento 2 (m²/hora)	2,79	
			Rendimiento 3 (m²/dia)	22,28	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	2,00	9,99	19,98	0,040	0,799
Concretera 1 saco	5,00	39,99	199,95	0,055	10,997
				<i>SUBTOTAL M</i>	11,796
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Maestro mayor	1,00	4,14	4,14	0,089	0,368
Albañil	1,00	3,75	3,75	0,088	0,330
Peón	3,00	3,70	11,10	0,087	0,966
				<i>SUBTOTAL N</i>	1,664
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Cemento portland I	saco	0,10	7,90	0,790	
Arena	m ³	0,04	14,50	0,580	
Piedra	m ³	0,02	13,50	0,270	
Agua	m ³	0,06	1,08	0,065	
Cuartones de encofrado	u	1	6,49	6,490	
				<i>SUBTOTAL O</i>	8,195
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
				<i>SUBTOTAL P</i>	0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					21,655
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20,00%
OTROS INDIRECTOS					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					25,986
VALOR OFERTADO					25,99

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	4003				
DETALLE:	Hormigón ciclópeo f'c=180 kg/cm ² para cimentación			UNIDAD: m ³	
			Rendimiento 1 (hora/m²)	7,70	
			Rendimiento 2 (m²/hora)	0,13	
			Rendimiento 3 (m²/día)	1,04	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	1,00	37,35	37,35	1,100	41,085
Concretera 1 saco	1,00	39,99	39,99	1,100	43,989
					<i>SUBTOTAL N</i> 85,074

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Maestro mayor	1,00	4,04	4,04	1,100	4,444
Albañil	3,00	3,65	10,95	1,100	12,045
Peón	4,00	3,60	14,40	1,100	15,840
Ayudante carpintero	1,00	3,60	3,60	1,100	3,960
Carpintero	2,00	3,65	7,30	1,100	8,030
					<i>SUBTOTAL N</i> 44,319

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Cemento portland I	saco	4,20	7,80	32,76	
Arena	m ³	0,48	14,00	6,72	
Piedra	m ³	0,66	13,12	8,66	
Agua	m ³	0,1	1,08	0,11	
Piedra (para cimientos y/o empedrado)	m ³	0,40	10,9	4,36	
Tabla dura de encofrado de 0.30 mts	u	0,80	5,49	4,39	
Clavos de 2" a 3 1/2"	kg	0,25	2,22	0,56	
Caña	u	0,50	2,50	1,25	
Cuartones de encofrado	u	0,80	5,49	4,39	
					<i>SUBTOTAL O</i> 63,196

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
				<i>SUBTOTAL P</i> 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		192,589
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	38,518
OTROS INDIRECTOS	0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		231,107
VALOR OFERTADO		231,11

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	4004				
DETALLE:	Hormigón simple f'c=280 kg/cm2 para columnas, vigas, losa, riostras, zapatas corridas y plintos				UNIDAD: m ³
				Rendimiento 1 (hora/m2)	8,73
				Rendimiento 2 (m2/hora)	0,11
EQUIPOS				Rendimiento 3 (m2/día)	0,92
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	1,00	95,28	95,28	1,100	104,808
Concretera 1 saco	1,00	4,00	4,00	1,100	4,400
Vibrador	1,00	3,00	3,00	1,100	3,300
				<i>SUBTOTAL M</i>	112,508

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Maestro mayor	1,00	4,04	4,04	1,100	4,444
Albañil	2,00	3,65	7,30	1,090	7,957
Peón	5,00	3,60	18,00	1,080	19,440
Carpintero	2,00	3,65	7,30	1,080	7,884
Ayudante carpintero	2,00	3,60	7,20	1,080	7,776
				<i>SUBTOTAL N</i>	47,501

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Cemento portland I	saco	8,00	10,85	86,800	
Arena	m ³	2,00	15,00	30,000	
Piedra	m ³	1,50	14,14	21,210	
Agua	m ³	0,22	1,08	0,238	
Clavos de 2" a 3 1/2"	kg	2,00	3,22	6,440	
Tabla dura de encofrado de 0.30 mts	u	2,00	6,49	12,980	
Cuartones de encofrado	u	2,00	6,49	12,980	
				<i>SUBTOTAL O</i>	170,648

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
				<i>SUBTOTAL P</i>	0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		330,657
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	66,131
OTROS INDIRECTOS	0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		396,788
VALOR OFERTADO		396,79

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	4005				
DETALLE:	Hormigón simple f'c=150 kg/cm ² para contrapiso			UNIDAD:	m ²
				Rendimiento 1 (hora/m²)	0,25
				Rendimiento 2 (m²/hora)	4,06
				Rendimiento 3 (m²/día)	32,45
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	1,00	1,74	1,74	0,006	0,010
Concretera 1 saco	1,00	4,00	4,00	0,006	0,024
Vibrador	1,00	3,00	3,00	0,006	0,018
				<i>SUBTOTAL M</i>	0,052
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Maestro mayor	0,10	4,04	0,40	0,009	0,003
Albañil	1,00	3,65	3,65	0,120	0,438
Peón	2,00	3,60	7,20	0,100	0,720
				<i>SUBTOTAL N</i>	1,161
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Cemento portland I	saco	0,72	7,80	5,616	
Arena	m ³	0,06	14,00	0,840	
Piedra	m ³	0,09	13,12	1,181	
Agua	m ³	0,01	1,08	0,011	
Clavos de 2" a 3 1/2"	kg	0,06	5,49	0,329	
Tabla dura de encofrado de 0.30 mts	u	0,10	2,22	0,222	
Cuartones de encofrado	u	0,10	5,49	0,549	
				<i>SUBTOTAL O</i>	8,748
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
				<i>SUBTOTAL P</i>	0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				9,962	
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20,00%	1,992
OTROS INDIRECTOS				0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO				11,954	
VALOR OFERTADO				11,95	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	5001				
DETALLE:	Montaje de estructura metálica de cubierta con elementos de vigas, pericos y correas	UNIDAD: kg			
		Rendimiento 1 (hora/m²) 0,05			
		Rendimiento 2 (m²/hora) 20,83			
		Rendimiento 3 (m²/dia) 166,67			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	1,00	7,00	7,00	0,008	0,056
Soldadora	1,00	135,00	135,00	0,007	0,945
Camión grúa capacidad 2tn	1,00	43,00	43,00	0,006	0,258
Amoladora	1,00	101,99	101,99	0,006	0,612
Equipo oxicorte	1,00	77,000	77,00	0,005	0,385
				<i>SUBTOTAL M</i>	2,256

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peon	3,00	3,60	10,80	0,004	0,043
Pintor	2,00	3,65	7,30	0,004	0,029
Fierro	1,00	3,65	3,65	0,004	0,015
Maestro de obra	1,00	4,04	4,04	0,004	0,016
				<i>SUBTOTAL N</i>	0,103

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Acero estructural A-36	saco	1,85	10,99	20,332	
Electrodos 70-11	m ³	0,40	15,00	6,000	
Pintura anticorrosiva y esmalte	m ³	0,25	14,00	3,500	
Disco de corte para acero	m ³	0,1	3,00	0,300	
				<i>SUBTOTAL O</i>	30,132

TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
				<i>SUBTOTAL P</i>	0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	32,491
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	6,498
OTROS INDIRECTOS 0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO	38,989
VALOR OFERTADO	38,99

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 6001					
DETALLE:		Suministro e Instalación de Canaletas Longitudinales		UNIDAD: m	
				Rendimiento 1 (hora/m²)	0,37
				Rendimiento 2 (m²/hora)	2,70
EQUIPOS				Rendimiento 3 (m²/día)	21,62
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	1,00	4,29	4,29	0,020	0,086
<i>SUBTOTAL M</i>					0,086
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Maestro mayor	1,00	4,04	4,04	0,250	1,010
Peón	2,00	3,65	7,30	0,100	0,730
<i>SUBTOTAL N</i>					1,740
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Tubo de PVC Ø=3"	m	3,00	7,00	21,000	
<i>SUBTOTAL O</i>					21,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<i>SUBTOTAL P</i>					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					22,826
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%					4,565
OTROS INDIRECTOS 0,00					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					27,391
VALOR OFERTADO					27,39

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 6002

DETALLE:

Suministro e Instalación de Bajantes desde Canaletas

UNIDAD: m

Rendimiento 1 (hora/m²) 0,37

Rendimiento 2 (m²/hora) 2,74

Rendimiento 3 (m²/día) 21,92

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	0,04	4,29	0,17	0,015	0,003
<i>SUBTOTAL M</i>					0,003

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Maestro Mayor	1,00	4,04	4,04	0,250	1,010
Peón	2,00	3,65	7,30	0,100	0,730
<i>SUBTOTAL N</i>					1,740

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Tubo de PVC Ø=3"	m	3,00	7,00	21,000
Tubo de PVC Ø=4"	m	3,00	6,50	19,500
<i>SUBTOTAL O</i>				40,500

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL P</i>				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		42,243
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	8,449
OTROS INDIRECTOS	0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		50,691
VALOR OFERTADO		50,69

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 7001

DETALLE:

Colocación de Rejillas Protectoras en Bajantes

UNIDAD: u

Rendimiento 1 (hora/m²) 1,25

Rendimiento 2 (m²/hora) 0,80

Rendimiento 3 (m²/día) 6,40

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	0,03	4,29	0,13	0,250	0,032
<i>SUBTOTAL M</i>					0,032

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Maestro Mayor	1,00	4,04	4,04	0,550	2,222
Peón	1,00	3,65	3,65	0,450	1,643
<i>SUBTOTAL N</i>					3,865

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Rejillas	u	4,00	8,50	34,000
<i>SUBTOTAL O</i>				34,000

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL P</i>				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	37,897
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	7,579
OTROS INDIRECTOS 0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO	45,476
VALOR OFERTADO	45,48

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 8001

DETALLE: Sellado e Impermeabilización de Conexiones y Fijaciones

UNIDAD: m²

Rendimiento 1 (hora/m²) 1,33

Rendimiento 2 (m²/hora) 0,75

Rendimiento 3 (m²/día) 6,02

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	0,03	4,29	0,13	0,330	0,042
<i>SUBTOTAL M</i>					0,042

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Maestro Mayor	1,00	4,04	4,04	0,550	2,222
Peón	2,00	3,65	7,30	0,450	3,285
<i>SUBTOTAL N</i>					5,507

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Sellador	u	1,00	5,19	5,190
Impermeabilizante	u	2,00	14,99	29,980
<i>SUBTOTAL O</i>				35,170

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL P</i>				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		40,719
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	8,144
OTROS INDIRECTOS	0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		48,863
VALOR OFERTADO		48,86

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 8002

DETALLE: Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Drenaje

UNIDAD: m²

Rendimiento 1 (hora/m²) 3,50
 Rendimiento 2 (m²/hora) 0,29
 Rendimiento 3 (m²/día) 2,29

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Hidrolavadora	0,05	5,65	0,28	1,000	0,283
<i>SUBTOTAL M</i>					0,283

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Técnico Especializado	1,00	4,04	4,04	1,500	6,060
Peón	1,00	3,65	3,65	1,000	3,650
<i>SUBTOTAL N</i>					9,710

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Agua	m ³	0,77	20,99	16,162
Jabón Especializado	u	1,00	50,99	50,990
<i>SUBTOTAL O</i>				67,152

0,77

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL P</i>				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		77,145
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	15,429
OTROS INDIRECTOS	0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		92,574
VALOR OFERTADO		92,57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	9001				
DETALLE:	Suministro e Instalación de Transformador 3Ø Tipo Padmounted de 150 kW				UNIDAD: u
				Rendimiento 1 (hora/m²)	66,05
				Rendimiento 2 (m²/hora)	0,02
EQUIPOS				Rendimiento 3 (m²/día)	0,12
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Grúa	0,10	150,00	15,00	15,000	225,000
				<i>SUBTOTAL M</i>	225,000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Técnico Electricista	0,20	4,04	0,81	30,500	24,644
Ayudante	2,00	3,65	7,30	20,550	150,015
				<i>SUBTOTAL N</i>	174,659
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Transformador tipo Padmounted	u	1,00	6000,00	6.000,000	
				<i>SUBTOTAL O</i>	6.000,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
				<i>SUBTOTAL P</i>	0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.399,659
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%					1.279,932
OTROS INDIRECTOS 0,00					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7.679,591
VALOR OFERTADO					7.679,591

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	9002					
DETALLE:	Suministro e Instalación de Acometida de Media Tensión hasta el Transformador			UNIDAD:	m	
				Rendimiento 1 (hora/m²)	0,61	
				Rendimiento 2 (m²/hora)	1,63	
				Rendimiento 3 (m²/día)	13,03	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R	
Grúa Telescópica	0,10	80,00	8,00	0,200	1,600	
					<i>SUBTOTAL N</i>	1,600
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R	
Técnico Electricista	1,00	4,04	4,04	0,256	1,034	
Ayudante	2,00	3,65	7,30	0,158	1,153	
					<i>SUBTOTAL N</i>	2,188
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B		
Cable de Media Tensión	m	38,67	0,40	15,470		
Aisladores	u	3,00	0,15	0,450		
Herrajes y accesorios	u	3,00	0,60	1,800		
					<i>SUBTOTAL O</i>	17,720
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B		
					<i>SUBTOTAL P</i>	0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						21,507
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20,00%	4,301
OTROS INDIRECTOS					0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						25,809
VALOR OFERTADO						25,81
COSTO TOTAL DEL RUBRO						51,619
VALOR OFERTADO						51,62

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 9003					
DETALLE: Suministro e Instalación de Malla puesta a Tierra		UNIDAD: u			
		Rendimiento 1 (hora/m²)		12,61	
		Rendimiento 2 (m²/hora)		0,08	
EQUIPOS		Rendimiento 3 (m²/dia)		0,63	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Excavadora	0,45	150,00	67,50	2,500	168,750
<i>SUBTOTAL M</i>					168,750
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Técnico Electricista	1,00	4,15	4,15	5,556	23,057
Ayudante	1,00	3,65	3,65	4,556	16,629
<i>SUBTOTAL N</i>					39,687
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Malla de Cobre	m	40,00	4,80	192,000	
Varillas de puesta a tierra	u	6,00	0,60	3,600	
Soldadura Exotérmica	u	20,00	0,80		
<i>SUBTOTAL O</i>					195,600
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<i>SUBTOTAL P</i>					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					404,037
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%					80,807
OTROS INDIRECTOS 0,00					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					484,844
VALOR OFERTADO					484,84

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 10001					
DETALLE: Suministro e Instalación de Alimentador Principal		UNIDAD: m			
		Rendimiento 1 (hora/m²)		2,08	
		Rendimiento 2 (m²/hora)		0,48	
EQUIPOS		Rendimiento 3 (m²/dia)		3,86	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas especializadas	0,05	50,00	2,50	0,225	0,563
<i>SUBTOTAL M</i>					0,563
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Técnico Electricista	2,00	4,15	8,30	0,950	7,885
Agudante	1,00	3,65	3,65	0,900	3,285
<i>SUBTOTAL N</i>					11,170
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Cable cobre de media tensión	m	25,00	1,13	28,25	
Aisladores	u	3,00	1,63	4,875	
Herraje y accesorios	u	3,00	2,00	6,000	
<i>SUBTOTAL O</i>					39,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<i>SUBTOTAL P</i>					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					50,733
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20,00%	10,147
OTROS INDIRECTOS				0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					60,879
VALOR OFERTADO					60,88

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	10002				
DETALLE:	Suministro e Instalación de Tablero de Medidores			UNIDAD: m	
				Rendimiento 1 (hora/m²)	36,81
				Rendimiento 2 (m²/hora)	0,03
EQUIPOS				Rendimiento 3 (m²/día)	0,22

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Taladro	1,00	30,00	30,00	9,900	297,000
Grúas	1,00	50,00	50,00	9,900	495,000
<i>SUBTOTAL M</i>					792,000

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Técnico Electricista	1,00	4,15	4,15	8,550	35,483
Ayudante	2,00	3,65	7,30	8,455	61,722
<i>SUBTOTAL N</i>					97,204

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Tablero de Medidor	u	1,00	650,00	650,000
Medidor Trifásico	u	2,00	550,00	1,100,000
Cableado y conectores	m	30,00	6,99	209,700
<i>SUBTOTAL O</i>				1,959,700

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B
<i>SUBTOTAL P</i>				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		2.848,904
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	569,781
OTROS INDIRECTOS	0,00	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		3.418,685
VALOR OFERTADO		3.418,68

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	11001				
DETALLE:	Suministro e Instalación de Alimentadores Secundarios			UNIDAD: m	
				Rendimiento 1 (hora/m2)	0,84
				Rendimiento 2 (m2/hora)	1,19
				Rendimiento 3 (m2/dia)	9,52
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	0,10	20,00	2,00	0,090	0,180
				<i>SUBTOTAL N</i>	0,180
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Técnico Electricista	1,00	4,15	4,15	0,400	1,660
Agudante	1,50	3,65	5,48	0,350	1,916
				<i>SUBTOTAL M</i>	3,576
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Cable cobre de media tensión	m	37,68	0,55	20,724	
Aisladores	u	3,00	0,65	1,950	
Herraje y accesorios	u	3,00	0,35	1,050	
				<i>SUBTOTAL O</i>	23,724
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
				<i>SUBTOTAL P</i>	0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					27,480
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%					5,496
OTROS INDIRECTOS 0,00					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					32,976
VALOR OFERTADO					32,98

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 12001					
DETALLE: Suministro e Instalación de Circuitos de Iluminación		UNIDAD: u			
		Rendimiento 1 (hora/m²)		9,70	
		Rendimiento 2 (m²/hora)		0,10	
EQUIPOS		Rendimiento 3 (m²/día)		0,82	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramientas básicas	0,10	25,00	2,50	2,900	7,250
<i>SUBTOTAL M</i>					7,250
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Técnico Electricista	0,40	4,15	1,66	3,900	6,474
Agudante	1,50	3,65	5,48	2,900	15,878
<i>SUBTOTAL N</i>					22,352
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Luminarias LED	u	126,00	0,95	119,70	
Cableado eléctrico	m	15,00	0,45	6,75	
Interruptores y accesorios	u	10,00	0,50	5,00	
Conectores y terminales	u	10,00	0,35	3,50	
<i>SUBTOTAL O</i>					134,950
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<i>SUBTOTAL P</i>					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					164,562
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%					32,910
OTROS INDIRECTOS 0,00					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					197,462
VALOR OFERTADO					197,46

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	12002				
DETALLE:	Suministro e Instalación de Circuitos de Tomacorrientes 110v y 220v			UNIDAD:	m
				Rendimiento 1 (hora/m²)	3,32
				Rendimiento 2 (m²/hora)	0,30
EQUIPOS				Rendimiento 3 (m²/dia)	2,41
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Multímetro	0,10	15,00	1,50	1,000	1,500
<i>SUBTOTAL M</i>					1,500
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Técnico Electricista	1,00	4,15	4,15	1,200	4,980
Ayudante	2,00	3,65	7,30	1,120	8,176
<i>SUBTOTAL N</i>					13,156
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Tomacorriente 110v	u	82,00	0,15	12,300	
Tomacorriente 220v	u	13,00	0,35	4,550	
Cableado eléctrico	m	1500,00	0,05	75,000	
Interruptores y accesorios	u	13,00	0,10	1,300	
<i>SUBTOTAL O</i>					93,150
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<i>SUBTOTAL P</i>					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					107,806
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%					21,561
OTROS INDIRECTOS 0,00					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					129,367
VALOR OFERTADO					129,37

$f_y =$	4200 kg/cm ²	$\beta_1 =$	0,85
$f'_c =$	280 kg/cm ²		

b (cm)	25
h (cm)	25
recubrimiento (cm)	5
d (cm)	20

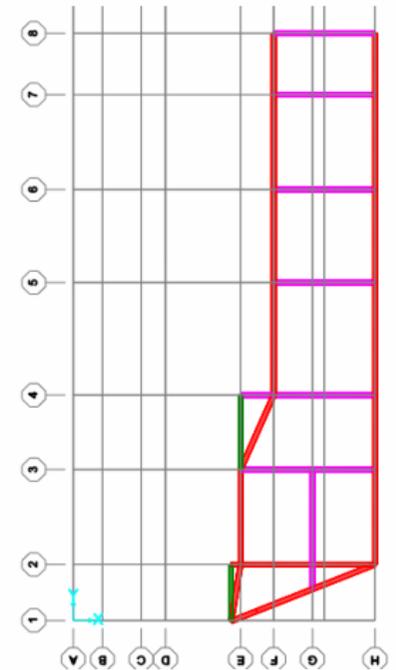
RESISTENCIA MÍNIMA		
As(cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)
1,67	1,18	1,22

RESISTENCIA MÁXIMA		
As(cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)
9,03	6,38	5,74



ACERO DE	β_1	f'_c
A	0,85	$f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$
B	$0,85 - 0,05 \left(\frac{f'_c - 280}{70} \right)$	$280 \text{ kg/cm}^2 < f'_c < 560 \text{ kg/cm}^2$
	0,65	$f'_c \geq 560 \text{ kg/cm}^2$

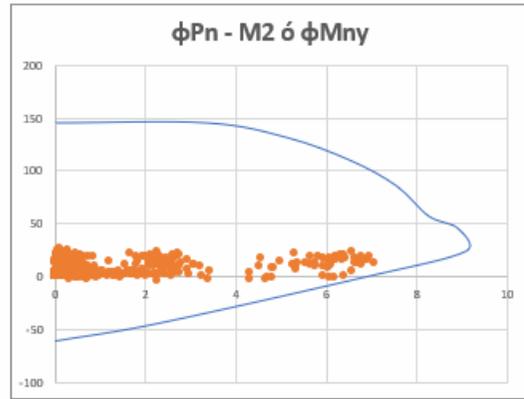
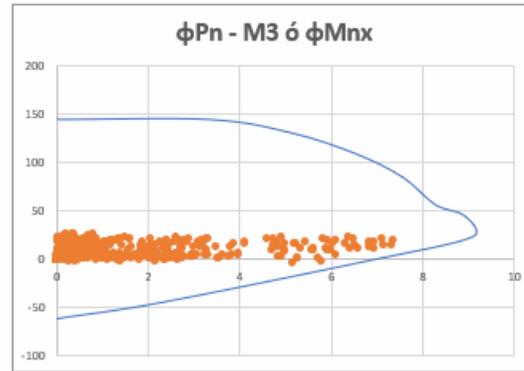
DEMANDA		As principal (cm ²)					As requerido (cm ²)	(As req)-(As princ)	As de refuerzo (cm ²)			RESISTENCIA FINAL			
REF. EJES	Mu (Ton-m)	CANT	φ (mm)	As	a (cm)	ΦMn (Ton-m)			CANT	φ (mm)	As	As T (cm ²)	a (cm)	ΦMn (Ton-m)	ΦMn > Mu
2	1,23	3	10	2,36	1,66	1,71	1,68	-0,68		0,00	2,36	1,66	1,71	OK	
2-3	0,61	3	10	2,36	1,66	1,71	0,82	-1,54		0,00	2,36	1,66	1,71	OK	
3	1,20	3	10	2,36	1,66	1,71	1,63	-0,73		0,00	2,36	1,66	1,71	OK	
3-4	0,5	3	10	2,36	1,66	1,71	0,67	-1,69		0,00	2,36	1,66	1,71	OK	
4	1	3	10	2,36	1,66	1,71	1,36	-1,00		0,00	2,36	1,66	1,71	OK	
4-5	0,35	3	10	2,36	1,66	1,71	0,47	-1,89		0,00	2,36	1,66	1,71	OK	
5	1,1	3	10	2,36	1,66	1,71	1,49	-0,87		0,00	2,36	1,66	1,71	OK	
5-6	0,4	3	10	2,36	1,66	1,71	0,53	-1,83		0,00	2,36	1,66	1,71	OK	
6	1	3	10	2,36	1,66	1,71	1,36	-1,00		0,00	2,36	1,66	1,71	OK	
6-7	0,4	3	10	2,36	1,66	1,71	0,53	-1,83		0,00	2,36	1,66	1,71	OK	
7	1	3	10	2,36	1,66	1,71	1,36	-1,00		0,00	2,36	1,66	1,71	OK	
7-8	0,7	3	10	2,36	1,66	1,71	0,94	-1,42		0,00	2,36	1,66	1,71	OK	
8	1,1	3	10	2,36	1,66	1,71	1,49	-0,87		0,00	2,36	1,66	1,71	OK	



	φPn - M3 ó φMnx		
	P	M2	M3
1	145,1464	0	0
2	145,1464	0	3,3348
3	131,3242	0	5,1193
4	109,5777	0	6,5364
5	85,441	0	7,5598
6	56,9529	0	8,2711
7	45,6687	0	8,9092
8	23,9867	0	9,1061
9	-1,5928	0	6,7604
10	-44,3919	0	2,2739
11	-61,0489	0	0

	φPn - M2 ó φMny		
	P	M2	M3
1	145	0	0
2	145	3,3348	0
3	131	5,1193	0
4	110	6,5364	0
5	85	7,5598	0
6	57	8,2711	0
7	46	8,9092	0
8	24	9,1061	0
9	-2	6,7604	0
10	-44	2,2739	0
11	-61	0	0

P	V2	V3	T	M2	M3	P	M2	M3
tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m	tonf	tonf-m	tonf-m
-18,08	0,8009	-0,0197	0,00039	-0,02299	1,20462	18,078	0,023	1,205
-17,38	0,8009	-0,0197	0,00039	0,0224	-0,63734	17,381	0,022	0,637
-16,69	0,8009	-0,0197	0,00039	0,06778	-2,4793	16,685	0,068	2,479
-20,38	0,9086	-0,0219	0,00073	-0,02426	1,36713	20,377	0,024	1,367
-19,78	0,9086	-0,0219	0,00073	0,02603	-0,72272	19,780	0,026	0,723
-19,18	0,9086	-0,0219	0,00073	0,07633	-2,81257	19,183	0,076	2,813
-14,74	3,1467	1,042	0,12072	2,56971	7,1384	14,744	2,570	7,138
-14,15	3,1467	1,042	0,12072	0,17409	-0,09735	14,147	0,174	0,097
-13,55	3,1467	1,042	0,12072	2,35735	2,37425	13,550	2,357	2,374
-20,56	-1,5436	-1,0805	-0,11964	-2,6131	-4,72881	20,563	2,613	4,727
-19,97	-1,5436	-1,0805	-0,11964	-0,12904	-1,17808	19,967	0,129	1,178
-19,37	-1,5436	-1,0805	-0,11964	-2,22386	-7,3367	19,370	2,224	7,337
-16,7	1,5929	2,8245	0,06841	6,91953	3,2032	16,698	6,920	3,203
-16,1	1,5929	2,8245	0,06841	0,4243	-0,4588	16,101	0,424	0,459
-15,5	1,5929	2,8245	0,06841	6,2066	-0,83825	15,504	6,207	0,838
-18,61	0,0102	-2,8629	-0,06733	-6,96292	-0,79161	18,610	6,963	0,792
-18,01	0,0102	-2,8629	-0,06733	-0,37925	-0,81663	18,013	0,379	0,817
-17,42	0,0102	-2,8629	-0,06733	-6,07311	-4,1242	17,416	6,073	4,124
-21,37	1,0693	-0,0237	0,00101	-0,02504	1,60884	21,367	0,025	1,609
-20,77	1,0693	-0,0237	0,00101	0,0295	-0,85063	20,771	0,030	0,851
-20,17	1,0693	-0,0237	0,00101	0,08404	-3,3101	20,174	0,084	3,310
-3,665	0,7612	-0,0117	0,00085	-0,04185	2,43581	3,665	0,042	2,436
-2,954	0,7612	-0,0117	0,00085	-0,01444	0,64702	2,954	0,014	0,647
-2,242	0,7612	-0,0117	0,00085	0,01297	-1,14178	2,242	0,013	1,142
-4,652	0,9848	-0,0068	0,00027	-0,03383	2,94617	4,652	0,034	2,946
-4,042	0,9848	-0,0068	0,00027	-0,0178	0,63188	4,042	0,018	0,632
-3,432	0,9848	-0,0068	0,00027	-0,00178	-1,68241	3,432	0,002	1,682
-2,98	1,4246	0,3042	0,10478	0,74901	3,76851	2,980	0,749	3,769
-2,37	1,4246	0,3042	0,10478	0,04355	0,85753	2,370	0,044	0,858
-1,76	1,4246	0,3042	0,10478	0,69541	0,46237	1,760	0,695	0,462



B X H

CUANTÍA

ρ = $\frac{A_s}{A_g}$
 ρ = 0,02
 b = 30 cm
 h = 30 cm
 A_g = 900
 A_s = 18 cm²

A_s = 16,08
 ρ = 1,79

#Varilla =	4
Diámetro =	16
Asvarilla =	2,01
As =	8,042
#Varilla =	4
Diámetro =	16
Asvarilla =	2,01
As =	8,042
AS =	16,085

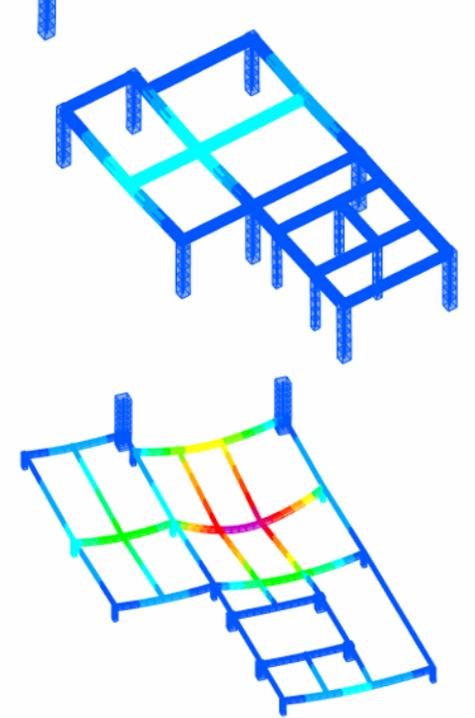
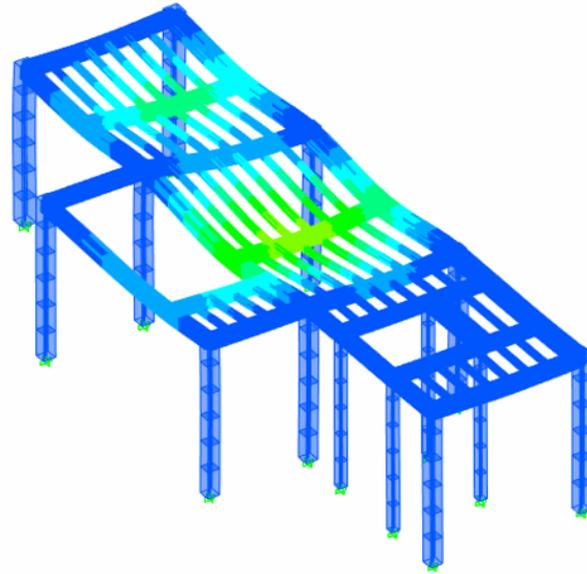
VARILLAS	
DIÁMETRO	ÁREA DE V.
mm	cm ²
0	0
6	0,28
8	0,50
10	0,79
12	1,13
14	1,54
16	2,01
18	2,54
20	3,14
22	3,80
25	4,91
28	6,16
30	7,07
32	8,04
34	9,08

Armado:
 8phi14 + 4phi16

Caso de carga	Piso	$\theta_{i_{punto\ 1}}$	$\theta_{i_{punto\ 2}}$	$\theta_{i_{prom}}$	$\theta_{i_{max}} / \theta_{i_{prom}}$	$i^{\theta_{i_{max}} / \theta_{i_{prom}}} \leq 1.20?$	Factor de amplificación
Ex	Cubierta	0,18%	0,18%	0,18%	1,01	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Cubierta	0,18%	0,19%	0,18%	1,04	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Planta Alta	0,70%	0,75%	0,72%	1,04	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ex	Planta Alta	0,69%	0,75%	0,72%	1,04	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Caso de carga	Piso	$\theta_{i_{punto\ 1}}$	$\theta_{i_{punto\ 2}}$	$\theta_{i_{prom}}$	$\theta_{i_{max}} / \theta_{i_{prom}}$	$i^{\theta_{i_{max}} / \theta_{i_{prom}}} \leq 1.20?$	Factor de amplificación
Ey	Cubierta	0,25%	0,28%	0,26%	1,07	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ey	Cubierta	0,25%	0,28%	0,27%	1,07	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ey	Planta Alta	0,77%	0,54%	0,66%	1,17	Cumple con la NEC-15.	No aplica.
Ey	Planta Alta	0,77%	0,54%	0,66%	1,17	Cumple con la NEC-15.	No aplica.

REVISIÓN DE DEFLEXIONES - BLOQUE 2

NIVEL	ELEMENTO	L [m]	DEFLEXIÓN [cm]		LÍMITE DE DEFLEXIÓN [cm]		REVISIÓN
			Viva	Servicio	Viva	Servicio	
N+4.72	VH 250X400mm Eje 9 (Tramo D-F)	6,41	0,12	0,48	2,67	3,56	OK
N+4.72	VH 250X400mm Eje 8 (Tramo D-F')	5,72	0,10	0,36	2,38	3,18	OK
N+4.72	VH 250X400mm Eje 8 (Tramo F'-H)	5,35	0,07	0,27	2,23	2,97	OK
N+4.72	VH 250X350mm Eje E'	3,82	0,17	0,59	1,59	2,12	OK
N+4.72	VH 250X350mm Eje G'	3,82	0,10	0,38	1,59	2,12	OK
N+7.67	VH 250X350mm Eje 10	6,41	0,06	0,26	2,67	3,56	OK
N+7.67	VH 250X400mm Eje 9 (Tramo D-F)	6,41	0,08	0,22	2,67	3,56	OK
N+7.67	VH 250X400mm Eje 8 (Tramo D-F')	5,72	0,05	0,32	2,38	3,18	OK
Cubierta 1	VM □150X100X2mm Eje D'	3,82	1,00	1,47	1,59	2,12	OK



REVISIÓN DE DEFLEXIONES - BLOQUE 1								
NIVEL	ELEMENTO	L [m]	DEFLEXIÓN [cm]		LÍMITE DE DEFLEXIÓN [cm]		REVISIÓN	
			Viva	Servicio	Viva	Servicio		
N+4.72	VH 250X450mm Eje 3	7,10	0,27	0,98	2,96	3,94	OK	
N+4.72	VH 250X400mm Eje 4	5,35	0,23	0,81	2,23	2,97	OK	
N+4.72	VH 250X400mm Eje 5	5,35	0,23	0,84	2,23	2,97	OK	
N+4.72	VH 250X350mm Eje G	5,10	0,32	1,13	2,13	2,83	OK	
N+4.72	VH 250X350mm Eje G' (Tramo 4-5)	6,05	0,42	1,48	2,52	3,36	OK	
N+4.72	VH 250X350mm Eje G' (Tramo 6-7)	5,10	0,30	1,10	2,13	2,83	OK	
N+8.15	VH 250X350mm Eje 3	7,10	0,22	0,45	2,96	3,94	OK	
N+8.15	VH 250X350mm Eje G	5,10	0,20	0,41	2,13	2,83	OK	
Cubierta	VM []150X100X2mm Eje 2'	3,80	1,37	1,90	1,58	2,11	OK	

