

ESCUELA SUPERÍOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“DISEÑO DE GALPONES PARA USO DE BODEGAS CON SU
SISTEMA DE AGUAS SANITARIAS EN LA PARROQUIA RURAL
LOS LOJAS, CANTÓN DAULE”**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

ALEXANDER AUGUSTO SEGURA CORREA

FAVIO LEONARDO VÉLEZ ROMERO

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año – 2020

DEDICATORIA

A los seres que amo en este mundo.

Alexander Segura C.

Dedico el presente proyecto a Dios por ser el guía principal en mi camino espiritual brindándome fortaleza y perseverancia para no dejarme vencer ante cualquier obstáculo, a mi familia en especial a mis padres por ser mi gran apoyo durante toda mi carrera universitaria, a mi increíble prometida por estar conmigo en todo momento y ser pilar fundamental en este logro académico, a mi adorada hija que está por nacer al ser fuente de inspiración para todo aquello que me proponga lograr.

Leonardo Vélez R.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente a mis padres por estar siempre apoyándome en todos los aspectos posibles de mi vida. A mis compañeros/amigos que me ayudaron en la carrera universitaria. A la familia Villagran por darnos la confianza de realizar este gran proyecto ambicioso, y por último, pero no a la menos importante, a esa persona especial que estuvo alado mío desde el primer día que iniciamos la carrera y juntos la estamos concluyendo.

Alexander Segura C.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme culminar uno de mis mayores sueños, a mi padre Favio Vélez y a mi madre Mercy Romero por apoyarme a pesar de toda circunstancia y ser ejemplo de superación en mi vida, a mis queridos abuelos Neptalí Vélez y Aydee Rodríguez por estar conmigo en cada momento.

Agradecer a mis pequeñas hermanas Alondra y Cristina por ser parte de mi inspiración para ser mejor cada día. A mi prometida Vielka Segura por estar conmigo en cada paso de mi carrera universitaria como ser la mujer que me inspira ser un mejor hombre cada día y demostrarme siempre lo orgullosa que está de mí.

Leonardo Vélez R.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Alexander Augusto Segura Correa y Favio Leonardo Vélez Romero, damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

ALEXANDER AUGUSTO
SEGURA CORREA

FAVIO LEONARDO VÉLEZ
ROMERO

EVALUADORES

Ing. Davide Besenzon
PROFESOR DE LA MATERIA

Ing. Guillermo Muñoz
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En este proyecto se realizó el diseño de galpones con estructura metálica de alma llena para uso de bodegas, los cuales cuentan con sus respectivas instalaciones de agua potable, servidas y pluviales. Las bodegas buscan satisfacer la demanda de espacio que poseen las empresas cercanas al sector, debido a la tasa de crecimiento que presenta el cantón Daule, implementando un diseño arquitectónico que forme una armonía con el ambiente de la zona, en base a diversas revisiones bibliográficas que describían los espacios necesarios para cumplir con cada función deseada. El diseño estructural fue elaborado con la ayuda de herramientas computacionales como Sap2000, rigiéndose a las normas locales e internacionales, como la ACI-318 y la AISC-360. Los planos se realizaron con el programa AutoCAD, el modelo 3D que ayudo en la parte arquitectónica fue elaborado en Revit, por otra parte, se utilizó Microsoft Project para la correcta representación del cronograma de obra. El proyecto fue realizado de manera adecuada, utilizando el sistema estructural más optimo generando un ahorro económico, de igual manera se implementó un biodigestor, el cual ayuda a reducir el impacto ambiental que genera las aguas residuales, adicionalmente, se realiza la captación de aguas pluviales para riego de jardines.

Palabras Clave: Galpones, satisfacer, computacionales, económico, ambiental

ABSTRACT

In this project, the design of warehouses with a full-core metal structure was carried out to serve as warehouses, which have their respective drinking, sewage and rainwater facilities. The wineries seek to satisfy the demand for space that the companies close to the sector have, due to the growth rate presented by Daule, implementing an architectural design that forms a harmony with the environment of the area, based on various bibliographic reviews that they described the spaces necessary to fulfill each desired function. The structural design was made with the help of computational tools such as Sap2000, in accordance with local and international standards, such as ACI-318 and AISC-360. The blueprints were made with AutoCAD, the 3D model that helped in the architectural part was made in Revit, on the other hand, Microsoft Project was used for the correct representation of the work schedule. The project was carried out in an adequate way, using the most optimal structural system generating economic savings, in the same way a biodigester was implemented, which helps reduce the environmental impact generated by wastewater, additionally, rainwater harvesting is carried out for garden irrigation.

Keywords: *warehouse, satisfy, computational, economic, environmental*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
ÍNDICE GENERAL	9
ABREVIATURAS	16
ÍNDICE DE FIGURAS	17
ÍNDICE DE TABLAS.....	20
ÍNDICE DE PLANOS.....	25
INDICE DE APENDICES.....	26
CAPÍTULO 1	27
1. Introducción	27
1.1 Antecedentes	27
1.2 Descripción del problema	27
1.3 Justificación del problema	28
1.4 Objetivos	28
1.4.1 Objetivo General.....	28
1.4.2 Objetivos Específicos.....	29
1.5 Información relacionada al área de estudio.....	29
1.5.1 Generalidades	29
1.5.2 Ubicación geográfica	30
1.5.3 Demarcación política	31
1.5.4 Organización Comunitaria	31
1.5.5 Población	31
1.5.6 Actividad Productiva	32
1.5.7 Topografía	32
1.5.8 Clima.....	32

1.5.9	Flora.....	32
1.5.10	Fundamentación teórica	33
1.5.10.1	Criterios de diseño.....	33
1.5.10.2	Método LRFD	33
1.5.10.3	Cargas gravitacionales	34
1.5.10.4	Carga por viento	34
1.5.10.5	Zonificación sísmica y factor Z	35
1.5.10.6	Tipo de perfil de suelo	36
1.5.10.7	Relación de amplificación espectral	38
1.5.10.8	Análisis inelástico	39
1.5.10.9	Factor de importancia I.....	39
1.5.10.10	Factor de reducción R	40
1.5.10.11	Cálculo de aceleración S_a	40
1.5.10.12	Coeficiente sísmico	40
1.5.10.13	Periodo de vibración de la estructura T	40
1.5.10.14	Combinaciones de carga.....	41
1.5.10.15	Derivas de piso.....	41
1.5.10.16	Soldadura	42
1.5.10.17	Miembros a flexión biaxial	43
1.5.10.18	Miembros a compresión	45
1.5.10.19	Miembros a Tracción	45
1.5.10.20	Relación ancho espesor en alas.....	46
1.5.10.21	Relación ancho espesor en alma	46
1.5.10.22	Miembros a flexión	47
1.5.10.23	Miembros a corte.....	48
1.5.10.24	Miembros a Flexo-Compresión.....	48

1.5.10.25	Placa Gusset	49
1.5.10.26	Placa base.....	50
1.5.10.27	Pernos de anclaje.....	53
1.5.10.28	Cimentación.....	55
1.5.10.29	Capacidad de carga última del suelo.....	67
	FS = factor de seguridad según la NEC, Tabla 1.15	71
1.5.10.30	Esfuerzo vertical	71
1.5.10.31	Asentamientos.....	71
1.5.10.32	Asentamientos diferenciales.....	75
1.5.10.33	Instalaciones A.A.P.P.	76
1.5.10.34	Instalaciones A.A.S.S.	83
1.5.10.35	Biodigestor.....	83
1.5.10.36	Instalaciones A.A.L.L.	83
CAPÍTULO 2		86
2.	METODOLOGÍA.....	86
2.1	Formulación, descripción y selección de alternativa óptima.....	86
2.1.1.1	Características técnicas	86
2.1.1.2	Características económicas	86
2.1.1.3	Características sociales	86
2.1.1.4	Características ambientales	86
2.1.1.5	Características legales	86
2.1.1.6	Parámetros cuantificadores.....	87
2.1.2	Descripción de las alternativas	87
2.1.2.1	Pórtico de celosía.....	87
2.1.2.2	Pórtico con viga calada	88
2.1.2.3	Pórtico de sección tubular	88

2.1.3	Selección de alternativa Optima	89
2.1.3.1	Definición de parámetros	89
2.1.3.2	Selección del Pórtico	89
2.2	Información Técnica Necesaria	90
2.2.1	Datos Topográficos	90
2.2.2	Datos Geológicos	90
2.2.2.1	Datos Sísmicos	90
2.2.3	Datos Geotécnicos	91
2.3	Criterios para el diseño	92
2.3.1	Predimensionamiento	92
2.3.1.1	Área de implantación	92
2.3.1.2	Bosquejo inicial	93
2.3.1.3	Diseño arquitectónico	94
2.3.1.4	Cargas para predimensionamiento	96
2.3.1.5	Análisis estructural del predimensionamiento	97
2.3.1.6	Asignación de secciones	98
2.3.1.7	Prediseño de Columnas	99
2.3.1.8	Prediseño de Vigas Transversales	99
2.3.1.9	Prediseño de viga longitudinal	100
2.3.1.10	Prediseño de Correas	100
2.3.1.11	Tensores	101
2.3.2	Análisis estructural en SAP2000	102
2.3.2.1	Cargas	103
2.3.2.2	Carga muerta aplicada en las correas	104
2.3.2.3	Carga viva aplicada en las correas	104
2.3.2.4	Carga de viento	104

2.3.2.5	Carga de sismo	107
2.3.2.6	Combinaciones de carga.....	110
2.3.2.7	Diseño en SAP2000	111
2.3.3	Diseño de los elementos.....	116
2.3.3.1	Diseño de miembros a flexión biaxial	116
2.3.3.2	Diseño de miembros a compresión	118
2.3.3.3	Diseño de miembros a tracción	120
2.3.3.4	Diseño de miembros a flexión	121
2.3.3.5	Diseño de miembros a corte	122
2.3.3.6	Derivas de piso.....	123
2.3.3.7	Diseño de soldadura	124
2.3.3.8	Diseño Placa Guseet.....	126
2.3.4	Diseño de la placa base.....	127
2.3.5	Diseño del dado.....	129
2.3.6	Capacidad de carga del suelo	130
2.3.7	Diseño de la zapata aislada.....	132
2.3.8	Diseño de riostras	137
2.3.9	Cálculo del esfuerzo vertical	138
2.3.10	Cálculo de asentamientos.....	139
2.3.10.1	Cálculo del asentamiento por consolidación primaria.....	141
2.3.10.2	Cálculo del asentamiento por consolidación secundaria	141
2.3.11	Diseño de las instalaciones de A.A.P.P.	142
2.3.12	Diseño de las instalaciones de A.A.S.S.	145
2.3.13	Diseño de las instalaciones de A.A.L.L.....	145
CAPÍTULO 3		147
3.	Resultados Y ANÁLISIS	147

3.1	Información técnicas procesadas	147
3.1.1	Topografía	147
3.1.2	Geología	147
3.1.2.1	Sismicidad	147
3.1.3	Geotecnia	147
3.2	Consideraciones para el diseño	147
3.2.1	Determinación de soluciones	147
3.2.2	Método Constructivo	150
3.2.3	Detalles de Diseño	151
3.2.4	Verificación	157
3.3	Presupuesto	160
CAPITULO 4		162
4.	Evaluación de Impacto Ambiental.....	162
4.1	Objetivo de la evaluación del impacto ambiental.....	162
4.1.1	Objetivo General.....	162
4.1.2	Objetivos Específicos.....	162
4.2	Descripción del proyecto, obra o actividad.....	162
4.3	Descripción de las actividades del Proyecto	163
4.3.1	Fase de construcción.....	163
4.3.2	Operación	163
4.3.3	Cierre	164
4.4	Identificación de factores e impactos ambientales	164
4.5	Línea base ambiental	165
4.5.1	Caracterización del clima.....	165
4.5.1.1	Precipitación.....	165
4.5.1.2	Clima	165

4.5.1.3	Temperatura.....	165
4.5.2	Caracterización de la calidad de las aguas superficiales.....	166
4.5.2.1	Hidrología.....	166
4.5.2.2	Identificación de las fuentes de contaminación de agua	167
4.5.3	Caracterización de la calidad del aire existente.....	167
4.5.4	Caracterización de la calidad del suelo existente	168
4.5.5	Caracterización de la vida silvestre	168
4.6	Valoración de los impactos ambientales	169
4.7	Medidas de prevención	173
4.8	Conclusión.....	174
CAPÍTULO 5		176
5.	Conclusiones Y Recomendaciones	176
5.1	Conclusiones.....	176
5.2	Recomendaciones.....	177
BIBLIOGRAFÍA		178
6.	Bibliografía.....	178
APÉNDICES.....		181
	Cálculo de cantidades	186
	Especificaciones técnicas	204

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FICT	Facultad de ingeniería en Ciencias de la Tierra
INAMHI	Instituto nacional de meteorología e hidrología
UTM	Universal Transversal de Mercator
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ASTM	American Society for Testing and Materials
SUCS	Sistema Unificado De Clasificación De Suelos
TULSMA	Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente
ACI	American Concrete Institute
AISC	American Institute of Steel Construcción
ASCE	American Society of Civil Engineers

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Geometría del terreno (Google Earth, 2020)	30
Figura 1.2: Mapa de ubicación geográfica del Terreno (Google Earth,2020)	30
Figura 1.3 Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z (NEC - SE - CG, 2015).....	36
Figura 1.4 Ilustración de flexión asimétrica en una viga.....	43
Figura 1.5 Momentos de demanda en los ejes X y Y	44
Figura 1.6 Ejemplo de miembros sometidos a Flexo-Compresión	49
Figura 1.7 Componentes de la conexión de la base de la columna	51
Figura 1.8 Carga de compresión uniformemente distribuida (Fisher; James M., 2006)	52
Figura 1.9 Líneas de flexión (Fisher; James M., 2006).....	52
Figura 1.10 Detalle de los pernos de anclaje.	53
Figura 1.11 Presión uniforme del suelo sobre la zapata.....	58
Figura 1.12 Área de la fuerza cortante en una dirección.	59
Figura 1.13 Área de la fuerza cortante en dos direcciones.	60
Figura 1.14 Coeficiente de corte por punzonamiento K_s , según Meyerhof y Hanna. ...	69
Figura 1.15 Variación de $C'a/ C'1$ con $q2/ q1$ con base de la teoría de Meyerhof y Hanna. (Das, 2011).....	69
Figura 2.1 Fallas Geológicas del Ecuador.....	91
Figura 2.2 Muestra del suelo encontrado a 1 m de profundidad	91
Figura 2.3 Calicata hecha en el terreno.....	92
Figura 2.4 Área de implantación proyectada (Segura, A. & Vélez, R., 2020)	93
Figura 2.5 Área de implantación de las bodegas (Segura, A. & Vélez, R., 2020)	93
Figura 2.6 Bosquejo de dimensiones del pórtico tipo	94
Figura 2.7 Diseño arquitectónico de la fachada de las Bodegas.....	95
Figura 2.8 Render de las Bodegas (Segura, A. & Vélez, R., 2020)	95
Figura 2.9 Grilla del Predimensionamiento (Segura, A. & Vélez, R., 2020).....	97
Figura 2.10 Pórtico del prediseño (Segura, A. & Vélez, R., 2020).....	98
Figura 2.11 Diagrama de momentos flectores (Segura, A. & Vélez, R., 2020).....	98
Figura 2.12 Materiales en SAP2000 (Segura, A. & Vélez, R., 2020).....	102

Figura 2.13 Secciones definidas en el prediseño (Segura, A. & Vélez, R., 2020)	102
Figura 2.14 Modelo estructural del prediseño (Segura, A. & Vélez, R., 2020)	103
Figura 2.15 Definición de tipos de cargas en el programa	103
Figura 2.16 Carga de viento aplicadas a elementos de borde	106
Figura 2.17 Carga de viento aplicadas a elementos centrales (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	107
Figura 2.18 Estructura con sistema de arriostramiento en las esquinas	108
Figura 2.19 Coeficiente sísmico en el eje x (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	109
Figura 2.20 Coeficiente sísmico en el eje y (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	110
Figura 2.21 Combinaciones de carga en el programa (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	110
Figura 2.22 Preferencias para el diseño en SAP2000	111
Figura 2.23 Modelo diseñado por el programa (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	112
Figura 2.24 Columna conformada por 2C150x60x6 (Segura, A. & Vélez, F., 2020) .	112
Figura 2.25 Viga transversal conformada por 2C300x80x6.....	113
Figura 2.26 Viga longitudinal conformada por 2C100x50x4.....	113
Figura 2.27 Correa G200x75x25x5 (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	114
Figura 2.28 Varilla de 16 mm para tensores y contravientos.....	114
Figura 2.29 Perfil L100x100x10 para arriostramiento de eje x	115
Figura 2.30 Perfil L80x80x6 para arriostramiento en el eje y	115
Figura 2.31 Esquema de correa (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	116
Figura 2.32 Propiedades de la correa (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	117
Figura 2.33 Propiedades de la columna (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	119
Figura 2.34 Propiedades del arriostramiento en x L100x100x10 (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	120
Figura 2.35 Propiedades de la viga transversal (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	121
Figura 2.36 Diagrama de esfuerzos actuantes en la conexión.....	126
Figura 2.37 Parámetros en la soldadura entre perfil y placa	126
Figura 2.38 Dimensiones de la placa base (Segura, A., Vélez, F., 2020).	129
Figura 2.39 Detalle de la varilla de anclaje (Segura, A., Vélez, F., 2020).....	129
Figura 2.40 Detalle de la zapata aislada, dado, placa base, pernos de anclaje y columna metálica (Segura, A., Vélez, F., 2020).....	137
Figura 2.41 Detalle de riostra (Segura, A., Vélez, F., 2020).....	138

Figura 2.42 CR vs Wn (%) (Vera-Grunauer, 2014)	140
Figura 2.43 Cisterna con Equipo de bombeo (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	144
Figura 2.44 Esquema de instalación de aguas lluvias (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	146
Figura 3.1 Sección viga transversal (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	148
Figura 3.2 Sección viga longitudinal (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	148
Figura 3.3 Sección columna (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	148
Figura 3.4 Sección de correas (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	149
Figura 3.5 Sección de arriostramiento en el eje x (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	149
Figura 3.6 Sección de arriostramiento en el eje y (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	149
Figura 3.7 Sección de tensor de correas (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	150
Figura 3.8 Modelo final de SAP2000 (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	150
Figura 4.1 Mapa de área de proyecto y ubicación de cuerpos hídricos.....	166
Figura 4.2 Mapa de las zonas de cultivos de arroz fuera del área del proyecto (Google Earth, 2020).....	169
Figura 6.1 Pórtico arriostrado del eje x.....	183
Figura 6.2 Pórtico arriostrado del eje y.....	183
Figura 6.3 Deformada debido al Sismo en x	183
Figura 6.4 Deformada debido al Sismo en y	184
Figura 6.5 Deformada debido a la combinación de carga de Servicio	184

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Coeficiente de correlación θ (NEC - SE - CG, 2015).....	34
Tabla 1.2 Determinación del factor de forma cf (NEC - SE - CG, 2015).....	35
Tabla 1.3 Tipo de suelo y Factores de sitio F_a (NEC - SE - CG, 2015).....	37
Tabla 1.4 Tipo de suelo y Factores de sitio F_d (NEC - SE - CG, 2015).....	37
Tabla 1.5 Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s (NEC - SE - CG, 2015).....	38
Tabla 1.6 Relación de amplificación espectral (NEC - SE - CG, 2015)	38
Tabla 1.7 Valores de γ en función al tipo de estructura (NEC - SE - DS, 2015).....	41
Tabla 1.8 Combinaciones Básicas (NEC - SE - CG, 2015).....	41
Tabla 1.9 Pretensión tensión nominal de conectores y partes roscadas, (MPa) (American Institute of Steel Construction, 2010)	54
Tabla 1.10 Dimensiones de agujero nominal, mm.	55
Tabla 1.11 Distancia mínima al borde, mm.	55
Tabla 1.12 Localización de la sección crítica para el momento último	62
Tabla 1.13 Pesos unitarios, ángulos efectivos de fricción interna y coeficiente de fricción con el concreto f (NILSON, 1999).....	64
Tabla 1.14 Factores de capacidad de carga para la teoría de Meyerhof (Das, 2011). 70	
Tabla 1.15 Factores de seguridad indirectos mínimos	71
Tabla 1.16 Variación del factor tiempo con el grado de consolidación (Das, 2001)	75
Tabla 1.17 Valores máximos de asentamientos diferenciales.....	76
Tabla 1.18 Dotaciones para edificaciones de uso específico	77
Tabla 1.19 Demanda de caudales, presiones y diámetros en aparatos sanitarios.....	78
Tabla 1.20 Coeficiente de simultaneidad (Carmona, 2011).....	79
Tabla 1.21 Coeficiente de simultaneidad para conjunto de viviendas (Carmona, 2011)	79
Tabla 1.22 Unidades de suministro (Carmona, 2011)	79
Tabla 1.23 Factores para el cálculo de longitudes equivalentes (NEC, 2011)	80
Tabla 1.24. Valor de F en función de la presión (Carmona, 2011)	82
Tabla 1.25 Ciclos de encendido y apagado de las bombas en función de la potencia y periodo de trabajo (Carmona, 2011).....	82
Tabla 1.26 Factores multiplicadores. Fuente: (Carmona, 2011).....	82

Tabla 1.27 Diámetro de bajantes en función de la intensidad de lluvia y el área (Carmona, 2011)	85
Tabla 2.1 Comparación de pórticos (Segura, A., Vélez, F., 2020)	89
Tabla 2.2 Cargas Vivas para el predimensionamiento	96
Tabla 2.3 Cargas Muertas para el predimensionamiento	96
Tabla 2.4 Datos para el prediseño de las correas (Segura, A. & Vélez, R., 2020)	100
Tabla 2.5 Momentos y Cargas para prediseño de correas.....	100
Tabla 2.6 Correa seleccionada (Segura, A. & Vélez, R., 2020).....	101
Tabla 2.7 Secciones seleccionadas en el prediseño (Segura, A. & Vélez, R., 2020)	101
Tabla 2.8 Datos iniciales para el cálculo de carga de viento	104
Tabla 2.9 Presión de viento en columnas (Segura, A. & Vélez, R., 2020).....	105
Tabla 2.10 Carga de viento columnas (Segura, A. & Vélez, R., 2020)	105
Tabla 2.11 Presión de viento en vigas (Segura, A. & Vélez, R., 2020).....	105
Tabla 2.12 Carga de viento en vigas (Segura, A. & Vélez, R., 2020)	105
Tabla 2.13 Parámetros sísmicos para generales del sector y la estructura (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	107
Tabla 2.14 Tipo de suelo y coeficientes F_a , F_d , F_s (Segura, A. & Vélez, F., 2020) ..	108
Tabla 2.15 Periodos y factor r (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	109
Tabla 2.16 Desplazamientos generados en el medio del primer pórtico en el eje x ..	123
Tabla 2.17 Desplazamientos en el eje x en un punto central del galpón.....	123
Tabla 2.18 Desplazamientos generados en el medio del primer pórtico en el eje y ..	123
Tabla 2.19 Desplazamientos en el eje y en un punto central del galpón.....	124
Tabla 2.20 Coeficientes de consolidación en arcillas de Guayaquil	140
Tabla 3.1 Relación de esbeltez de todos los miembros	151
Tabla 3.2 Relación ancho/espesor del ala (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	151
Tabla 3.3 Relación ancho/espesor del alma (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	151
Tabla 3.4 Detalle diseño a Compresión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	151
Tabla 3.5 Detalle diseño a Tensión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	151
Tabla 3.6 Detalle diseño a Flexión (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	152
Tabla 3.7 Detalle diseño a Corte (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	152
Tabla 3.8 Detalle diseño a Flexo-Compresión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	152
Tabla 3.9 Detalle diseño a Flexión Biaxial (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	152
Tabla 3.10 Longitud de Soldadura en arriostramientos	152

Tabla 3.11 Detalle de diseño de Soldadura (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	153
Tabla 3.12 Placa base (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	153
Tabla 3.13 Datos (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	153
Tabla 3.14 Zapatas aisladas (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	153
Tabla 3.15 Asentamientos (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	153
Tabla 3.16 Instalaciones de A.A.P.P. bodega 1/2 (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	154
Tabla 3.17 Instalaciones de A.A.P.P. bodega 2/2 (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	154
Tabla 3.18 Red de distribución A.A.P.P. 1/2 (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	155
Tabla 3.19 Red de distribución A.A.P.P. 2/2 (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	155
Tabla 3.20 Altura de succión de la bomba 1/2 (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	156
Tabla 3.21 Altura de succión de la bomba 1/2 (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	156
Tabla 3.22 Instalaciones de A.A.L.L. (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	156
Tabla 3.23 Verificación de miembros a Compresión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	157
Tabla 3.24 Verificación de miembros a Tensión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	157
Tabla 3.25 Verificación de miembros a Flexión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	158
Tabla 3.26 Verificación de miembros a Corte (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	158
Tabla 3.27 Verificación de miembros a Flexo-Compresión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	158
Tabla 3.28 Verificación de miembros a Flexión Biaxial (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	158
Tabla 3.29 Verificación de Soldadura (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	158
Tabla 3.30. Verificación de datos (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	159
Tabla 3.31. Verificación de deslizamiento (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	159
Tabla 3.32. Verificación de zapatas aisladas (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	159
Tabla 3.33. Verificación de asentamientos (Segura, A. & Vélez, F., 2020)	159
Tabla 3.34. Verificación de tirante y velocidad (Segura, A. & Vélez, F., 2020).....	159
Tabla 3.35 Verificación de deriva máxima de piso según la NEC 2015	160
Tabla 4.1 Impactos ambientales causados en los factores ambientales (Segura, A., Vélez, F., 2020)	164
Tabla 4.2 Matriz de evaluación de Impactos Ambientales (Segura, A., Vélez, F., 2020)	170
Tabla 4.3 Medidas de mitigación para cada impacto ambiental con grado de riesgo alto o medio (Segura, A., Vélez, F., 2020)	174

Tabla 6.1 Periodos de la estructura hasta el Modal 12.....	184
Tabla 6.2 Área de Bodegas y Oficina	186
Tabla 6.3 Perímetro para cerramiento	186
Tabla 6.4 Área de Limpieza.....	186
Tabla 6.5 Área para rellenar	186
Tabla 6.6 Volumen de excavación plintos	187
Tabla 6.7 Volumen de excavación riostras	187
Tabla 6.8 Volumen para excavación de cisterna	187
Tabla 6.9 Volumen de excavación de zanjas	187
Tabla 6.10 Volumen excavado para biodigestor	188
Tabla 6.11 Volumen de material para desalojar	188
Tabla 6.12 Volumen de hormigón simple replantillo para zapata	188
Tabla 6.13 Volumen de hormigón simple replantillo para zapata	188
Tabla 6.14 Volumen de hormigón simple zapata	189
Tabla 6.15 Volumen de hormigón simple dado	189
Tabla 6.16 Volumen de hormigón simple riostras	189
Tabla 6.17 Acero de refuerzo de zapata varilla 12	190
Tabla 6.18 Acero de refuerzo de dados varilla 10	190
Tabla 6.19 Acero de refuerzo de riostras varilla 12	190
Tabla 6.20 Acero de refuerzo de riostras varilla 8	190
Tabla 6.21 Acero de refuerzo de zapatas varilla 14	191
Tabla 6.22 Acero de refuerzo de dados varilla 16	191
Tabla 6.23 Volumen a rellenar sobre el plinto	191
Tabla 6.24 Cantidad de madera para encofrado de plintos.....	192
Tabla 6.25 Cantidad de madera para encofrado para dados	192
Tabla 6.26 Cantidad de madera para encofrado de riostras	192
Tabla 6.27 Pesos de los elementos estructurales tomada de SAP2000	193
Tabla 6.28 Materiales y cantidades para una placa de 8 mm	194
Tabla 6.29 Materiales y cantidades para una placa de 6 mm	194
Tabla 6.30 Peso total de acero para Placa base de 6 y 8 mm	195
Tabla 6.31 Materiales y cantidades para una placa de 3 mm	195
Tabla 6.32 Peso total de acero para Placa base de 3 mm	195
Tabla 6.33 Peso Total Placa Gusset	195

Tabla 6.34	Peso Total Placa Contraviento	196
Tabla 6.35	Cálculo de cantidades para 1 m ² de cubierta.....	196
Tabla 6.36	Cantidad de mampostería por metro cuadrado	197
Tabla 6.37	Propiedades de viguetas y pilaretes.....	197
Tabla 6.38	Cálculo de longitudes de vigas y pilaretes.....	198
Tabla 6.39	Cantidad de enlucido vertical interior.....	199
Tabla 6.40	Cantidad de enlucido vertical liso exterior	199
Tabla 6.41	Área total de las bodegas	199
Tabla 6.42	Longitudes de tuberías dependiendo del diámetro tomado de REVIT	201
Tabla 6.43	Cantidad de hormigón para cajas de inspección de A.A.S.S.....	202
Tabla 6.44	Cantidad de hormigón para cajas de inspección de A.A.L.L.	203
Tabla 6.45	Volumen de hormigón de la cisterna	204
Tabla 6.46	Tiempo de las actividades, considerando el número de cuadrillas.....	207

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Vistas de planta, corte 2 y 3.
- PLANO 2 Fachada frontal, posterior, izquierda y derecha.
- PLANO 3 Baño tipo, bodega tipo, 1 y 2.
- PLANO 4 Cimentación 1.
- PLANO 5 Cimentación 2.
- PLANO 6 Cubierta y pórticos de ejes A, E, 2-13|16-27.
- PLANO 7 Pórtico de eje B, D, C, 1, 14, 16, 27.
- PLANO 8 Cubierta galpón 1.
- PLANO 9 Pórticos de ejes A, B, D y E del galpón 1
- PLANO 10 Pórtico del eje C del galpón 1 y 2.
- PLANO 11 Cubierta galpón 2.
- PLANO 12 Pórticos de ejes A, B, D y E del galpón 2.
- PLANO 13 Secciones y conexiones.
- PLANO 14 A.A.P.P.
- PLANO 15 A.A.S.S.
- PLANO 16 A.A.L.L.

INDICE DE APENDICES

- APENDICE A Información relacionada al proyecto.
- APENDICE B Presupuesto: Análisis de Precios Unitarios y Especificaciones Técnicas.
- APENDICE C Estudio de Impacto Ambiental.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En los últimos años, Daule ha estado en constante crecimiento económico, siendo este el cantón costero con más aumento industrial, seguido de Guayaquil, con un 21.4% de crecimiento y con un total de 332 empresas (El Telégrafo, 2018). Debido a esto ciertas empresas y personas naturales se encuentran limitadas de espacio físico para el almacenaje de los productos que se comercializan.

El proyecto radica en un lugar estratégico para el sector, el cual, está ubicado en la parroquia Los Lojas del cantón Daule. En este sector existe bastante actividad minera y agrícola, destacándose el arroz como su principal cultivo, así como en el resto del cantón y por este motivo Daule es conocido como la capital arrocera del Ecuador. Estas actividades son las principales fuentes de trabajo de los moradores del sector.

1.2 Descripción del problema

En la actualidad, existen planes proyecto que ubican al cantón Daule en una posición de crecimiento en el sector comercial e industrial, dado esto, se origina una gran demanda de diversos tipos de productos, tanto nacionales como internacionales. Requiriendo así, un espacio óptimo con una ubicación ideal para que los productos sean almacenados y distribuidos a distintas partes de la región.

La tasa de incremento del número de empresas en Daule es de 19.4%, dato estimado entre los años 2013 y 2018 este dato va a ser superado debido a la implementación de tres grandes proyectos. El nuevo puente que cruza el río Daule uniendo las avenidas León Febres Cordero y Narcisa de Jesús, creando nuevas oportunidades de negocios en el cantón (El Telégrafo, 2019). Por otro lado, se tiene a un proyecto ambicioso como los es el Tren Playero, que une a Daule con el puerto de aguas profundas de Posorja, en su primera fase. Es una gran oportunidad para

las empresas, ya que, es un transporte de carga. Se tiene previsto que este tren cargue hasta 100000 contenedores al mes, generando una alta demanda para almacenar los productos provenientes del puerto (El Comercio, 2018). Como tercer proyecto, Samborondón está creando un proyecto urbanístico llamado Nuevo Samborondón la cual consiste en la creación de nuevas actividades comerciales, recreacionales y residenciales con un área de 2300 hectáreas, sirviendo Daule como un espacio para la economía de este nuevo proyecto (Expreso, 2020).

1.3 Justificación del problema

Dado que los tres grandes proyectos que se están desarrollando cerca del cantón Daule promoverá aumento de la economía en este sector generando las oportunidades de crecimiento empresarial e industrial. Creando la necesidad de implementar más áreas que se vean involucradas en desarrollar proyectos para almacenaje debido a la falta de espacio que se tendrá en las ciudades colindantes.

Esta es la razón, por la cual la empresa ECUAVIATION desea invertir en el ámbito del almacenaje con el fin de satisfacer la demanda de almacenamiento de diversos tipos de productos nacionales e internacionales. Para esto se vio la necesidad de desarrollar una estructura metálica ligera tipo galpón necesaria para uso de bodegas, en un terreno dispuesto por la empresa.

Este proyecto brinda un sistema de bodegas para las empresas que se encuentren limitadas de espacio, requiriendo un lugar de almacenaje y gracias a que el terreno cuenta con una ubicación céntrico entre Daule, Samborondón y Guayaquil, disminuye el tiempo de distribución de la mercadería. A demás, impulsará el comercio brindando un incremento de empleo en el sector.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un galpón de estructura metálica de alma llena, para el uso de bodegas, basándose en las normas vigentes y utilizando herramientas computacionales.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar muestreos del suelo del terreno para ensayarlo y obtener las propiedades de este.
- Modelar la estructura con SAP2000 para realizar el análisis estructural.
- Comprobar los elementos de la estructura mediante las especificaciones de los códigos AISC 360 – 16 y ACI 318 – 14.
- Utilizar el programa Revit para la elaboración del diseño arquitectónico y distribución de las instalaciones que tendrán las bodegas.
- Elaborar el análisis de precios unitarios en base a la información proveniente de la cámara de la construcción para tener un presupuesto estimado de la obra
- Estimar el presupuesto mediante el análisis de precios unitarios en base a la información proporcionada por la cámara de construcción.
- Determinar el tipo de biodigestor para ofrecer una alternativa sostenible como reemplazo de un pozo séptico.

1.5 Información relacionada al área de estudio

1.5.1 Generalidades

El terreno tiene con una forma de polígono irregular de 4 lados y cuenta aproximadamente con un área total de 2 Ha. Dos terceras partes de esta área cuentan con un relleno compactado llenando al mismo nivel de la calle principal. Producto de las lluvias se ha creado un lago estacionario dentro del terreno. En la década del 2000 el terreno era usado para la crianza de ganado vacuno, esto género que los nutrientes de suelo no sean aptos para el cultivo de arroz.



Figura 1.1 Geometría del terreno (Google Earth, 2020)

1.5.2 Ubicación geográfica

El lugar donde el proyecto será ejecutado es propiedad de la empresa ECUAVIATION, está ubicado en el sector Yolán, de la parroquia Los Lojas, del cantón Daule, en provincia del Guayas.

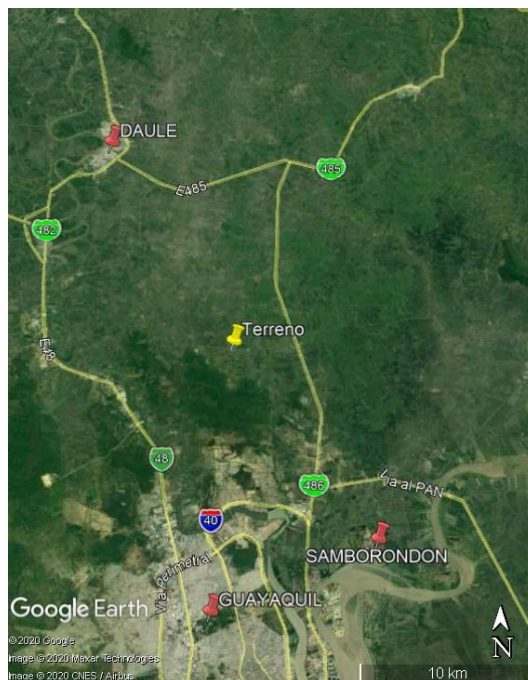


Figura 1.2: Mapa de ubicación geográfica del Terreno (Google Earth,2020)

A 30 km se encuentra la cabecera cantonal del cantón Daule, a 25 km de la ciudad de Guayaquil y a 20 km de Samborondón. Es una ubicación ideal para almacenaje y distribución.

1.5.3 Demarcación política

El cantón Daule limita, al Norte con el Cantón Santa Lucía, al Sur con el Cantón Guayaquil, al Este con los cantones Urbina Jado, Samborondón, y Guayaquil, y al Oeste con los cantones Nobol y Lomas de Sargentillo (GAD del cantón Daule, 2015).

El GAD municipal de Daule es el encargado de brindar asistencia y apoyo tanto económica como social a los pobladores del sector. Este es el que vela por el bienestar de los pobladores de la zona, también apoya económicamente para el crecimiento agrícola, además impulsa el crecimiento comercial para mejorar la calidad de vida de los moradores del sector.

1.5.4 Organización Comunitaria

Se conoce que los pobladores de la parroquia Los Lojas, se caracteriza por la siembra y cosecha del arroz, siendo este su principal actividad comercial. Los beneficios que trae este proyecto, es brindarles un espacio para almacenar sus productos y poder ser distribuido a las distintas localidades del sector o a ciudades aledañas. También, con el nuevo proyecto del Tren Playero, beneficiara al sector dando más espacio físico para el bodegaje de productos provenientes del puerto de aguas profundas Posorja. Además, se genera nuevas plazas de empleo, por ejemplo; construcción en la fase constructiva del proyecto, mantenimiento y limpieza del lugar, jardinería, seguridad, entre otros.

1.5.5 Población

La población actual de la parroquia Los Lojas es de 8660 habitantes, de acuerdo al último censo realizado en el año 2010.

1.5.6 Actividad Productiva

En la parroquia Los Lojas se encuentra una variedad de actividades productivas, como lo son, la agricultura, la ganadería, silvicultura y pesca, además se encuentra la explotación de minas y canteras (GAD del cantón Daule, 2015).

1.5.7 Topografía

El terreno presenta una topografía con pendiente que van desde 0 al 3%, con una cota promedio sobre el nivel del mar de 8 a 25 m. Sin embargo, existe un grupo de elevación provenientes de la cordillera Chongón – Colonche, que se encuentra cerca del sector, la cual cuenta con una cota máxima de 300 msnm (GAD del cantón Daule, 2015).

1.5.8 Clima

El clima presentado en la ubicación del terreno posee un clima Tropical Megatérmico Húmedo llegando a temperaturas entre 25 y 26°C y con una precipitación de entre 900 y 1000 mm anuales. Con una humedad relativa a nula del 88%. Predomina vientos del Este al Oeste con una velocidad promedio de 6.24 m/s. Además, cuenta con una alta nubosidad con valores constantes durante todo el año (GAD del cantón Daule, 2015).

1.5.9 Flora

En la parroquia predomina la presencia de especies no endémicas, destacando, los Guayacanes, siendo estos un gran atractivo turístico en ciertas épocas del año transformando al lugar en una hermosa alfombra amarilla. También pueden ser encontradas unas pocas especies que son endémicas, este es el caso, de la Chala y el Coquito, las cuales están en peligro de extinción (GAD del cantón Daule, 2015).

1.5.10 Fundamentación teórica

1.5.10.1 Criterios de diseño

El proyecto empieza con el diseño arquitectónico, la cual fue necesario la investigación sobre dimensiones de espacios por cada sector de las bodegas, como baños, parqueos, dimensiones de las puertas corredizas, etc. Para s usó el libro el Arte de Proyectar en arquitectura (Neufert et al., 1995).

Las exigencias fundamentales que constituyen al diseño estructural es que es sistema estructural sea seguro, funcional y económico. Para garantizar la seguridad y la funcionalidad en la estructura se debe tener las propiedades y comportamiento de los materiales, como la resistencia y ductilidad adecuadas para resistir todo tipo de cargas actuantes (Barzola & Carriel, 2019).

La economía es mucho más que seleccionar un perfil liviano que cumpla con los requerimientos del diseño, se trata de escoger los perfiles comerciales los que se fabrican constantemente, también es muy recomendable tratar de unificar los materiales y las secciones, debido a que es muy complicado cuando se trata de unir perfiles de diferente sección (Barzola & Carriel, 2019).

1.5.10.2 Método LRFD

Existen dos métodos para el diseño de miembros de acero estructural y uno de estos es el método de Diseño con factores de carga y resistencia (LRFD: Load and Resistance Factor Design).

Con este método se forman grupos posibles de cargas de servicio, cada una de estas cargas se multiplica por un factor de carga, a la carga multiplicada por el factor se llama carga factorizada. Para determinar momentos flectores, fuerzas cortantes y otras fuerzas en la estructura se hace una combinación con las cargas factorizadas. Estos valores no deben ser mayores a las resistencias nominales de los miembros multiplicados por sus factores ϕ Entonces se puede decir que (McCormac & Csernak, 2012):

$$\phi R_n \geq R_a \quad (1.1)$$

1.5.10.3 Cargas gravitacionales

Para el diseño de la estructura se tienen en cuenta la carga viva, muerta, de viento y sísmica.

La carga viva es la que implica cargas que no son estáticas, es decir que pueden estar o no estar en la estructura, también depende del uso de la estructura. Pueden ser equipos, camiones, personas, muebles y otras.

La carga muerta son todo tipo de carga permanente, es decir las cargas que siempre van a estar en la estructura, tales como: el peso propio de los elementos estructurales, cubierta, pisos, instalaciones, paredes, entre otras.

1.5.10.4 Carga por viento

Es un tipo de carga generada por la naturaleza, es una carga lateral similar a las cargas sísmicas. Para el diseño se debe de considerar una velocidad de viento no menor a 21 m/s (75 m/h) (NEC - SE - CG, 2015). Esta velocidad debe ser corregida multiplicándola con un coeficiente de correlación.

$$V_b = V_t \theta \quad (1.2)$$

Tabla 1.1 Coeficiente de correlación θ (NEC - SE - CG, 2015)

Altura (m)	Sin Obstrucción (Categoría A)	Obstrucción Baja (Categoría B)	Zona edificada (Categoría C)
5	0.91	0.86	0.80
10	1.00	0.90	0.80
20	1.06	0.97	0.88
40	1.14	1.03	0.96
80	1.21	1.14	1.06
150	1.25	1.22	1.15

En la Tabla 1.1 se determina el factor de correlación para una altura de 10 m y un Categoría A (Sin Obstrucción) para obtener $\theta = 1.00$.

Se debe considerar que el viento actúa en presión sobre los elementos que conforman los exteriores de la estructura, para el cálculo de esta presión se establece la siguiente ecuación (NEC - SE - CG, 2015).

$$P = \frac{1}{2} \rho V_b^2 c_e c_f \quad (1.3)$$

Para determinar el factor de forma c_f se debe dirigir a la Tabla 1.2 dispuesta por la NEC 2015.

Tabla 1.2 Determinación del factor de forma c_f (NEC - SE - CG, 2015)

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

1.5.10.5 Zonificación sísmica y factor Z

Este es un factor que depende del sector en donde se va a edificar. El proyecto va a estar ubicadas en la parroquia los Lojas, del cantón Daule lo cual corresponde según la Figura 1.3 Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z Figura 1.3 a un factor de zona Z de 0.40.

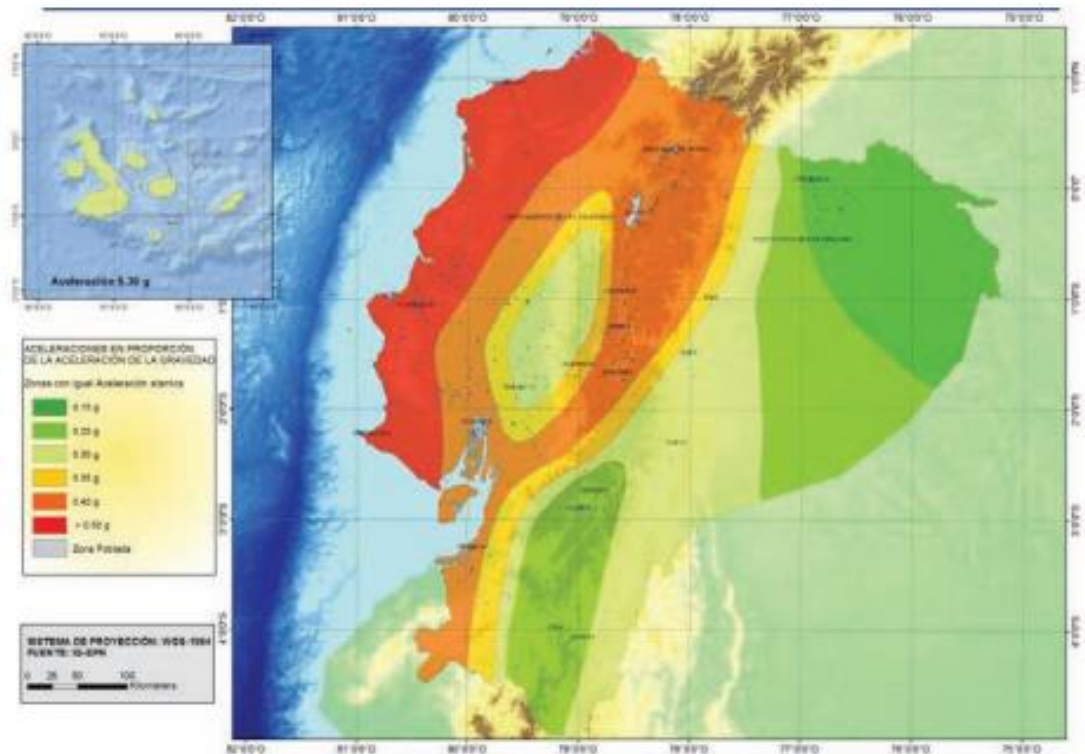


Figura 1.3 Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z (NEC - SE - CG, 2015)

1.5.10.6 Tipo de perfil de suelo

Según la Tabla 2 de NEC - SE - DS se determina el tipo de perfil de suelo que tiene el proyecto, con el tipo de suelo se pueden obtener los coeficientes de perfil de suelo F_a , F_d y F_s .

Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto

Este coeficiente amplifica las coordenadas del espectro de respuesta elástico de aceleraciones para el diseño en roca (NEC - SE - DS, 2015). En la Tabla 1.3 describe los valores de F_a en función del factor Z y el tipo de perfil del subsuelo.

Tabla 1.3 Tipo de suelo y Factores de sitio Fa (NEC - SE - CG, 2015)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.40	1.30	1.25	1.23	1.20	1.18
D	1.60	1.40	1.30	1.25	1.20	1.12
E	1.80	1.40	1.25	1.10	1.00	0.85
F	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA

Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca

Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca (NEC - SE - DS, 2015). La Tabla 1.4 muestra los diferentes valores de Fd que depende del factor Z t el tipo de suelo.

Tabla 1.4 Tipo de suelo y Factores de sitio Fd (NEC - SE - CG, 2015)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00
F	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA

Comportamiento no lineal de los suelos

Este coeficiente considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del periodo del sitio que depende de la intensidad y los desplazamientos relativos del suelo (NEC - SE - DS, 2015). Los valores de Fs se encuentran en la Tabla 1.5.

**Tabla 1.5 Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo
Fs (NEC - SE - CG, 2015)**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.10	1.75	1.70	1.65	1.60	1.50
F	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA

1.5.10.7 Relación de amplificación espectral

Este factor adquiere diferentes valores según el lugar del país donde se encuentre. En la Tabla 1.6 se muestran los diferentes posibles valores de la relación de ampliación espectral.

Tabla 1.6 Relación de amplificación espectral (NEC - SE - CG, 2015)

η	Lugar
1.80	Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas)
2.48	Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos
2.60	Provincias del Oriente

Factor r

Es un factor que se usa en el espectro elástico, el valor que toma depende del tipo de suelo del proyecto. Para todos los tipos de suelo, excepto el tipo E, es igual a 1.0, cuando es tipo E, entonces r es 1.5 (NEC - SE - DS, 2015).

To

Este es el periodo límite de vibración en el espectro elástico que representa el sismo de diseño (NEC - SE - DS, 2015).

$$T_0 = 0.1F_s \frac{F_d}{F_a} \tag{1.4}$$

T_c

El periodo de vibración en el espectro elástico que representa el sismo de diseño (NEC - SE - DS, 2015).

$$T_c = 0.55 \frac{F_d}{F_a} \quad (1.5)$$

S_a

Expresado como la fracción de la aceleración de la gravedad *d*, es el espectro de respuesta elástico de aceleraciones. Depende del periodo o modo de vibración de la estructura (NEC - SE - DS, 2015).

$$S_a = ZF_a \left(1 + (\eta - 1) \frac{T}{T_0} \right); T \leq T_0 \quad (1.6)$$

$$S_a = \eta ZF_a; 0 < T \leq T_c \quad (1.7)$$

$$S_a = \eta ZF_a \left(\frac{T_c}{T} \right)^r; T > T_c \quad (1.8)$$

1.5.10.8 Análisis inelástico

Debido a que es muy poco probable que se dé un sismo de gran magnitud, los códigos de diseño permiten reducir el espectro de respuesta elástico, pero haciendo una estructura capaz de disipar la energía del sismo haciéndola dúctil.

1.5.10.9 Factor de importancia I

El factor de importancia tiene como propósito incrementar la demanda sísmica de diseño para estructuras. Este factor toma su valor dependiente de las características de uso o de importancia de la estructura, debido a que existen estructuras que deben estar completamente funcionales en el caso que se dé un gran sismo (NEC - SE - DS, 2015). En la Tabla 6 de la NEC 2015 es su apartado de Peligro Sísmico se encuentran los diferentes valores de factores de importancia.

1.5.10.10 Factor de reducción R

El factor de reducción de resistencia depende de varias variables, como lo son: el tipo de estructura, el tipo de suelo, el periodo de vibración en consideración, factores de ductilidad, sobre resistencia, redundancia y amortiguamiento de una estructura en condiciones límites (NEC - SE - DS, 2015).

1.5.10.11 Cálculo de aceleración S_a

Este es el espectro de respuesta inelástico de aceleraciones siendo expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g (NEC - SE - DS, 2015).

$$S_a = S_a \frac{I}{R} \quad (1.9)$$

1.5.10.12 Coeficiente sísmico

También conocido como el coeficiente del cortante basal, es el factor que esta multiplicado con el peso sísmico. Se calcula de la siguiente manera:

$$C = \frac{IS_a(T_a)}{R\phi_P\phi_E} \quad (1.10)$$

1.5.10.13 Periodo de vibración de la estructura T

Existen 2 métodos para el cálculo del periodo de vibración de la estructura, para el caso de este proyecto se usará el Método 1, entonces el periodo de vibración se calcula de la siguiente manera (NEC - SE - DS, 2015).

$$T = C_t h_n^\alpha \quad (1.11)$$

En la Tabla 1.7 se encuentran los valores de C_t y α dependiendo el tipo de estructura.

Tabla 1.7 Valores de en función al tipo de estructura (NEC - SE - DS, 2015)

Tipo de estructura	C_t	α
Estructura 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

1.5.10.14 Combinaciones de carga

Las combinaciones de cargas dispuestas por la NEC se encuentran enlistadas en la Tabla 1.8.

Tabla 1.8 Combinaciones Básicas (NEC - SE - CG, 2015)

Combinaciones Básicas	
Combinación 1	1.4D
Combinación 2	1.2D + 1.6L + 0.5 max [Lr; S; R]
Combinación 3	1.2D + 1.6 max [Lr; S; R] + max [L; 0.5W]
Combinación 4	1.2D + 1.0W + L + 0.5 max [Lr; S; R]
Combinación 5	1.2D + 1.0E + L + 0.2S
Combinación 6	0.9D + 1.0W
Combinación 7	0.9D + 1.0E

1.5.10.15 Derivas de piso

Es el desplazamiento lateral, debido a cargas horizontales, con respecto a un piso consecutivo, se mide en dos puntos que se encuentren ubicados en la misma línea vertical de la estructura. La deriva máxima para cualquier piso no debe exceder el valor de 1%. Para el cálculo de la deriva de piso de la estructura se sigue las fórmulas dispuestas a continuación. (NEC - SE - DS, 2015).

$$\Delta_M = 0.75R\Delta_E \quad (1.12)$$

$$\Delta_E = \frac{\delta_2 - \delta_1}{H} \quad (1.13)$$

1.5.10.16 Soldadura

Este es el proceso por el cual se unen dos partes metálicas aplicando calor a sus superficies, permitiendo que las partes fluyan y se unan, por lo general con adición de otro metal fundido (McCormac & Csernak, 2012).

Existen varios procesos de soldadura, el usado para este proyecto será el proceso SMAW, que consiste en una fuente de alimentación, un electrodo y un porta electrodo. El tipo de soldadura usada en este proyecto es la de tipo filete, es el tipo de soldadura más usado (aproximadamente el 80%), por ende, es el más económico y además aporta una gran rigidez en las conexiones.

Se rige bajo el código AWS D1.1 que es para estructuras de acero y el D1.8 que es el suplemento sísmico

Los estados límites para diseño de soldadura son: falla por soldadura o falla por metal base, en esta última se divide en fluencia y fractura

La expresión para calcular la fluencia del metal base:

$$\phi R_n = 0.6\phi F_y t_{pg}; \phi = 1.0 \quad (1.14)$$

El cálculo para el estado límite de fractura del metal, se realiza con la siguiente expresión

$$\phi R_n = F_u t_{pg}; \phi = 0.75 \quad (1.15)$$

La soldadura tiene una resistencia nominal de diseño calculada de las fórmulas mostradas a continuación:

$$\phi R_{nw} = 0.75 t_e (0.60 F_{EXX}) \quad (1.16)$$

$$t_e = 0.707 w_s \quad (1.17)$$

Para el cálculo de longitud que debe estar soldada se usa la fórmula mostrada a continuación.

$$L = \frac{\phi T_n}{\phi R_{nw}} \quad (1.18)$$

T_n es la resistencia nominal a la tracción del elemento, de la soldadura será a corte y ϕR_{nw} es el mínimo de las resistencias de diseño de soldadura y metal base.

1.5.10.17 Miembros a flexión biaxial

También se la conoce como flexión asimétrica, esto ocurre los ejes principales de la sección se encuentran desfasados con respecto al eje gravitacional como se muestra en la Figura 1.4, esto genera que la flexión generada por las cargas gravitacionales se dé en los dos ejes y no solo en uno.

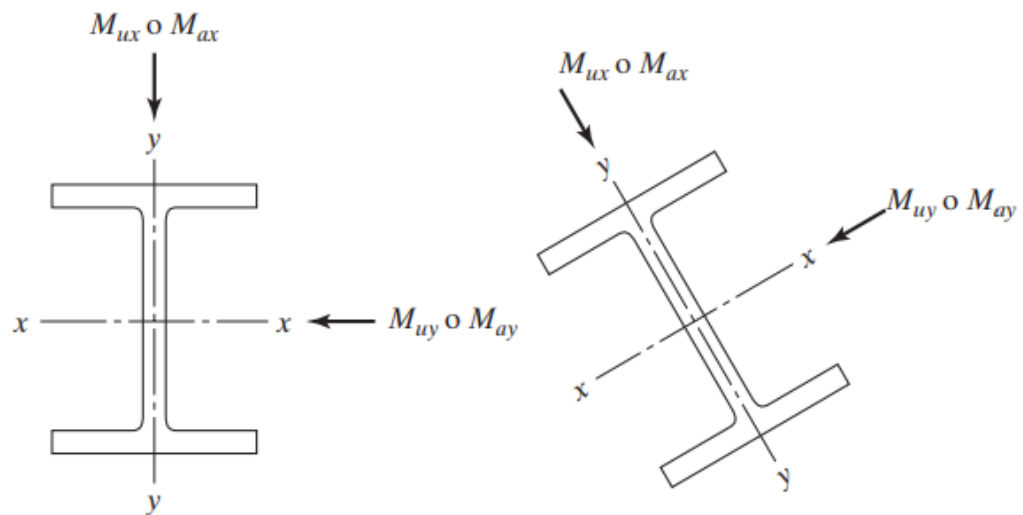


Figura 1.4 Ilustración de flexión asimétrica en una viga

(McCormac & Csernak, 2012)

La expresión dispuesta por el AISC para revisar si los miembros sujetos a flexión en los dos ejes simultáneamente se describen a continuación:

$$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \quad (1.19)$$

M_{rx} y M_{ry} son los valores de momento flector en demanda en cada eje de la viga respectivamente, se usan las expresiones expuestas en la Figura 1.5 para obtener los valores por demanda.

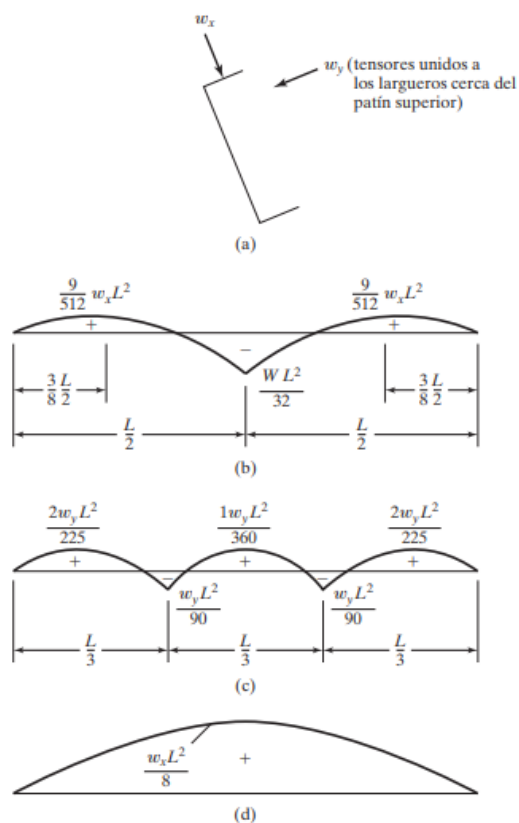


Figura 1.5 Momentos de demanda en los ejes X y Y
(McCormac & Csernak, 2012)

M_{cx} y M_{cy} son los momentos de capacidad de cada eje, depende del esfuerzo a la fluencia y del módulo de sección del miembro o el módulo plástico cuando se quiere la formación de rotulas plásticas.

$$M_{cx} = \phi F_y S_x \quad (1.20)$$

$$M_{cy} = \phi F_y S_y \quad (1.21)$$

Cuando el elemento no está sometido a fuerza axial la expresión se simplifica y reemplazando los valores de momentos M_r (demanda) y M_c (capacidad) la expresión queda de la siguiente manera:

$$\left(\frac{M_{ux}}{\phi F_y S_x} + \frac{M_{uy}}{\phi F_y S_y} \right) \leq 1.0 \quad (1.22)$$

1.5.10.18 Miembros a compresión

Los elementos sometidos a esfuerzos axiales de compresión producidos por cargas actuantes a lo largo del eje longitudinal del miembro, como primer requerimiento de diseño, la relación de esbeltez no puede ser mayor a 200.

$$\text{Relación de esbeltez} = \frac{KL}{r_x} \leq 200 \quad (1.23)$$

La resistencia de diseño del miembro a compresión debe ser mayor o igual a la demanda última de la sección.

$$\phi P_n \geq P_u \quad (1.24)$$

La resistencia nominal es el producto del esfuerzo crítico o de pandeo por el área de a la sección sometida a esfuerzo axial.

$$P_n = F_{cr} A_g \quad (1.25)$$

El esfuerzo crítico se obtiene con la siguiente expresión:

$$F_{cr} = \left(0.658^{\frac{F_y}{F_e}} \right) F_y \quad (1.26)$$

Para el cálculo del esfuerzo de pandeo elástico se usa la siguiente ecuación:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r} \right)^2} \quad (1.27)$$

1.5.10.19 Miembros a Tracción

Los miembros sometidos a cargas axiales de tracción o tensión producidas por cargas axiales a lo largo del eje longitudinal. Estos miembros no se pueden pandear de ninguna manera, por esto se puede usar elementos esbeltos para ser usados a tracción.

La resistencia de diseño a tracción no puede ser menor a la demanda del elemento

$$\phi T_n \geq T_u \quad (1.28)$$

Para determinar la resistencia de diseño se escoge la menor de la resistencia de fluencia y de la resistencia de fractura.

Resistencia a la fluencia:

$$\phi T_n = 0.9F_y A_g \quad (1.29)$$

Resistencia a la fractura

$$\phi T_n = 0.75F_y A_e \quad (1.30)$$

Para el caso en específico de este proyecto $A_e = A_g$

1.5.10.20 Relación ancho espesor en alas

Esta relación es necesaria para clarificar al ala de una sección tubular rectangular, si es compacta o no compacta. Según el AISC 360-16 la expresión para determinar el límite para alas Compactas/No Compactas en la siguiente:

$$\lambda_c = 1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (1.31)$$

1.5.10.21 Relación ancho espesor en alma

Esta relación es para clasificar si el lama de una sección tubular rectangular es compacta o no compacta. Según el AISC 360-16 la fórmula para determinar el límite para almas Compacta/No Compactas:

$$\lambda_c = 2.42 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (1.32)$$

1.5.10.22 Miembros a flexión

Para secciones tubulares rectangulares la resistencia nominal de diseño debe de ser mayor o igual a la demanda de la sección sometida a flexión.

$$\phi M_n \geq M_u \quad (1.33)$$

Para obtener la resistencia nominal se escoge al menor de los estados límites de fluencia, pandeo local de ala, pandeo local del alma.

Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z \quad (1.34)$$

El módulo elástico se reemplaza por el módulo de sección si no se forman rotulas plásticas en la viga que es el caso de este proyecto.

Pandeo local del ala

- (a) Para secciones compactas, no aplica el estado límite de pandeo local del ala.
- (b) Para secciones con alas no compactas.

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S) \left(3.57 \frac{b}{t} \sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0 \right) \quad (1.35)$$

- (c) Para secciones con alas esbeltas

$$M_n = F_y S_{eff} \quad (1.36)$$

Pandeo local de ala

- (a) Para secciones compactas, no aplica el estado límite de pandeo local del alma.
- (b) Para secciones con almas no compactas.

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_x) \left(0.305 \frac{h}{t_w} \sqrt{\frac{F_y}{E}} - 0.738 \right) \quad (1.37)$$

1.5.10.23 Miembros a corte

Los miembros sometidos a corte se encuentran regidos AISC – 360, la resistencia de diseño al corte no debe de ser menor a la demanda solicitada en el elemento.

$$\phi V_n \geq V_u \quad (1.38)$$

La resistencia nominal al corte para miembros de sección cuadrada es igual a la siguiente expresión.

$$V_n = 0.6F_y A_w C_{v2} \quad (1.39)$$

$$A_w = 2ht \quad (1.40)$$

Para el caso de este proyecto $C_{v2} = 1$

1.5.10.24 Miembros a Flexo-Compresión

Son miembros los cuales están sometidos a fuerzas axiales y a momentos flectores a la vez, por lo cual su cálculo es un poco diferente.

En la Figura 1.6 se muestran tres ejemplos de estos elementos. El AISC 360 propone la fórmula de interacción para el diseño de los elementos sometidos a estos dos esfuerzos. Existe un condicional para la aplicación de la fórmula de interacción, quedando de la siguiente manera

$$\text{Si } \frac{P_r}{P_c} \geq 2,$$

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \quad (1.41)$$

$$\text{Si } \frac{P_r}{P_c} < 2,$$

$$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \quad (1.42)$$

Si no existe flexión biaxial, es decir que la flexión se da en un solo eje, entonces las fórmulas de interacción (1.41)(1.42) quedan de la siguiente manera:

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_r}{M_c} \right) \leq 1.0 \quad (1.43)$$

$$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_r}{M_c} \right) \leq 1.0 \quad (1.44)$$

Donde,

$$P_r = P_u \quad (1.45)$$

$$P_c = \phi P_n \quad (1.46)$$

$$M_r = M_u \quad (1.47)$$

$$M_c = \phi M_n \quad (1.48)$$

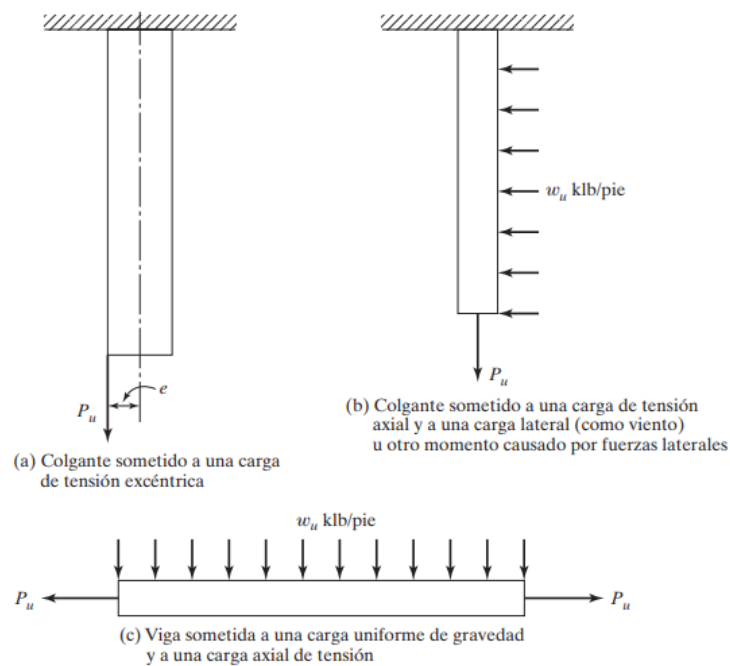


Figura 1.6 Ejemplo de miembros sometidos a Flexo-Compresión

(McCormac & Csernak, 2012)

1.5.10.25 Placa Gusset

Placa gusset es el nombre que se le da a la placa que sirve como conexión entre los arriostamientos y los miembros de la estructura, el diseño de esta

placa tiene que ser capaz de soportar los esfuerzos trasferidos de un miembro a otro.

Para el caso del presente proyecto, el diseño de la placa se la realizará a corte, debido a que los elementos arriostradores se encuentran sometidos a fuerzas axiales que general que la placa pueda fallar a corte.

Dentro de los estados límites del corte tenemos a dos:

Estado límite de fluencia en corte

$$\phi R_n = 0.6\phi F_y A_{gv}; \phi = 1.00 \quad (1.49)$$

$$A_{gv} = (L_1 + L_2)t_{pg} \quad (1.50)$$

Estado límite de ruptura al corte

$$\phi R_n = 0.6\phi F_u A_{nv}; \phi = 0.75 \quad (1.51)$$

Para este proyecto $A_{nv} = A_{gv}$.

Para el diseño se escoge el menor de los dos estados límites de corte.

1.5.10.26 Placa base

La placa base tiene como función crear un amortiguamiento entre la columna de acero con la cimentación de hormigón, para reducir el asentamiento producida por la carga estructural. También, sirven para resistir las cargas laterales tales como sismo o de viento, y poder montar la estructura a la cimentación. (Fisher; James M., 2006)

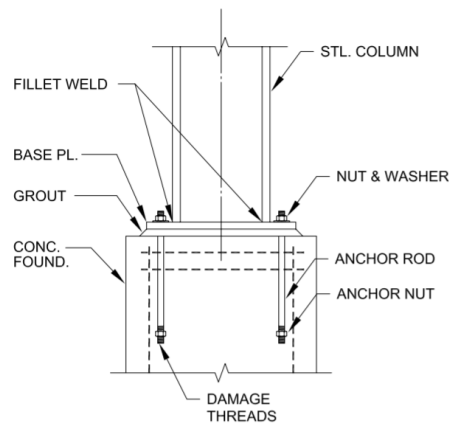


Figura 1.7 Componentes de la conexión de la base de la columna (Fisher; James M., 2006)

Para el diseño de la placa, se sigue las especificaciones técnicas de la sección J8, de la normativa AISC 2005. Primero, se debe comprobar que la carga soportada tiene que ser al menos igual a la resistencia del aplastamiento del concreto ($\phi_c P_p$). Teniendo presente que, el factor de resistencia es igual a 0.60. La ecuación es la siguiente:

$$P_u = \phi_c P_p = \phi_c (0.85 * f'_c * A_1) \quad (1.52)$$

$$A_1 = \frac{P_u}{\phi_c * 0.85 * f'_c} \quad (1.53)$$

Donde:

P_u = carga axial de la columna

f'_c = resistencia a la compresión del concreto

A_1 = área de la placa

Las placas base que son cargadas axialmente, presentan una fuerza de compresión, provocando la flexión de la placa base. Se asume una carga uniformemente distribuida como se muestra en la Figura 1.8.

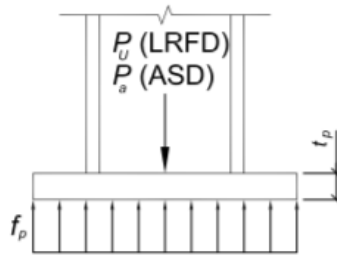


Figura 1.8 Carga de compresión uniformemente distribuida (Fisher; James M., 2006)

Esta presión genera la flexión de la placa base en ciertas secciones críticas como se muestra en la Figura 1.9.

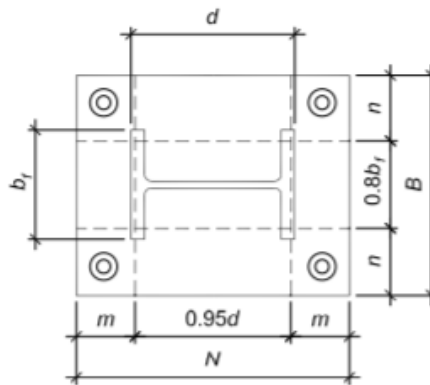


Figura 1.9 Líneas de flexión (Fisher; James M., 2006)

Para mitigar estos esfuerzos es necesario considerar un espesor de placa adecuado. Se tiene las siguientes ecuaciones para secciones rectangulares:

$$m = \frac{a_p - 0.95a_c}{2} \quad (1.54)$$

$$n = \frac{b_p - 0.95b_c}{2} \quad (1.55)$$

$$n' = \frac{\sqrt{a_c b_c}}{4} \quad (1.56)$$

Donde:

a_p = largo de la placa base

b_p = ancho de la placa base

a_c = largo de la columna

b_c = ancho de la columna

n' = teoría de la línea de fluencia distancia entre el centro de la columna a la cara de la columna.

Para el estado límite de fluencia, el espesor mínimo requerido de la placa base se puede calcular de la siguiente (Thornton, 1991):

$$t_{min} = l \sqrt{\frac{2P_u}{\phi F_y a_c b_c}} \quad (1.57)$$

Donde:

l = el máximo valor entre m , n y n'

ϕ_p = factor de resistencia por flexión, 0.90

F_y = límite elástico mínimo del material de la placa base, material A36 $F_y = 36$ ksi

1.5.10.27 Pernos de anclaje

Los pernos de anclajes tienen como finalidad de asegurar la columna a la cimentación, dando estabilidad y evitando que la placa base no se flexione. Las cuales, se verán afectadas por fuerzas a corte generadas por el sismo o viento.

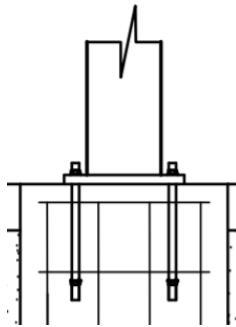


Figura 1.10 Detalle de los pernos de anclaje.

Para realizar el diseño respectivo de los pernos de anclaje, hay que seguir las indicaciones del manual de la AISC 2005, sección J3. Para encontrar el diámetro de los pernos es necesario considerar la resistencia al cortante que estos poseen, esto se evidencia en la siguiente ecuación:

$$R_n = \phi_c * F_{nv} * A_p * n_p \quad (1.58)$$

Donde:

F_{nv} = tensión de corte nominal

A_b = área bruta del perno

n_p = cantidad de pernos

ϕ_c = factor de resistencia al corte

El valor de la tensión de corte nominal se lo obtiene con la Tabla 1.9, dependiente del tipo de perno a utilizar. Además, en la Tabla 1.10 recomienda los agujeros nominales dependiendo del diámetro del perno y la Tabla 1.11 determina la distancia mínima al borde desde el centro del agujero. Se añade que la AISC, recomienda un espaciamiento mínimo entre barras de 3 veces el diámetro y una longitud de varilla de 30.5 cm.

**Tabla 1.9 Pretensión tensión nominal de conectores y partes roscadas, (MPa)
(American Institute of Steel Construction, 2010)**

Descripción del Conector	Tensión de Tracción Nominal, F_{nt} , kgf/cm ² (MPa)	Tensión de Corte Nominal en Conexiones de Tipo Aplastamiento, F_{nv} , kgf/cm ² (MPa)
Pernos A307	3 160 (310)[a][b]	1 680 (165)[b][c][f]
Pernos A325, cuando la rosca está incluida en el plano de corte	6 320 (620)[e]	3 360 (330)[f]
Pernos A325, cuando la rosca no está incluida en el plano de corte	6 320 (620)[e]	4 220 (414)[f]
Pernos A490, cuando la rosca está incluida en el plano de corte	7 950 (780)[e]	4 220 (414)[f]
Pernos A490, cuando la rosca no está incluida en el plano de corte	7 950 (780)[e]	5 300 (520)[f]
Partes roscadas que cumplen los requisitos de la Sección A3.4, cuando la rosca está incluida en el plano de corte	$0.75 F_u$ [a][d]	$0.40 F_u$
Partes roscadas que cumplen los requisitos de la Sección A3.4, cuando la rosca no está incluida en el plano de corte	$0.75 F_u$ [a][d]	$0.50 F_u$

Tabla 1.10 Dimensiones de agujero nominal, mm.

(American Institute of Steel Construction, 2010)

Diámetro Perno	Dimensiones Agujero			
	Estándar (Dia.)	Sobremedida (Dia.)	Ranura Corta (Ancho x Largo)	Ranura Larga (Ancho x Largo)
M16	18	20	18 x 22	18 x 40
M20	22	24	22 x 26	22 x 50
M22	24	28	24 x 30	24 x 55
M24	27 [a]	30	27 x 32	27 x 60
M27	30	35	30 x 37	30 x 67
M30	33	38	33 x 40	33 x 75
≥ M36	$d + 3$	$d + 8$	$(d + 3) \times (d + 10)$	$(d + 3) \times 3.5d$

[a] Espacio entregado para permitir la utilización si se desea de un perno de 1-in.

Tabla 1.11 Distancia mínima al borde, mm.

(American Institute of Steel Construction, 2010)

Diámetro Perno (in)	En bordes aserrados	En bordes laminados de Planchas, Perfiles o Barras, o en bordes por corte térmico[C]
16	28	22
20	34	26
22	38 [d]	28
24	42 [d]	30
27	48	34
30	52	38
36	64	46
Sobre 36	$1.75 d$	$1.25 d$

1.5.10.28 Cimentación

Las cimentaciones son de vital importancia para la superestructura debido a que, en ellas descansa la estructura ayudando a distribuir las cargas generadas por la misma, y así, la capacidad del suelo pueda soportarla sin ocasionar ninguna deformación a los elementos estructurales. Es por esto, que, en la mayoría de los casos, las cimentaciones se presentan con mayor sección que las columnas, con el propósito de evitar asentamientos excesivos que pongan a la propia estructura en riesgo a un colapso. (Tanya & Mancilla, 2019)

En general, existen dos clases de cimentaciones, las cuales son superficiales y profundas. En las superficiales se encuentra: cimentaciones ciclópeas, losas

de cimentación, zapatas aisladas, corridas y combinadas. En cambio, en las profundas puede ser pilotes tanto barrenados como hincados. Para la correcta elección de cimentación se debe tener presente las condiciones mecánicas del suelo, como, por ejemplo: capacidad portante, peso específico, ángulo de fricción, índice de plasticidad, entre otros. Además, del nivel freático existente en el terreno, y la carga que va a transmitir la estructura a la cimentación.

El tipo de cimentación que se suele usar para el modelo de estructura a tratar en esta investigación, son de tipo superficial, debido a que, la carga transmitida por las columnas al suelo no es de mayor magnitud.

1.5.10.28.1 Zapatas aisladas

Son el tipo de cimentaciones más usadas, sencillas y económicas a la vez, especialmente cuando las cargas de la columna a soportar son bien ligeras y estas no se encuentran muy juntas. Consta de una base de hormigón que soporta a las columnas estructurales, generando una mayor superficie para que el suelo pueda soportar sin ningún problema la carga que se transmite (McCormac & Brown, 2011). Cuando existe una junta sísmica, es aconsejable usar una zapata combinada debido a que las columnas se encuentran cercanas entre sí. Su funcionalidad es la misma que una zapata aislada, la única diferencia es que soportara la carga de dos columnas.

Para el diseño se tomó como guía el ACI 318-14. Antes de empezar el diseño, primero se debe saber la capacidad de carga permisible del suelo, que es dada por los estudios suelos, el nivel de desplante más idóneo para el proyecto y un espesor tentativo. El área se la determina en función a la presión neta que puede soportar el suelo, y está dada de la siguiente manera:

$$q_e = q_a - (t_z * \gamma_h) - (t_s * \gamma_s) \quad (1.59)$$

Donde:

q_e = presión neta que soporta el suelo

q_a = capacidad de carga permisible del suelo

t_z = espesor de la zapata

t_s = espesor del suelo por encima de la zapata

γ_h = peso específico del hormigón

γ_s = peso específico del suelo

El área de la zapata es obtenida por la división entre las fuerzas y momentos no mayorados que son transmitidos por la cimentación al suelo y la presión neta que soporta el mismo (ACI 318-14, 2014), la siguiente ecuación es la correspondiente:

$$A = \frac{P_s}{q_e} \quad (1.60)$$

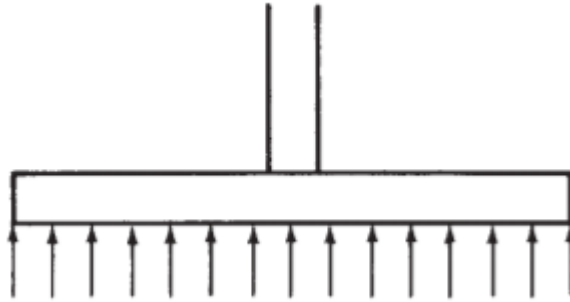
Donde:

A = área mínima de la zapata

P_s = carga de servicio proveniente de la columna

Luego de calcular las dimensiones de la zapata, se procede a realizar el diseño por resistencia, la cual debe de ser capaz de soportar las fuerzas cortantes en una y dos direcciones, y de resistir el momento flexionante.

La presión que ejerce el suelo sobre la zapata, se la considera uniformemente distribuida para simplificar los cálculos. Como se ilustra en la Figura 1.11.



**Figura 1.11 Presión uniforme del suelo sobre la zapata.
(McCormac & Brown, 2011)**

Entonces, la presión uniformemente distribuida se calcula con la siguiente ecuación:

$$q_u = \frac{P_u}{A} \quad (1.61)$$

Donde:

q_u = Presión uniformemente distribuida

P_u = Carga mayorada descendiente de la columna

Es importante determinar el peralte efectivo, se recomienda que sea mayor a 150 mm. Además, el libro guía menciona que el recubrimiento a utilizar para elementos que estén en contacto con el suelo, tiene que ser mínimo de 75 mm (ACI 318-14, 2014). Se tiene la siguiente ecuación:

$$d = t_z - r - 1.5 * \emptyset \quad (1.62)$$

Donde:

d = peralte efectivo

r = recubrimiento

\emptyset = diámetro de varilla

Para el diseño de la zapata se debe calcular la fuerza cortante en una dirección, la ubicación de la sección crítica para cortante en una dirección,

se localiza a una distancia igual al peralte efectivo a partir de la cara del dado, como se muestra en la Figura 1.12.

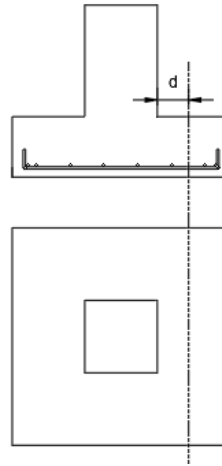


Figura 1.12 Área de la fuerza cortante en una dirección.

Se calcula de la siguiente forma:

$$V_{u1} = \left(\frac{B}{2} - \frac{a_d}{2} - d \right) \cdot L \cdot q_u \quad (1.63)$$

Donde:

V_{u1} = Fuerza cortante última en una dirección

B = ancho de zapata

L = largo de zapata

a_d = ancho de dado

El cortante resistente del concreto debe de resistir la fuerza cortante última en una dirección, para esto el ACI 318-14 hace referencia a la siguiente ecuación:

$$V_{c1} = \phi_c \cdot 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \quad (1.64)$$

Donde:

V_{c1} = cortante resistente del concreto en una dirección

λ = valor igual a 1, considerando peso normal del concreto

f'_c = Resistencia a la compresión del concreto

b_w = ancho de la zapata igual a B

ϕ_c = factor de resistencia a cortante, igual a 0.75

Para el diseño de la zapata con la fuerza cortante en dos direcciones, la ubicación de la sección crítica para cortante dos direcciones, se localiza a una distancia igual al peralte efectivo dividido para dos a partir de la cara del dado, como se muestra en la Figura 1.13.

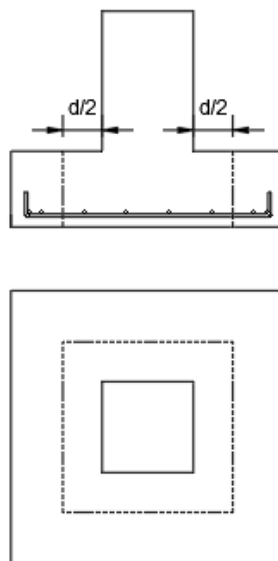


Figura 1.13 Área de la fuerza cortante en dos direcciones.

Se calcula de la siguiente forma:

$$V_{u2} = ((B \cdot L) - (a_d + d) \cdot (b_d + d)) \cdot q_u \quad (1.65)$$

Donde:

V_{u2} = Fuerza cortante ultima en dos direcciones

b_d = largo del dado

Al igual que la fuerza cortante en una dirección, también el cortante resistente del concreto debe de resistir la fuerza cortante ultima en dos direcciones, para esto primero se calculó b_0 que igual al contorno de la sección critica, se lo calcula de la siguiente forma:

$$b_0 = 2(a_d + d) + 2(b_d + d) \quad (1.66)$$

El cálculo de la cortante en dos direcciones del concreto consta de 3 ecuaciones según la ACI 318-14, la cual se tomará el menor valor dado.

Las ecuaciones son las siguientes:

$$V_c = 1.1 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_0 \cdot d \quad (1.67)$$

$$V_c = 0.53 \cdot \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_0 \cdot d \quad (1.68)$$

$$V_c = 0.27 \cdot \left(2 + \frac{a_s \cdot d}{b_0}\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_0 \cdot d \quad (1.69)$$

Donde:

V_c = fuerza cortante en dos direcciones del concreto

$$\beta = \frac{a_d}{b_d} \quad (1.70)$$

El valor de a_s , depende de la posición que se encuentre la columna o dado respecto a la zapata, para columnas interiores es 40, columnas de borde es 30 y 20 para columnas de esquina (ACI 318-14, 2014). Se prioriza que las ecuaciones están en el sistema mks. El cortante debe de ser afectado por el factor de resistencia al cortante (ϕ_c).

Ahora, para el diseño de la zapata aislada para que resista el momento flexionante. La sección critica para calcular el momento último, se la tiene de la Tabla 1.12.

**Tabla 1.12 Localización de la sección crítica para el momento último
(ACI 318-14, 2014)**

Localización de la sección crítica	Miembro soportado
Cara de la columna o pedestal	Columna o pedestal
En el punto medio entre la cara de la columna y el borde de la placa base de acero	Columna con placa base de acero
Cara del muro	Muro de concreto
En el punto medio entre el eje y la cara del muro de albañilería	Muro de albañilería

Para este proyecto se considera la segunda columna, quedando como momento ultimo igual al área cargada por la presión que ejerce en esa área y por el brazo de palanca, quedando la siguiente ecuación:

$$M_u = \frac{\left(L \cdot \left(B - \frac{B}{2} - \frac{a_c}{2} - \frac{\frac{a_p}{2} - \frac{a_c}{2}}{2} \right)^2 \right) \cdot q_u}{2} \quad (1.71)$$

M_u = momento ultimo

Entonces, para que la zapata no falle por momento flexionante, el momento resistente del concreto debe soportar la carga del momento ultimo. Para esto, se calcula el área de acero necesaria, con el estado de falla balanceada y obteniendo la distancia al eje neutro (c). La relación para obtener el valor de c se lo determina de la siguiente forma:

$$c = \frac{0.003 \cdot d}{0.003 + 0.002} \quad (1.72)$$

Donde:

c = distancia al eje neutro

Para calcular la profundidad del bloque de esfuerzo, se multiplica la distancia del eje neutro por el valor de β_1 . Este valor, depende de la resistencia a la compresión que posee el concreto, el ACI 318-14 menciona que dicho valor no debe exceder a 0.85 ni ser menor a 0.65, y se calcula de la siguiente ecuación:

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05(f'_c - 280)}{70} \quad (1.73)$$

El valor de a es igual a:

$$a = \beta_1 \cdot c \quad (1.74)$$

El área de acero se la obtiene igualando el momento ultimo con el momento nominal afectado por el factor de resistencia a la flexión. Despejando las ecuaciones se la obtienen de la siguiente manera:

$$M_u \leq \phi M_n \quad (1.75)$$

$$\phi M_n = \phi A_s F_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (1.76)$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y \left(d - \frac{a}{2} \right)} \quad (1.77)$$

Donde:

A_s = área de acero requerido

F_y = resistencia a la fluencia

ϕ = factor de resistencia a la flexión, igual a 0.90

Se debe también revisar el acero mínimo a flexión, el código muestra las siguientes ecuaciones:

$$A_s = \frac{14}{F_y} b_w d \quad (1.78)$$

$$A_s = \frac{0.80\sqrt{f'c}}{F_y} b_w d \quad (1.79)$$

De ambas ecuaciones se escoge la mayor.

También, se debe de considerar el acero longitudinal por temperatura y contracción.

$$A_{st} = 0.0018 \cdot t \cdot B \quad (1.80)$$

Es de suma importancia saber si la cimentación sufrirá deslizamiento, para comprobar esto se obtiene la relación entre la suma total de todas las cargas (peso de la zapata, dado, suelo y la carga axial de servicio proveniente de la estructura) que hay en la parte inferior de la cimentación sobre el cortante generado por las fuerzas sísmicas o de viento. Estas cargas son afectadas por un factor f , en base a las características del material en donde estará asentada la base de la cimentación y el ángulo de fricción del mismo. En la Tabla 1.13, se encuentra el valor f .

Tabla 1.13 Pesos unitarios, ángulos efectivos de fricción interna y coeficiente de fricción con el concreto f (NILSON, 1999).

Suelo	Peso unitario, lb/pie ³	ϕ , grados	f
1. Arena o grava sin partículas finas, altamente permeable	110-120	33-40	0.5-0.6
2. Arena o grava con mezcla de limo, baja permeabilidad	120-130	25-35	0.4-0.5
3. Arena limosa, arena y grava con alto contenido de arcilla	110-120	23-30	0.3-0.4
4. Arcilla media o rígida	100-120	25-35"	0.2-0.4
5. Arcilla blanda, limo	90-110	20-25"	0.2-0.3

* Para condiciones saturadas, el valor de ϕ para arcillas y limos puede ser cercano a cero.

En caso de que presente deslizamiento la cimentación, se puede utilizar riostras que sirven de amarre a las zapatas aisladas, y así poder mitigar el deslizamiento provocado por la fuerza cortante.

1.5.10.28.2 Dado

Cuando se utiliza el acero como material para la estructura, es necesario diseñar una columna corta que conecte la columna de acero con la zapata de la cimentación, para dar más profundidad de desplante y evitar que la columna de acero este en contacto con el suelo directamente.

Para el diseño del dado, se lo considera como una columna corta. Las dimensiones vienen dadas por la placa base, debido que esta debe ser lo suficientemente grande para que la placa no quede en sobresalida. Se recomienda dejar entre 10 a 15 cm por lado. De todas formas, se debe confirmar si el área gruesa que se le proporciona al dado resiste la carga axial proveniente de la columna de acero. Para esto, el código menciona lo siguiente:

$$A_g = \frac{P_s}{f'_c \cdot 0.4} \quad (1.81)$$

Donde:

A_g = área gruesa del dado

P_s = fuerza axial de servicio

Para calcular el área de acero se utiliza los diagramas de interacción, donde se obtiene la cuantía mínima. Para ello, se necesita las combinaciones de cargas axiales y momentos. La ecuación para determinar el área de acero es igual a:

$$A_{sd} = \rho \cdot A_d \quad (1.82)$$

Donde:

A_{sd} = área de acero del dado

ρ = cuantía mínima

A_d = área del dado

Luego de haber calculado el área de acero necesaria, se comprueba si el acero requerido satisface la demanda de la carga axial ultima, para ello el código define la siguiente ecuación:

$$\phi_a P_n = \phi_a \cdot 0.85 \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot (A_d - A_s) + f_y \cdot A_s) \quad (1.83)$$

Donde:

P_n = capacidad nominal del dado por carga axial

ϕ_a = factor de resistencia axial, igual a 0.65 para estribos

Para la separación de estribos el código muestra una ecuación para separación mínima y máxima. Son las siguientes:

$$S_{min} = \frac{4}{3} \cdot d_{agre} \quad (1.84)$$

$$S_{max} = \min(16 \cdot d_b, 48 \cdot d_{est}, \min(a_d, b_d)) \quad (1.85)$$

S_{min} = separación mínima entre estribos

S_{max} = separación máxima entre estribos

d_{agre} = diámetro del agregado

d_b = diámetro de la varilla

1.5.10.28.3 Riostras

Las riostras tienen la funcionalidad de reducir los asentamientos diferenciales y de evitar el deslizamiento de las zapatas. Para su diseño, se considera una carga a tensión que es igual al 1% de la carga axial de servicio transmitida por la columna a la cimentación. Se calcula el área de acero con la siguiente ecuación:

$$A_{str} = \frac{\phi \cdot T}{f_y} \quad (1.86)$$

Donde:

A_{str} = área de acero a tensión de la riostra

T = carga a tensión, $0.1 \cdot P_s$ (carga de servicio)

Además, cuando se genera asentamientos diferenciales se crea un desplazamiento formando un momento, para reducir esto se implementa varillas de acero. Para calcular el área de acero, se establece el peralte efectivo de la riostra, considerando el recubrimiento, diámetro de estribos y varillas. Luego se utiliza la siguiente ecuación:

$$A_{sfr} = \frac{M_{ur}}{3.4 * \left(\frac{tonf}{cm^2}\right) * d_r} \quad (1.87)$$

A_{sfr} = área de acero a flexión de la riostra

M_{ur} = Momento producido por los asentamientos diferenciales

d_r = peralte efectivo de la riostra

Hay que destacar que la ecuación anterior se considera un f_y de 4200 kgf/cm² y un f'_c de 280 kgf/cm².

1.5.10.29 Capacidad de carga última del suelo

La capacidad de carga ultima de la cimentación se la define como la falla que sufre el suelo al soportar una carga por área unitaria proveniente de la cimentación, ampliándose hasta la superficie del terreno (Das, 2011).

Existen varios tipos y métodos para calcular la carga ultima de la cimentación, sin embargo, en este proyecto se tomará en cuenta en suelos estratificados, que consta en encontrar la capacidad de carga del suelo sobre un suelo más fuerte con uno más débil, propuestos por Meyerhof y Hanna (1978) y Meyerhof (1974). Se presente la siguiente ecuación para cimentaciones rectangulares:

$$q_u = q_b + \left(1 + \frac{B}{L}\right) \cdot \left(\frac{2 \cdot C_a H}{B}\right) + \gamma_1 H^2 \cdot \left(1 + \frac{B}{L}\right) \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot D_f}{H}\right) \cdot \left(\frac{k_s \tan(\phi'_1)}{B}\right) - \gamma_1 H \leq q_t \quad (1.88)$$

Donde:

q_u = capacidad de carga ultima de la cimentación

H = espesor del suelo que se encuentra por debajo de la zapata hasta el segundo estrato

γ = peso específico del suelo

D_f = profundidad de desplante

ϕ' = ángulo de fricción del suelo

Los valores de q_b y q_t se obtienen de las siguientes ecuaciones:

$$q_b = C'_2 N_{c2} F_{cs2} + \gamma_1 (D_f + H) N_{q2} F_{qs2} + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_{\gamma2} F_{\gamma s2} \quad (1.89)$$

$$q_t = C'_1 N_{c2} F_{cs1} + \gamma_1 D_f N_{q1} F_{qs1} + \frac{1}{2} \gamma_1 B N_{\gamma1} F_{\gamma s1} \quad (1.90)$$

Donde:

C' = cohesión

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga para la teoría de Meyerhof

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$ = factores de forma, profundidad e inclinación

Para el cálculo de K_s , se debe de tener la relación entre q_1 y q_2 , la cual se presentan las siguientes ecuaciones:

$$q_1 = c'_1 N_{c1} + \frac{1}{2} \gamma_1 B N_{\gamma1} \quad (1.91)$$

$$q_2 = c'_2 N_{c2} + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_{\gamma2} \quad (1.92)$$

En la Figura 1.14, muestra los valores de K_s respecto al ángulo de fricción interna del suelo.

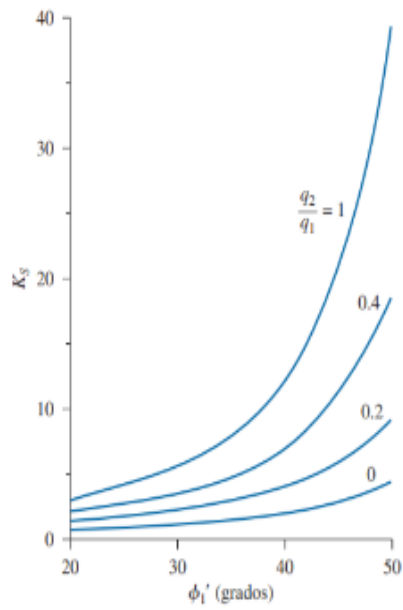


Figura 1.14 Coeficiente de corte por punzonamiento K_s , según Meyerhof y Hanna.

(Das, 2011)

De igual forma el valor de C'_a , se lo obtiene por medio de la Figura 1.15.

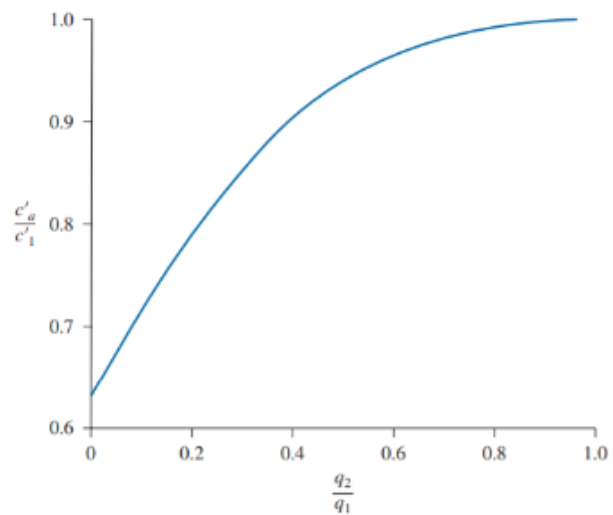


Figura 1.15 Variación de C'_a / C'_1 con q_2 / q_1 con base de la teoría de Meyerhof y Hanna.

(Das, 2011)

Para obtener los factores de capacidad de carga, se utiliza la Tabla 1.14 respectivamente y los factores de forma, profundidad e inclinación, con las siguientes ecuaciones:

$$F_{Cs} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \cdot \left(\frac{N_{q1}}{N_{c1}}\right) \quad (1.93)$$

$$F_{qs1} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \cdot \tan(\phi'_1) \quad (1.94)$$

$$F_{\gamma s1} = 1 + 0.4 \left(\frac{B}{L}\right) \quad (1.95)$$

Tabla 1.14 Factores de capacidad de carga para la teoría de Meyerhof (Das, 2011).

Tabla 3.3 Factores de capacidad de carga para la teoría de Meyerhof.

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

Por último, la capacidad de carga ultima de suelo se verá afectado por un factor de seguridad mostrado en la Tabla 1.15 , dando como resultado la capacidad de carga permisible del suelo.

$$q_a = \frac{q_u}{FS} \quad (1.96)$$

q_a = capacidad de carga permisible del suelo

FS = factor de seguridad según la NEC, Tabla 1.15

**Tabla 1.15 Factores de seguridad indirectos mínimos
(NEC - GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES, 2014)**

CONDICIÓN	F.S.I.M. ADMISIBLE
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño pseudo estático	1.5

1.5.10.30 Esfuerzo vertical

Esfuerzo vertical causado por un área rectangular cargada. Por lo general, en la práctica los ingenieros usan el método 2:1, se utiliza para saber el incremento de esfuerzo vertical y saber a qué profundidad (z) la carga de la cimentación se transmitirá. La ecuación es la siguiente:

$$\Delta\sigma = \frac{P_s}{(B + z) \cdot (L + z)} \quad (1.97)$$

1.5.10.31 Asentamientos

Existen dos tipos de asentamientos, elástico y por consolidación. El asentamiento elástico ocurre al momento de levantar o construir toda la estructura. En cambio, el asentamiento por consolidación se da a través del tiempo, a medida que el agua de las arcillas saturadas empieza a salir por los poros o espacios vacíos. Esta última comprende de dos fases: primaria y secundaria (Das, 2011).

1.5.10.31.1 Asentamiento elástico

Para el cálculo del asentamiento elástico, se puede utilizar la teoría de la elasticidad, basada en la ley de Hooke. Considerando una cimentación perfectamente flexible (Das, 2011), el asentamiento se lo expresa de la siguiente forma:

$$S_e = q_0(\alpha B') \cdot \frac{1 - u_s^2}{E_s} I_s I_f \quad (1.98)$$

Donde:

S_e = asentamiento elástico

q_0 = presión neta aplicada sobre la cimentación

α = valor de 4 para el centro de la cimentación o 1 para la esquina de la cimentación

B' = $B/2$ para el centro de la cimentación o B para la esquina de la cimentación

μ_s = relación de Poisson del suelo

E_s = módulo de elasticidad del suelo por debajo de la cimentación

I_s = factor de forma (Steinbrenner, 1934)

I_f = factor de profundidad (Fox, 1948)

1.5.10.31.2 Asentamiento por consolidación primaria

Anteriormente se mencionó, que el asentamiento por consolidación primaria ocurre a través del tiempo generalmente ocasionados en suelos arcillosos, que se ven afectado por cargas provenientes por la construcción de una cimentación (Das, 2011). Para el cálculo de este asentamiento, hay que tener en cuenta si la arcilla esta normalmente consolidada, o sobreconsolidadas. Para esto se tiene las siguientes ecuaciones se dividen en:

Para arcillas normalmente consolidadas:

$$s_p = \frac{C_c \cdot H_c}{1 + e_o} \cdot \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0} \quad (1.99)$$

Para arcillas sobreconsolidadas con $\sigma'_o + \Delta\sigma'_{prom} < \sigma'_c$

$$s_p = \frac{C_r \cdot H_c}{1 + e_o} \cdot \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_o} \quad (1.100)$$

Para arcillas sobreconsolidadas con $\sigma'_o < \sigma'_c < \sigma'_o + \Delta\sigma'_{prom}$

$$s_p = \frac{C_r \cdot H_c}{1 + e_o} \cdot \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} + \frac{C_c \cdot H_c}{1 + e_o} \cdot \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_c} \quad (1.101)$$

Donde:

σ'_o = presión efectiva

$\Delta\sigma'_{prom}$ = incremento promedio en la presión efectiva

σ'_c = presión de preconsolidación

e_o = relación de vacíos inicial del estrato de arcilla

C_c = índice de compresión

C_r = índice de recompresión

H_c = espesor del estrato de arcilla

$$\Delta\sigma'_{prom} = \frac{1}{6} \cdot (\Delta\sigma'_t + 4\Delta\sigma'_m + \Delta\sigma'_b) \quad (1.102)$$

1.5.10.31.3 Asentamiento por consolidación secundaria

Este tipo de asentamiento empieza luego de dar por terminado el asentamiento de consolidación primaria, después de que toda el agua que se pudo drenar se ha expulsado en su totalidad. Sucede a una tensión efectiva que es constante con el tiempo. Hay que destacar, que el asentamiento por consolidación secundarias es más importante en suelos inorgánicos y orgánicos altamente compresibles, pero por otro lado, en arcillas inorgánicas sobreconsolidadas el valor de este asentamiento es pequeño (Das, 2001). Se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$S_s = C'_\alpha \cdot H_c \cdot \log \left(\frac{t_2}{t_1} \right) \quad (1.103)$$

Donde:

C'_α = coeficiente de consolidación secundaria

t_1, t_2 = tiempo

El valor de C'_α depende o varía de los tipos de suelo (Das, 2001). Para arcillas sobreconsolidadas se puede tomar el valor de 0.001 o menos, para normalmente consolidadas oscila entre 0.005 a 0.03, y suelos orgánicos 0.04 o más.

El tiempo que tarda la consolidación primaria, se lo determina con el coeficiente de consolidación, el espesor del estrado a analizar y la tasa del factor tiempo respecto a un porcentaje de consolidación. Esta última variable se la determina en la Tabla 1.16. Entonces el tiempo se lo calcula de la siguiente forma:

$$t_1 = \frac{T_v \cdot H_c^2}{C_v} \quad (1.104)$$

Siendo:

T_v = factor tiempo

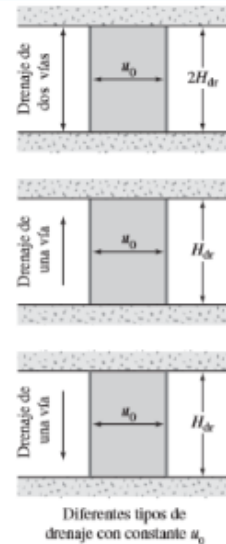
C_v = coeficiente de consolidación

Ahora, para el tiempo t_2 se recomienda calcular los asentamientos durante un lapso de 25 años (NEC - GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES, 2014).

Tabla 1.16 Variación del factor tiempo con el grado de consolidación (Das, 2001)

Tabla 9.3 Variación del factor tiempo con el grado de consolidación

U (%)	T_v	U (%)	T_v	U (%)	T_v
0	0	34	0.0907	68	0.377
1	0.00008	35	0.0962	69	0.390
2	0.0003	36	0.102	70	0.403
3	0.00071	37	0.107	71	0.417
4	0.00126	38	0.113	72	0.431
5	0.00196	39	0.119	73	0.446
6	0.00283	40	0.126	74	0.461
7	0.00385	41	0.132	75	0.477
8	0.00502	42	0.138	76	0.493
9	0.00636	43	0.145	77	0.511
10	0.00785	44	0.152	78	0.529
11	0.0095	45	0.159	79	0.547
12	0.0113	46	0.166	80	0.567
13	0.0133	47	0.173	81	0.588
14	0.0154	48	0.181	82	0.610
15	0.0177	49	0.188	83	0.633
16	0.0201	50	0.197	84	0.658
17	0.0227	51	0.204	85	0.684
18	0.0254	52	0.212	86	0.712
19	0.0283	53	0.221	87	0.742
20	0.0314	54	0.230	88	0.774
21	0.0346	55	0.239	89	0.809
22	0.0380	56	0.248	90	0.848
23	0.0415	57	0.257	91	0.891
24	0.0452	58	0.267	92	0.938
25	0.0491	59	0.276	93	0.993
26	0.0531	60	0.286	94	1.055
27	0.0572	61	0.297	95	1.129
28	0.0615	62	0.307	96	1.219
29	0.0660	63	0.318	97	1.336
30	0.0707	64	0.329	98	1.500
31	0.0754	65	0.304	99	1.781
32	0.0803	66	0.352	100	∞
33	0.0855	67	0.364		



* u_0 constante con la profundidad.

1.5.10.32 Asentamientos diferenciales

Se ocasiona cuando las columnas de los pórticos tienen asentamientos diferentes, dado por las distintas magnitudes de cargas que bajan de la columna a los cimientos. Para mitigar estos asentamientos diferenciales, se suele utilizar riostras armadas que unen a las zapatas. En la Tabla 1.17 se permite valores máximos de este tipo de asentamientos según el tipo de construcción.

**Tabla 1.17 Valores máximos de asentamientos diferenciales
(NEC - GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES, 2014)**

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Δ_{max}
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	L /1000
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	L /500
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	L /300
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	L /160

1.5.10.33 Instalaciones A.A.P.P.

El abastecimiento de agua potable es de suma importancia para la vida y progreso de la humanidad (Carmona, 2011). Para el correcto diseño de la red de agua potable para la estructura, se debe considerar que tipo de sistema de suministro de agua potable se utilizara, puede ser directo o indirecto. El directo consta de una tubería principal que conecta con la red pública y llega a la edificación, estos casos se dan cuando la presión es la adecuada. En cambio, los indirectos se dividen en: cisterna, tanque elevado, cisterna y tanque elevado o cisterna con bombeo a tanque elevado y equipo de presión.

Es importante saber cuál será la dotación que tendrá la estructura a estudiar, para ello la norma hidrosanitaria de agua, presenta ciertas dotaciones dependiente de la edificación mostrados en Tabla 1.18.

**Tabla 1.18 Dotaciones para edificaciones de uso específico
(NEC, 2011)**

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
adelante		
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m ² /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m ² área útil /día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/ m ² área útil /día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*	L/s/Ha	1 a 2

Los criterios de diseño que presenta la NEC son la base fundamental para el correcto diseño de la red de tuberías de agua potable, menciona que la velocidad diseño del agua debe oscilar entre los 0.6 m/s a 2.5 m/s. Además, la Tabla 1.19 presenta las presiones recomendadas de cada aparato sanitario, según la norma.

**Tabla 1.19 Demanda de caudales, presiones y diámetros en aparatos sanitarios
(NEC, 2011)**

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

El caudal de diseño es afectado por un coeficiente de simultaneidad, debido a que, no todos los aparatos sanitarios funcionan al mismo tiempo. La Tabla 1.20 presenta los coeficientes de simultaneidad respecto a la cantidad de salidas de los aparatos sanitarios. En cambio, para un conjunto de viviendas o varios edificios, se utiliza la Tabla 1.21. La cantidad de salidas depende si cuenta con agua fría o caliente, cada una de estas equivale a una salida. Para el medidor se recomienda tomar 5 salidas como mínimo. Ahora, para determinar las unidades de suministro, en la Tabla 1.22 se presenta la debida elección de unidades por aparato sanitario (Carmona, 2011).

Tabla 1.20 Coeficiente de simultaneidad (Carmona, 2011)

S	K ₁	S	K ₁	S	K ₁
1	1,00	9	0,35	17	0,25
2	1,00	10	0,33	18	0,24
3	0,71	11	0,32	19	0,24
4	0,58	12	0,30	20	0,23
5	0,50	13	0,29	21	0,22
6	0,45	14	0,28	22	0,22
7	0,40	15	0,27	23	0,21
8	0,38	16	0,26	24	0,21

Tabla 1.21 Coeficiente de simultaneidad para conjunto de viviendas (Carmona, 2011)

N	K ₂	N	K ₂	N	K ₂	N	K ₂	N	K ₂	N	K ₂
1	1,00	11	0,44	21	0,39	31	0,38	41	0,37	51-	0,36
2	0,78	12	0,44	22	0,39	32	0,37	42	0,36	52	0,36
3	0,67	13	0,43	23	0,39	33	0,37	43	0,36	53	0,36
4	0,60	14	0,42	24	0,39	34	0,37	44	0,36	54	0,36
5	0,56	15	0,42	25	0,38	35	0,37	45	0,36	55	0,36
6	0,52	16	0,41	26	0,38	36	0,37	46	0,36	56	0,36
7	0,50	17	0,41	27	0,38	37	0,37	47	0,36	57	0,36
8	0,48	18	0,40	28	0,38	38	0,37	48	0,36	58	0,36
9	0,47	19	0,40	29	0,38	39	0,37	49	0,36	59	0,36
10	0,45	20	0,40	30	0,38	40	0,37	50	0,36	60	0,36

Tabla 1.22 Unidades de suministro (Carmona, 2011)

Aparatos	Público			Privado		
	Fría	Caliente	Total	Fría	Caliente	Total
Ducha o tina	2.00	2.00	4.00	1.50	1.50	2.00
Bidé o lavamanos				1.00	1.00	2.00
Lavaplatos				1.50	1.50	2.00
Lavaplato eléctrico	3.00	3.00	6.00	2.00	2.00	3.00
Lavadora	2.00	2.00	4.00	2.00	1.00	3.00
Inodoro con Fluxometro	10.00		10.00	6.00		6.00
Inodoro de tanque	5.00		5.00	3.00		3.00
Orinal de fluxometro	10.00		10.00			
Orinal de llave	2.00		2.00			
Lavamanos de llave	4.00		4.00			
Fregadero uso hotel	4.00		4.00	1.0		1.0
Lavadero				2.0		2.0

Para el diseño de las tuberías de agua potable, se utiliza las tablas de Flamant, las cuales detallan cuanto es la cantidad de caudal, velocidad, coeficiente de fricción y perdidas por fricción, dependiendo de las unidades suministradas.

Los accesorios tales como válvulas, uniones, codos y demás, presentan perdidas de carga y son calculadas con el método de longitudes equivalentes. Se utiliza la siguiente ecuación:

$$L_e = \left(A \cdot \left(\frac{d}{29.4} \right) + B \right) \cdot \left(\frac{120}{C} \right)^{1.8519} \quad (1.105)$$

L_e = longitud equivalente

A, B = factores que depende del tipo de accesorios, ver Tabla 1.23

d = diámetro interno, en milímetros

C = coeficiente depende del material de la tubería

Tabla 1.23 Factores para el cálculo de longitudes equivalentes (NEC, 2011)

Accesorio	Factor A	Factor B
Codo de 45°	0.38	+ 0.02
Codo radio largo 90°	0.52	+ 0.04
Entrada normal	0.46	- 0.08
Reducción	0.15	+ 0.01
Salida de tubería	0.77	+ 0.04
Tee paso directo	0.53	+ 0.04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1.56	+ 0.37
Tee con reducción	0.56	+ 0.33
Válvula de compuerta abierta	0.17	+ 0.03
Válvula de globo abierta	8.44	+ 0.50
Válvula de pie con criba	6.38	+ 0.40

Al utilizar un sistema de presión, es necesario contar con la altura dinámica total, la cual se basa en dos conceptos que son: la altura de succión e impulsión. La altura de succión es generada cuando el espejo de agua se encuentra debajo del eje de la bomba y la altura de impulsión se produce al conducir el agua desde la bomba hasta los aparatos sanitarios, por medio de la tubería de impulsión. La suma de la succión e impulsión es la altura dinámica total. La potencia de la bomba se la calcula de la siguiente forma:

$$P_{HP} = \frac{H_t \cdot Q}{76 * \%efi} \quad (1.106)$$

Donde:

P_{HP} = potencia de la bomba, medidas en HP

H_t = altura dinámica total (succión + impulsión) medida en m

Q = caudal de diseño en l/s

$\%efi$ = eficiencia del conjunto bomba motor

Para un ahorro de energía en las bombas se utiliza un sistema hidroneumático, que posee la función de regular la presión cuando existe pequeña demanda en la red de agua potable manteniéndola presurizada, y así administrarla mientras la bombas se encuentren apagadas (Carmona, 2011). Para obtener el volumen del tanque, se usa las siguientes ecuaciones:

$$V_T = F \times VR \quad (1.107)$$

Donde:

V_T = volumen del tanque

F = factor que depende de la presión absoluta de prendida y apagada de las motobombas, ver Tabla 1.24

$$V_R = \frac{Q_{med} \cdot T}{4} \quad (1.108)$$

El valor de T está dando por la potencia de la bomba, en la se encuentra algunos ciclos recomendados. Q_{med} se lo calcula a un rango de presión

establecido a criterio del diseñador, se utiliza la Tabla 1.25 para el respectivo cálculo.

Tabla 1.24. Valor de F en función de la presión (Carmona, 2011)

P en psi	F
20 - 40	2,73
30 - 40	3,23
40 - 60	3,74

Tabla 1.25 Ciclos de encendido y apagado de las bombas en función de la potencia y periodo de trabajo (Carmona, 2011)

Potencia en HP	T min	# ciclos por hora
1 - 3	1,2	50
3 - 5	1,8	33
5 - 7,5	2,0	30
7,5 - 15	3,0	20
15 - 30	4,0	15
Sobre 30	6,0	10

Tabla 1.26 Factores multiplicadores. Fuente: (Carmona, 2011).

Tipo de edificio	Servicios o salidas						
	hasta 30	de 31 a 75	de 76 a 150	de 151 a 300	de 301 a 600	de 601 a 1000	más de 1000
Oficinas	0,40	0,32	0,28	0,25	0,24	0,23	0,21
Apartamento	0,55	0,41	0,33	0,28	0,25	0,24	0,23
Hoteles	0,80	0,60	0,48	0,42	0,36	0,35	0,34
Hospitales	0,90	0,75	0,63	0,54	0,45	0,40	0,38
Colegios	1,20	0,90	0,75	0,63	0,52	-	-

Ahora, por seguridad es recomendable calcular un volumen de la bolsa de neopreno para evitar su daño al momento de que el presóstato falle. Se encuentra con la siguiente ecuación:

$$v_{bc} = v_{hc} \cdot \frac{P_c - P_{min}}{P_c + 1} \quad (1.109)$$

Donde:

V_{bc} = volumen de bolsa de neopreno

V_{hc} = volumen total del tanque, en litros

P_c = presión de corte, igual a 4.4 atmósferas

P_{min} = presión mínima, igual a 2.2 atmósferas

1.5.10.34 Instalaciones A.A.S.S.

Para la Instalación de aguas servidas se considerará un sistema de desagüe del baño de cada bodega que se conecte mediante colectores a una caja de registro que estará ubicada afuera de cada una de las bodegas. Estas aguas serán trasladadas hasta un sistema de pretratamiento de aguas residuales que consta de un biodigestor.

1.5.10.35 Biodigestor

El biodigestor es un recipiente, en general de forma cilíndrica, dentro de este se deposita materia orgánica, desechos orgánicos en general o aguas residuales de humanos o animales. Sirve como un pretratamiento de las aguas servidas de baños. Para seleccionar un biodigestor adecuado se tiene que tomar en cuenta algunos parámetros, por ejemplo: el sector donde va a estar instalado, el uso que se le va a dar, la cantidad de personas que lo vayan a usar y demás.

1.5.10.36 Instalaciones A.A.L.L.

Según la OMS, en el mundo hay 663 millones de personas que no tienen acceso al agua y este número sigue en crecimiento. Por otro lado, si visualizamos en la parte local, existe un 16.4% de personas en Ecuador que carecen de este servicio (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2015). Dado a esto, el correcto diseño de la captación de aguas lluvias se ha vuelto fundamental en todo proyecto, debido a que, se puede reutilizar el agua para diferentes tipos de usos, como riego para jardines y hasta con un tratamiento adecuado sirve para consumo humano.

El volumen de almacenamiento que proveerá la captación de las aguas lluvias, se basa en la siguiente ecuación:

$$V_{aall} = \frac{D_{reserva}}{d} \cdot (P \cdot A_c \cdot C) \quad (1.110)$$

Donde:

V_{aall} = volumen del tanque de reserva, en m^3

$D_{reserva}$ = número de días de reserva, < 3

d = número de días lluviosos en el mes de mayor precipitación, en mm

P = intensidad promedio en el mes de mayor precipitación, en mm

A_c = área de captación de aguas lluvias, en m^2

C = igual a 1

El número de días lluviosos y la precipitación promedio de un mes, se las obtiene de los anuarios del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Para el dimensionamiento de las tuberías que captan el agua proveniente de la cubierta (bajantes), se debe saber la intensidad de lluvia en el sector a construir la estructura y del área que va a captar dicha tubería. Se recomienda que la tubería ocupe 1/3 del área aproximadamente. Con la ayuda de la Tabla 1.27 se encuentra el diámetro correspondiente. Cada bajante tendrá un caudal, dato importante para determinar el diámetro de las tuberías horizontales (colectores), que se lo diseña con la siguiente ecuación:

$$Q = C \cdot I \cdot A \quad (1.111)$$

Donde:

I = intensidad de lluvia, unidades en $mm/s \cdot m^2$

Los colectores se diseñan igual que una tubería de agua sanitaria parcialmente llena utilizando las tablas de Manning, y las recomendaciones estipuladas por la norma.

**Tabla 1.27 Diámetro de bajantes en función de la intensidad de lluvia y el área
(Carmona, 2011)**

Proyección horizontal en m ² de área servida Cálculo de bajantes de aguas lluvias							
Tabla 5.50							
ϕ	Intensidad de la lluvia en mm/h						
Pulg.	50	75	100	125	150	200	300
2	130	85	65	50	40	30	15
3	300	200	150	120	100	80	60
4	645	430	320	260	215	150	100
5	1100	780	580	470	390	320	200
6	1900	1250	950	760	630	410	310
8	4100	2750	2050	1650	1370	1000	750
C	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417	0.0556	0.0833

Periodo de retorno: 15 años. Duración 8 minutos

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Formulación, descripción y selección de alternativa óptima

2.1.1.1 Características técnicas

Fabricación y Montaje. - Comprende el proceso de fabricación de las vigas y columnas del pórtico tanto en taller como en obra y se añade la velocidad de montaje de cada elemento en obra.

Mantenimiento. – Considera la acumulación de polvo, presencia de animales e insectos en la estructura, limpieza, facilidad de pintado e inspección de los elementos.

2.1.1.2 Características económicas

Presupuesto. – Involucra la cantidad del material principal (Acero), el tipo de soldadura a utilizar, la disponibilidad del material, mano de obra, equipos, transporte del material y el tiempo que tomará la construcción del pórtico.

2.1.1.3 Características sociales

Mano de obra. – Se refiere al aumento de plazas de empleo que generara el proyecto, involucrando a los moradores de la zona, esto genera una inyección de dinero en el sector.

2.1.1.4 Características ambientales

Impacto ambiental. – Toma en cuenta varios aspectos negativos, principalmente la cantidad de soldadura a utilizar por la emisión de gases tóxicos al ambiente.

2.1.1.5 Características legales

Para la base legal del presente proyecto se ha observado los mandatos de: (i) Constitución de la Republica, (ii) Ley de Gestión Ambiental, (iii) Ordenanzas del

cantón Daule, (iv) Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, TULSMA, (v) Reglamento de seguridad y salud para la construcción y obras públicas.

2.1.1.6 Parámetros cuantificadores

Peso de la estructura. – Abarca el pórtico más ligero de los tres, con el fin de que el sismo no afecte mucho en la estructura.

2.1.2 Descripción de las alternativas

2.1.2.1 Pórtico de celosía

También conocidos como pórticos tipo cercha, está constituido principalmente por secciones tipo C y L para conformar las vigas y columnas, sus elementos trabajan principalmente a compresión y tracción, gracias a que su geometría es en forma de triángulos.

Debido a que la geometría de estos pórticos es la de una armadura, los elementos que conforman el sistema estarán sometidos a cargas de compresión y tracción. Con el efecto de otras cargas, como las de viento o el sismo, la fuerza interna de los elementos pueden variar entre tensión y compresión, esto quiere decir que se deben diseñar los elementos para que funcionen adecuadamente ante las dos sollicitaciones (Luna & Muñoz, 2013).

Aunque en la realidad los nudos van soldados o empernados, se asumen que los nudos de la armadura están articulados para su análisis. Esta consideración es posible debido a que la longitud y esbeltez de las barras, son lo suficiente para que puedan ser dobladas según la deformación. El momento flexionante en la realidad existe, pero este es muy bajo, razón por la cual se lo desprecia (Segui, 2007)

2.1.2.2 Pórtico con viga calada

Está conformado por columnas de alma llena, generalmente de sección variable tipo I y vigas aligeradas o caladas, estas cuentan con peralte constante, pero con agujeros a lo largo de toda el alma. Estas vigas están fabricadas a partir de una lámina de acero, perforándola en forma de zigzag en el centro, estos cortes se realizan de manera que los agujeros del alma sean de forma octogonal, hexagonal o circulares. De esta manera se logra tener una sección más resistente y rígida que la original, con un mismo peso y mayores momentos de inercia.

Si se compara una viga calada con una que no tiene agujeros, puede determinarse que una pequeña parte de flexiones son soportadas por el alma de la sección y como las tensiones tangenciales que suelen ser reducidas, los agujeros no hacen que la viga pierda resistencia. El aligeramiento hecho en la viga representa en peso aproximadamente de un 25 por 100 (Arguelles, 1975).

2.1.2.3 Pórtico de sección tubular

Estos pórticos se encuentran compuestos por vigas y columnas de sección tubular rectangular. Estas secciones son armadas uniendo dos perfiles tipo C o pueden venir directamente como un perfil HSS. Una de sus mayores ventajas es hacer a la estructura ligera. El sistema de columnas y vigas con esta sección es muy usado en cubiertas metálicas, esto es debido a que es muy óptimo trabajar con estas para luces no tan grandes.

Las vigas de este tipo de pórtico están sometidas principalmente a momentos de flexión y a esfuerzos cortantes, además, gracias a que la viga está inclinada con respecto al eje horizontal, esta presenta esfuerzos axiales. Las columnas se someten a cargas de compresión principalmente, sin embargo, debido a la flexión generada por el momento, estas se ven sometidas a la fleo-compresión.

En caso de tener luces de un tamaño considerable, es recomendable variar la inercia de la sección transversal del elemento, esto para optimizar material.

Esta variación puede ser realizada mediante la colocación de un acartelamiento.

2.1.3 Selección de alternativa Óptima

2.1.3.1 Definición de parámetros

En la Tabla 2.1 se presenta una comparativa de los pórticos antes mencionados con varios parámetros representativos, ayudando a definir la mejor alternativa para el proyecto. A continuación, se encuentra cada parámetro.

- Fabricación y Montaje
- Mantenimiento
- Presupuesto
- Impacto Ambiental
- Peso de la estructura

2.1.3.2 Selección del Pórtico

La comparación descrita en la Tabla 2.1 se realizó tomando en consideraron los parámetros antes mencionados en base a un pórtico con luces de 10 m. Para darle una comparación entre los parámetros, se optó por un rango del uno al tres, siendo tres el mejor. Al final el que tiene mayor puntaje es la alternativa óptima.

Tabla 2.1 Comparación de pórticos (Segura, A., Vélez, F., 2020)

Parámetro	Pórtico		
	Celosía	Viga calada	Sección tubular
Fabricación y Montaje	1	2	3
Presupuesto	3	1	2
Impacto ambiental	1	2	3
Mantenimiento	1	2	3
Peso de la estructura	3	1	2
TOTAL	9	8	13

Se escoge la alternativa de pórtico de sección tubular, debido a que, es la que tiene el mayor puntaje. Se añade, que en el proyecto como no hay luces tan

grandes, no existe la necesidad de utilizar vigas con gran peralte. En caso contrario la mejor opción sería el pórtico de celosía.

2.2 Información Técnica Necesaria

2.2.1 Datos Topográficos

No se contó con datos topográficos de altimetría, pero el cliente facilitó la altimetría del terreno, la cual, ayudó a delimitar el área de construcción del proyecto.

Dirigirse al Apéndice A para revisar plano de altimetría.

2.2.2 Datos Geológicos

En el terreno se encuentra una llanura aluvial reciente con depósitos aluviales de textura variable (arcillas, limos y arenas no consolidados). Las características de estos suelos presentan una alta productividad en agricultura que permite una gran variedad de cultivos. Presentando terrenos planos y ondulados, bancos, basines, meandros y cauces abandonados; con una llanura de altitud en su parte menor de 5 m (GAD del cantón Daule, 2015).

2.2.2.1 Datos Sísmicos

Según la secretaria nacional de gestión de riesgos, el terreno no está atravesado por ninguna falla geológica, tal como se puede apreciar en la Figura 2.1.

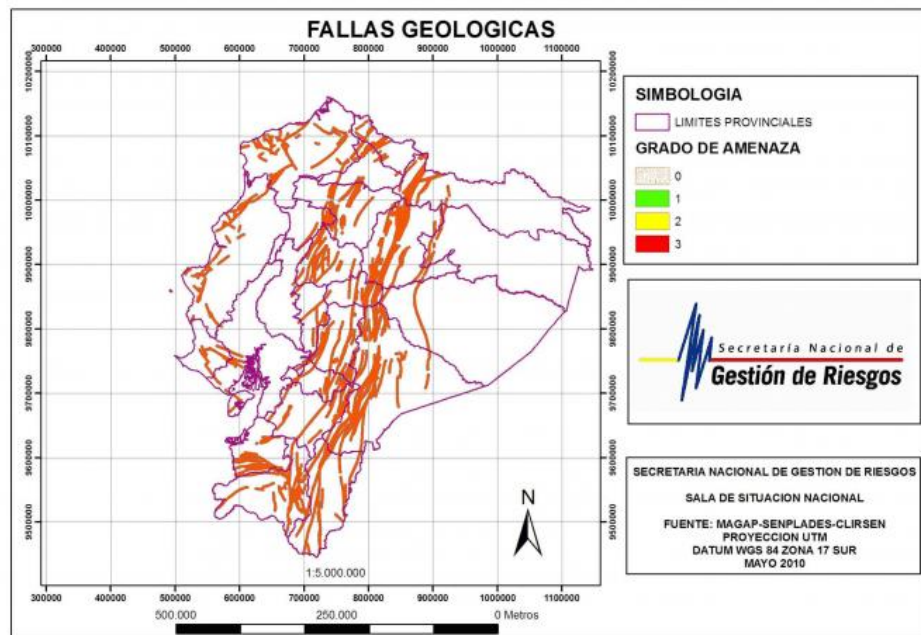


Figura 2.1 Fallas Geológicas del Ecuador
(Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2010)

2.2.3 Datos Geotécnicos

Los datos geotécnicos del suelo del terreno fueron obtenidos mediante ensayos de laboratorio. Las muestras fueron tomadas con tubos Shelby y conseguidas gracias a la excavación de dos calicatas de 1 m de profundidad, donde se encontró el nivel freático. Luego de esto se llevaron las muestras al laboratorio donde se hicieron ensayos de granulometría, límites de Atterberg y compresión simple.

Dirigirse a apéndices para los resultados del ensayo de laboratorio.



Figura 2.2 Muestra del suelo encontrado a 1 m de profundidad



Figura 2.3 Calicata hecha en el terreno

2.3 Criterios para el diseño

2.3.1 Predimensionamiento

2.3.1.1 Área de implantación

Al inicio del desarrollo del proyecto se tuvo que hacer las debidas delimitaciones de las áreas de construcción de las deferentes edificaciones que se tienen proyectadas a construir dentro del terreno. Se consideró dos diferentes áreas para construir galpones, un área para la construcción de un edificio de oficinas, zonas de parqueos para visitantes y residentes, garita y un lago con su área social. Además, de considerar un ancho de carretera adecuado considerando radios de giro de vehículos de carga. Para más detalle ver la Figura 2.4.

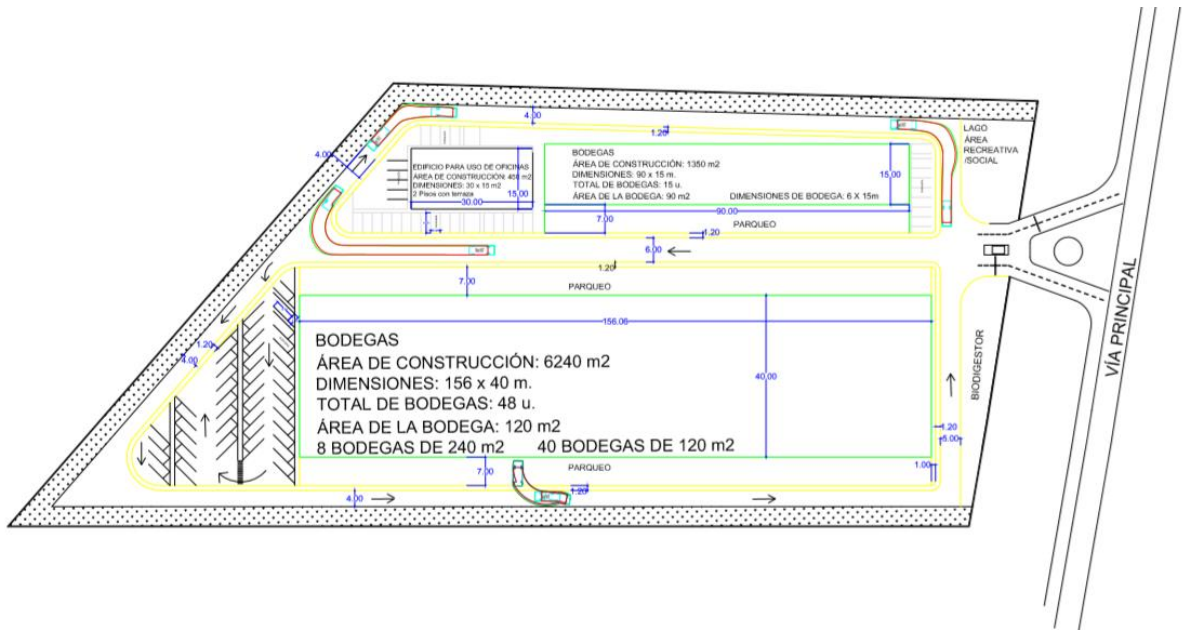


Figura 2.4 Área de implantación proyectada (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

Determinada el área de implantación descrita en la Figura 2.5 permite estimar de forma adecuada la separación entre pórticos, la cantidad de pórticos y demás aspectos geométricos del galpón.

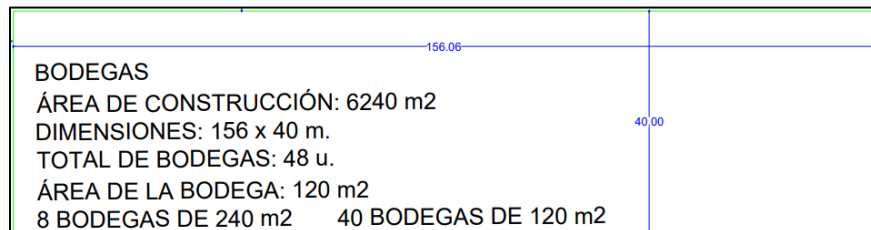


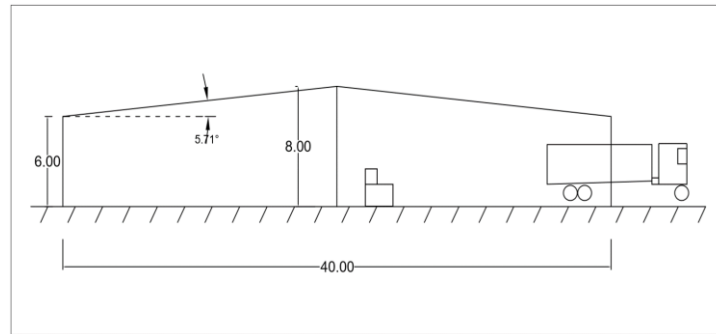
Figura 2.5 Área de implantación de las bodegas (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

Debido a que el área de implantación es mucho más larga de un lado que del otro, entonces se vio en la necesidad de hacer dos galpones separados con una junta sísmica.

2.3.1.2 Bosquejo inicial

Se procedió a realizar un bosquejo inicial de las dimensiones del pórtico de acuerdo a las necesidades del cliente, la propuesta final fue la descrita en la

Figura 2.6 la cual cuenta con un ancho total de 40.0 m, altura de la fachada de 6.0 m, altura hasta la cumbrera de 8.0 m e inclinación de la cubierta del 10%.



**Figura 2.6 Bosquejo de dimensiones del pódico tipo
(Segura, A. & Vélez, R., 2020)**

2.3.1.3 Diseño arquitectónico

Antes de empezar el diseño estructural, se hizo el diseño arquitectónico basándose en libros de referencia ayudando a distribuir mejores los espacios en las diferentes instalaciones de las bodegas. Además, determinar la altura de la puerta para la entrada de los vehículos de cargas, utilizar rejillas louver para el ingreso de aire y pueda regenerarse cada cierto tiempo con el propósito de que los trabajadores respiren un mejor aire. Ubicación de ventana para que entre la luz natural y disminuir el consumo de energía eléctrica. También, implementar un parqueo adecuado para el tipo de vehículo que se usara en las bodegas. Se utilizó el programa Revit para la elaboración del diseño arquitectónico la cual facilitó sacar las cantidades para el presupuesto.

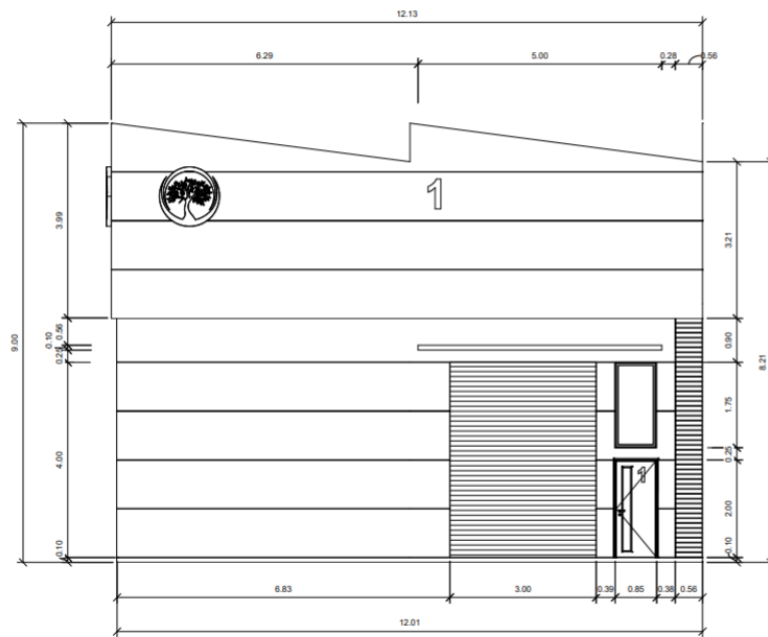


Figura 2.7 Diseño arquitectónico de la fachada de las Bodegas
(Segura, A. & Vélez, R., 2020)



Figura 2.8 Render de las Bodegas (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

2.3.1.4 Cargas para predimensionamiento

Se estableció el predimensionamiento considerando las cargas vivas y muerta dispuestas por la NEC 2015 en su capítulo de cargas no sísmicas. Descrita en la Tabla 2.2 la única carga viva que se tomó fue la carga viva por mantenimiento, las cargas de ceniza y granizo no se consideraron debido a que en la ubicación del proyecto estos fenómenos son muy pocos probables.

Tabla 2.2 Cargas Vivas para el predimensionamiento

(Segura, A. & Vélez, R., 2020)

	Carga	Unidad
Ceniza	0	kg/m ²
Granizo	0	kg/m ²
Mantenimiento	70	kg/m ²
L (Mayor)	70	kg/m²

Para la carga muerta se consideró el peso propio de la estructura, el peso de luminarias, cubierta e instalaciones contra incendio, tal como se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Cargas Muertas para el predimensionamiento

(Segura, A. & Vélez, R., 2020)

	Carga	Unidad
Luminarias	10	kg/m ²
Cubierta	4	kg/m ²
Inst. Incendio	7	kg/m ²
Peso Propio	20	kg/m ²
D (Suma)	41	kg/m²

Una aproximación conservadora para el peso propio de la estructura es considerarlo como 20 kg/cm².

La separación entre cada pórtico seleccionada fue de 6.0 m debido a que la medida comercial de los perfiles de acero es de esta longitud. Entonces el ancho tributario es de 6.0 m.

La combinación de carga para realizar el predimensionamiento fue la siguiente:

$$U = D + L \quad (2.1)$$

$$U = 41(6) + 70(6)$$

$$U = 666 \frac{kg}{m}$$

La carga lineal de $0.666 \frac{T}{m}$ obtenida se usó para el análisis estructural del pórtico en el programa de SAP2000, para este análisis no se consideran cargas laterales debido a que es un preliminar.

2.3.1.5 Análisis estructural del predimensionamiento

Primero se procede a crear una grilla de trabajo como se muestra en la Figura 2.9 para poder realizar el pórtico de una mejor manera.

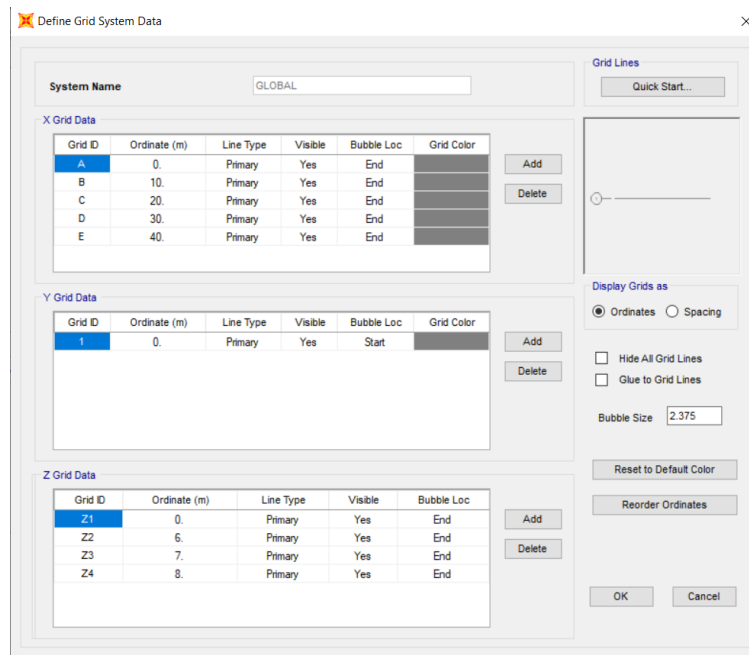


Figura 2.9 Grilla del Predimensionamiento (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

En la Figura 2.10 se encuentra el pórtico base para iniciar a predimensionar, a este se le añade la carga lineal antes determinada y se pone la condición de apoyo articulada para que no se generen momentos en la base debido a que el suelo donde estará asentado es muy blando. También se dispuso de tres columnas centrales para reducir los esfuerzos internos de los miembros que conforman la estructura.

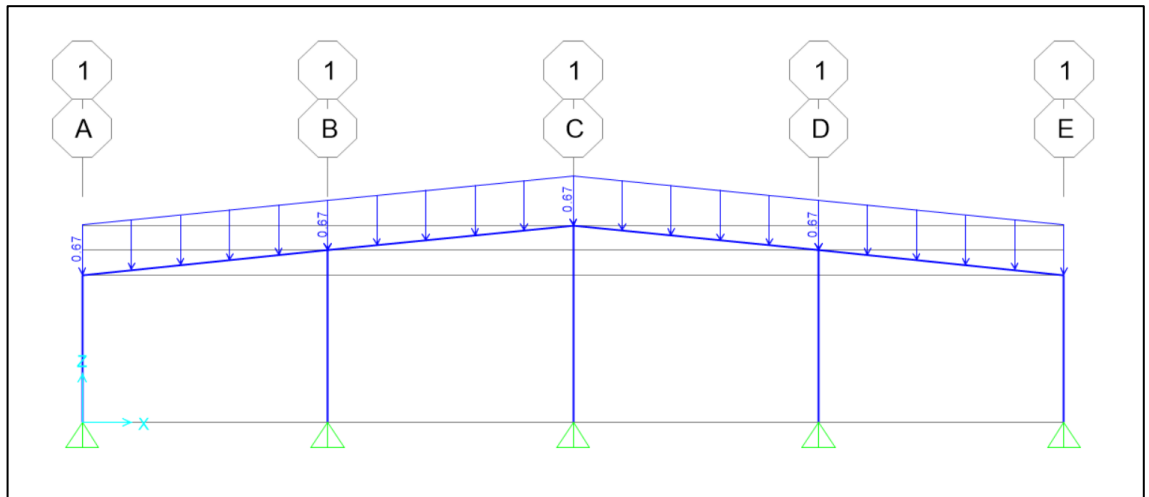


Figura 2.10 Pórtico del prediseño (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

Se obtiene el diagrama de momentos flectores en la Figura 2.11.

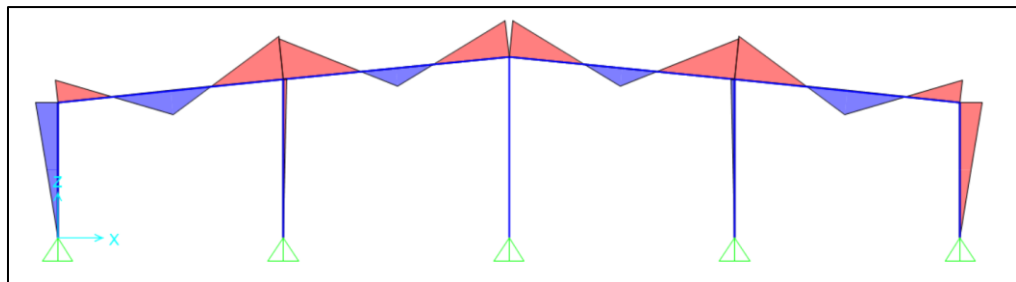


Figura 2.11 Diagrama de momentos flectores (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

Se obtuvieron los valores de momento flector máximo para viga y columna que se muestran a continuación:

$$M_{m\acute{a}x_Columna} = 3.23 T.m$$

$$M_{m\acute{a}x_Viga} = 6.43 T.m$$

2.3.1.6 Asignación de secciones

Para el análisis se consideró un acero estructural A – 36, el cual consta con las propiedades dispuestas a continuación

Esfuerzo a la fluencia

$$F_y = 2531 \frac{kg}{cm^2}$$

Esfuerzo admisible a la compresión

$$\sigma_{adm_compresión} = 0.6F_y \quad (2.2)$$

$$\sigma_{adm_compresión} = 1518.60 \frac{kg}{cm^2}$$

Esfuerzo admisible a la tensión

$$\sigma_{adm_tensión} = 0.4F_y \quad (2.3)$$

$$\sigma_{adm_tensión} = 1012.40 \frac{kg}{cm^2}$$

2.3.1.7 Prediseño de Columnas

Por cuestiones de homogenizar la estructura, se decidió contar con un solo tipo de sección para las columnas. Se considero un peralte (h) de columna de 20 cm, con este valor se puede hallar el área mínima del perfil para luego ser seleccionado en un catálogo.

$$A = \frac{M_{máx_Columna}}{\sigma_{adm_compresión} h} \quad (2.4)$$

$$A = \frac{\frac{3.23}{0.20}}{1518.60} * 1000 = 10.63 \text{ cm}^2$$

El perfil seleccionado es **2C200x50x4** según el catálogo de DIPAC, tiene un área de 11.50 cm^2 .

2.3.1.8 Prediseño de Vigas Transversales

Se asume un peralte de viga (h) de 30 cm y se procede a calcular el área de la sección mínima con la siguiente expresión.

$$A = \frac{M_{máx_Viga}}{\sigma_{adm_compresión} h} \quad (2.5)$$

$$A = \frac{\frac{6.43}{0.3}}{1518.60} * 1000 = 14.11 \text{ cm}^2$$

El perfil que fue seleccionado es **2C300x80x4** según el catálogo de DIPAC, cuenta con un área de 17.87 cm^2

2.3.1.9 Prediseño de viga longitudinal

Esta viga será exclusivamente de amarre no se recibirá ninguna carga aparte de su propio peso. Es por esto que se ha decidido escoger un perfil no tan grande. El perfil escogido es **2C100x50x4** según el catálogo de DIPAC, con un área de 7.47 cm^2 .

2.3.1.10 Prediseño de Correas

El prediseño de las correas se las realiza como miembro que está sometido a flexión biaxial, los datos para el prediseño se encuentran en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Datos para el prediseño de las correas (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

Longitud	6.00	m
Inclinación	5.71	°
Separación correas	1.50	m
Carga en Área	91.00	kg/m ²
Carga en Correa	136.50	kg/m
Peso Propio Correa	10.90	kg/m
Carga Total Correa	147.40	kg/m

Luego obtenemos los momentos y cargas de la Tabla 2.5, con las fórmulas expuestas en la Figura 1.5.

Tabla 2.5 Momentos y Cargas para prediseño de correas

(Segura, A. & Vélez, R., 2020)

	14.67	kg/m	
w_y	146.67	kg/m	
$M_x = \frac{w_y L^2}{8}$	660.01	kg-m	
$M_y = \frac{w_x L^2}{8}$	66.00	kg-m	Sin tensores
$M_y = \frac{w_x L^2}{32}$	16.50	kg-m	Con un tensor
$M_y = \frac{w_x L^2}{90}$	5.87	kg-m	Con dos tensores

Luego en la Tabla 2.6 con las fórmulas de flexión asimétrica se comprueba que sea menor a 1 para escoger un perfil tentativo.

Tabla 2.6 Correa seleccionada (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

G175x75x25x4

Sx	74.60	cm ²	Por catalogo
Sy	20.90	cm ²	Por catalogo
Peso por metro	10.90	kg/m	Por catalogo

$\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \leq 1.0$	1.186	Sin tensor	NO OK
	0.952	Un tensor	OK
	0.902	Dos tensores	OK

La correa seleccionada fue la G175x75x25x4, según el catálogo de DIPAC, con un área de 13.90 cm².

2.3.1.11 Tensores

Sirven como apoyos de las correas y ayudan a reducir los momentos en estas, por lo general se colocan varillas de acero de refuerzo como tensores, sin embargo, también es recomendable utilizar perfiles L con la misma inercia que la varilla, la ventaja del perfil L es que aporta una mayor rigidez.

Para escoger el diámetro mínimo de la varilla se hizo lo siguiente:

$$\phi_{min} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{L_{tensor}}{500} = 3.00 \text{ mm} \\ \frac{5}{8} \text{ in} = 15.88 \text{ mm} \rightarrow \text{Contola} \end{array} \right.$$

Se selecciona una varilla de 16 mm que sirva de tensor de las correas.

Los tensores seleccionados también servirán como contravientos en la cubierta del galpón.

Tabla 2.7 Secciones seleccionadas en el prediseño (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

Miembro	Perfil	Área (cm ²)
Columna	C200x50x4	11.50
Viga Transversales	C300x80x4	17.87
Viga Longitudinal	C100x50x4	7.47
Correa	G175x75x25x4	13.90
Tensor	16 mm	2.01

En la Tabla 2.7 se encuentra un resumen de los perfiles seleccionados para el prediseño, para luego ser analizado con el programa de SAP2000.

2.3.2 Análisis estructural en SAP2000

Definición de materiales

En la Figura 2.12 se muestran los materiales usados para el análisis estructural.

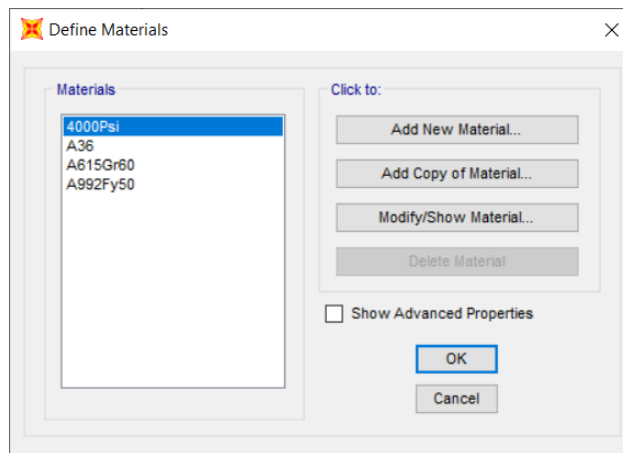


Figura 2.12 Materiales en SAP2000 (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

Luego se definen en la Figura 2.13 las secciones escogidas en la Tabla 2.7.

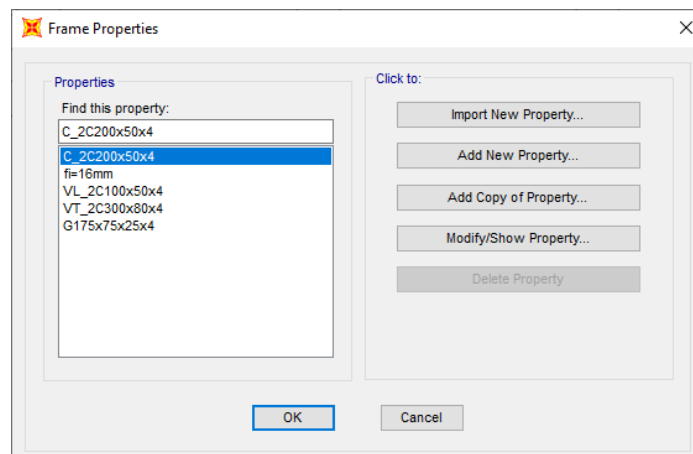


Figura 2.13 Secciones definidas en el prediseño (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

Con la geometría, los materiales y las secciones del prediseño definidas se proceden a realizar el modelo estructural en SAP2000 como en la Figura 2.14 se muestra.

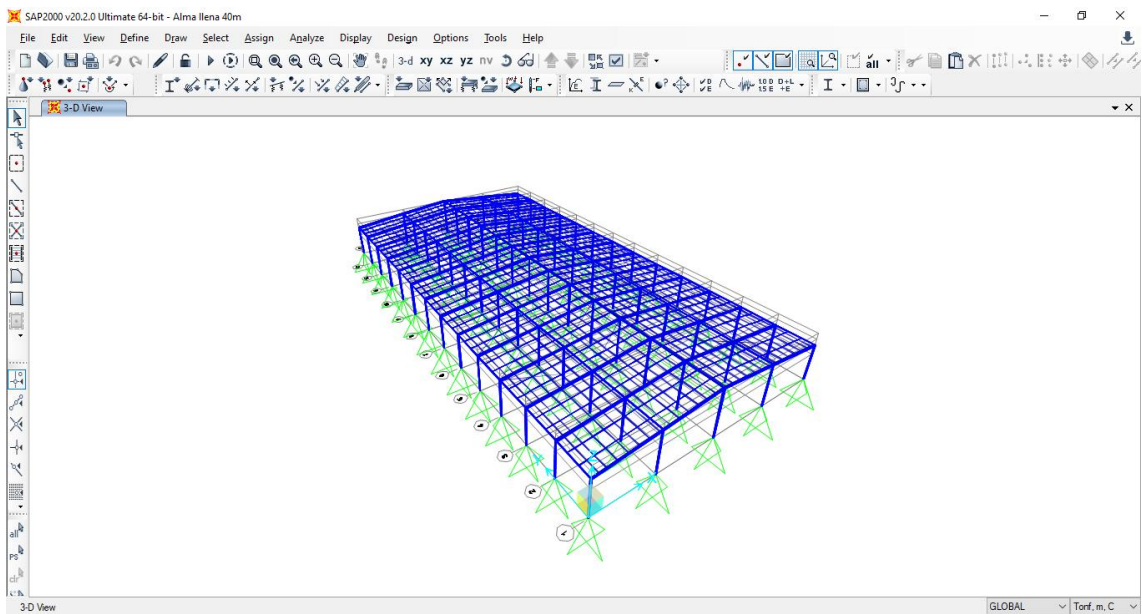


Figura 2.14 Modelo estructural del prediseño (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

2.3.2.1 Cargas

Luego se procede a definir las cargas en el programa tal como se expone en la Figura 2.15, las cargas definidas son las de carga viva, muerta, de viento y el sismo en dos direcciones.

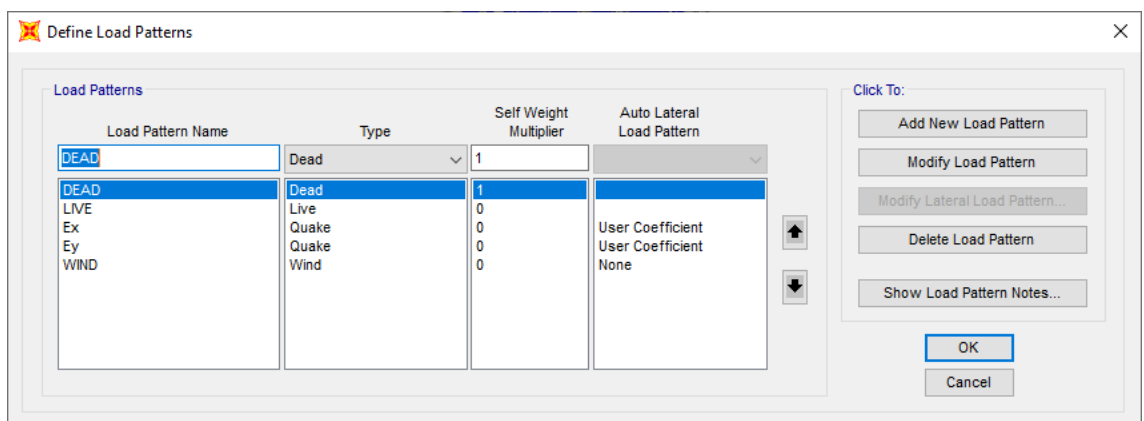


Figura 2.15 Definición de tipos de cargas en el programa (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

Las cargas son aplicadas en las correas, se tienen que dividir las correas en elementos de 6.0 m para su mejor análisis y distribución de carga a los demás elementos.

2.3.2.2 Carga muerta aplicada en las correas

El espaciamiento máximo entre correas es de 1.5 m, entonces el ancho tributario es de 1.5 m. La carga muerta aplicada a las correas considera solo la carga de luminarias, cubierta e instalación eléctrica, queda de la siguiente manera:

$$D_{correas} = A_{tributario} D = 1.5 * 21$$

$$D_{correas} = 31.5 \frac{kg}{m}$$

2.3.2.3 Carga viva aplicada en las correas

La carga viva aplicada es por mantenimiento según lo dispuesto en la NEC 2015, se calcula esta carga con el ancho tributario de las correas.

$$L_{correas} = A_{tributario} L = 1.5 * 70$$

$$L_{correas} = 105 \frac{kg}{m}$$

2.3.2.4 Carga de viento

La carga de se calculó el barlovento y sotavento y queda un valor diferente a los elementos de borde y los elementos centrales. Usando las ecuaciones (1.2) y (1.3), se calcula la carga de viento en todos los elementos.

En la Tabla 2.8 se muestran los datos iniciales para el cálculo.

Tabla 2.8 Datos iniciales para el cálculo de carga de viento

(Segura, A. & Vélez, R., 2020)

Velocidad de la zona	6.00	m/s
Velocidad mínima (NEC)	21.00	m/s
Velocidad máx. Viento	21.00	m/s
Coef. Corrección (σ)	1.00	
Velocidad corregida	21.00	m/s
Densidad del aire	1.25	kg/m ³
Coeficiente de entorno	1.16	

Luego en la Tabla 2.9 se calcula la presión de viento en las columnas según la (1.3).

Tabla 2.9 Presión de viento en columnas (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

Barlovento	0.80	
Presión de viento	255.78	N/m ²
Presión viento (kg/m ²)	26.09	kg/m ²

La carga de viento en columna es calculada con el ancho tributario de la columna, diferente para columnas centrales y de borde, como se muestra en la Tabla 2.10.

Tabla 2.10 Carga de viento columnas (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

Columnas exteriores centrales		
Ancho tributario	6.00	m
Carga de viento	156.54	kg/m
Columnas Borde		
Ancho tributario	3.00	m
Carga de viento	78.27	kg/m

En la Tabla 2.11 se determina la presión de viento en barlovento y sotavento para una cubierta con inclinación menor a 15°.

Tabla 2.11 Presión de viento en vigas (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

Inclinación	7.60	°
Barlovento	0.30	
Sotavento	-0.60	
Presión Barlovento	95.92	N/m ²
Presión Barlovento (kg/m ²)	9.78	kg/m ²
Presión Sotavento	-191.84	N/m ²
Presión Sotavento (kg/m ²)	-19.57	kg/m ²

Los valores de carga en las vigas están calculados en la Tabla 2.12 para barlovento y sotavento de las vigas de borde y centrales.

Tabla 2.12 Carga de viento en vigas (Segura, A. & Vélez, R., 2020)

Vigas centrales barlovento		
Ancho tributario	6.00	m
Carga de viento	58.70	kg/m
Vigas borde barlovento		

Ancho tributario	3.00	m
Carga de viento	29.35	kg/m
Vigas centrales sotavento		
Ancho tributario	6.00	m
Carga de viento	-117.40	kg/m
Vigas borde sotavento		
Ancho tributario	3.00	m
Carga de viento	-58.70	kg/m

Las cargas de viento son asignadas a los elementos de viga y columna de borde y centrales. En la Figura 2.16 están las cargas de viento de elemento de borde y en la Figura 2.17 están las cargas de elementos centrales.

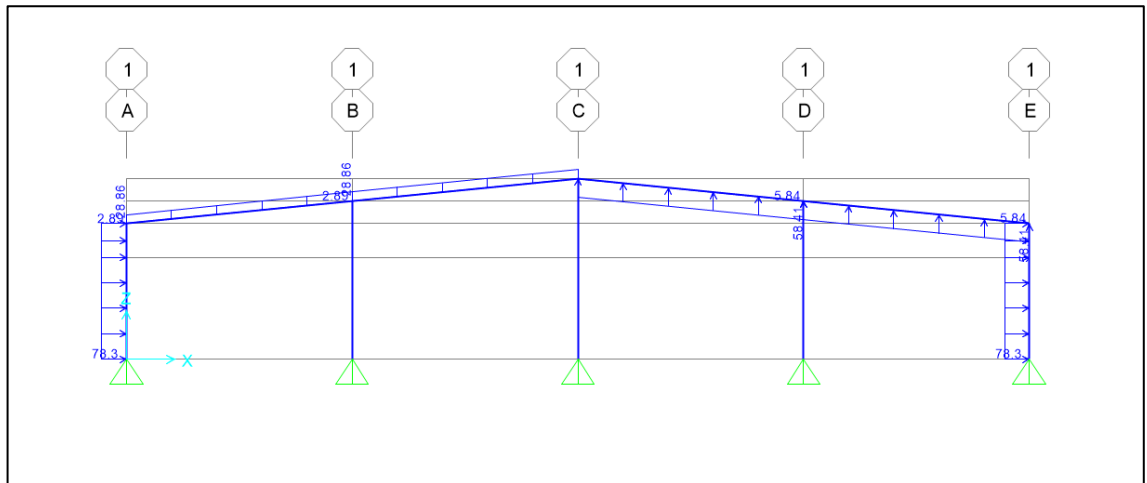


Figura 2.16 Carga de viento aplicadas a elementos de borde

(Segura, A. & Vélez, R., 2020)

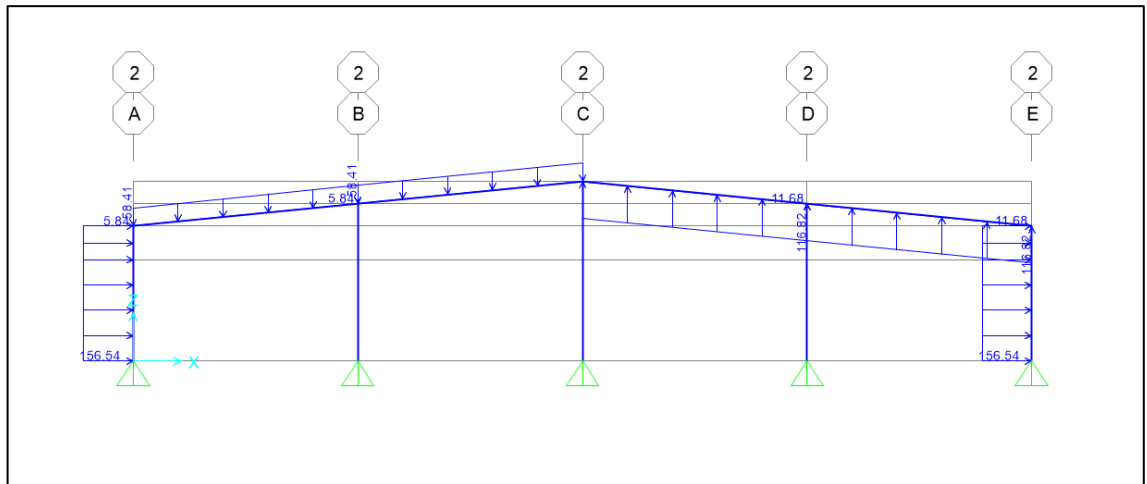


Figura 2.17 Carga de viento aplicadas a elementos centrales (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

2.3.2.5 Carga de sismo

Para determinar la carga de sismo se optó por seguir el método de uso de coeficiente debido a que es más conservador. Primero se debe de determinar parámetros como zona sísmica, factor Z, relación de amplificación espectral, importancia de la estructura y factor de reducción. Estos parámetros están determinados en la Tabla 2.13.

Tabla 2.13 Parámetros sísmicos para generales del sector y la estructura (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Zona sísmica	V	
Factor Z	Z	0.40
Relación de amplificación espectral en región costa	η	1.80
Destino e importancia de la estructura, factor de importancia	I	1.00
Factor de reducción de respuesta sísmica	R	2.50

Luego se determina el tipo de suelo donde estará el proyecto, según lo determinado por el estudio de suelo, después se determinan los coeficientes vinculados al suelo (F_a , F_d , F_s) en la Tabla 2.14 se encuentran estos valores.

Tabla 2.14 Tipo de suelo y coeficientes Fa, Fd, Fs (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Tipo de suelo. En caso de Tipo F se debe hacer estudio particular	E	
Coefficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto	Fa	1.00
Coefficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca	Fd	1.90
Coefficiente del comportamiento no lineal de los suelos	Fs	1.6

Para el periodo de vibración de la estructura se estimó un valor conservador de 0.6 s, entonces la estructura debe de contar con la rigidez necesaria para que su periodo fundamental sea menor o igual a este valor. La configuración inicial dispuesta en la Figura 2.14 no satisfacía con esta condición del periodo. Para esto se dispuso un sistema de arriostramientos en las esquinas de cada dirección como se muestra en la Figura 2.18, aparte se agrandaron las secciones previamente seleccionados para tener una mayor rigidez y poder disminuir el periodo de la primera configuración.

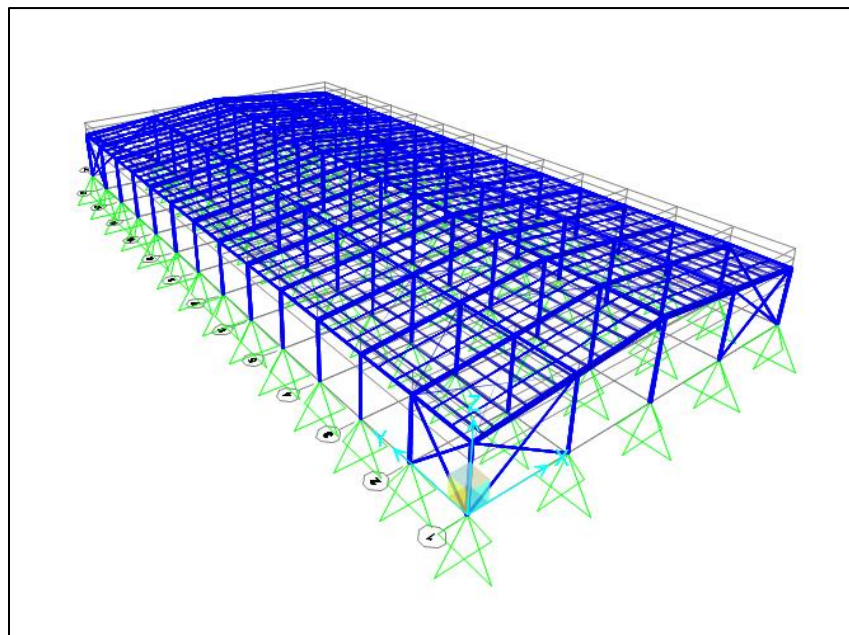


Figura 2.18 Estructura con sistema de arriostramiento en las esquinas (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Los arriostramientos escogidos están conformados por perfiles L, para los arriostramientos en el eje transversal fue seleccionado el perfil L100x100x10, mientras que para el eje longitudinal fue el perfil L80x80x6.

Con esta nueva configuración el periodo fundamental de la estructura queda de 0.443 s, lo cual es menor a 0.6 s.

Con las ecuaciones (1.4) y (1.5) se obtienen los valores de periodos y factor r dispuestos en la Tabla 2.15.

Tabla 2.15 Periodos y factor r (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

T0	0.304
Tc	1.672
r	1.5

Para finalizar la carga sísmica se calcula en coeficiente sísmico con la ecuación (1.10) y se lo ingresa en el estado de carga sísmica en SAP2000 para los dos ejes de análisis, como se muestran en la Figura 2.19 y Figura 2.20.

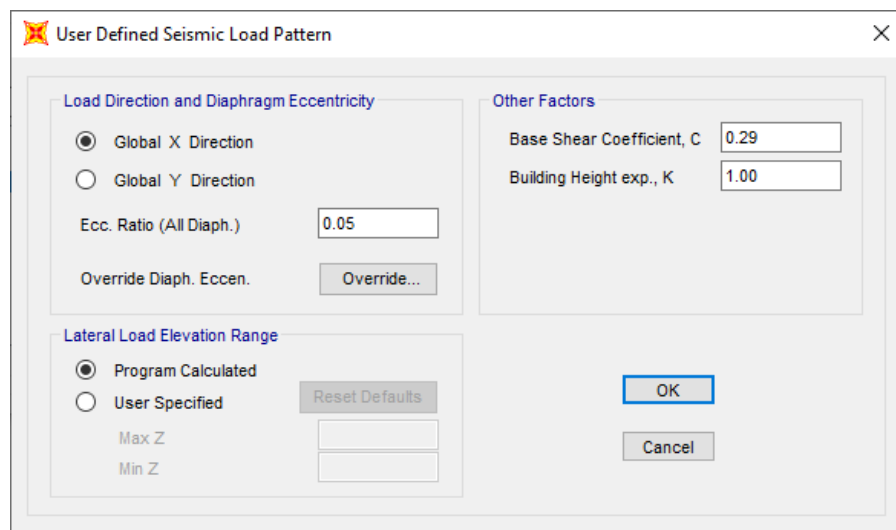


Figura 2.19 Coeficiente sísmico en el eje x (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

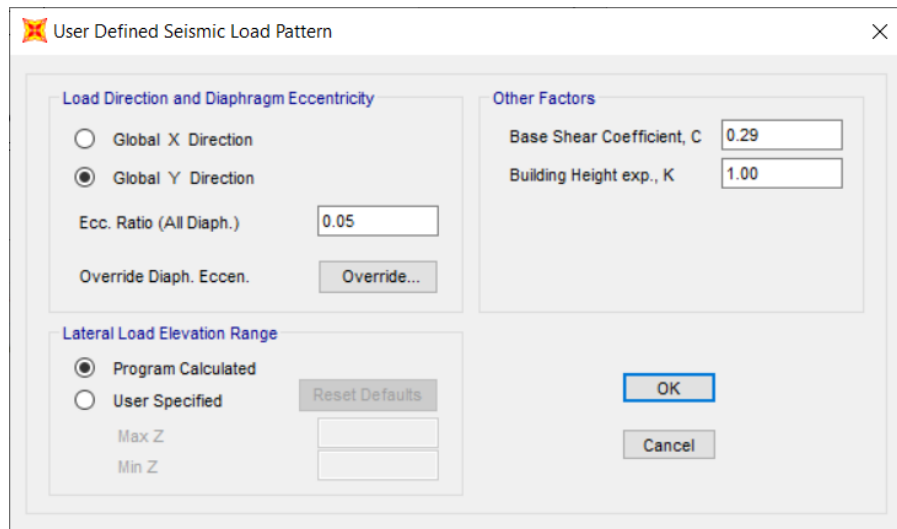


Figura 2.20 Coeficiente sísmico en el eje y (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Una vez realizado este procedimiento esta lista la carga sísmica para ser aplicada en la estructura.

2.3.2.6 Combinaciones de carga

Las combinaciones de cargas usadas en el programa son las dispuestas por la NEC, en la Figura 2.21 se encuentran las combinaciones colocadas en el programa para el análisis de la estructura.

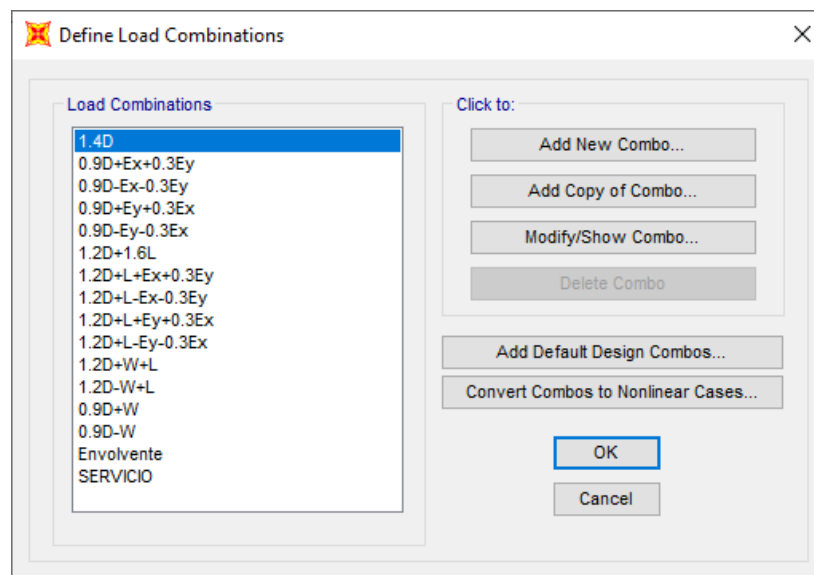


Figura 2.21 Combinaciones de carga en el programa (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

2.3.2.7 Diseño en SAP2000

Para diseñar en SAP2000 se corre el programa y se escoge la opción de “Design” luego “Steel Frame Design” y se escoge la opción “View/Revise Preferences” para modificar las preferencias, se establecieron las preferencias de la Figura 2.22.

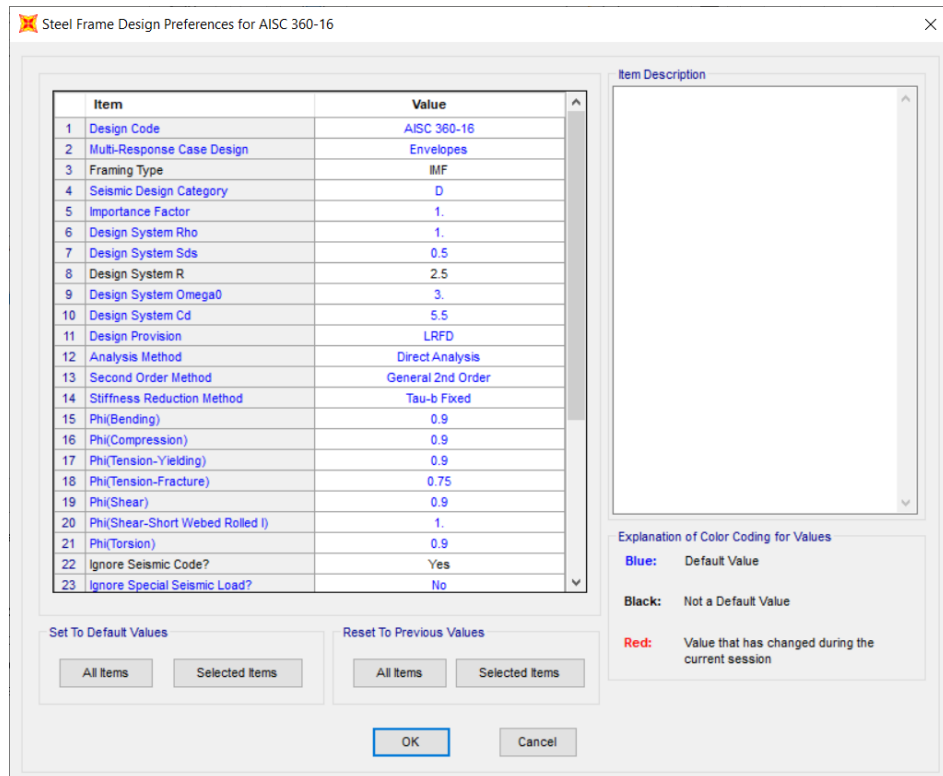


Figura 2.22 Preferencias para el diseño en SAP2000

(Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Para completar el diseño en el programa se da click en la opción que dice “Start Design/Check of Structure”

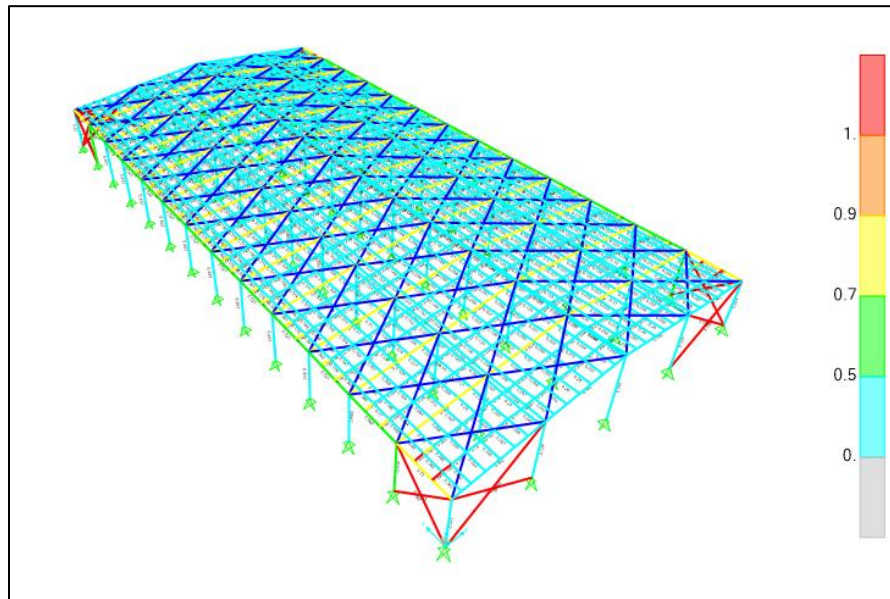


Figura 2.23 Modelo diseñado por el programa (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

En la Figura 2.23 se muestra el chequeo que hace el programa a la estructura, sin embargo, este no es el diseño real debido a que es necesario comprobar las secciones de la estructura mediante las fórmulas manualmente. Las secciones con las cuales la estructura paso en el programa son las siguientes:

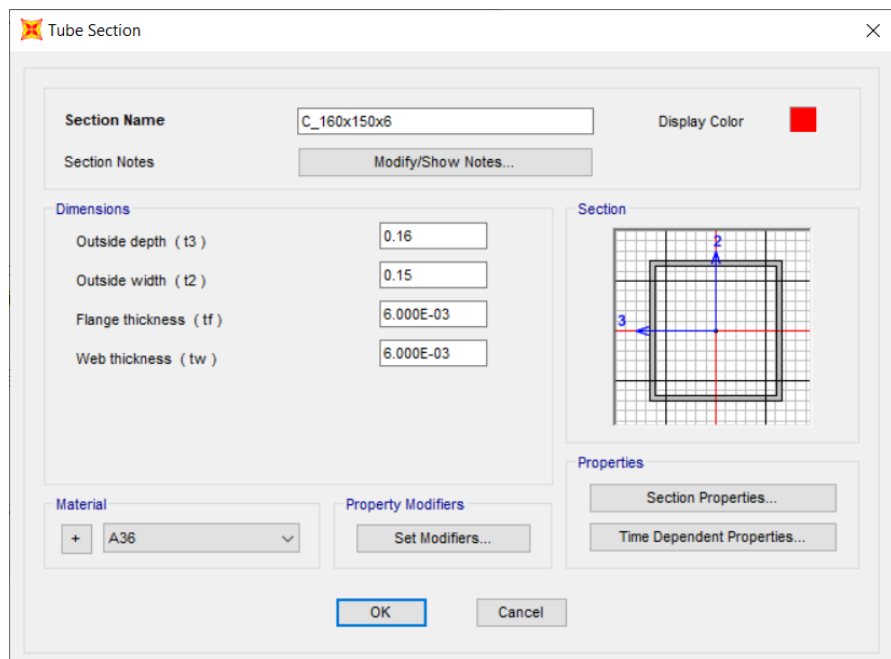


Figura 2.24 Columna conformada por 2C150x60x6 (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

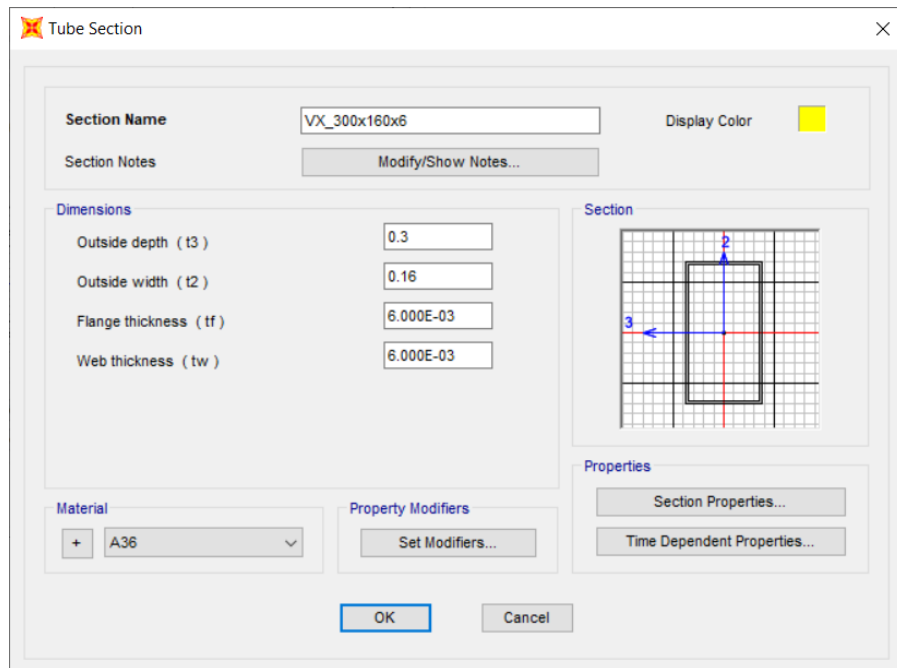


Figura 2.25 Viga transversal conformada por 2C300x80x6
(Segura, A. & Vélez, F., 2020)

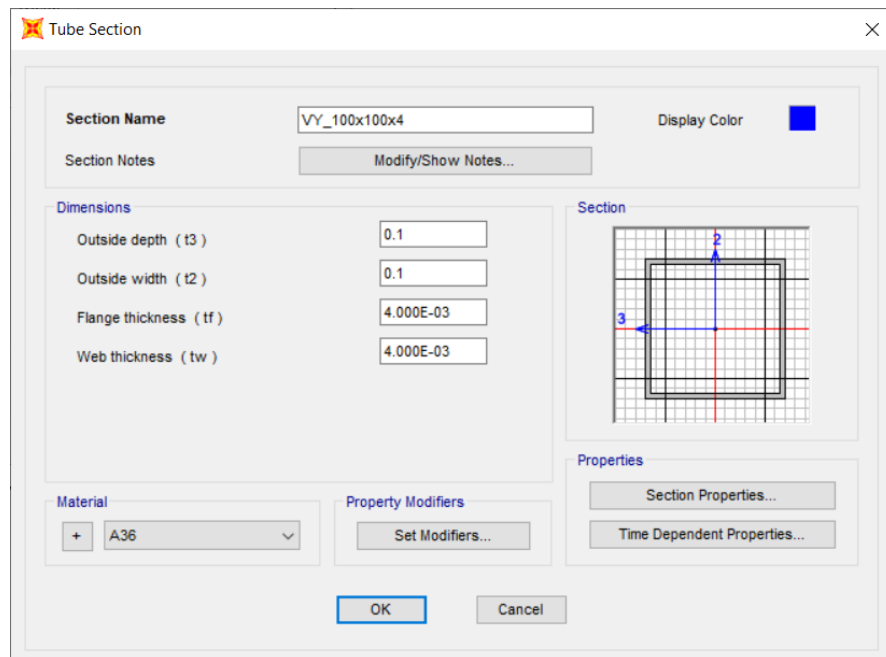


Figura 2.26 Viga longitudinal conformada por 2C100x50x4
(Segura, A. & Vélez, F., 2020)

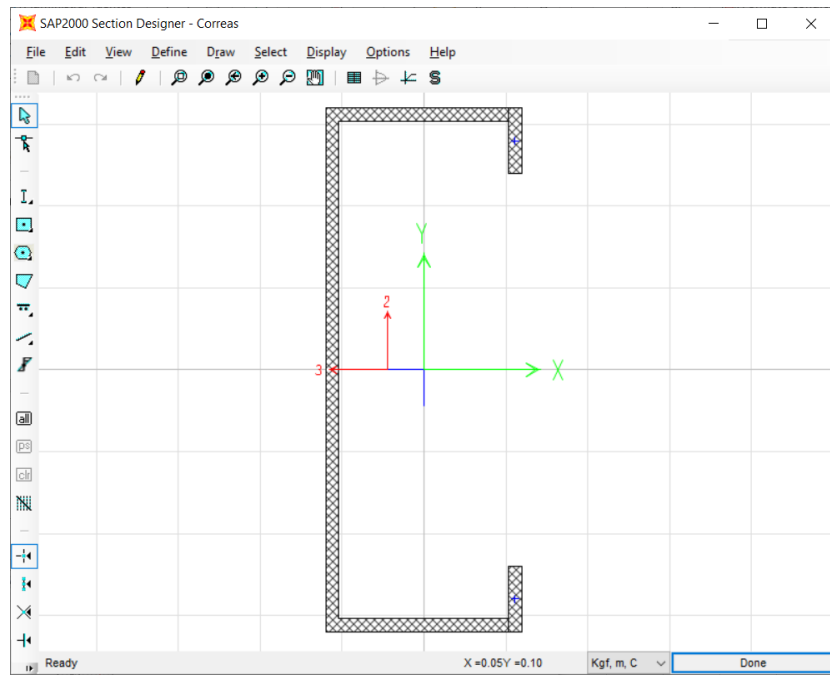


Figura 2.27 Correa G200x75x25x5 (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

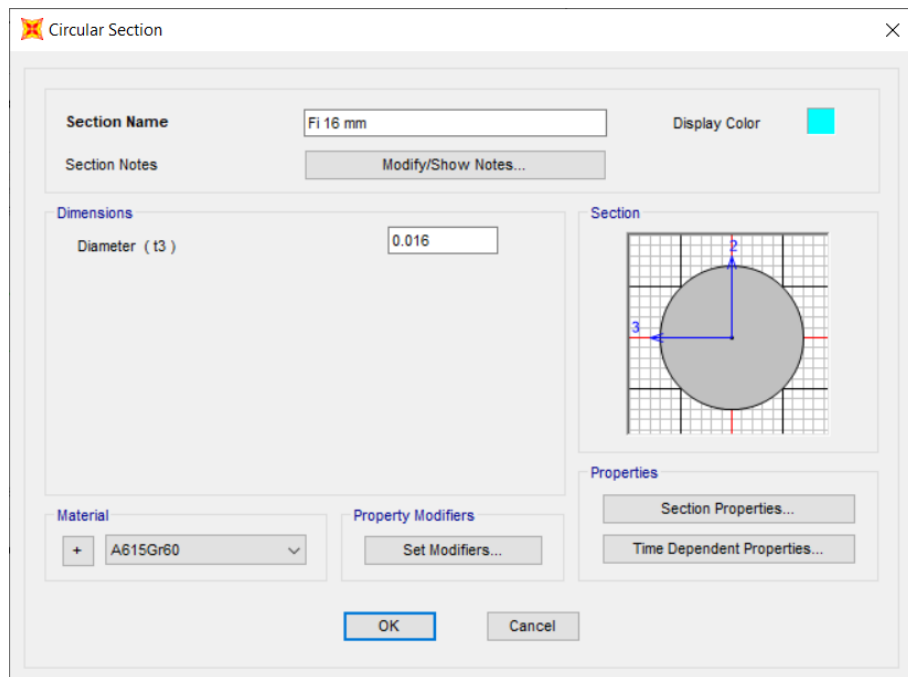
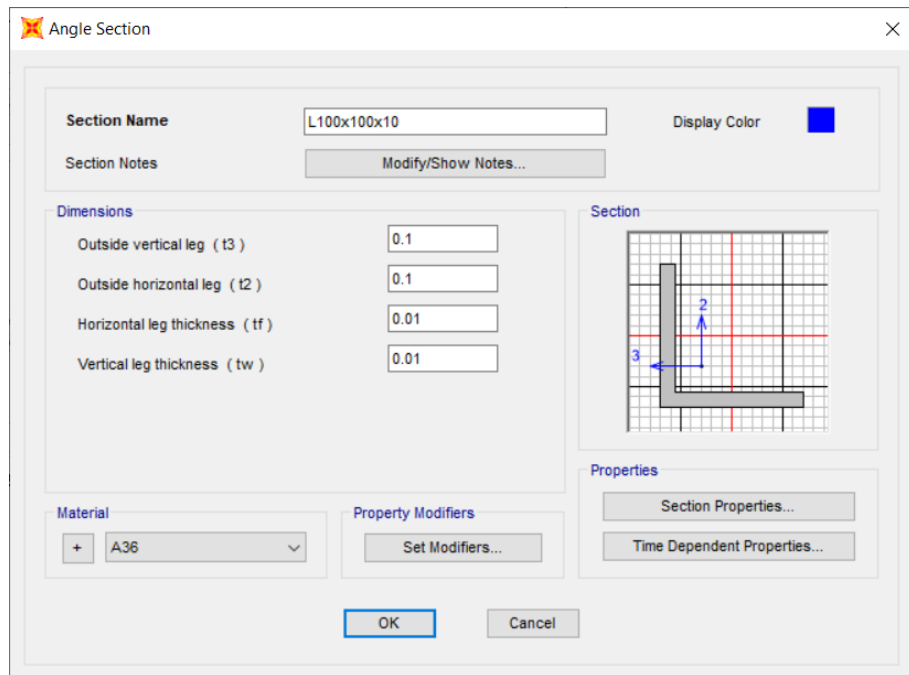
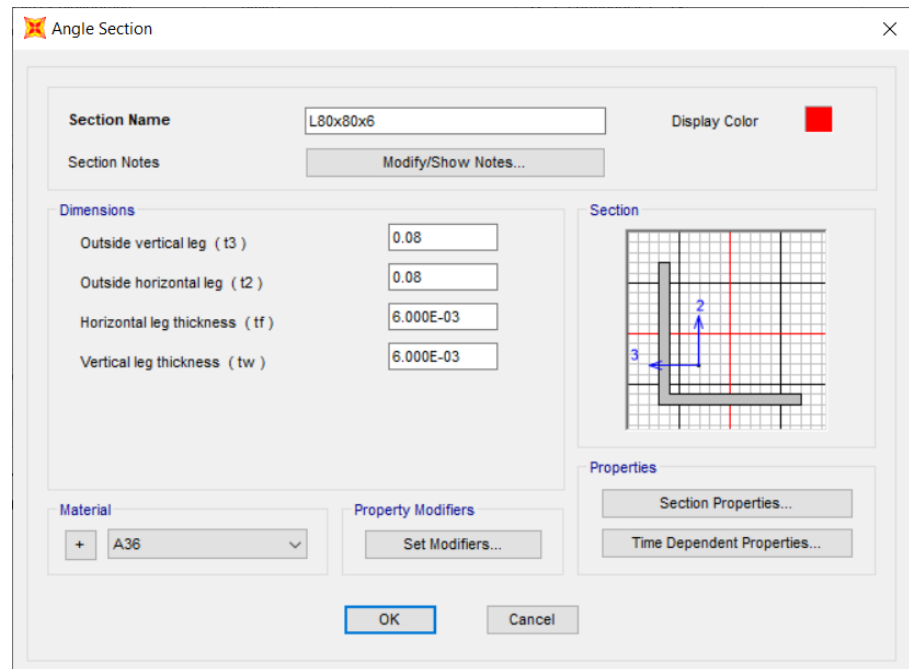


Figura 2.28 Varilla de 16 mm para tensores y contravientos
(Segura, A. & Vélez, F., 2020)



**Figura 2.29 Perfil L100x100x10 para arriostramiento de eje x
(Segura, A. & Vélez, F., 2020)**



**Figura 2.30 Perfil L80x80x6 para arriostramiento en el eje y
(Segura, A. & Vélez, F., 2020)**

2.3.3 Diseño de los elementos

2.3.3.1 Diseño de miembros a flexión biaxial

Los elementos sometidos a flexión biaxial en este proyecto son las correas, en Figura 2.31 se muestra un esquema de la descomposición de la carga gravitacional y de los momentos generados en la correa.

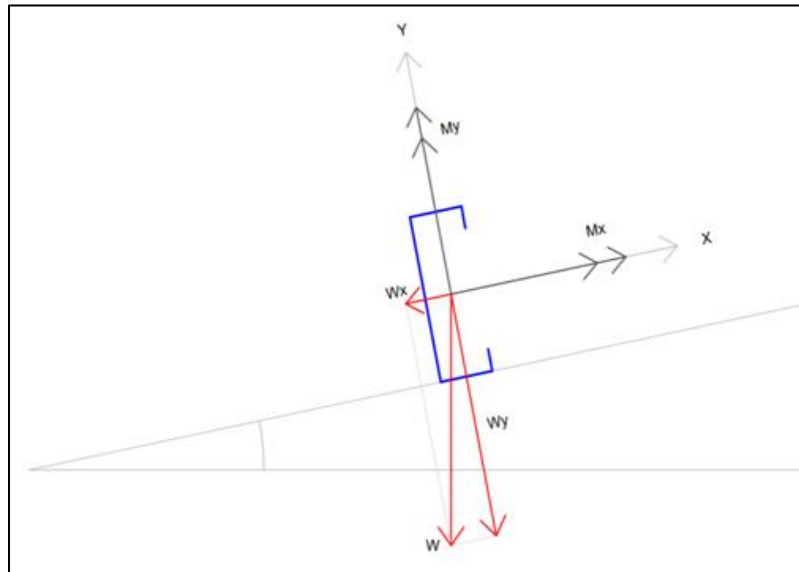


Figura 2.31 Esquema de correa (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

La sección por diseñar es la G200x75x25x5, la cual tiene las propiedades mostrada en la Figura 2.32, la pendiente de la cubierta es de 5.711° , el acero estructural A-36 con $F_y=36$ ksi, peso lineal de la correa de 14.42 kg/m y longitud de la correa de 6.0 m.

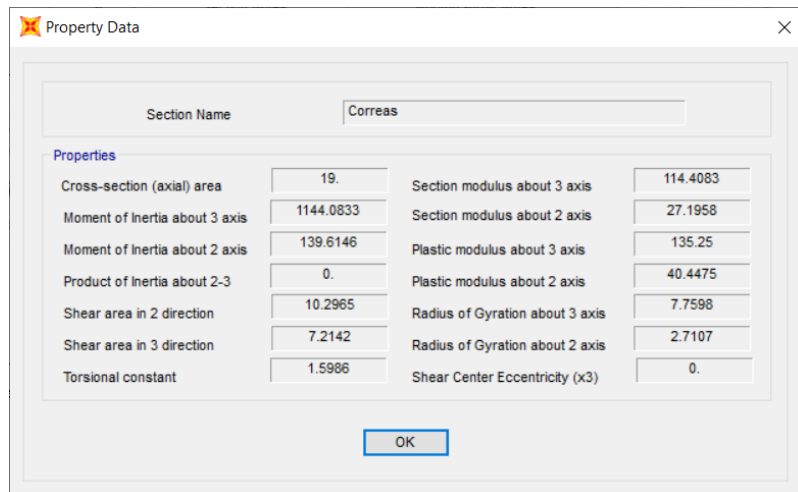


Figura 2.32 Propiedades de la correa (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Para comenzar se debe de chequear que la esbeltez del elemento se procedió al calcular la longitud arriostrada considerando que la correa tendrá 2 tensores equidistantes.

$$L_b = \frac{L_{correas}}{3} = 2 \text{ m}$$

Para comprobar la esbeltez se utilizó la ecuación (1.23).

$$\text{Relación de esbeltez} = \frac{(1)(2)}{2.71} * 100 = 73.8 \leq 200$$

Después de comprobar la esbeltez, se procedió al cálculo de las cargas, para la carga muerta se tomó en cuenta la carga de luminarias, cubierta e instalaciones contra incendio, sin el peso propio.

$$W_D = 21 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$q_D = W_D \text{Sep}_{\text{máx}} + q_{\text{correas}}$$

$$q_D = 45.92 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Para la carga viva se utilizó el siguiente valor de carga viva por m2

$$W_L = 70 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$q_L = W_L \text{Sep}_{\text{máx}}$$

$$q_L = 105 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Teniendo las dos cargas gravitacionales se procedió a combinarlas y descomponerlas en cada eje.

Combinación máxima de carga en el eje y

$$q_{uy} = (1.2q_D + 1.6q_L) * \cos(\theta)$$

$$q_{uy} = 222 \frac{kg}{m}$$

Combinación máxima de carga en el eje x

$$q_{ux} = (1.2q_D + 1.6q_L) * \sin(\theta)$$

$$q_{ux} = 22.2 \frac{kg}{m}$$

Luego se obtiene la demanda de momento aplicando las fórmulas de la Figura 1.5, la demanda en el eje y se la calculo con 2 apoyos en la correa.

$$M_{ux} = 0.999 T.m$$

$$M_{uy} = 0.009 T.m$$

Para obtener la capacidad se utilizaron las ecuaciones (1.20) y (1.21) tomando en cuenta $\phi = 0.6$.

$$M_{cx} = 1.734 T.m$$

$$M_{cy} = 0.413 T.m$$

Como paso final se hizo la comprobación de diseño con la ecuación (1.22), quedando de la siguiente manera.

$$\frac{0.999}{1.734} + \frac{0.009}{0.413} = 0.60 \leq 1.0$$

2.3.3.2 Diseño de miembros a compresión

El miembro por diseñar a compresión es la columna más cargada de perfil 2C150x80x6, en la Figura 2.33 se encuentran definidos todos los parámetros de esta sección tubular rectangular, adicional a esto la longitud es de 8 m y está compuesto por acero estructural A-36

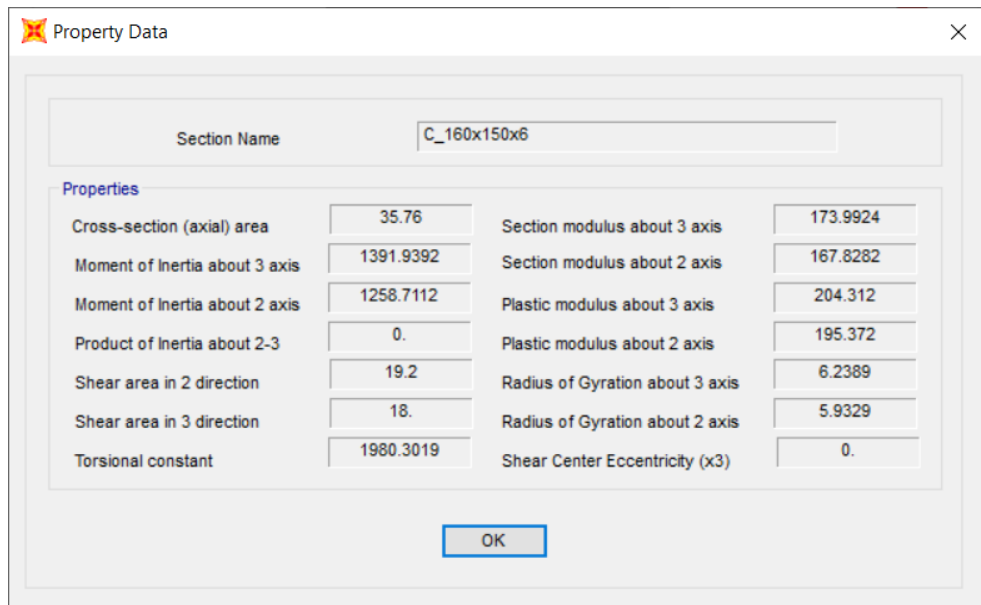


Figura 2.33 Propiedades de la columna (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Primero se comprobó l esbeltez con la ecuación (1.23), obteniendo el siguiente resultado.

$$\text{Relación de esbeltez} = \frac{(1)(8)}{5.9} * 100 = 134.84 \leq 200$$

Luego se halló el esfuerzo de pandeo elástico con la ecuación (1.27).

$$F_e = 15.742 \text{ ksi}$$

Con el valor antes obtenido y con la ecuación (1.26), se pudo calcular el esfuerzo crítico o de pandeo.

$$F_{cr} = 13.0805 \text{ ksi}$$

Con el área gruesa de la sección sacada de la Figura 2.33 Propiedades de la columna (Segura, A. & Vélez, F., 2020) al esfuerzo crítico antes calculado, fue posible obtener la resistencia nominal aplicando ecuación (1.25).

$$P_n = 34.71 \text{ T}$$

La demanda obtenida del programa SAP2000 es la siguiente:

$$P_u = 11.34 \text{ T}$$

Para un $\phi = 0.9$ y aplicando la ecuación (1.24) se verifica que este miembro pase por compresión.

$$\frac{P_u}{\phi P_n} = \frac{11.34}{0.9 * 34.71} = 0.363 \leq 1$$

2.3.3.3 Diseño de miembros a tracción

Los miembros más importantes sometidos a tracción son los ángulos que sirven como arriostramiento de la estructura en el eje x y en el eje y.

El perfil a diseñar es el L100x100x10, las propiedades de la sección están expuestas en la Figura 2.34, la longitud total del elemento es de 12.21 m, pero como el arriostramiento es en forma de X, entonces se asume una longitud arriostrada de la mitad, es decir de 6.105 m

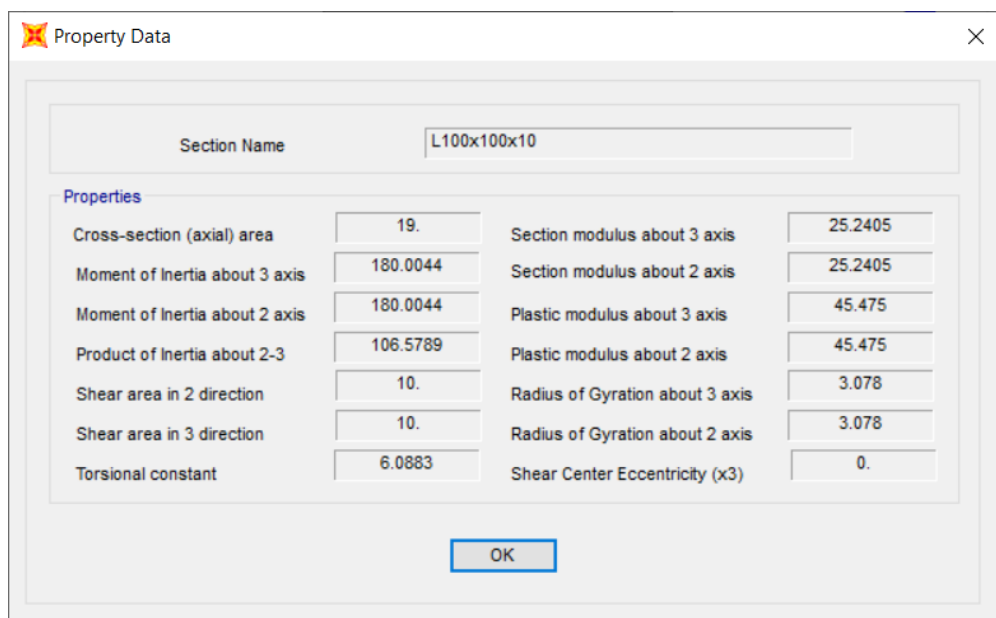


Figura 2.34 Propiedades del arriostramiento en x L100x100x10 (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Para obtener el valor de la resistencia nominal hay que escoger el menor de la resistencia a fluencia y la resistencia a la fractura.

La resistencia a la fluencia fue calculada con la ecuación (1.29).

$$\phi T_n = 43.281 T \rightarrow \text{Controla}$$

La resistencia a la fractura fue calculada con la ecuación (1.30).

$$\phi T_n = 58.109 T$$

Se verifica que la demanda no sea mayor a la capacidad, teniendo en cuenta una demanda de $T_u = 3.05 T$.

$$\frac{T_u}{\phi T_n} = \frac{3.05}{43.281} = 0.07 \leq 1$$

2.3.3.4 Diseño de miembros a flexión

El miembro a diseñar es la viga transversal en la dirección del eje x los perfiles que lo conforman son 2C300x80x6, las propiedades de esta sección se encuentran en la Figura 2.35.

Section Name: VX_300x160x6			
Properties			
Cross-section (axial) area	53.76	Section modulus about 3 axis	435.8861
Moment of Inertia about 3 axis	6538.2912	Section modulus about 2 axis	307.4624
Moment of Inertia about 2 axis	2459.6992	Plastic modulus about 3 axis	531.072
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	342.912
Shear area in 2 direction	36.	Radius of Gyration about 3 axis	11.0281
Shear area in 3 direction	19.2	Radius of Gyration about 2 axis	6.7641
Torsional constant	5490.8469	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

Figura 2.35 Propiedades de la viga transversal (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Para el cálculo del diseño de la viga se tomó en consideración longitud de viga igual a 10.05 y que el miembro fue de acero estructural A-36.

Se comienza determinando la resistencia nominal a la fluencia por la ecuación (1.34).

$$M_n = M_p = 11.032 T.m$$

Luego se realizó una revisión de pandeo local en el ala para esto se obtuvo primero la relación ancho espesor del ala:

$$\lambda_{ala} = \frac{b - 2t}{t} = 24.667$$

De la ecuación (1.31) se sacó el límite para determinar si es compacta o no compacta

$$\lambda_c = 31.788$$

$$\lambda_{ala} < \lambda_c \Rightarrow \text{Sección compacta}$$

Si la sección tubular es compacta entonces el pandeo local del ala no aplica. Sigue el pandeo local en el alma, antes de esto se calculó la relación ancho espesor del alma:

$$\lambda_{alma} = \frac{h - 2t}{t} = 48$$

Siguiendo con la ecuación (1.32) se obtuvo el límite para determinar si la sección es compacta o no compacta.

$$\lambda_c = 68.685$$

$$\lambda_{alma} < \lambda_c \Rightarrow \text{Sección compacta}$$

Si la sección tubular es compacta entonces el pandeo local del alma no aplica.

El pandeo lateral-torsional no aplica, debido a que la longitud arriostrada es muy pequeña.

Con la demanda $M_u = 9.55 T.m$ obtenida gracias al programa de SAP2000 y con un $\phi = 0.9$, se realizó la comprobación con la ecuación (1.33).

$$\frac{M_u}{\phi M_n} = \frac{9.55}{0.9 * 11.032} = 0.962 \leq 1$$

2.3.3.5 Diseño de miembros a corte

Se diseñó a corte la viga transversal orientada en el eje x, las propiedades de esta sección se encuentran en la Figura 2.35.

Solamente se aplicaron las ecuaciones (1.39) y (1.40) para obtener la resistencia al corte nominal.

$$A_w = 36 \text{ cm}^2$$

$$V_n = 54.671 T$$

La demanda $V_u = 5.5 T$ sacado del programa y con un $\phi = 0.9$, se realizó la comprobación con la ecuación (1.38)

$$\frac{V_u}{\phi V_n} = \frac{5.5}{0.9 * 54.671} = 0.112 \leq 1$$

2.3.3.6 Derivas de piso

Las derivas de piso fueron calculadas primero obteniendo los desplazamientos de los joint 62, 29 y 98 para cada dirección en el programa como se muestra en la Tabla 2.16, Tabla 2.17, Tabla 2.18 y Tabla 2.19.

Tabla 2.16 Desplazamientos generados en el medio del primer pórtico en el eje x

TABLE: Joint Displacements		
Joint	Combinación	Ux
Text	Text	m
62	Ex	0.001679
62	0.9D+Ex+0.3Ey	0.001679
62	0.9D-Ex-0.3Ey	-0.001679
62	1.2D+L+Ex+0.3Ey	0.001679
62	1.2D+L-Ex-0.3Ey	-0.001679

Tabla 2.17 Desplazamientos en el eje x en un punto central del galpón

TABLE: Joint Displacements		
Joint	Combinación	Ux
Text	Text	m
98	Ex	0.017147
98	0.9D+Ex+0.3Ey	0.017147
98	0.9D-Ex-0.3Ey	-0.017147
98	1.2D+L+Ex+0.3Ey	0.017147
98	1.2D+L-Ex-0.3Ey	-0.017147

Tabla 2.18 Desplazamientos generados en el medio del primer pórtico en el eje y

TABLE: Joint Displacements		
Joint	Combinación	Uy
Text	Text	m
29	Ey	0.005154
29	0.9D+Ey+0.3Ex	0.00521
29	0.9D-Ey-0.3Ex	-0.005206
29	1.2D+L+Ey+0.3Ex	0.005217
29	1.2D+L-Ey-0.3Ex	-0.005199

Tabla 2.19 Desplazamientos en el eje y en un punto central del galpón

TABLE: Joint Displacements		
Joint	Combinación	Uy
Text	Text	m
98	Ey	0.008818
98	0.9D+Ey+0.3Ex	0.008817
98	0.9D-Ey-0.3Ex	-0.008818
98	1.2D+L+Ey+0.3Ex	0.008814
98	1.2D+L-Ey-0.3Ex	-0.008821

2.3.3.7 Diseño de soldadura

El diseño de soldadura está regido por la AISC 360 en el apartado J2.4, se utilizó una soldadura SMAW de tipo filete con $F_{EXX} = 70ksi$, el perfil utilizado es el de arriostramiento en el eje x, las propiedades de esta sección están en la Figura 2.34.

El $w_{s,min} = 3 mm$, se tomó un valor de ancho de soldadura $w_s = 5 mm$, con este dato se pudo calcular con la ecuación (1.17) la garganta efectiva.

$$t_e = 0.707(5) = 3.535 mm$$

Luego se calculó la resistencia nominal de la soldadura con la ecuación (1.16), dando como resultado lo siguiente.

$$\phi R_{nw} = 78.289 \frac{T}{m} \rightarrow \text{Controla}$$

Para la falla por fluencia del metal base se consideró un valor de $t_{pg} = 6mm$ y la ecuación para el cálculo (1.14), teniendo el siguiente resultado.

$$\phi R_n = 91.118 \frac{T}{m}$$

Lo siguiente fue hallar la falla por fractura del metal base tomando $t_{pg} = 6mm$ y la ecuación (1.15).

$$\phi R_n = 110.101 \frac{T}{m}$$

De los últimos tres valores calculados controla la falla de la soldadura, entonces para determinar la longitud de soldadura se utiliza la ecuación (1.18) junto con la resistencia de diseño a la tracción del elemento que va a ser soldado.

$$L_w = \frac{43.281}{78.289} * 100 = 55.284 \text{ cm}$$

L_w es la longitud total de soldadura, este valor se descompone en dos longitudes, debido a que la soldadura se hace de los dos bordes del perfil se calcula el L_{w1_min} y L_{w2_min} para esto primero se tiene que obtener la resistencia de diseño de cada lado del perfil para esto se realizó lo siguiente:

$$\sum M_{Lw1} = 0$$

$$\phi R_{nw2} = \frac{\phi T_n x}{h} = 12.854 T$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\phi R_{nw1} = \phi T_n - \phi R_{nw2} = 30.427 T$$

$$L_{w1_min} = \frac{\phi R_{nw1}}{\phi R_{nw}} * 100 = 38.865 \text{ cm}$$

Tomar $L_{w1} = 40 \text{ cm}$.

$$L_{w2_min} = \frac{\phi R_{nw2}}{\phi R_{nw}} * 100 = 16.419 \text{ cm}$$

Tomar $L_{w2} = 17 \text{ cm}$.

En la Figura 2.36 se encuentra el diagrama de esfuerzos con el que se hicieron los cálculos anteriores.

Debido a que el ángulo con el que está el perfil soldado a la placa es de 45° , la longitud de soldadura será la máxima entre L_{w1} y L_{w2} , es decir 40 cm.

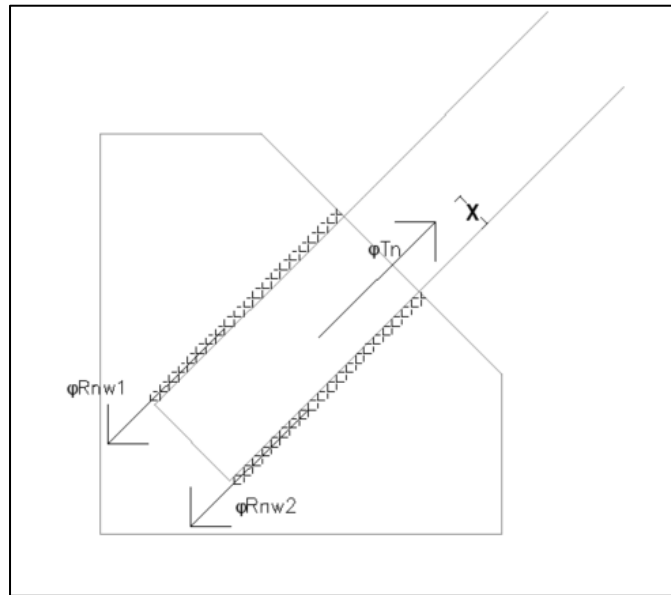


Figura 2.36 Diagrama de esfuerzos actuantes en la conexión

(Segura, A. & Vélez, F., 2020)

2.3.3.8 Diseño Placa Guseet

Para el diseño de la placa se tienen que tomar en cuenta los parámetros que se encuentran en la Figura 2.37.

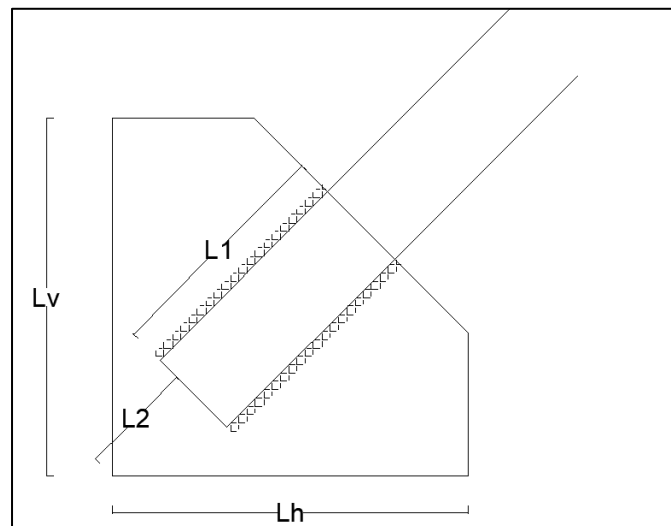


Figura 2.37 Parámetros en la soldadura entre perfil y placa

(Segura, A. & Vélez, F., 2020)

$L_1 = 40 \text{ cm}$, es el máximo valor entre L_{w1} y L_{w2} , el espesor $t_{pg} = 6 \text{ mm}$ y según la geometría de la placa $L_2 = 149 \text{ mm}$.

Se comenzó calculando el estado límite de fluencia a corte con las ecuaciones (1.49) y (1.50).

$$A_{gv} = (40 + 1.49) * 0.6 = 32.94 \text{ cm}^2$$

$$\phi R_n = 50.024 T \rightarrow \text{Controla}$$

Luego se procedió al cálculo la resistencia nominal por ruptura en corte con la ayuda de la ecuación (1.51).

$$\phi R_n = 60.445 T$$

Para revisar el diseño se realiza la siguiente comprobación, teniendo en cuenta una demanda de tracción del perfil L $T_u = 3.05 T$.

$$\frac{T_u}{\phi R_n} = 0.061 \leq 1$$

2.3.4 Diseño de la placa base

Como primer paso se tiene el cálculo del área necesaria para que pueda resistir la carga axial. Se resuelve la ecuación (1.53), obteniendo el siguiente resultado:

$$A_1 = \frac{9.34}{0.6 * 0.85 * 0.28} = 65.41 \text{ cm}^2$$

Considerando un $f'c$ de 280 kgf/cm^2 y una carga axial proveniente de la columna de 9.34 ton . Se debe considerar que la placa base por lo menos debe ser de igual tamaño que las dimensiones de la columna, es decir $A_c = 15 \times 16 = 240 \text{ cm}^2$ más grande, pero las especificaciones que determina el AISC da un resultado inferior. Es por esto que se optó una placa base con las dimensiones de $25 \times 26 \text{ cm}^2$.

El espesor de la placa se calcula con la ecuación (1.57), pero para ello primero se sacó el factor I , con las ecuaciones (1.54), (1.55) y (1.56), se obtuvo el siguiente resultado:

$$m = \frac{25 - 0.95(15)}{2} = 5.375 \text{ cm}$$

$$n = \frac{26 - 0.95(16)}{2} = 5.4 \text{ cm}$$

$$n' = \frac{\sqrt{15 * 16}}{4} = 3.873 \text{ cm}$$

Para el valor de l se escogió el máximo entre los tres factores, dando como resultado $l = 5.4 \text{ cm}$. El espesor de la placa es la siguiente:

$$t_{min} = 5.4 * \sqrt{\frac{2(9.34)}{0.90 * 2.5 * 25 * 26}} = 6.1 \text{ mm}$$

Se optó por un espesor de placa de 8 mm. Las dimensiones de la placa base es de 250x260x8 mm.

Se asumió 4 pernos para soportar la carga lateral ocasionada por el sismo o viento ($V_u = 3.37 \text{ ton}$), el valor de F_{nv} se encuentra en la ecuación (1.58), se usa la ecuación (1.53) para determinar el diámetro necesario:

$$A_p = \frac{3.37}{0.75 * 1.9 * 4} = 0.59 \text{ cm}^2$$

$$D_p = \sqrt{\frac{4 * 0.59}{\pi}} = 0.87 \text{ cm}$$

El diámetro que se obtuvo es muy pequeño, pero sin embargo se optó escoger pernos ASTM A307 de 16 mm de diámetro. Además, la tabla J3.3 de la AISC, recomienda agujero nominal de 18 mm de diámetro para este tipo de barra. Se considera un espaciamiento mínimo entre barras de 3 veces el diámetro y la distancia mínima al borde lo estipula la tabla J3.4 de 22mm. La ASTM F1554, recomienda una longitud de varilla de 30.5 cm, se optó por usar 40 cm de longitud. El detalle se presenta en las Figura 2.38 y Figura 2.39.

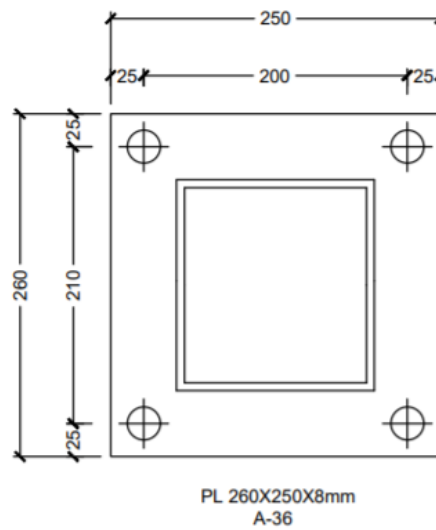


Figura 2.38 Dimensiones de la placa base (Segura, A., Vélez, F., 2020).

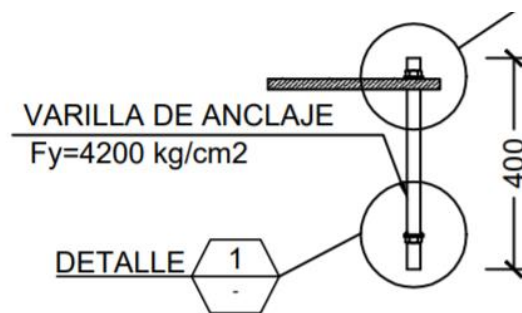


Figura 2.39 Detalle de la varilla de anclaje (Segura, A., Vélez, F., 2020).

2.3.5 Diseño del dado

Para el diseño del dado se dio una sección tentativa considerando las dimensiones de la placa base sumándole 15 cm a cada lado. Dando como resultado $A_d = 45 \times 45 = 2025 \text{ cm}^2$. De igual manera, se comprueba si el área gruesa proporcionada resiste la carga axial de servicio proveniente de la columna. Se desarrollo la ecuación (1.81) para hacer la comprobación.

$$A_g = \frac{2.38}{280 \cdot 0.4} = 21.16 \text{ cm}^2$$

Se diseño con un $f'c$ de 280 kgf/cm^2 , y una carga de servicio de 2.38 toneladas provenientes de la columna. Dando como resultado un área gruesa menor que la propuesta, entonces las dimensiones finales fueron de $45 \times 45 \text{ cm}^2$. Para determinar la cantidad de acero, se utilizó los diagramas de interacción para obtener la cuantía necesaria para soportar la carga. Estos diagramas están en función de γ , $f'c$ y f_y .

$$\gamma = \frac{a_d - 2 * rec}{a_d} = \frac{45 - 2 * 4}{45} = 0.82$$

El recubrimiento utilizado fue de 4 cm, obteniendo una cuanta de 0.01. El área necesaria de acero se la determina con la ecuación (1.82):

$$A_{sd} = 0.01 * 2025 = 20.25 \text{ cm}^2$$

Se asumió una varilla de 16 mm de diámetro y la cantidad necesaria se la determino de la siguiente forma:

$$\#v = \frac{A_{sd}}{\pi \cdot \left(\frac{d_b}{2}\right)^2} = \frac{20.25}{\pi \cdot \left(\frac{1.6}{2}\right)^2} = 10.1$$

Se optó por escoger 12 varillas en total. Para comprobar si el área de acero escogido es el correspondiente la capacidad nominal debe de satisfacer la demanda, para hacer la verificación se utilizó la ecuación (1.83).

$$\phi_a P_n = 0.65 * 0.85 \cdot (0.85 \cdot 0.28 \cdot (2025 - 20.25) + 4.2 \cdot 20.25) = 340.50 \text{ ton}$$

La carga nominal sobrepasa a la demanda entonces se da por satisfactorio el diseño.

Se asumió un diámetro de estribo de 8 mm, con una separación a 15 cm.

2.3.6 Capacidad de carga del suelo

El terreno actualmente cuenta con un relleno de aproximadamente 1.5 metros de profundidad, luego se encuentra el terreno natural que es una arcilla de alta plasticidad. Para el cálculo de la capacidad de del suelo, se considera como un

suelo fuerte sobre uno débil. El relleno se lo considera como un suelo granular, debido a la falta de estudio de este tipo de material, se obtuvo datos de investigaciones pasadas realizadas a rellenos de canteras cerca del sector a construir. Mencionan un peso específico (γ_1) de 1.5 ton/m^3 , un ángulo de fricción (ϕ'_1) de 40° y como ser un suelo granular no existe cohesión (c'_1) (Valle et al., 2011). Para el suelo natural del terreno, se hicieron estudios de suelos obteniendo un peso específico (γ_2) de 1.6 ton/m^3 , ángulo de fricción (ϕ'_2) igual a cero por no ser un suelo granular y la cohesión (c'_2) igual a 2.8 ton/m^2 .

Se tuvo que considerar unas dimensiones tentativas de la zapata aislada, como son el ancho y largo, dando valores de un metro a cada uno. Además, se estableció 0.80 m como la profundidad de desplante, y el espesor del suelo es la diferencia entre la profundidad del relleno menos la profundidad de desplante, dando como resultado un valor de 0.7 m . Con la ayuda de la Tabla 1.14, se obtuvieron los factores de capacidad de carga para cada tipo de suelo:

$$N_{c1} = 75.31, N_{c2} = 5.14$$

$$N_{q1} = 64.20, N_{c2} = 1$$

$$N_{\gamma1} = 109.41, N_{\gamma2} = 0$$

Con las ecuaciones (1.93), (1.94), (1.95), (1.93), (1.94) y (1.95) se calcula los factores de forma profundidad e inclinación:

$$F_{cs1} = 1, F_{cs2} = 1.19$$

$$F_{qs1} = 1.84, F_{qs2} = 1$$

$$F_{\gamma s1} = 1.4, F_{\gamma s2} = 1.4$$

Se calculó K_s con la ayuda de la Figura 1.14 para eso se obtuvo la relación de q_2/q_1 con las ecuaciones (1.91) y (1.92), dando como resultado:

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{2.8 * 5.14}{\frac{1}{2} * 1.6 * 1 * 109.41} = 0.175$$

$$K_s = 2.5$$

El valor de c'_a es igual a cero porque la cohesión del primer estrato de suelo es igual a cero. Ahora, se encontró el valor de q_b , con la ecuación (1.89), reemplazando los valores se obtuvo que:

$$q_b = 5.6 * 5.14 * 1.19 + 1.5(0.8 + 0.7) * 1 * 1 = 19.44 \text{ ton/m}^2$$

Por medio de la ecuación (1.88) se determinó el valor de q_u :

$$q_u = 19.44 + 1.5 * 0.7^2 * \left(1 + \frac{1}{1}\right) * \left(1 + \frac{2 * 0.8}{0.7}\right) * \left(\frac{2.5 * \tan(40)}{1}\right) - 1.5 * 0.7 = 28.52 \text{ ton/m}^2$$

Se verificó que el valor de q_u sea menor a q_t , con la ecuación (1.90):

$$q_t = 1.5 * 0.8 * 64.20 * 1.84 + \frac{1}{2} * 1.5 * 1 * 109.41 * 1.4 = 256.56 \text{ ton/m}^2$$

La carga permisible del suelo fue calculado al afectar el valor de q_u por un factor de seguridad igual a 3 obtenido de la Tabla 1.15.

$$q_a = \frac{28.52}{3} = 9.51 \text{ ton/m}^2$$

2.3.7 Diseño de la zapata aislada

Para el diseño de la zapata aislada en primer lugar se calculó la presión neta que puede soportar el suelo. Para esto se tomó la ecuación (1.59):

$$q_e = 9.51 - (0.3 * 2.4) - (0.7 * 1.5) = 8.04 \text{ ton/m}^2$$

Se consideró un espesor de la zapata aislada de 30 cm. Se precedió a calcular el área mínima que debería de tener la zapata aislada, para ello se usó la ecuación (1.60):

$$A = \frac{2.38}{8.04} = 0.296 \text{ cm}^2$$

Al obtener este valor se le saca la raíz cuadrada debido a que se optó por usar una sección cuadrada, teniendo como resultado 0.54 m por cada lado. Las dimensiones finales de la zapata aislada fueron de 1 x 1 x 0.3 m.

Es indispensable calcular la presión que ejerce el suelo sobre la zapata, debido a que de ahí parte los cálculos necesarios para saber si la zapata fue correctamente diseñada, se utilizó la ecuación (1.61) para encontrar este valor.

$$q_u = \frac{9.34}{1} = 9.34 \text{ ton}/m^2$$

Se procedió a estimar el valor del peralte efectivo, considerando que sea mayor a 15cm, para esto se tomó una varilla de 14 mm de diámetro, un recubrimiento de 7.5 cm, se utilizó la ecuación (1.62) y se obtuvo el siguiente resultado:

$$d = 0.3 - 7.5 - 1.5 * 1.4 = 20.4 \text{ cm}$$

La zapata aislada se diseña para un cortante de una y dos direcciones, pero el cortante en dos direcciones es que el predomina, entonces se realizó el diseño con la ecuación (1.65) obteniendo una fuerza cortante ultima de:

$$V_{u2} = ((1 \cdot 1) - (0.45 + 0.204) \cdot (0.45 + 0.204)) \cdot 9.34 = 8.02 \text{ ton}$$

El cortante resistente del concreto debe de soportar la fuerza cortante, para esto primero se calcula la variable b_0 , valor necesarios para desarrollar las ecuaciones (1.67), (1.68) y (1.69). Se utilizo un f'_c de 280 kgf/cm².

$$b_0 = 2(45 + 20.4) + 2(45 + 20.4) = 261.6 \text{ cm}$$

$$V_c = 1.1 \cdot 1 \cdot \sqrt{280} \cdot 261.6 \cdot 20.4 = 98.23 \text{ ton}$$

$$V_c = 0.53 \cdot \left(1 + \frac{2}{1}\right) \cdot 1 \cdot \sqrt{280} \cdot 261.6 \cdot 20.4 = 141.99 \text{ ton}$$

$$V_c = 0.27 \cdot \left(2 + \frac{40 \cdot 20.4}{261.6} \right) \cdot 1 \cdot \sqrt{280} \cdot 261.6 \cdot 20.4 = 123.43 \text{ ton}$$

De los 3 valores de V_c se escogió el menor de todos, se lo afecta por un factor de resistencia al cortante igual 0.75 y se comprueba si es mayor que la fuerza cortante ultima.

La zapata aislada también se la diseñó para que resista el momento flexionante. Primero se calculó el momento ultimo utilizando la ecuación (1.71), dando como resultado:

$$M_u = \frac{\left(1 \cdot \left(1 - \frac{1}{2} - \frac{0.15}{2} - \frac{\frac{0.25}{2} - \frac{0.15}{2}}{2} \right)^2 \right) \cdot 9.34}{2} = 0.747 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

El momento resistente del concreto debe soportar la carga del momento último, como primer paso utilizo la ecuación (1.72), luego se calculó el valor de β_1 con la ecuación (1.73) para poder obtener la profundidad del bloque de esfuerzo, utilizando la ecuación (1.74) y como último paso se calculó el área requerida de acero considerando un factor de resistencia a la flexión de 0.90 y f_y de 4200 kgf/cm², con la ecuación (1.77).

$$c = \frac{0.003 \cdot 20.4}{0.003 + 0.002} = 12.24 \text{ cm}$$

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05(280 - 280)}{70} = 0.85$$

$$a = 0.85 \cdot 12.24 = 10.40 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{0.747}{0.9 \cdot 4.2 \cdot \left(20.4 - \frac{10.56}{2} \right)} = 1.30 \text{ cm}^2$$

Las ecuaciones (1.78) y (1.79) determinan el área de acero mínimo, de las cuales se toma el mayor:

$$A_s = \frac{14}{4200} * 100 * 20.4 = 6.80 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{0.80\sqrt{280}}{4200} * 100 * 20.4 = 6.50 \text{ cm}^2$$

Con una varilla de 14 mm de diámetro se determinó la cantidad que se necesita:

$$\#v = \frac{6.8}{\pi \cdot \left(\frac{1.2}{2}\right)^2} = 4.42$$

Se escogió 6 varillas, luego de esto se calculó el momento nominal con el área de acero, para comparar si el momento nominal es mayor que el momento ultimo.

$$A_s = \#v \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi_v}{2}\right)^2 = 6 \cdot \pi \cdot \left(\frac{1.4}{2}\right)^2 = 9.24 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot b_w} = \frac{9.24 \cdot 4200}{0.85 \cdot 280 \cdot 1} = 1.63 \text{ cm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 9.24 \cdot 4.2 \cdot \left(20.4 - \frac{1.63}{2}\right) * \frac{1}{100} = 7.6 \text{ ton} * m$$

$$\phi M_n = 0.90 * 7.6 = 6.84 \text{ ton} * m$$

Debido a que es una zapata aislada cuadrada, se utilizó la misma cantidad de varillas tanto longitudinalmente como transversalmente Para la separación de estas, se realiza de la siguiente forma:

$$s = \frac{B - 2 * rec - \phi_v}{\#v - 1} = \frac{100 - 2 * 7.5 - 1.4}{6 - 1} = 16.72 \text{ cm}$$

Se optó por usar una separación de 15 cm.

Como ultimo calculo, se determinó el acero longitudinal por temperatura y contracción. Se usó la ecuación (1.80).

$$A_{st} = 0.0018 \cdot 30 \cdot 100 = 5.4 \text{ cm}^2$$

Se usó 6 varillas de 12 mm de diámetro, separadas cada 15 cm.

Es importa saber si la cimentación sufrida deslizamiento, para esto calculó los pesos de zapata aislada y el suelo que tiene encima, dando como resultado:

$$\omega_1 = L \cdot B \cdot t_z \cdot \gamma_h = 1 \cdot 1 \cdot 0.30 \cdot 2.4 = 0.72 \text{ ton}$$

$$\omega_2 = a_d \cdot b_d \cdot (D_f - t_z) \cdot \gamma_h = 0.45 \cdot 0.45 \cdot (0.8 - 0.30) \cdot 2.4 = 0.24 \text{ ton}$$

$$w_3 = \left(\left((D_f - t_z) \cdot L \cdot B \right) - a_d \cdot b_d \cdot (D_f - t_z) \right) \cdot \gamma_1$$

$$w_3 = \left(\left((0.80 - 0.30) \cdot 1 \cdot 1 \right) - 0.45 \cdot 0.45 \cdot (0.80 - 0.30) \right) \cdot 1.5 = 0.60 \text{ ton}$$

La suma de todas las cargas es afectada por un factor que se lo escogió de la Tabla 1.13.Obteniendo el siguiente resultado:

$$F = f \cdot (\omega_1 + w_2 + w_3 + P_s) = 0.6 * (0.72 + 0.24 + 0.60 + 2.38) = 2.36 \text{ ton}$$

$$\frac{F}{V_u} = \frac{2.36}{3.37} = 0.702$$

Si la relación F/Vu no es mayor a 1.5 la cimentación se desliza. En este caso, para mitigar este efecto se optó por usar riostras que amarran las zapatas aisladas una con otras en todo el contorno de la cimentación, debido a que, solo en las zapatas aisladas de borde presentaban este inconveniente.

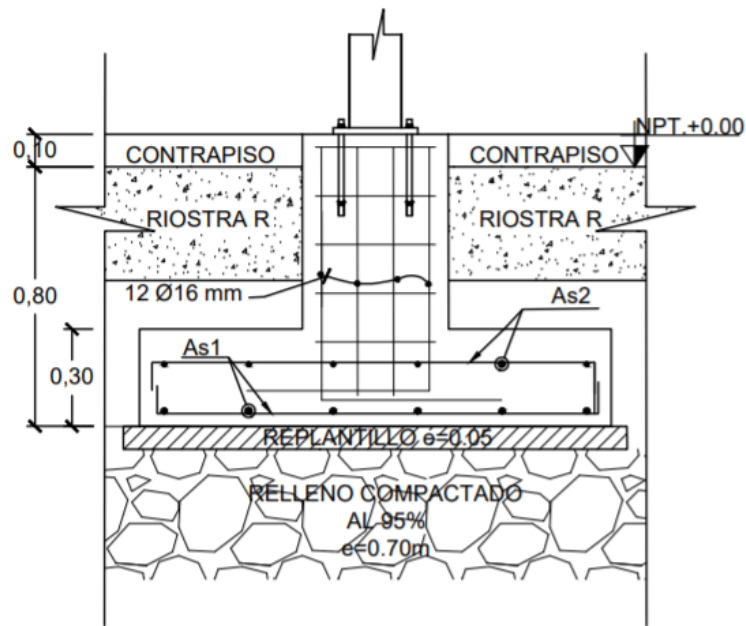


Figura 2.40 Detalle de la zapata aislada, dado, placa base, pernos de anclaje y columna metálica (Segura, A., Vélez, F., 2020).

2.3.8 Diseño de riostras

Como se mencionó en el anterior capítulo las riostras para el diseño cumplen con dos funcionalidades, la primera es evitar el deslizamiento ocurrido por las cargas laterales y la segunda es mitigar los asentamientos diferenciales. Para respectivo diseño se consideró una riostra de $25 \times 35 \text{ cm}^2$, y utilizando las ecuaciones (1.86) y (1.87), se calculó el acero requerido tanto a tensión como a flexión

$$A_{str} = \frac{0.90 \cdot 0.10 \cdot 7.59}{4.2} = 0.163 \text{ cm}^2$$

$$A_{sfr} = \frac{2.2}{3.4 \cdot \left(\frac{\text{tonf}}{\text{cm}^2}\right) \cdot 29} = 1.97$$

Se escogió 4 varillas de 12 mm de diámetro ubicadas cada una en cada esquina. Dos varillas de 12 mm para controlar el esfuerzo a flexión, con un recubrimiento

de 4 cm y una separación de estribos cada 15 cm. Se diseñó una riostra para toda la cimentación, escogiendo el asentamiento diferencial más crítico.

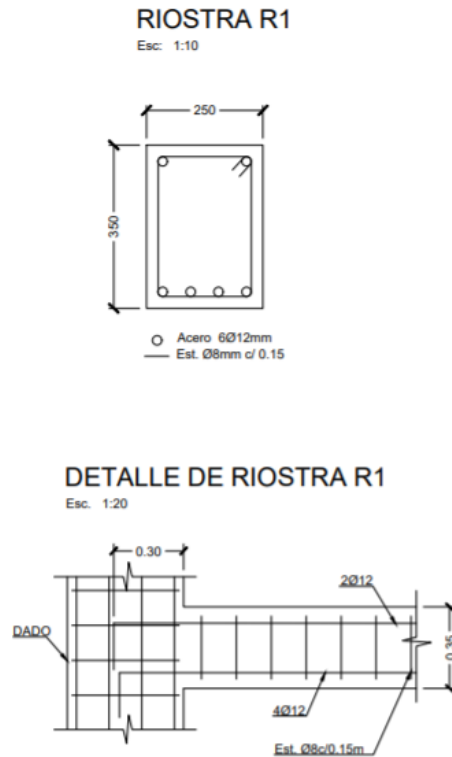


Figura 2.41 Detalle de riostra (Segura, A., Vélez, F., 2020).

2.3.9 Cálculo del esfuerzo vertical

Antes de calcular los respectivos asentamientos, primero se debe saber a qué profundidad llegara el esfuerzo vertical. El método 2:1, se utilizó para saber el incremento de esfuerzo vertical y saber a qué profundidad (z) la carga de la cimentación se transmitirá. Para esto, se da un valor tentativo de z hasta llegar a encontrar la relación del 1% entre el esfuerzo vertical y la carga aplicada. Se usó la ecuación (1.97) para determinar esta variable:

$$\Delta\sigma = \frac{2.38}{(1 + 2) \cdot (1 + 2)} = 0.264 \text{ ton/m}^2$$

$$q_0 = \frac{P_s}{B * L} = \frac{2.38}{1 * 1} = 2.38 \text{ ton/m}^2$$

$$\frac{\Delta\sigma}{q_0} = 0.11$$

Como la relación cumple con 1%, se concluye que la profundidad es de 2 metros.

2.3.10 Cálculo de asentamientos

Para el cálculo del asentamiento se asumió que la arcilla del terreno esta normalmente consolidada, debido a la falta de datos se escogió el caso más desfavorable. También se tuvo que hacer una investigación para obtener ciertos valores, especialmente el índice de compresión y el coeficiente de consolidación, porque no se realizaron ensayos de consolidación del suelo que se encuentra en el terreno. El PhD Xavier Vera realizó una investigación de varios tipos de suelos en diferentes partes de la ciudad de Guayaquil, la cual se usó ciertos valores como referencia para realizar este proyecto. Se asumió una Geo zone D4 (Toni, Samborondón), y se obtuvo tres valores, el primero fue el Cc de 0.363 considerando que la arcilla estaba totalmente saturada, el segundo Cv de 10 m²/año y tercero fue el índice de vacíos igual a 1.014 (Vera-Grunauer, 2014). El Cc obtenido de la Figura 2.42 y el Cv de la Tabla 2.20. Para el proyecto se consideró un asentamiento elástico del 10% del asentamiento por consolidación primario.

Con el valor del coeficiente de consolidación se calculó el tiempo que tarda en conseguir un asentamiento del 95%. En la Tabla 1.16, muestra el factor tiempo, y con la ecuación (1.104) tenemos el valor deseado que es el siguiente:

$$t_1 = \frac{1.129 \cdot 2^2}{10} = 0.45 \text{ años}$$

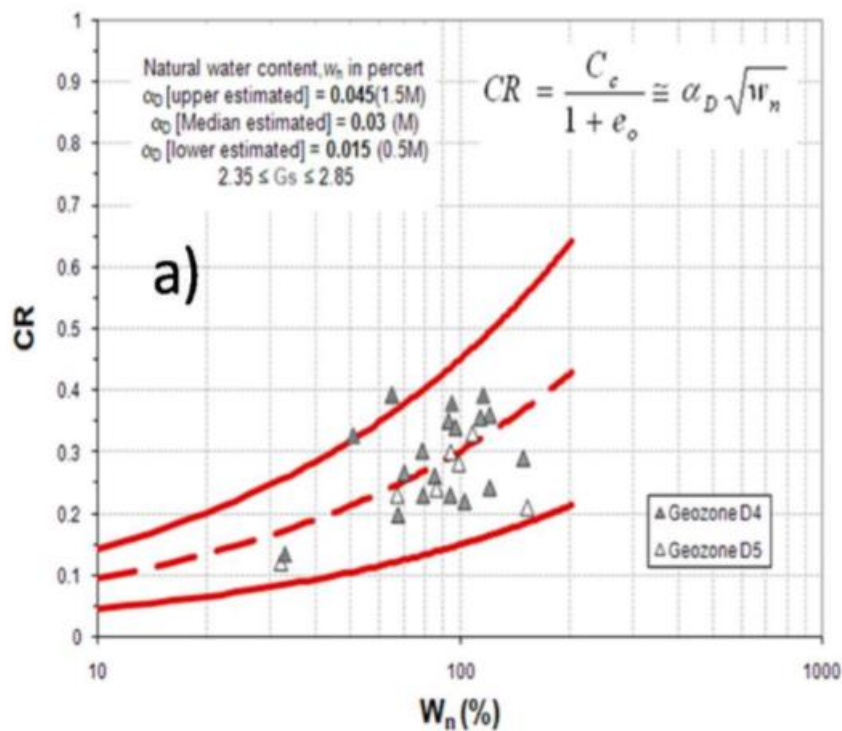


Figura 2.42 CR vs W_n (%) (Vera-Grunauer, 2014)

Tabla 2.20 Coeficientes de consolidación en arcillas de Guayaquil
 (Vera-Grunauer, 2014)

Site Name	GEO ZONE	Sand Content (%)	LABORATORY DATA						Based on Asaoka's method		$C_{v_{field}}/C_{v_{lab}}$	
			$C_{v_{OC}}$		$C_{v_{NC}}$		$C_{v_{OC}}/C_{v_{NC}}$		$C_{v_{field}}$			
			Range (m^2/yr)		Range (m^2/yr)		Range		Range (m^2/yr)			
Almacenes Henry (Downtown)	D1	2 - 4	5	7	1	2	4.7	3.5				
Zofragua (Near the Port)	D2, 2m depth	0 - 2	10	21	2	4	5.0	5.3				
	D2, 5m depth	2 - 15	29	37	5	9	5.8	4.1				
	D2, 10m depth	11 - 25	100	183	10	44	10.0	4.2				
Paso Elev. Trinipuerto	D3	2 - 6	7	15	2	3	4.0	5.7				
Junta Beneficencia, GYE	D4	1 - 15							35	75		
Toni, Samborondon	D4	1 - 3	40	50	10	15	4.0	3.3	10	20	1.0	1.3
Fabrica Helados, Duran*	D4	5 - 30	47	51	5	14	9.4	3.6	94	125	18.8	8.9
Nuques, 1998	D4	3 - 9				21			53			2.5
Av. Isidro Ayora	D5	0 - 3	18	22	2	4	9.0	5.5	20	31	10.1	7.7

* Clay stratum with frequent intercalations of sand lenses and layers

2.3.10.1 Cálculo del asentamiento por consolidación primaria

Como se mencionó anteriormente, se asumió que la arcilla esta normalmente consolidada, para ello se usó la ecuación (1.99) pero antes de eso se calculó el σ'_o y el $\Delta\sigma'_{prom}$ con la ecuación (1.102), el procedimiento es el siguiente:

$$\sigma_0 = 1.5 \cdot \gamma_1 + \frac{H_c}{2} \cdot \gamma_2 = 1.5 \cdot 1.5 + \frac{2}{2} \cdot 1.6 = 3.85 \text{ ton/m}^2$$

$$z_t = 1.5 \text{ m}; z_m = 1.5 + \frac{2}{2} = 2.5\text{m}; ; z_b = 1.5 + 2 = 3.5\text{m}$$

$$\Delta\sigma'_t = \frac{2.38 * 1 * 1}{(1 + 1.5) \cdot (1 + 1.5)} = 0.38 \text{ ton/m}^2$$

$$\Delta\sigma'_t = \frac{2.38 * 1 * 1}{(1 + 2.5) \cdot (1 + 2.5)} = 0.19 \text{ ton/m}^2$$

$$\Delta\sigma'_t = \frac{2.38 * 1 * 1}{(1 + 3.5) \cdot (1 + 3.5)} = 0.12 \text{ ton/m}^2$$

$$\Delta\sigma'_{prom} = \frac{1}{6} \cdot (0.38 + 4 * 0.19 + 0.12) = 0.21 \text{ ton/m}^2$$

$$s_p = \frac{0.363 \cdot 2}{1 + 1.014} \cdot \log \frac{3.85 + 0.21}{3.85} = 8.40 \text{ mm}$$

2.3.10.2 Cálculo del asentamiento por consolidación secundaria

Para saber el asentamiento por consolidación secundaria, se debe de saber el índice de compresión secundaria, la cual está en función del C_c , el valor es el siguiente:

$$C'_\alpha = 0.04 \cdot C_c = 0.04 * 0.363 = 0.015$$

Luego con la ecuación (1.103), se obtiene el valor del asentamiento por consolidación secundaria.

$$S_s = 0.015 \cdot 2 \cdot \log\left(\frac{25}{0.45}\right) = 50.55 \text{ mm}$$

2.3.11 Diseño de las instalaciones de A.A.P.P.

Para determinar el consumo de agua potable que se necesita para el proyecto, se obtuvo la dotación, considerando una industria con una dotación de 80 L/trabajadores/jornada, 2 trabajadores por bodega en total 88 trabajadores. Para saber la cantidad de agua a almacenar en la cisterna se consideró 5 días de reserva, debido a que esta será llenada por tanqueros. El volumen de la cisterna es el siguiente:

$$V = \text{dotación} * \text{trabajadores} * \text{días de reserva}$$

$$V = 80 * 88 * 5 * \frac{1}{1000} = 35.2 \text{ m}^3$$

Las dimensiones de la cisterna fueron de 5 x 4 x 1.8 m.

Para el diseño de las tuberías por bodega, pues cada bodega cuenta con un lavadero y un inodoro, según la tabla demanda de caudales, el lavadero debe de tener una presión mínima de 5 m.c.a. y el inodoro de 7 m.c.a., con un diámetro de tubería de 1/2" y un caudal instantáneo mínimo de 0.10 l/s. Se consideró utilizar material PVC roscable para las tuberías. Las unidades por baño fueron escogidas por medio de la tabla unidades de suministro, la cual comprende 3 unidades para el inodoro y 1 para el lavamanos, cada una cuenta con una sola salida. Luego, con ayuda de la Tabla 1.20 se obtuvo dicho coeficiente por el número de salidas totales, el cual fue de 1, este coeficiente se lo multiplica por las unidades y se empieza el diseño del baño tipo de cada bodega con ayuda de las tablas de Flamant, respetando las pérdidas por fricción de tuberías, válvulas y accesorios.

Hay que recalcar, que cada baño cuenta con su medidor de 1/2" trabajando a un 30%.

Para el diseño de la red de distribución de agua potable que parte desde la cisterna y termina en las bodegas, se sectorizó las bodegas y se sumó el número de bodegas con su cantidad de unidades respectivamente, con la Tabla 1.21 se obtuvo el coeficiente de simultaneada para un conjunto de bodegas, dicho coeficiente se lo multiplicó a la cantidad de unidades y se obtuvo el caudal real, así mismo con ayuda de las tablas de Flamant se diseñó el diámetro de la tubería considerando sus pérdidas.

La potencia de la bomba es dada, por la suma entre la altura de impulsión y succión. La altura de impulsión es el recorrido que toma el agua potable hasta llegar al aparato santuario más alejado desde la bomba. En cambio, la altura de succión se la calculo con las unidades totales de las bodegas, considerando las perdidas por accesorios como la válvula de pie con criba, codos y demás, y lo más importante la profundidad que tendrá la cisterna. Dando como resultado una altura dinámica total de 32.69. con la ecuación (1.106) se determinó la potencia de la bomba, considerando una eficiencia del 65%.

$$P_{HP} = \frac{32.69 \cdot 4.1}{76 * 0.65} = 2.71 \text{ HP}$$

Como recomendaciones de diseño este valor es afectado por un factor de mayoración del 1.25, y se optó por utilizar una bomba de 3.5 HP.

Por ahorro de energía de las bombas se utilizó un sistema hidroneumático, para esto se diseñó el volumen del tanque. Primero se calculó los galones por minuto que se necesitan, utilizando el total de unidades de las bodegas y factor obtenido de la Tabla 1.26, se consideró un tipo de edificio oficina. Con estos valores se procede a multiplicarlos entre sí y se obtiene el caudal total que es igual a 25 gal/min.

El caudal medio se lo obtiene realizando una hipótesis, considerando una presión de trabajo de 40 a 60 psi, se realiza una hipótesis de que para los 40 psi el caudal será 25 gal/min y para los 60 psi se considera un 25% del caudal, dando como resultado 6.25 gal/min. Se hace un promedio de ambos caudales y se obtiene el $Q_{med} = 15.63$ gal/min. En la tabla ciclos de encendido, se determina un $T = 1.8$ min por 33 ciclos por hora, respecto a una bomba de 3 a 5 HP. Con la ecuación (1.108), se calculó el valor V_R para ser multiplicado por un factor que es obtenido de la Tabla 1.24, y se utilizó la ecuación (1.107) para obtener el volumen de regulación.

$$V_R = \frac{15.63 \cdot 1.8}{4} = 7 \text{ gal}$$

$$V_T = 3.74 \times 7 = 26.18 \text{ gal} = 100 \text{ litros}$$

Se calcula el volumen de la bolsa de neopreno con la ecuación (1.109).

$$v_{bc} = 100 \cdot \frac{4.4 - 2.7}{4.4 + 1} = 31.48 \text{ litros}$$

El total del volumen de tanque será de 135 litros.

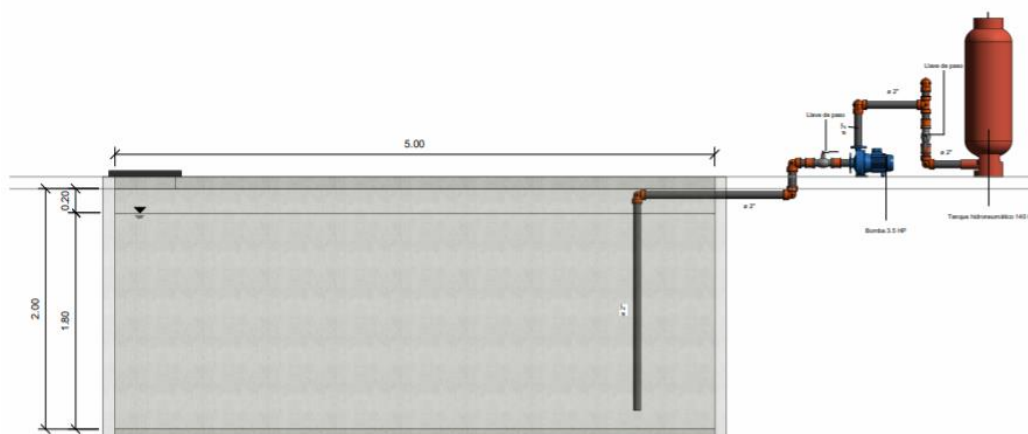


Figura 2.43 Cisterna con Equipo de bombeo (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

2.3.12 Diseño de las instalaciones de A.A.S.S.

Se considero una pendiente mínima para el diseño de las tuberías de 1%, la cual es necesaria para cumplir la velocidad mínima en tuberías de PVC de 0.6 m/s. Para calcular cuánto generaran las bodegas, se realiza con el 80% de la dotación de agua potable quedando una dotación 128 L/bodega*día, para obtener el caudal generado por las bodegas, se multiplica por 44, quedando un caudal de 5632 L/día. La capacidad de un biodigestor es para un día.

2.3.13 Diseño de las instalaciones de A.A.L.L.

Para diseñar las bajantes de aguas lluvias, se determinó que la intensidad de lluvia más recomendada para el proyecto es de 150 mm/horas/m² debido a su ubicación. Se dividió el área de la cubierta estratégicamente para que cada bajante tenga que captar un área de 120 m², con esto el diámetro fue de 110 mm, escogido de la Tabla 1.27. Con la ecuación (1.111) se obtuvo el caudal de diseño de cada bajante.

$$Q = 1 \cdot 0.0278 \cdot 120 = 3.34 \frac{l}{s}$$

Los colectores fueron diseñados de igual forma como una tubería de agua sanitaria, parcialmente llena utilizando las tablas de Manning, chequeando las velocidades y el tirante. La red de aguas lluvias fue diseñada de igual manera, la cual llevara el agua lluvia al lago para ser almacenado y ser reutilizado para riego de los jardines. No fue necesario calcular el volumen de agua lluvia que se almacenara, debido a que, el lago consta de un área muy grande.

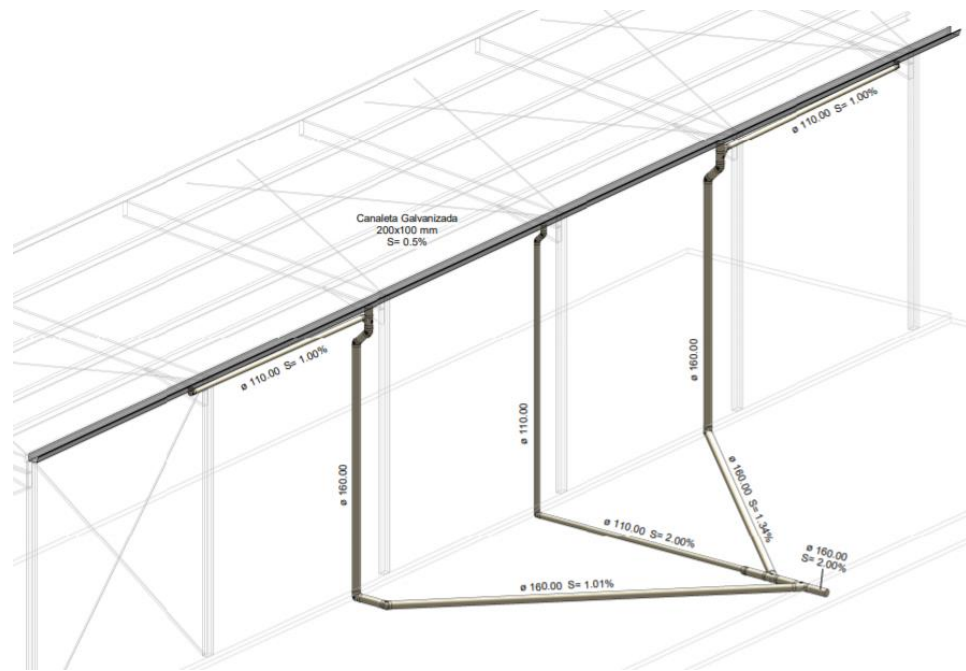


Figura 2.44 Esquema de instalación de aguas lluvias (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Información técnicas procesadas

3.1.1 Topografía

No existen datos debido a que no se realizó la altimetría del terreno, debido a que el alcance del proyecto no contemplaba esto, el único dato de topografía fue la altimetría proporcionada por el cliente.

Dirigirse a Apéndice A.

3.1.2 Geología

Los datos geológicos fueron obtenidos de las ordenanzas municipales del catón Daule y ningún dato fue procesado para el presente proyecto.

3.1.2.1 Sismicidad

Debido a que no existe ninguna falla geológica cerca del terreno, no se pueden procesar ningún dato de este apartado.

3.1.3 Geotecnia

Los resultados obtenidos de las muestras de suelo realizadas en campo están descritos en los apéndices, estos datos fueron necesarios para realizar los cálculos de asentamientos, cimentación y obtener el tipo de suelo para la carga sísmica.

3.2 Consideraciones para el diseño

3.2.1 Determinación de soluciones

A continuación, desde la Figura 3.1 a la Figura 3.7 se ilustran las secciones finales de los elementos de la estructura.

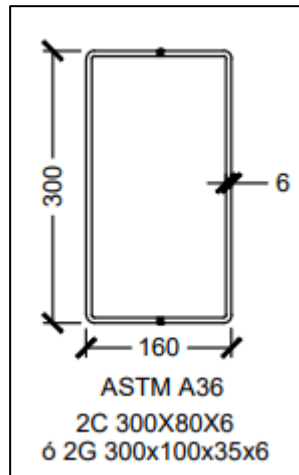


Figura 3.1 Sección viga transversal (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

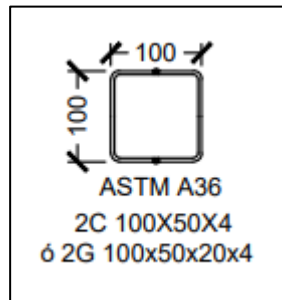


Figura 3.2 Sección viga longitudinal (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

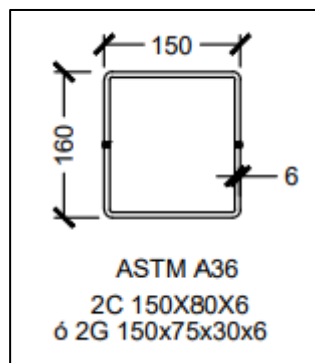


Figura 3.3 Sección columna (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

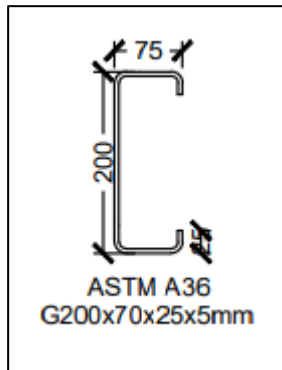


Figura 3.4 Sección de correas (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

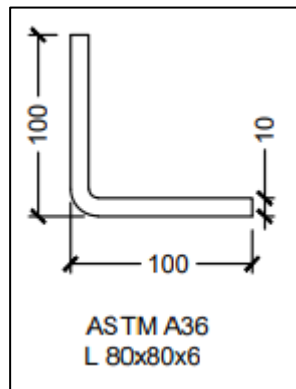


Figura 3.5 Sección de arriostramiento en el eje x (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

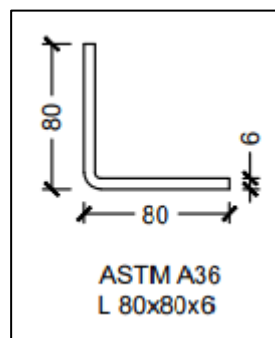


Figura 3.6 Sección de arriostramiento en el eje y (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

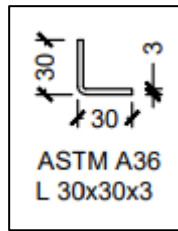


Figura 3.7 Sección de tensor de correas (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

En la Figura 3.8 se muestra el modelo en SAP2000 con las secciones antes expuestas.

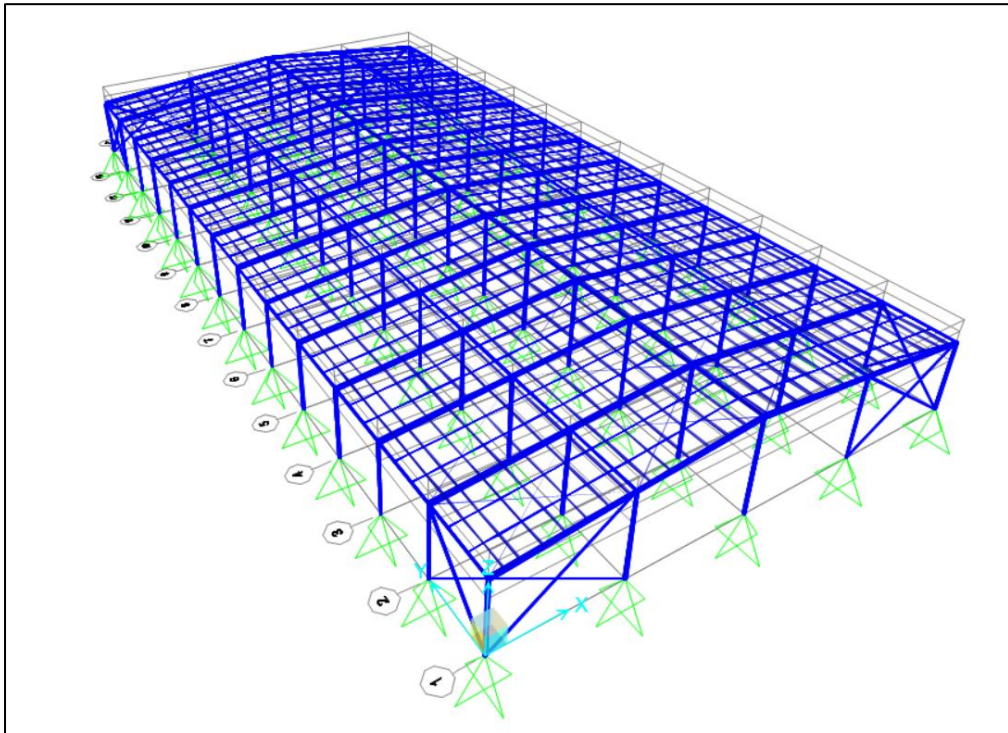


Figura 3.8 Modelo final de SAP2000 (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Los detalles de la geometría y el apartado arquitectónico del galpón se encuentran en el apartado de planos de este proyecto.

3.2.2 Método Constructivo

Para la metodología constructivas se siguen las actividades dispuestas en el cronograma de obra dispuestos en la parte de apéndices del presente proyecto.

3.2.3 Detalles de Diseño

Tabla 3.1 Relación de esbeltez de todos los miembros

(Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	Esbeltez	Verificación
Columna	134.84	OK
Viga transversal	148.58	OK
Viga longitudinal	152.96	OK
Arriostramiento en eje x	198.21	OK
Arriostramiento en eje y	170.68	OK
Correas	73.80	OK

Tabla 3.2 Relación ancho/espesor del ala (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	Ala	Límite (AISC 360)	Compacta/No Compacta
Columna	24.67	31.79	Compacta
Viga transversal	24.67	31.79	Compacta
Viga longitudinal	23	31.79	Compacta

Tabla 3.3 Relación ancho/espesor del alma (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	Alma	Límite (AISC 360)	Compacta/No Compacta
Columna	23	68.69	Compacta
Viga transversal	48	68.69	Compacta
Viga longitudinal	23	68.69	Compacta

Tabla 3.4 Detalle diseño a Compresión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	$P_n(T)$	$\phi P_n(T)$	$P_u(T)$
Columna	34.71	31.239	11.34
Viga transversal	42.98	38.682	2.21
Viga longitudinal	11.59	10.431	3.01
Arriostramiento en eje x	8.56	7.704	3.92
Arriostramiento en eje y	5.6	5.04	4.7

Tabla 3.5 Detalle diseño a Tensión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	$\phi T_n(T)$	$T_u(T)$
Columna	81.46	3
Arriostramiento en eje x	43.28	3.05
Arriostramiento en eje y	21.05	4.2

Tabla 3.6 Detalle diseño a Flexión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	$M_n(T.m)$	$\phi M_n(T.m)$	$M_u(T.m)$
Columna	4.25	3.825	1.9
Viga transversal	11.03	9.927	9.55
Viga longitudinal	1.2	1.08	0.84

Tabla 3.7 Detalle diseño a Corte (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	$V_n(T)$	$\phi V_n(T)$	$V_u(T)$
Columna	27.34	24.606	0.8
Viga transversal	54.67	49.203	5.5
Viga longitudinal	12.15	10.935	0.74
Arriostramiento en eje x	15.19	13.671	0.21
Arriostramiento en eje y	7.3	6.57	0.03

Tabla 3.8 Detalle diseño a Flexo-Compresión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	$P_c(T)$	$M_c(T.m)$	$P_r(T)$	$M_r(T.m)$	$\frac{P_r}{P_c}$
Columna	31.24	3.82	11.34	1.9	0.363
Viga transversal	38.68	9.3	2.21	9.55	0.057
Viga longitudinal	10.43	1.08	3.01	0.84	0.289

Tabla 3.9 Detalle diseño a Flexión Biaxial (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	$M_{cx}(T.m)$	$M_{rx}(T.m)$	$M_{cy}(T.m)$	$M_{ry}(T.m)$
Correa	1.74	1.00	0.41	0.01

La soldadura se la diseño con los mismos parámetros para todas, $w_s = 6 \text{ mm}$, para los arriostramientos el ancho de placa $t_{pg} = 6 \text{ mm}$.

Tabla 3.10 Longitud de Soldadura en arriostramientos

(Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	$\phi T_n(T)$	$\phi R_{nw} \left(\frac{T}{m} \right)$	$L_{w1}(cm)$	$L_{w2}(cm)$	$L_w(cm)$
Arriostramiento en eje x	43.28	78.3	40	17	40
Arriostramiento en eje y	21.05	78.3	20	8	20

Tabla 3.11 Detalle de diseño de Soldadura (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	$\phi R_n(T)$	$T_u(T)$
Arriostamiento en eje x	50.02	3.05
Arriostamiento en eje y	27.34	4.2

Tabla 3.12 Placa base (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Nombre	Dimensiones (mm)	$P_u(T)$	$V_u(T)$	$A_{req}(cm^2)$	$A_{uti}(cm^2)$	$t_{req}(mm)$	$t_{uti}(mm)$	# pernos	$D_{req}(mm)$	$D_{uti}(mm)$
PB1	260x250x8	9.34	3.74	65.41	650	6.06	8	4	9.14	16
PB2	260x250x6	7.49	3	52.38	650	5.43	6	4	8.19	16
PB3	250x520x8	17.44	6.76	122.13	1300	6.81	8	6	10.03	16
PB4	250x520x6	8.96	0.02	62.74	1300	4.88	6	6	0.69	16
PB5	200x200x3	0.01	0.07	0.07	400	0.246	3	4	1.25	16
PB6	200x400x3	0.02	0.14	0.14	400	0.19	3	4	1.77	16

Tabla 3.13 Datos (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Nombre	Dimensiones (cm)	$P_s(T)$	$P_u(T)$	$\phi P_n(T)$	$A_{req}(cm^2)$	$A_{uti}(cm^2)$	$A_{Sreq}(cm^2)$	$A_{Suti}(cm^2)$	# varillas
D1	45x45	7.69	11.27	320.49	68.36	2025	20.25	24.13	12Ø16mm
D2	40x70	6.82	14.46	431.69	60.63	2800	28	28.15	14Ø16mm
D3	35x35	0.01	0.01	188.86	0.089	1225	12.25	12.31	8Ø14mm
D4	35x55	0.02	0.02	298.44	0.178	1925	19.25	20.11	10Ø16mm

Tabla 3.14 Zapatas aisladas (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Nombre	Dimensiones [m]	$P_s(T)$	$P_u(T)$	$V_u(T)$	$\phi V_n(T)$	$M_u(T * m)$	$\phi M_u(T * m)$	$A_{req}(cm^2)$	$A_{uti}(cm^2)$	$A_{Sreq}(cm^2)$	$A_{Smin}(cm^2)$	$A_{Suti}(cm^2)$	# varillas
P1	1x1x0.3	7.69	17.28	11.77	84.94	1.38	6.84	0.98	1	2.41	6.8	9.24	6Ø14@150
P2	0.6x0.6x0.2	0.01	0.01	0.085	41.41	0.001	0.733	0.001	0.36	0.003	0.161	3.39	3Ø12@150

Tabla 3.15 Asentamientos (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

$P_s(T)$	Consolidación primaria [mm]	Consolidación secundaria [mm]	Elastico [mm]	Asentamiento total [mm]	Asentamiento diferencial más crítico [mm]
2.38	8.4	50.55	0.84	59.79	1.573
3.13	10.96		1.096	62.606	
3.41	11.9		1.19	63.64	
3.89	13.51		1.351	65.411	
3.91	13.56		1.356	65.466	
6.9	23.21		2.321	76.081	
7.13	23.93		2.393	76.873	
7.59	25.36		2.536	78.446	
7.69	25.67		2.567	78.787	

Tabla 3.16 Instalaciones de A.A.P.P. bodega 1/2 (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Descripción	Punto o tramo	Unidades	Q	V	hv	C	j	phi	D. int.
		Totales	l/s	m/s	m	Fricción	m/m	Pulg	mm
Inodoro tanque	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Baño bodega	1-2	4	0.25	1.97	0.2	0.0001	0.308	1/2"	13.88
-	2-3	-	0.25	0.88	0.04	0.0001	0.045	3/4"	18.85
Valvula check	3-4	4	0.25	1.97	0.2	0.0001	0.308	1/2"	13.88
Medidor	4-5	4	0.25	0	0	0.0001	0	1/2"	0
Valvula de compuerta abierta	5-6	4	0.25	0.88	0.04	0.0001	0.045	3/4"	18.85
Valvula de compuerta abierta	5-6	4	0.25	0.88	0.04	0.0001	0.045	3/4"	18.85

Tabla 3.17 Instalaciones de A.A.P.P. bodega 2/2 (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Accesorios												Longitud de tubería en m				J	Presión
Tee		Tee con reducción		Codo radio largo 90°		Valvula de compuerta abierta		Reductor		Valvula check		Horiz.	Vert.	Acc.	Total	m	mca
Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le						
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
0	0.22	1	0.42	8	0.21	2	0.08	0	0	0	0	1.15	0.8	2.30	4.25	1.31	9.31
0	0.29	0	0.49	2	0.28	0	0.10	0	0.103	0	0.1033	24	0	0.56	24.56	1.11	10.45
0	0.22	0	0.42	0	0.21	0	0.08	1	0.061	1	1.1766	0.2	0	1.24	1.44	0.44	11.10
0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	2.00	13.10
0	0.29	0	0.49	0	0.28	1	0.10	1	0.08	0	0	0.2	0	0.18	0.38	0.02	13.15
0	0.29	0	0.49	0	0.28	1	0.10	1	0.08	0	0	0.2	0	0.18	0.38	0.02	13.21

Tabla 3.18 Red de distribución A.A.P.P. 1/2 (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Descripción	Punto o tramo	# bodegas	Unidades	Q max	k	Q real	Q	V	hv	C	j	phi	D. Interno
			Totales	l/s	-	m	l/s	m/s	m	Fricción	m/m	Pulg	mm
Presión por bodega	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodega 1-4	1-4	4	16	1	0.6	0.6	0.76	1.49	0.11	0.0001	0.08	1"	24.3
Bodega 5-8	5-8	8	32	2	0.48	0.96	1.32	1.67	0.14	0.0001	0.073	1 1/4"	32.46
Bodega 9-15	9-15	15	60	3.75	0.42	1.575	2.02	1.77	0.16	0.0001	0.065	1 1/2"	38.1
Bodega 16-22	16-22	22	88	5.5	0.39	2.145	2.56	1.26	0.0824	0.0001	0.032	2"	49.24
Unión de tuberías	22-22	22	88	5.5	0.39	2.145	2.56	1.26	0.0824	0.0001	0.032	2"	49.24
Tubería a bomba	22-23	44	200	11	0.36	3.96	4.1	2.02	0.21	0.0002	0.114	2"	55

Tabla 3.19 Red de distribución A.A.P.P. 2/2 (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Accesorios												Longitud de tubería en m				J	Presión	
Tee		Tee con reducción		Codo radio largo 90°		Valvula de compuerta abierta		Reductor		Valvula check		Horiz.	Vert.	Acc.	Total	m	mca	
Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le							
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.21
3	0.36	0	0	1	0.35555	0	0	0	0	0	0	30	0.00	1.44	31.44	2.52	15.84	
3	0.47	1	0.69	0	0.47	0	0.16	0	0	0	0	24	0.00	2.12	26.12	1.91	17.88	
6	0.55	1	0.77	0	0.54	0	0.19	0	0.1885	0	0.188529	54.3	0.00	4.09	58.39	3.80	21.84	
6	0.71	1	0.94	0	0.69	0	0.24	0	0.199	0	4.123461	48.4	0.00	5.17	53.57	1.70	23.62	
1	0.71	0	0.00	1	0.69	0	0.00	0	0	0	0	52	0.00	1.40	53.40	1.70	25.40	
2	1.19	0	1.54	9	1.17	1	0.40	0	0.3348	1	6.959134	10	0.60	20.23	30.83	3.51	29.73	

Tabla 3.20 Altura de succión de la bomba 1/2 (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Descripción	Unidades	Q	V	hv	C	j	phi	D. Interno
	Totales	l/s	m/s	m	Fricción	m/m	Pulg	mm
Bomba succión	200	4.1	1.29	0.09	0.00018	0.038	2 1/2"	66.6

Tabla 3.21 Altura de succión de la bomba 1/2 (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Accesorios												Longitud de tubería en m				J	Presión
Tee		Válvula de pie con criba		Codo radio largo 90°		Valvula de compuerta abierta		Reductor		Valvula check		Horiz.	Vert.	Acc.	Total	m	mca
Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le						
0	0.95	1	16.75866142	3	1.40346	1	0.48	0	0	0	0	1.8	2.00	21.44	25.24	0.96	2.96

Tabla 3.22 Instalaciones de A.A.L.L. (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Descripción	Caudal real	Diámetro	Pendiente	Parámetros de diseño		Tirante	Velocidad
	Q	∅	S	Qo	Vo	Y/φ	V
	l/s	[mm]	%	l/s	m/s		m/s
Bodega	3.34	110	2	7.78	0.96	0.516	0.84
	6.672	160	1	22.95	1.26	0.417	0.91
	6.672	160	1.3	26.17	1.43	0.393	1
Red de distribución	16.68	160	2	32.45	1.78	0.57	1.54
	23.352	200	1	49.42	1.52	0.542	1.3
	40.032	250	1	89.61	1.77	0.529	1.5
	46.704	250	1	89.82	1.77	0.574	1.54
	63.384	250	1	89.27	1.77	0.695	1.7
	80.064	300	1	145.7	2	0.594	1.77

Luego de presentar todas las tablas de resultados, para las uniones entre vigas/columnas y columna/placa base, se suelda todo es contorno de la conexión con soldadura SMAW de tipo filete. Para unir los perfiles C y formar una sección tubular rectangular, se lo hace soldando un cordón de 5 cm cada 25 cm de longitud del miembro a unir.

Se observó que, en el diseño de placa y dados, estaban un poco sobredimensionados respecto a la carga de demanda, esto se da, debido a que, había que respetar la sección de las columnas. Respecto a las zapatas aisladas, se consideró una sola dimensión para todas columnas, porque satisfacían las demandas de todas las cargas. Los asentamientos cumplieron con lo estipulado en la norma, escogiendo las cargas más críticas que presentaban las columnas de todo el galpón.

El asentamiento por consolidación secundaria no dependía de la carga aplicada, sino de las propiedades del suelo, es por ello que permaneció constante. El cálculo de asentamiento diferencial se realizó al pórtico más desfavorable, y para mitigar este asentamiento se implementaron riostras para amarrar las zapatas aisladas y así disminuir los asentamientos.

3.2.4 Verificación

Tabla 3.23 Verificación de miembros a Compresión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	$\frac{P_u}{\phi P_n}$	Verificación
Columna	0.363	OK
Viga transversal	0.057	OK
Viga longitudinal	0.289	OK
Arriostramiento en eje x	0.509	OK
Arriostramiento en eje y	0.933	OK

Tabla 3.24 Verificación de miembros a Tensión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	$\frac{T_u}{\phi T_n}$	Verificación
Columna	0.037	OK
Arriostramiento en eje x	0.070	OK
Arriostramiento en eje y	0.200	OK

Tabla 3.25 Verificación de miembros a Flexión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	$\frac{M_u}{\phi M_n}$	Verificación
Columna	0.497	OK
Viga transversal	0.962	OK
Viga longitudinal	0.778	OK

Tabla 3.26 Verificación de miembros a Corte (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	$\frac{V_u}{\phi V_n}$	Verificación
Columna	0.033	OK
Viga transversal	0.112	OK
Viga longitudinal	0.068	OK
Arriostamiento en eje x	0.015	OK
Arriostamiento en eje y	0.005	OK

Tabla 3.27 Verificación de miembros a Flexo-Compresión (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	Fórmula de Interacción	Verificación
Columna	0.81	OK
Viga transversal	0.99	OK
Viga longitudinal	0.98	OK

Tabla 3.28 Verificación de miembros a Flexión Biaxial (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	$\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}$	Verificación
Correa	0.60	OK

Tabla 3.29 Verificación de Soldadura (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Miembro	$\phi R_n(T)$	$T_u(T)$	$\frac{T_u}{\phi R_n}$	Verificación
Arriostamiento en eje x	50.02	3.05	0.061	OK
Arriostamiento en eje y	27.34	4.2	0.154	OK

Tabla 3.30. Verificación de dados (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

$\frac{P_u}{\phi P_n}$	Verificación
0.035	OK
0.033	OK
0.000	OK
0.000	OK

Tabla 3.31. Verificación de deslizamiento (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Nombre	$\frac{F}{V_u} > 1.5$	¿Se desliza?
P1	0.788	Sí
P2	5.98	No

Tabla 3.32. Verificación de zapatas aisladas (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Nombre	$\frac{V_u}{\phi V_n}$	Verificación	$\frac{M_u}{\phi M_n}$	Verificación
P1	0.139	OK	0.202	OK
P2	0.002	OK	0.001	OK

Tabla 3.33. Verificación de asentamientos (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Asentamiento total [mm]	Verificación asentamiento < 200 mm	Asentamiento diferencial [mm]	Verificación asentamiento < 37.5 mm
59.79	OK	1.573	OK
62.606	OK		
63.64	OK		
65.411	OK		
65.466	OK		
76.081	OK		
76.873	OK		
78.446	OK		
78.787	OK		

Tabla 3.34. Verificación de tirante y velocidad (Segura, A. & Vélez, F., 2020)

Tirante	Verificación	Velocidad	Verificación
γ/ϕ	$\gamma/\phi < 0.75$	V	$0.8 \text{ m/s} < V < 2.5 \text{ m/s}$
		m/s	
0.516	OK	0.84	OK

0.417	OK	0.91	OK
0.393	OK	1	OK
0.57	OK	1.54	OK
0.542	OK	1.3	OK
0.529	OK	1.5	OK
0.574	OK	1.54	OK
0.695	OK	1.7	OK
0.594	OK	1.77	OK

Las secciones de la estructura metálica satisfacen adecuadamente la demanda, de carga muerta, viva, sismo y viento. De igual manera, la cimentación cumple con su objetivo de dar buenas bases al galpón para que no sufra ningún deslizamiento o asentamientos diferenciales que perjudica a la estructura. Es por esto, que se tuvo que implementar riostras para evitar que las zapatas se deslicen por las cargas verticales.

Tabla 3.35 Verificación de deriva máxima de piso según la NEC 2015

Combinación	Dirección	$U_2 - U_1$	Δ_E	Δ_M	$\Delta_{Mmáx}$	Verificación
Ex	X	0.015468	0.0021	0.0039	0.01	OK
0.9D+Ex+0.3Ey	X	0.015468	0.0021	0.0039	0.01	OK
0.9D-Ex-0.3Ey	X	0.015468	0.0021	0.0039	0.01	OK
1.2D+L+Ex+0.3Ey	X	0.015468	0.0021	0.0039	0.01	OK
1.2D+L-Ex-0.3Ey	X	0.015468	0.0021	0.0039	0.01	OK
Ey	Y	0.003664	0.0005	0.0009	0.01	OK
0.9D+Ey+0.3Ex	Y	0.003607	0.0005	0.0009	0.01	OK
0.9D-Ey-0.3Ex	Y	0.003612	0.0005	0.0009	0.01	OK
1.2D+L+Ey+0.3Ex	Y	0.003597	0.0005	0.0009	0.01	OK
1.2D+L-Ey-0.3Ex	Y	0.003622	0.0005	0.0009	0.01	OK

3.3 Presupuesto

El costo total del proyecto incluido la parte estructural, arquitectónica, aguas lluvias, aguas residuales y aguas potable y todo lo que esto implica es de \$ 1663656.48, se consideró un costo indirecto del 15%. El costo por m2 de las bodegas es de \$255.95. Los detalles de este apartado, tales como, lista de rubros, cronograma, presupuesto y APU, se encuentran en el apartado de Apéndice B.

Para optimizar el tiempo de construcción de la obra, para el cronograma, se consideró que dos grupos estén trabajando al mismo tiempo (GRUPO A y GRUPO

B), un grupo para la construcción de cada galpón, recordar que son dos galpones separados por una junta sísmica de 10 cm.

CAPITULO 4

4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Objetivo de la evaluación del impacto ambiental

4.1.1 Objetivo General

Desarrollar un estudio preliminar del impacto ambiental de la construcción de un galpón y sistema sanitario en base a las distintas normas ambientales que se encuentran en el ordenamiento jurídico del Ecuador para recomendar medidas de prevención que minimicen la afectación ambiental.

4.1.2 Objetivos Específicos

- Definir las actividades que pueden producir un impacto ambiental en las fases de construcción, operación y cierre del proyecto.
- Identificar los aspectos ambientales de las áreas sensibles que pueden ser afectados por la ejecución de la obra civil.
- Recomendar medidas de prevención para reducir posibles afectaciones de los impactos ambientales identificados.

4.2 Descripción del proyecto, obra o actividad

El proyecto tiene como objetivo la construcción de un galpón de estructura metálica para uso de bodegas, que está ubicado en un terreno perteneciente a la empresa. Para satisfacer la demanda de espacio ocasionado por los grandes proyectos que se están desarrollando por la zona.

Para la ejecución de la obra se implementarán técnicas constructivas y materiales, tales como, perfiles metálicos, cubierta metálica, bloques para mampostería, hormigón armado (cemento, agregado fino y grueso, acero de refuerzo), madera para puertas, vidrio para ventanas, PE y PVC para las instalaciones hidrosanitarias, aluminio para puertas Lanfor, pisos, adoquines, asfalto, pintura, cerámica para pisos, entre otros.

4.3 Descripción de las actividades del Proyecto

Este proyecto se divide en tres fases como la de construcción, operación y cierre. Dentro de estas fases se han identificado varias actividades que pueden causar afectación ambiental y se nombran a continuación.

4.3.1 Fase de construcción

La fase construcción de este proyecto comienza con la delimitación de la zona de construcción, luego es necesario realizar el desbroce y limpieza de la vegetación debido a que es conocido que no se puede realizar una construcción sobre capa vegetal, continua con el movimiento de tierras para desalojar todo el material que no se necesita y para transportar el material necesario para el relleno.

Para poder trabajar en un ambiente adecuado se implantan servicios básicos como luz y agua, también hay que colocar áreas verdes en el proyecto para reducir el impacto ambiental generado en el sector, a continuación, se comienza con la construcción de cimientos y contrapiso, estas son las bases del galpón, en donde va a estar asentado este, luego es necesario el soldado y montaje de la estructura metálica, y una vez terminado toda la estructura es importante colocar un biodigestor para el tratamiento de las aguas servidas generadas cuando las bodegas estén en funcionamiento.

4.3.2 Operación

La operación comprende el movimiento de vehículos, es decir, todos los vehículos que se movilizaran dentro del proyecto cuando el galpón se encuentre operando, también comprende el agua que va a ser consumida por los ocupantes de las bodegas, en esta fase existe la generación de aguas residuales y de desechos sólidos producidas por los ocupantes, para lo cual se necesita un sistema de tratamiento o pretratamiento de estas aguas, por ultimo para el mantenimiento de las áreas verdes es necesario un alto consumo de agua.

4.3.3 Cierre

La fase de cierre comprende la limpieza y desalojo de todo lo relacionado con la construcción del proyecto, como lo son, el retiro de las baterías sanitarias provisionales usadas en la fase de construcción, la gestión de los residuos líquidos y sólidos, escolleras, gestión de material de reciclable y el desarme del campamento.

4.4 Identificación de factores e impactos ambientales

En el proyecto se ha identificado los medios que pueden verse alterados debido a la ejecución de la obra, los medios físicos, son el aire, el agua y el suelo, dentro de los medios bióticos encontramos a la flora y a la fauna, y también existe un medio socioeconómico que afecta al empleo y a la población.

En la Tabla 4.1 se muestran los factores ambientales afectados con los impactos ambientales identificados.

**Tabla 4.1 Impactos ambientales causados en los factores ambientales
(Segura, A., Vélez, F., 2020)**

Medio	Factores Ambientales	Impactos ambientales
Físico	Aire	Contaminación Acústica
		Generación de Polvo
		Emisión de Gases por efecto de soldadura
		Generación de CO ₂
	Agua	Contaminación de agua superficial
	Suelo	Alteración de la capa vegetal
Contaminación por posible salida de derivados de petróleo		
Alteración de las características físicas y químicas del suelo		
Biótico	Fauna	Alteración a los nichos biológicos
	Flora	Perdida de la vegetación
Socioeconómico	Empleo	Generación de plazas de trabajo para los habitantes del sector
	Población	Afectación de la calidad de vida de los vecinos

4.5 Línea base ambiental

Se realiza una caracterización de clima, agua, aire y suelo, que existen actualmente en el lugar en donde se realizara el proyecto, son los aspectos o condiciones ambientales con los que parte nuestro entorno.

4.5.1 Caracterización del clima

4.5.1.1 Precipitación

La precipitación promedio anual del sector es de entre 900 y 1000 mm (GAD del cantón Daule, 2015), esta precipitación es mayor en los meses de enero, febrero y marzo. En época seca que es en los meses de julio a noviembre la precipitación es escasa o nula (INAMHI, 2012). En época de invierno hay una alta probabilidad de que la fase de construcción del proyecto se vea afectado, debido a la humedad generada se pueden llegar a oxidar los metales utilizados, también soldar con lluvias conlleva un gran riesgo y se tendría que parar las actividades de soldadura en ambientes húmedos, lo que generaría retrasos en los tiempos de construcción.

4.5.1.2 Clima

El clima presente en el sector donde el proyecto será efectuado es un clima Tropical Megatérmico Húmedo (GAD del cantón Daule, 2015). Este tipo de clima se refiere cuando las lluvias están concentradas en los meses de diciembre hasta mayo, y teniendo un clima seco el resto del año, la vegetación característica es una selva densa de árboles de hojas caducas (Pourrut, Róvere, Romo, & Villacrés, s.f.). Tener conocimiento de las épocas lluviosas permite tener una mejor planificación para que los tiempos de trabajo de la obra no se vean afectados.

4.5.1.3 Temperatura

Las temperaturas promedias alcanzadas en la zona de los galpones son de entre 25 y 26°C (GAD del cantón Daule, 2015), siendo en época seca donde se dan las temperaturas más bajas. Si estas temperaturas son bajas, la salud

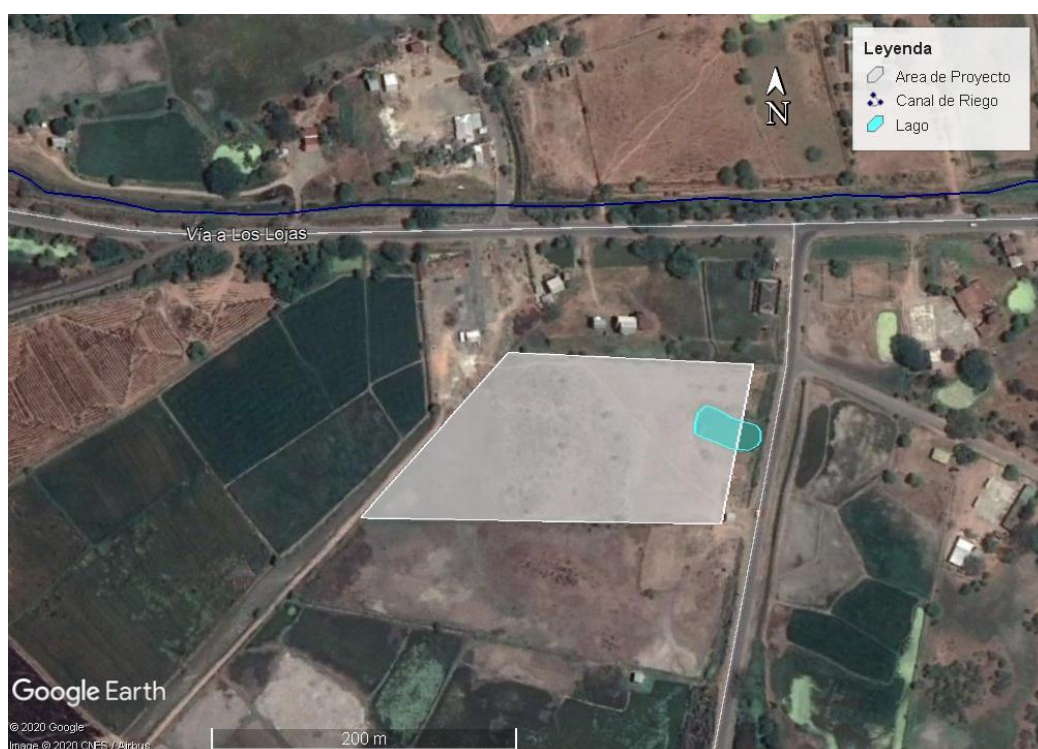
y seguridad ocupacional del personal de trabajo se vería afectado, lo que generaría que este elemento no se desempeñe de la mejor manera.

4.5.2 Caracterización de la calidad de las aguas superficiales

4.5.2.1 Hidrología

La figura 4.1 muestra que dentro del terreno donde se realizará el proyecto, se cuenta con un lago invernadero de que llega tener un área de 800 m² de superficie. A 150 m del terreno se encuentra un canal de riego que es para uso de los agricultores de arroz de la zona, este canal es alimentado por el río Daule. Dentro del área de influencia no se encuentra un cuerpo hídrico grande, el más cercano es el río Daule a una distancia de 5 km.

Es importante conocer la hidrología del sector debido a que puede verse alterado si no se toman las medidas de prevención adecuadas.



**Figura 4.1 Mapa de área de proyecto y ubicación de cuerpos hídricos
(Google Earth, 2020)**

4.5.2.2 Identificación de las fuentes de contaminación de agua

El agua del lago estacional no se ve mayormente afectado debido a que actualmente no hay ninguna influencia humana en el terreno. El canal de riego depende de la contaminación del río Daule, antes de pasar por el terreno, el canal, atraviesa por casi 5 km de cultivos que pueden alterar el grado de contaminación de esta agua.

El río Daule tiene un caudal promedio al año de 280 m³/s (INAMHI, 2013), tiene una concentración de pesticidas organoclorados mayor a las permisibles, con respecto a los metales, la concentración de arsénico se encuentra dentro de los límites permisibles, el cadmio está por debajo del límite máximo, así mismo la concentración de cromo, cobre, plomo, mercurio y níquel están dentro del rango permisible, finalmente el valor del pH del río está entre 6.7 y 7.45, está dentro del rango de 5 a 9 dispuesto por el TULSMA (Moreno & Salazar, 2017).

4.5.3 Caracterización de la calidad del aire existente

Según un estudio realizado en una cantera cercana a la zona del proyecto los parámetros de los gases como el Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO₂) y Dióxido de Azufre (SO₂) tienen valores que están dentro del rango permisibles dispuesto por el TULSMA. Para este mismo lugar se realizó un estudio del material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) y del material particulado menor a 2.5 micras (PM_{2.5}) teniendo como resultado para PM₁₀ el valor de aproximadamente 70 µg/m³ que está por debajo del límite permitido por el TULSMA de 100 µg/m³ y para PM_{2.5} el valor aproximado de 30 µg/m³ que también están por debajo del límite permitido por el TULSMA de 50 µg/m³ (Espinoza & Guñay, 2013).

En los alrededores del área del proyecto se encuentra, a 3 km una cantera, y ninguna otra fuente contaminante del aire, entonces se puede concluir que para el lugar donde se encuentra el proyecto los parámetros de CO, NO₂, SO₂, PM₁₀ y PM_{2.5}, no sobrepasan los límites permisibles en el aire.

4.5.4 Caracterización de la calidad del suelo existente

A pesar de no contar con estudios cuantitativos sobre la calidad del suelo, los moradores del sector reportaron que aproximadamente hace 20 años en el terreno se criaba ganado vacuno con una alta densidad de estos animales en este lugar, esto género que este suelo se volviera infértil, provocando que en la actualidad este sea un suelo pobre en donde no se puede criar animales, ni tampoco para cultivar arroz que es la principal actividad agrícola del sector.

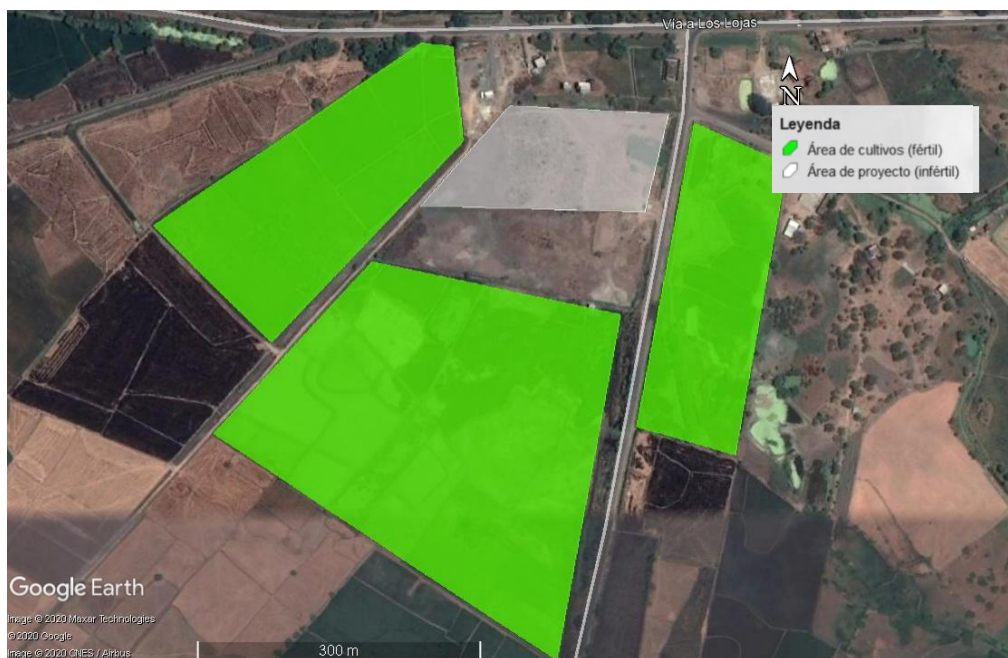
En las visitas al terreno se pudo apreciar claramente esta información, ya que, en los terrenos aledaños al terreno del proyecto existen cultivos de arroz y en el área del proyecto no. Los nutrientes de este suelo ya están perdidos, lo que genera que se le tenga que dar un uso diferente al de la ganadería o agricultura.

Es importante conocer la condición del suelo antes de comenzar el proyecto para poder medir el grado de impacto que el proyecto tendrá sobre este, también para prevenir una contaminación mayor al suelo del terreno.

4.5.5 Caracterización de la vida silvestre

Dentro del área del terreno existe poca vida silvestre destacando unos cuantos patos silvestres, un poco número de chanchos y gallos, estos animales llegaron desde los terrenos aledaños. El tipo de plantas dentro del terreno el solo maleza, monte, no existe ningún tipo de cultivo.

En la Figura 4.2 se aprecia un mapa del sector, donde se identifican las zonas cercanas al proyecto que principalmente contiene vida silvestre de tipo vegetal, como lo son los cultivos de arroz y también se identifica la zona del proyecto que es infértil en su totalidad.



**Figura 4.2 Mapa de las zonas de cultivos de arroz fuera del área del proyecto
(Google Earth, 2020)**

4.6 Valoración de los impactos ambientales

Para evaluar el impacto ambiental del proyecto en el sector donde está ubicado, se realiza una Matriz de valoración de impactos ambientales. Esta matriz puede ser realizada de varias formas, el método escogido fue el de Vicente Coneza Fernández-Vítora.

Tabla 4.2 Matriz de evaluación de Impactos Ambientales (Segura, A., Vélez, F., 2020)

			IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA ESTE ESTUDIO															VALORACION												
ACTIVIDADES	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	Severidad (S)			Probabilidad Ocurrencia (P)			(T)	Extensión (E)			Intensidad (I)			Duración (Du)			Desarrollo (De)			Recuperación (R)			Interacción (Ia)			(Mg)	(Imp)	
			1	2	3	1	2	3	Relevancia del Impacto	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	Magnitud del Impacto Mg = E + I + Du + De + R + Ia	Importancia del Impacto Imp = Mg x T	
Desbroce y limpieza de la vegetación	Remoción de la capa vegetal	Perdida de flora y fauna presente	2					3	6	1						2			2			1			0			8	48	
	Generación de Polvo	Contaminación del aire	2					3	6	1		0						2	0						1			4	24	
	Generación de CO2	Contaminación del aire			3			3	9	1			1							2		1				1			6	54
	Mantenimiento de Maquinarias	Contaminación del suelo con hidrocarburos	2			1			2	0			0							1		1				1			3	6
	Ruido de maquinarias	Contaminación acústica y afectación a la calidad de vida de los vecinos			3			2	6	1				1				1			2	0			0				5	30
Definición de zonas	Colocación de tiza	Alteración al suelo	2					2	4	0			1				2			2			2		1			8	32	
Movimiento de tierra	Generación de CO2	Contaminación del aire			3			3	9	1			1			0				2		1			1			6	54	

	Mantenimiento de Maquinarias	Contaminación del suelo con hidrocarburos	2	1	2	0	0	0	2	1	1	4	8
	Generación de Polvo	Contaminación del aire	2	3	6	1	0	0	2	0	1	4	24
	Ruido de maquinarias	Contaminación acústica y afectación a la calidad de vida de los vecinos	3	2	6	1	1	1	2	0	0	5	30
Relleno	Generación de CO2	Contaminación del aire	3	3	9	1	1	0	2	1	1	6	54
	Mantenimiento de Maquinarias	Contaminación del suelo con hidrocarburos y alteración de características físicas y químicas del suelo	2	1	2	0	0	0	2	1	1	4	8
	Movimiento del suelo	Alteración del suelo	2	3	6	1	0	0	2	0	1	4	24
	Ruido de maquinarias	Contaminación acústica y afectación a la calidad de vida de los vecinos	3	2	6	1	1	1	2	0	0	5	30
Implantación de servicios básicos	Colocación de batería sanitaria temporal	Evitar la contaminación por aguas negras durante la construcción	1	3	3	0	1	0	1	0	0	2	6
Áreas verdes	Colocación de una barrera vegetal en los linderos del terreno	Purificación del aire	1	3	3	1	1	2	0	0	0	4	12
Construcción de cimentación y contrapiso	Necesidad de contratar mano de obra	Generación de plazas de trabajo para los habitantes del sector	1	3	3	1	1	1	1	0	0	4	12

	Consumo de agua para generar mezcla de hormigón	Afectación al suelo donde se realiza la mezcla y contaminación del agua superficial			3			3	9	0			1	0			1		1		1		4	36	
Soldado y Montaje de la estructura metálica	Necesidad de contratar mano de obra	Generación de plazas de trabajo para los habitantes del sector	1					3	3	1			1		1				0			0		4	12
	Proceso de soldadura	Contaminación del aire por emisión de gases efecto de la soldadura			3			3	9	1			1	0					1			1		6	54
	Modificación del paisaje	Alteración del paisaje del sector		2				3	6	1			1			2				2		0		7	42
Colocación de Biodigestor	Pre-tratamiento de aguas negras	Descarga de agua pre-tratada al suelo	1					3	3	0			2		2	0			0			0		4	12

Los puntajes de importancia del impacto de la Tabla 4.2 indican que los siguientes resultados. Las actividades con una importancia alta de impacto son: (i) alteración del paisaje del sector, (ii) contaminación del aire por emisión de gases efecto de la soldadura, (iii) afectación al suelo donde se realiza la mezcla y contaminación del agua, (iv) contaminación acústica y afectación a la calidad de vida de los vecinos, (v) contaminación del aire y (vi) pérdida de flora y fauna presente. Además, existen impactos con un grado de riesgo medio los cuales son: (i) alteración de suelo y (ii) generación de polvo.

El resto de los impactos tienen un grado de riesgo bajo o no significativo, cabe destacar que ningún impacto tiene un grado Intolerable, lo que quiere decir que el proyecto puede proceder tomando las medidas necesarias para reducir el grado de riesgo.

4.7 Medidas de prevención

Este apartado tiene como objetivo establecer estrategias para la prevención de los impactos producidos por la alteración del sector donde se encuentra el proyecto. De esta forma se reducirá la huella causada en la obra civil.

En la Tabla 4.3 se encuentran algunas medidas de prevención para reducir el impacto, por ejemplo, para prevenir la pérdida de la flora y la fauna presente se deben restaurar las áreas intervenidas de tal manera que su condición sea igual o mejor a la inicial, para disminuir el impacto por alteración del paisaje del sector lo mejor es colocar bastantes áreas verdes para reducir el contraste del sector.

Tabla 4.3 Medidas de mitigación para cada impacto ambiental con grado de riesgo alto o medio (Segura, A., Vélez, F., 2020)

Impacto Ambiental	Medidas De Prevención
Perdida de flora y fauna presente.	Restaurar todas las áreas intervenidas de tal manera que su condición sea igual o mejor a la existente
Generación de Polvo	Controlar que los vehículos, maquinarias y volquetas que transiten en zonas sin pavimento, lo hagan a menos de 20 km/h. Mantener regados los espacios donde se transportan.
Generación de CO2	Asegurarse que toda la maquinaria que cargue y descargue material en obra tengan el certificado de revisión técnico-mecánico vigente - Ley 769 de 2002 - Código Nacional de Tránsito
Contaminación acústica y afectación a la calidad de vida de los vecinos	Usar barreras acústicas para que estas absorban parte del ruido. Usar materiales amortiguadores y reductores de ruido.
Afectación al suelo donde se realiza la mezcla y contaminación del agua superficial	Realizar las mezclas de concreto sobre una geomembrana, para evitar generar desperdicios sobre el suelo y el agua.
Contaminación del aire por emisión de gases efecto de la soldadura	Optar por tener marcas reconocidas para minimizar la emisión de estos gases. Se debe hacer un diseño óptimo de la soldadura para ocupar menos de esta.
Alteración del paisaje del sector	Colocación de bastantes áreas verdes para reducir el contraste con el sector

4.8 Conclusión

Fueron definidas las actividades que producen en las distintas fases de proyecto, de las cuales se valoraron con la ayuda de la matriz de valoración para obtener las actividades de grado de riesgo medio y alto.

Se establecieron medidas de prevención en la Tabla 4.3 las cuales son importantes para reducir el impacto generado por la obra civil en el sector.

Según el MAE el proyecto es de tipo 1 debido a que, es una construcción de parques de bodegas que cuenta con un área construida superior a 2000 m², es por ello que se debería tener presente antes de construir, obtener una licencia ambiental debido a su alto impacto ambiental.

Las malas condiciones en las que el suelo del terreno es encontrado antes del proyecto, reducen el grado de impacto que se generará sobre este, debido a que es un suelo infértil donde no hay ningún tipo de vegetación o cultivo, es importante aclarar que de igual manera se deben de seguir las medidas de prevención para la afectación del suelo.

Las actividades que generan mayor impacto son la generación de CO₂, la recomendación para disminuir el impacto de esta actividad es el controlar que todo tipo de vehículo en obra tenga un certificado de revisión técnico-mecánico vigente, la otra actividad que genera un alto impacto es la pérdida de flora y fauna, para prevenir este impacto se tiene que restaurar las aéreas intervenidas de tal manera que su condición sea igual o mejor a la existente antes de comenzar el proyecto.

Siguiendo los lineamientos y medidas expuestos para prevenir el impacto ambiental en la ejecución, operación y cierre del proyecto, es posible decir que el proyecto es sostenible ambientalmente.

Para reducir el tiempo de construcción de la obra se optó por dividir en dos grupos de trabajo, uno para cada galpón, aunque de existe la posibilidad de realizar la obra más lento pagando menos dinero por mes.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Al finalizar el diseño de los galpones con sus respectivas instalaciones de agua potable, servidas y pluviales, se logró un diseño óptimo que se basa en las normas locales e internacionales. Para conseguirlo, se utilizó herramientas computacionales como el programa Sap2000 para analizar el sistema estructural del galpón, AutoCAD para elaborar correctamente los planos, Revit facilitó el modelado en 3D para apreciar mejor el proyecto de una forma más realista y Microsoft Project agilizó la elaboración del cronograma de obra generando la ruta crítica automáticamente, las cuales ayudaron significativamente el tiempo de diseño.

Se añade que, el presupuesto fue realizado con precios reales y actuales del mercado, basándose en las revistas de la cámara de la construcción que proporciona análisis de precios unitarios con sus cuadrillas y rendimientos adecuados. El cronograma se lo elaboro a manera de que las actividades se realicen de forma óptima reduciendo el tiempo de cada uno, además de considerar los feriados del año y disminuir los imprevistos en la obra.

Se destaca de que el proyecto tiene una visión a una construcción sustentable y sostenible, es por esto la implementación de un biodigestor, que sirve como un tratamiento primario de aguas residuales, la cual el agua puede ser utilizado para jardines, su diseño fue realizado al caudal de descarga que genera cada bodega. También, la implementación de una canaleta en la cubierta para recolectar las aguas lluvias y ser distribuidas al lago que se encuentra el terreno, para posteriormente utilizarla como agua de riego para las plantas.

En todo caso, se debe de revisar el diseño de la cimentación, debido a que, por falta de ensayos de consolidación del suelo encontrado en el terreno, se tuvieron que asumir valores, las cuales fueron investigados en varias fuentes confiables en donde realizaron ensayos a varios tipos de suelos en la ciudad de Guayaquil ciertas

encontrados en fuentes bibliográficas de otros estudios a suelos arcillosos de la ciudad de Guayaquil.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda hacer más estudios de suelos, debido a que la norma exige mínimo 3 perforaciones en el área de construcción, considerando una profundidad de excavación que depende de la carga proveniente de las columnas y de las dimensiones de la zapata aislada. También, realizar mínimo 3 ensayos de consolidación para comprobar que los valores asumidos estén acordes a la realidad del suelo existente en el terreno y comprobar sus asentamientos.

Para la construcción de las bodegas es recomendable tener un ingeniero ambiental en la obra para que desarrolle un plan de prevención y mitigación ambiental.

La seguridad ocupacional es muy importante, es por esto que siempre es bueno contar con un ingeniero en seguridad que pueda proveer de estrategias necesarias para prevenir algún accidente en obra.

Para el diseño de estructuras metálicas es importante aprovechar al máximo el material, para esto hay que tener en cuenta las longitudes comerciales de los perfiles, por ejemplo, la longitud comercial de una correa es de 6 m, entonces lo mejor sería separar los pórticos a menos de 6 m.

Antes de empezar el proyecto, es favorable tener la altimetría del terreno, para que el rubro de corte y relleno tenga un valor más preciso y no comprometa al presupuesto final.

BIBLIOGRAFÍA

6. BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio del Ambiente. (19 de Agosto de 2019). *Consulta de Actividad Ambiental*.
Obtenido de Catalogo de Actividades Ambientales:
http://suia.ambiente.gob.ec/bg/catalogo_ambiental
- Arguelles, R. (1975). *Estructura Metálica Hoy* (Segunda ed., Vol. I). Madrid: Librería Técnica Bellisco.
- Barzola, F., & Carriel, W. (2019). Diseño e Implementación de Sistemas de Galpones, Vía de Acceso y Edificaciones Anexas para Granja Avícola del Grupo MEVERIC en la Parroquia Progreso. (*Tesis de grado*). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Beckmann , F., & Fernández, A. (s.f.). Diseño de un Galpón Bodega, Espacio de Maniobra y Accesos en el Sector Este del Campus Politécnico Gustavo Galindo . (*Tesis de grado*). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- El Comercio. (11 de octubre de 2018). Tren Playero unirá a 3 provincias costeras. *El Comercio*.
- El Telégrafo. (28 de Mayo de 2018). *El 41% de las industrias del país se desarrolla en Guayas*.
- El Telégrafo. (01 de junio de 2019). Daule prepara el camino para ser un polo de desarrollo. *El Telégrafo*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/polo-desarrollo-daule-guayas-ecuador>
- Espinoza, C., & Guzñay, D. (2013). Estudio de Impacto Ambiental Expost de la Cantera San Antonio Ubicada en la Parroquia la Aurora del Cantón Daule. (*Tesis de Postgrado*). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL, Guayaquil, Ecuador.
- Expreso. (07 de Julio de 2020). Samborondón lanza proyecto urbanístico del que se desconoce cuándo estará listo. *Expreso*.
- GAD del cantón Daule. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Daule 2015-2025*. Obtenido de daule.gob.ec

- INAMHI. (2012). *Anuario Meteorológico*. Quito, Ecuador.
- INAMHI. (2013). *Anuario Hidrológico*. Quito, Ecuador.
- Luna, J. F., & Muñoz, C. A. (2013). Analisis Estructural y Económico de Alternativas de Pórticos para Estructuras Industriales, aplicado al Proyecto de MARGLOBAL Ubicado en la Parroquia Calderón, Cantón Quito, Provincia de Pichincha. Quito, Ecuador.
- McCormac, J., & Csernak, S. (2012). *Diseño de Estructuras de Acero* (Quinta ed.). Alfaomega. doi:ISBN: 978 607 707 559 2
- Moreno, C., & Salazar, C. (2017). Determinación y cuantificación de compuestos organoclorados y metales en sedimentos del río Daule, sector Balzar- Santa. (*Tesis de Grado*). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, Guayaquil, Ecuador.
- NEC - SE - CG. (2015). *Cargas (No Sísmicas)*. Ecuador.
- NEC - SE - DS. (2015). *Peligro Sísmico*. Ecuador.
- Pourrut, P., Róvere, O., Romo, I., & Villacrés, H. (s.f.). Clima del Ecuador - Artículo III. *El agua en el Ecuador*, 13-21.
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (2010). *Fallas Geológicas*.
- Segui, W. T. (2007). *Steel Design* (Quinta ed.). Cengage Learning. doi:ISBN-13: 978-1-111-57600-4
- Sistema Unico de Informacion Ambiental - SUIA. (2015). *Catalogo: Categorización Ambiental Nacional (CCAN)*. Quito: Ministerio del Ambiente.
- ACI 318-14. (2014). *ACI 318-14: Building Code Requirements for St.*
- American Institute of Steel Construction. (2010). ANSI/AISC 360-10. Specification for Structural Steel Buildings. *American Institute of Steel Construction*, 610. <https://doi.org/111>
- Carmona, R. P. (2011). *Rafael Pérez Carmona*.
- Das, B. M. (2001). *Ingeniería Geotécnica*.
- Das, B. M. (2011). *Fundamentos ingeniería cimentaciones*.
- Fisher; James M. (2006). Base Plate and Anchor Rod Design. *AISC Design Series*, 73.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2015). Compendio estadístico. *Inec*, 494.
- McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2011). *Diseño de concreto reforzado*.
- NEC. (2011). *NEC-11*.

- NEC - GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES. (2014). *Geotécnia y cimentaciones*.
- Neufert, P., Mitmann, P., & Graf, P. (1995). *El arte de Proyectar - Neufert.pdf*.
- Tanya, E., & Mancilla, P. (2019). *Universidad De Guayaquil Tutor* : 83.
- Thornton, W. A. (1991). Design of base plates for wide flange columns. A concatenation of methods. *Engineering Journal*, 27(4), 173–174.
- Valle, P., Acosta, A., & Salvatierra, C. (2011). *Agregados Utilizados en Obras Civiles extraídos de la Cantera San Luis*. 203.
- Vera-Grunauer, X. F. (2014). *Seismic Response of a Soft, High Plasticity, Diatomaceous Naturally Cemented Clay Deposit*. 910 pp.

APÉNDICES

7. APÉNDICE A

Información relevante al Proyecto

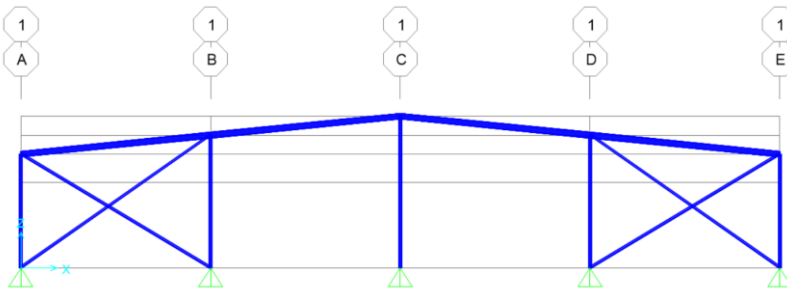


Figura 7.1 Pórtico arriostrado del eje x

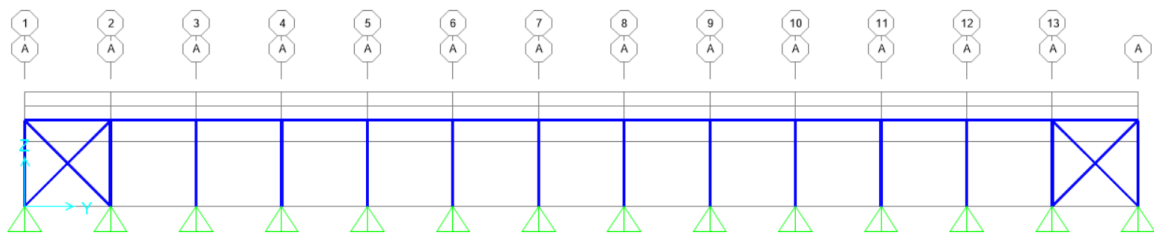


Figura 7.2 Pórtico arriostrado del eje y

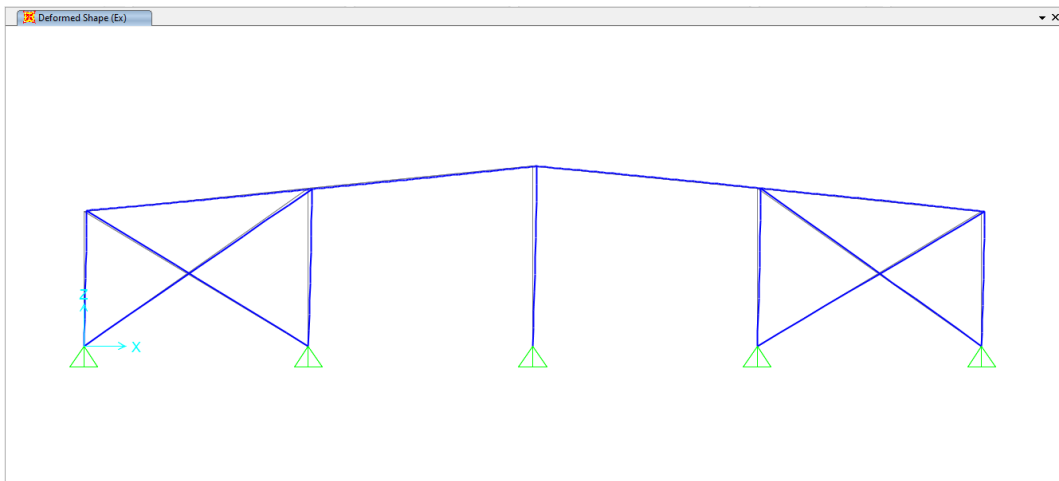


Figura 7.3 Deformada debido al Sismo en x

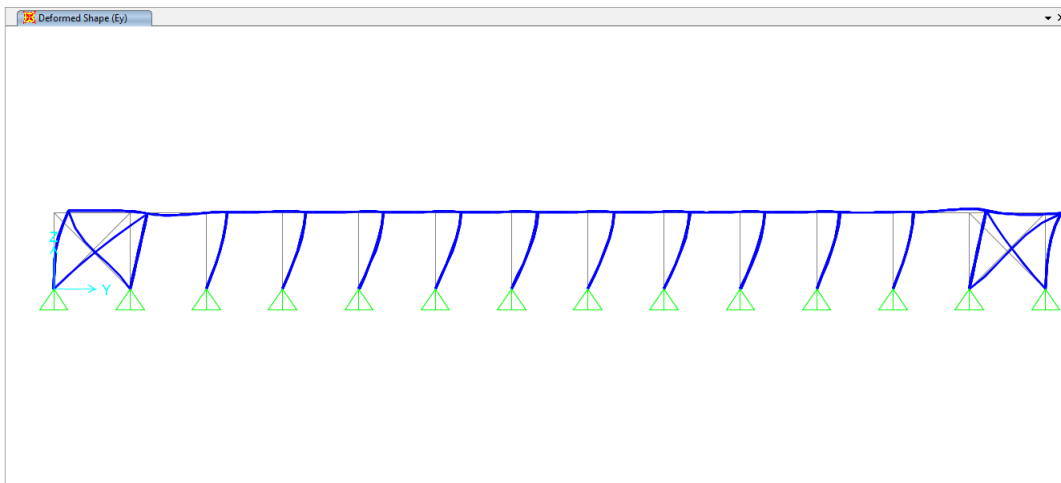


Figura 7.4 Deformada debido al Sismo en y

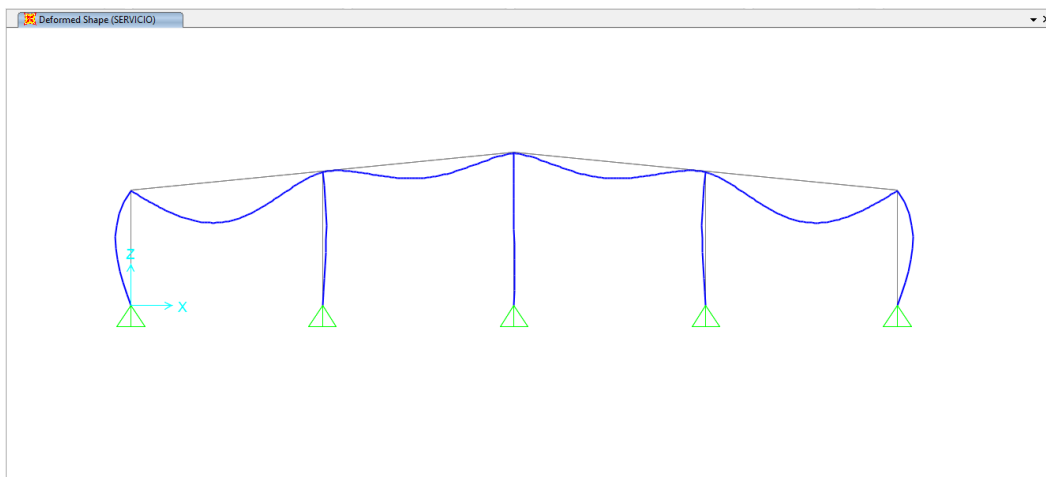
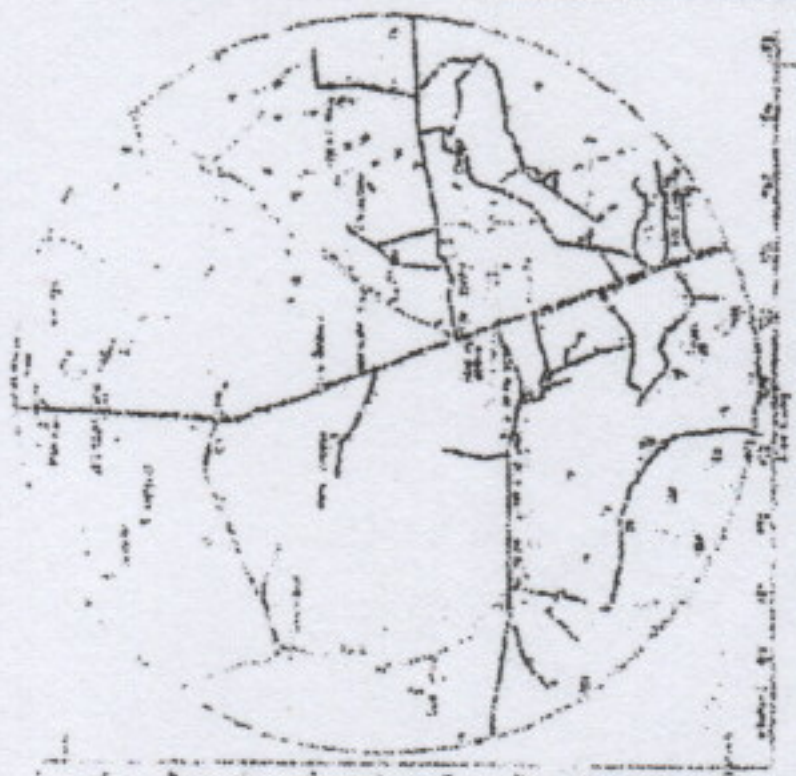


Figura 7.5 Deformada debido a la combinación de carga de Servicio

Tabla 7.1 Periodos de la estructura hasta el Modal 12

TABLE: Modal Participating Mass Ratios			
OutputCase	StepType	StepNum	Period
Text	Text	Unitless	Sec
MODAL	Mode	1	0.442626
MODAL	Mode	2	0.336185
MODAL	Mode	3	0.232868
MODAL	Mode	4	0.206642
MODAL	Mode	5	0.192251
MODAL	Mode	6	0.188534
MODAL	Mode	7	0.184889
MODAL	Mode	8	0.183733
MODAL	Mode	9	0.181201
MODAL	Mode	10	0.17657
MODAL	Mode	11	0.169585
MODAL	Mode	12	0.161342



UBICACION ESC. 1:30000

UBICACION GENERAL
 PROVINCIA GUAYAS
 CANTON DALLE
 PARROQUIA LOS LOJAS
 SECTOR YOLAI
 PREDIO LOTE 1

CUADRO DE AREAS

LOTE	AREA
LOTE 1A	2.00 Hect.
LOTE 1	2.14 Hect.
LOTE AREA DERECHO MAL	0.92 Hect.
AREA TOTAL	4.66 Hect.

PUNTO	LOTE #1	
	ESTE	NORTE
1	620814.91	9782081.43
2	620974.05	9782073.90
3	620959.41	9781994.76
C	620954.27	9781969.11
B	620716.78	9781975.30
1	620814.91	9782082.43

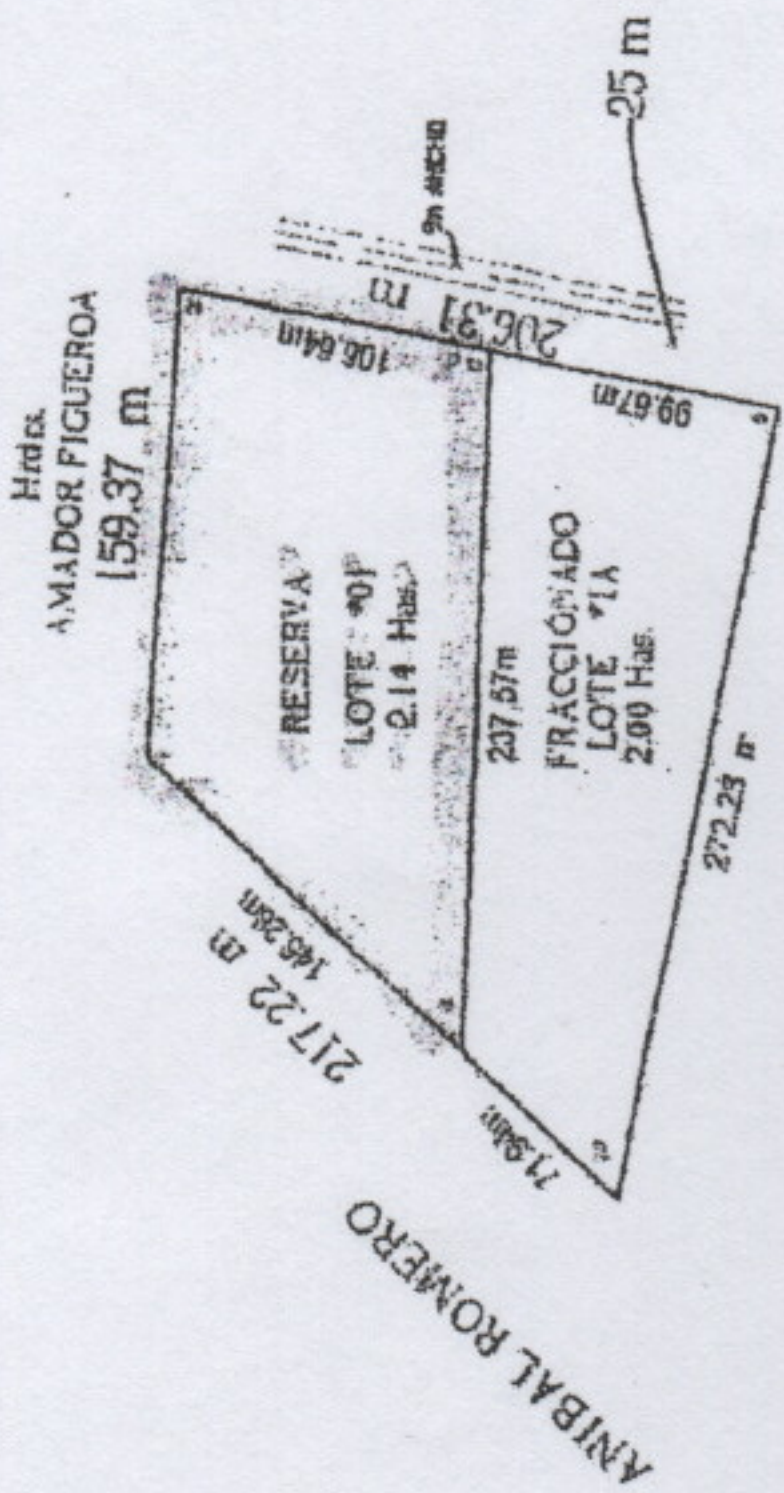
VERTICE	LOTE 1A	
	ESTE	NORTE
B	620716.78	9781975.30
C	620954.27	9781969.11
4	620947.47	9781935.20
5	620997.93	9781883.49
6	620935.59	9781871.21
20	620669.16	9781922.25
B	620716.78	9781975.30

LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO

REYNA PILAR MARTILLO GARCIA

LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO
 COORDENADAS, UBICACION

PROYECTO	WGS 84	UTM	ESTACION TOTAL	ESTACION
PROYECTO	WGS 84	UTM	ESTACION TOTAL	ESTACION
PROYECTO	WGS 84	UTM	ESTACION TOTAL	ESTACION



PLANO GENERAL
 CODIGO 11785
 COD. CAT. 7 - 14 - 66

LOTE #02



[Signature]

John Patricia Alvarado Dávalos
 INGENIERO CIVIL

REG. PROF. 69-2867
 REG. ALIBRADO 01941
 No. Folio 42000914
 Céd. Ident. 0998464764

620100
 620050
 620700
 620850
 621000

9781875
 9781875
 9781725
 9781575
 9781425



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

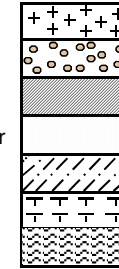
Obra: Galpón para uso de bodegas
Ordena: Sr. Alexander Segura
Lugar: Vía las Lojas, sector Yolan
Fecha: 25 de Mayo de 2020

Calicata: 1
Nivel Freático: -1,00 metro

NOMENCLATURA

W.- contenido de humedad %
 Ip.- índice plástico %
 C.- consistencia relativa
 Ym.- peso volumétrico húmedo Kg/m³
 qu.- resistencia a la compresión simple Kg/cm²
 Tamices (Nº 4-200).- pasante acumulado

Po.- presión efectiva Kg/cm²
 Lw.- limite liquido %
 N.- numero de golpes estandar
 E.- deformación en rotura %



Relleno
 Grava
 Arcilla
 Arena
 Limo
 Turba
 Mat. Orgánica

Muestra Nº	Profundidad (m)	Descripción Visual	Estratigrafia	S.U.C.S	W (%)	Lw	Ip	C1	Ym	Po	No 4	No 200	E	qu	N
1	0,50 - 0,90	Arcilla de alta plasticidad		CH	33	70	44		1556		100	98	6,26	0,78	--

Calicata: 2
Nivel Freático: -1,00 metro

Muestra Nº	Profundidad (m)	Descripción Visual	Estratigrafia	S.U.C.S	W (%)	Lw	Ip	C1	Ym	Po	No 4	No 200	E	qu	N
1	0,50 - 0,90	Arcilla de alta plasticidad		CH	39	75	50		--		100	95	2,68	0,56	--

Luis E. Figueroa R.
 Ingeniero Civil



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Proyecto: Galpones para uso de bodegas

Ordena: Sr. Alexander Segura

Lugar: Santa Adriana

Fuente del Material: Calicata 1

Descripción del Material: Arcilla de alta plasticidad café verdosa

Fecha: 25 de Mayo de 2020

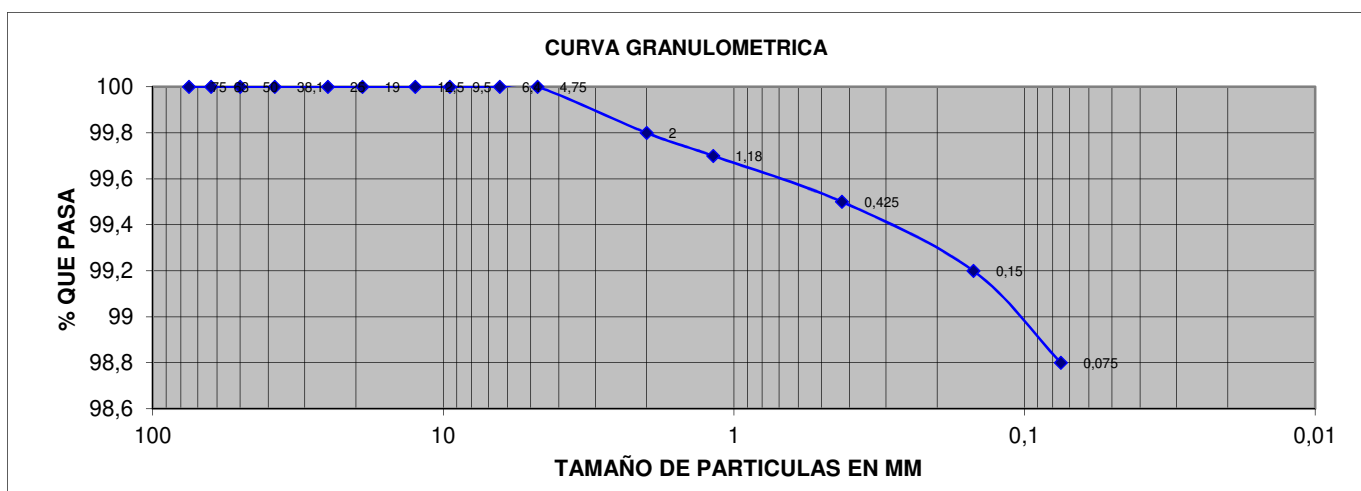
Muestra: 1

Profundidad: 0,50 mts

TAMIZ	Tamiz mm	PESO PARCIAL	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"	75	0	0,00	0,00	100,00	100
2 1/2 "	63	0	0,00	0,00	100,00	----
2"	50	0	0,00	0,00	100,00	----
1 1/2"	38,1	0	0,00	0,00	100,00	----
1"	25	0	0,00	0,00	100,00	----
3/4"	19	0	0,00	0,00	100,00	----
1/2"	12,5	0	0,00	0,00	100,00	----
3/8"	9,5	0	0,00	0,00	100,00	----
1/4"	6,4	0	0,00	0,00	100,00	----
No. 4	4,75	0	0,00	0,00	100,00	----
No. 10	2	2	0,20	0,20	99,80	----
No. 16	1,18	1	0,10	0,30	99,70	----
No. 40	0,425	2	0,20	0,50	99,50	----
No. 100	0,15	3	0,30	0,80	99,20	----
No. 200	0,075	4	0,40	1,20	98,80	0 -- 20
FONDO		988	98,80	100,00	0,00	
TOTAL		1000,00	100,00			

Observaciones: Clasificación SUCS = CH (Arcilla de alta plasticidad)

Clasificación AASTHO = A-7-6 (Suelo arcilloso)



Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

Tel : 2886360 - 2882086 - 0991210963

Email : lemco.lf@gmail.com

Sta. Elena : Cdla. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) Tel : 2953686 - 0990642991

Email : lemco.ip@gmail.com



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO

Proyecto: Galpones para uso de bodegas

Ordena: Sr. Alexander Segura

Lugar: Santa Adriana

Fuente del Material: Calicata 1

Descripción del Material: Arcilla de alta plasticidad café verdosa

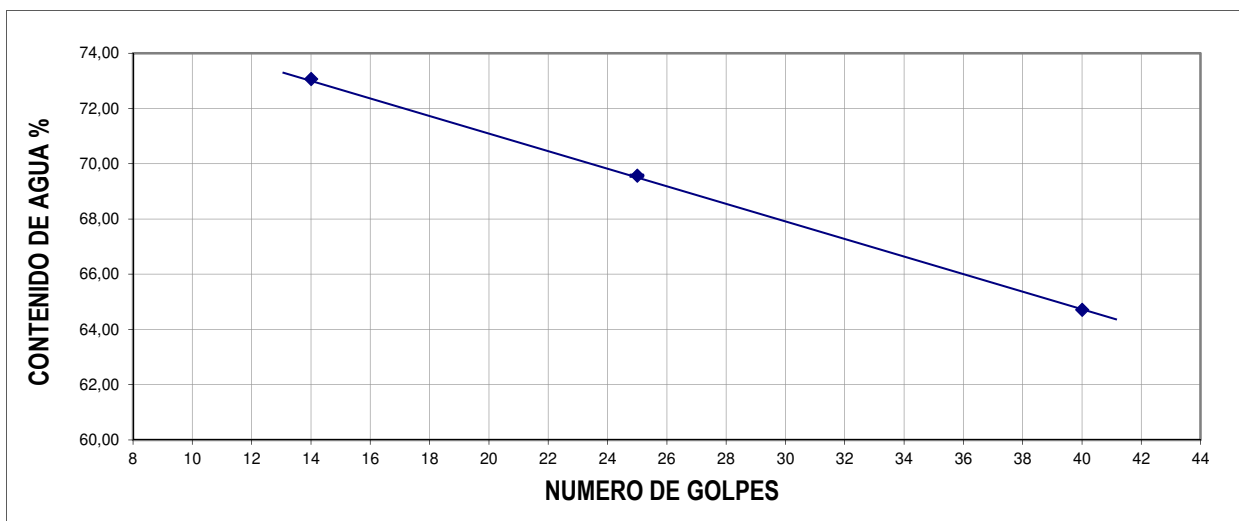
Fecha: 25 de Mayo de 2020

Muestra: 1

Profundidad: 0,50 mts

LIMITE LIQUIDO

Paso N°			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Recipiente N°			bx37	bx34	bx35						
peso en gramos	Recipiente + peso humedo		26,49	26,30	26,10						
	Recipiente + peso seco		22,51	22,87	21,84						
	Agua	Ww	3,98	3,43	4,26						
	Recipiente		16,36	17,94	16,01						
	Peso Seco	Ws	6,15	4,93	5,83						
Contenido de agua		W	64,72	69,57	73,07						69,57
Número de golpes			40	25	14						25



LIMITE PLÁSTICO

Paso N°			1	2	3	4	5	6	7
Recipiente N°			vx24	vx22	vx32				
peso en gramos	Recipiente + peso humedo		9,68	9,61	8,18				
	Recipiente + peso seco		9,50	9,44	7,99				
	Agua	Ww	0,18	0,17	0,19				
	Recipiente		8,78	8,74	7,22				
	Peso Seco	Ws	0,72	0,70	0,77				
Contenido de agua		W	25,00	24,29	24,68				

WI= 69,57

Wp= 24,65

Ip= 44,92

Simbolo de la carta de plasticidad (CH)

Observaciones:

Arcilla de alta plasticidad

Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

Tel : 2886360 - 2882086 - 0991210963

Email : lemco.lf@gmail.com

Sta. Elena : Cdla. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) Tel : 2953686 - 0990642991

Email : lemco.ip@gmail.com



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Proyecto: Galpones para uso de bodegas

Ordena: Sr. Alexander Segura

Lugar: Santa Adriana

Fuente del Material: Calicata 1

Descripción del Material: Arcilla de alta plasticidad vercosa

Fecha: 25 de Mayo de 2020

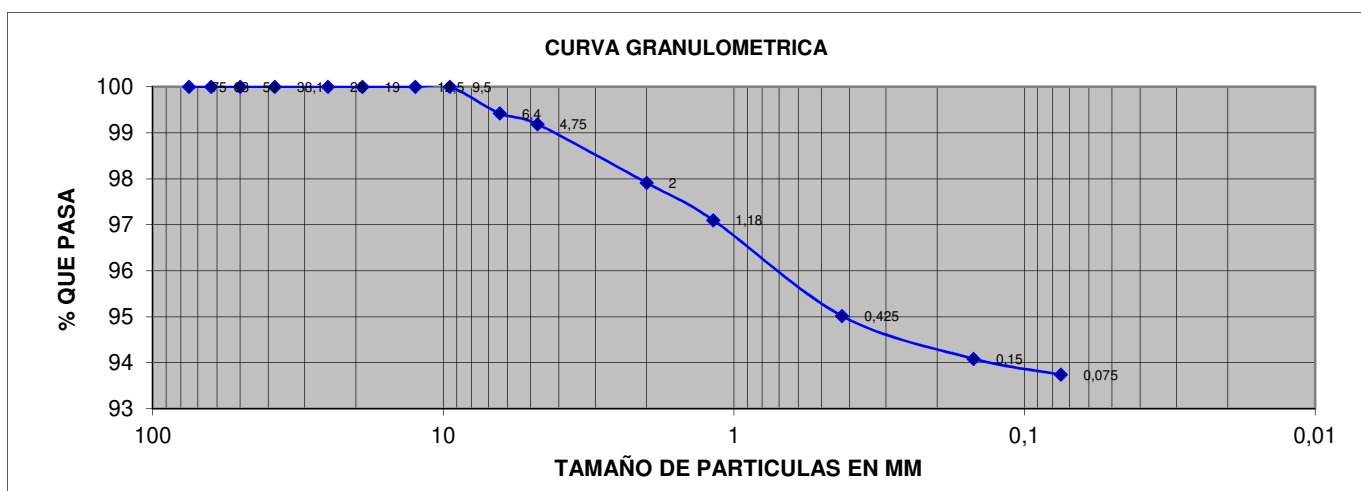
Muestra: 2

Profundidad: 0,90 mts

TAMIZ	Tamiz mm	PESO PARCIAL	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"	75	0	0,00	0,00	100,00	100
2 1/2 "	63	0	0,00	0,00	100,00	----
2"	50	0	0,00	0,00	100,00	----
1 1/2"	38,1	0	0,00	0,00	100,00	----
1"	25	0	0,00	0,00	100,00	----
3/4"	19	0	0,00	0,00	100,00	----
1/2"	12,5	0	0,00	0,00	100,00	----
3/8"	9,5	0	0,00	0,00	100,00	----
1/4"	6,4	5	0,58	0,58	99,42	----
No. 4	4,75	2	0,23	0,81	99,19	----
No. 10	2	11	1,27	2,09	97,91	----
No. 16	1,18	7	0,81	2,90	97,10	----
No. 40	0,425	18	2,09	4,98	95,02	----
No. 100	0,15	8	0,93	5,91	94,09	----
No. 200	0,075	3	0,35	6,26	93,74	0 -- 20
FONDO		809	93,74	100,00	0,00	
TOTAL		863,00	100,00			

Observaciones: Clasificación SUCS = CH (Arcilla de alta plasticidad)

Clasificación AASTHO = A-7-5 (Suelo arcilloso)



Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

Tel : 2886360 - 2882086 - 0991210963

Email : lemco.lf@gmail.com

Sta. Elena : Cdla. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) Tel : 2953686 - 0990642991

Email : lemco.ip@gmail.com



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO

Proyecto: Galpones para uso de bodegas

Ordena: Sr. Alexander Segura

Lugar: Santa Adriana

Fuente del Material: Calicata 1

Descripción del Material: Arcilla de alta plasticidad verdosa

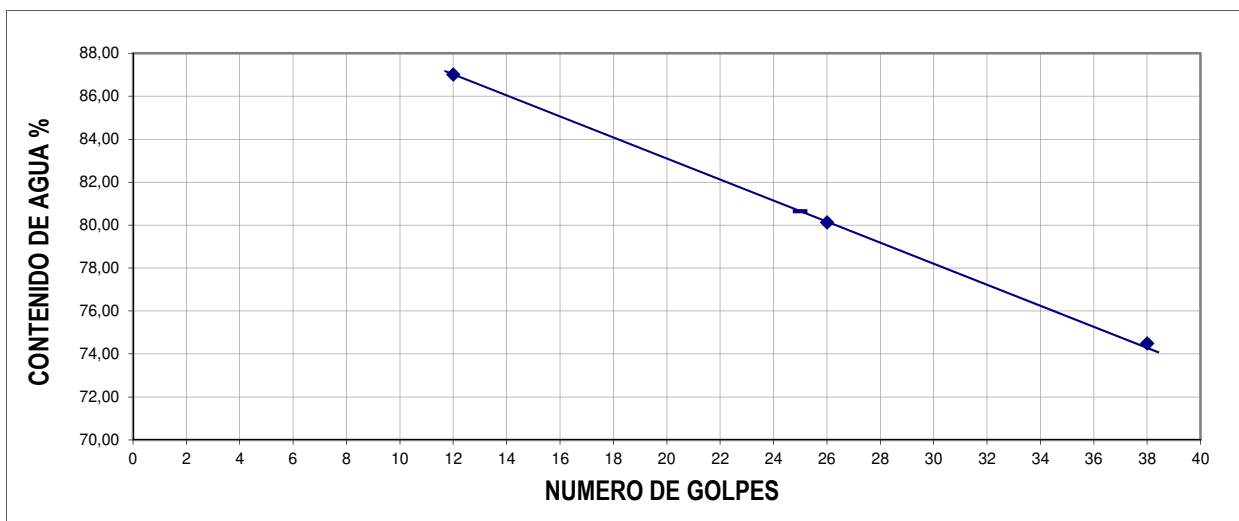
Fecha: 25 de Mayo de 2020

Muestra: 2

Profundidad: 0,90 mts

LIMITE LIQUIDO

Paso Nº			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Recipiente Nº			bx20	bx6	bx11						
peso en gramos	Recipiente + peso humedo		25,66	25,68	25,60						
	Recipiente + peso seco		22,30	22,09	22,18						
	Agua	Ww	3,36	3,59	3,42						
	Recipiente		17,79	17,61	18,25						
	Peso Seco	Ws	4,51	4,48	3,93						
Contenido de agua		W	74,50	80,13	87,02						80,65
Número de golpes			38	26	12						25



LIMITE PLÁSTICO

Paso Nº			1	2	3	4	5	6	7
Recipiente Nº			vx10	vx23	vx6				
peso en gramos	Recipiente + peso humedo		9,76	9,31	9,43				
	Recipiente + peso seco		9,57	9,17	9,26				
	Agua	Ww	0,19	0,14	0,17				
	Recipiente		9,01	8,76	8,75				
	Peso Seco	Ws	0,56	0,41	0,51				
Contenido de agua		W	33,93	34,15	33,33				

WI= 80,65

Wp= 33,80

Ip= 46,85

Simbolo de la carta de plasticidad (CH)

Observaciones:

Arcilla de alta plasticidad

Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

Tel : 2886360 - 2882086 - 0991210963

Email : lemco.lf@gmail.com

Sta. Elena : Cdla. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) Tel : 2953686 - 0990642991

Email : lemco.ip@gmail.com



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Proyecto: Galpones para uso de bodegas

Ordena: Sr. Alexander Segura

Lugar: Santa Adriana

Fuente del Material: Calicata 2

Descripción del Material: Arcilla de alta plasticidad

Fecha: 28 de Mayo de 2020

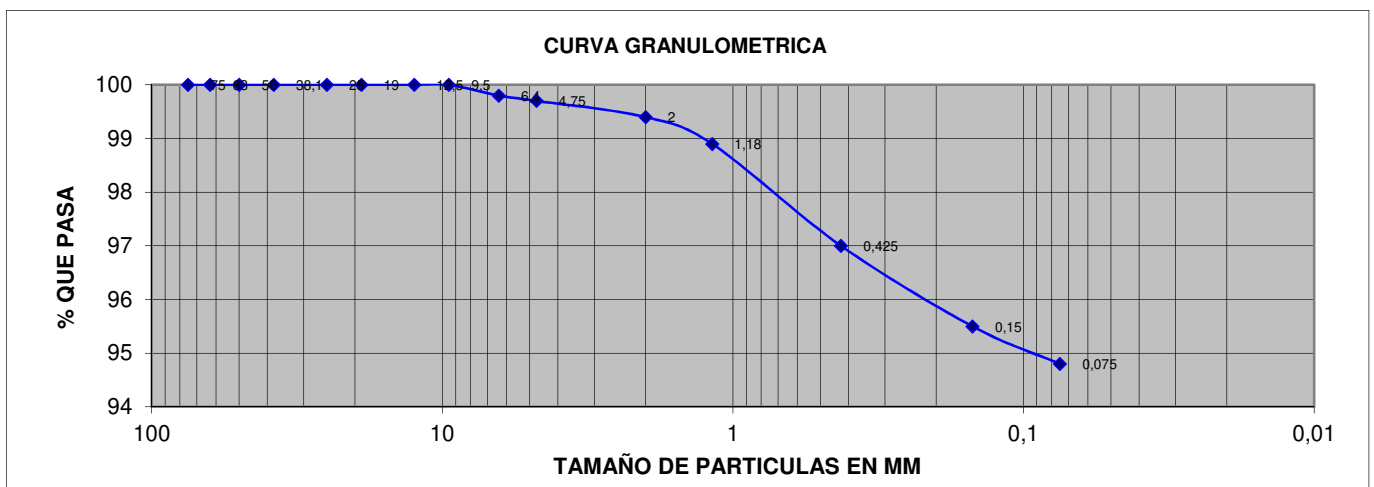
Muestra: 1

Profundidad: 0,50 mts

TAMIZ	Tamiz mm	PESO PARCIAL	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"	75	0	0,00	0,00	100,00	100
2 1/2 "	63	0	0,00	0,00	100,00	----
2"	50	0	0,00	0,00	100,00	----
1 1/2"	38,1	0	0,00	0,00	100,00	----
1"	25	0	0,00	0,00	100,00	----
3/4"	19	0	0,00	0,00	100,00	----
1/2"	12,5	0	0,00	0,00	100,00	----
3/8"	9,5	0	0,00	0,00	100,00	----
1/4"	6,4	2	0,20	0,20	99,80	----
No. 4	4,75	1	0,10	0,30	99,70	----
No. 10	2	3	0,30	0,60	99,40	----
No. 16	1,18	5	0,50	1,10	98,90	----
No. 40	0,425	19	1,90	3,00	97,00	----
No. 100	0,15	15	1,50	4,50	95,50	----
No. 200	0,075	7	0,70	5,20	94,80	0 -- 20
FONDO		948	94,80	100,00	0,00	
TOTAL		1000,00	100,00			

Observaciones: Clasificación SUCS = CH (Arcilla de alta plasticidad)

Clasificación AASTHO = A-7-6 (Suelo arcilloso)



Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

Tel : 2886360 - 2882086 - 0991210963

Email : lemco.lf@gmail.com

Sta. Elena : Cdla. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) Tel : 2953686 - 0990642991

Email : lemco.ip@gmail.com



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO

Proyecto: Galpones para uso de bodegas

Ordena: Sr. Alexander Segura

Lugar: Santa Adriana

Fuente del Material: Calicata 2

Descripción del Material: Arcilla de alta plasticidad

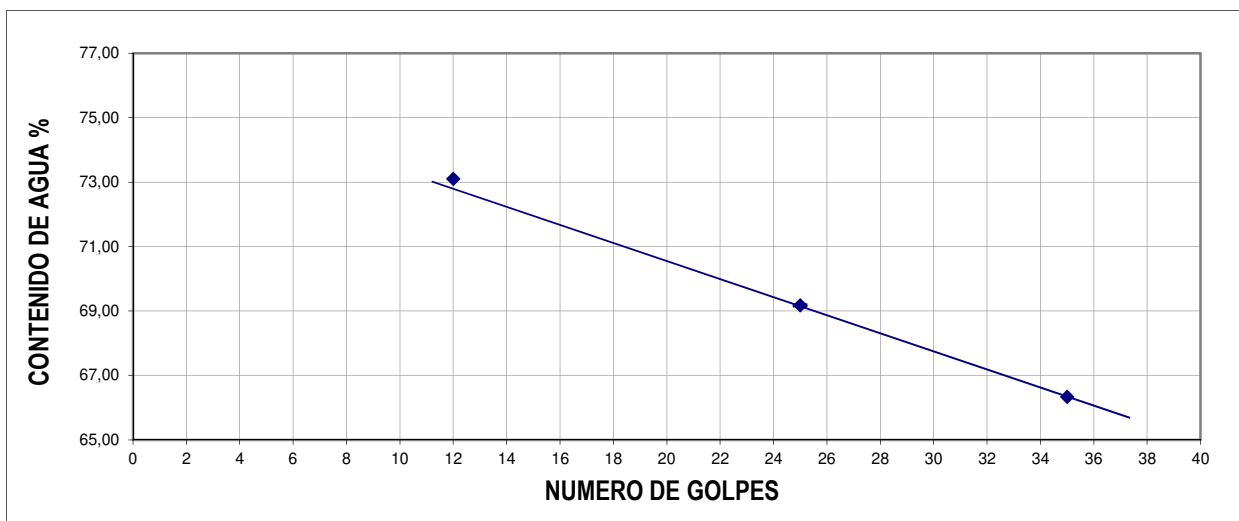
Fecha: 28 de Mayo de 2020

Muestra: 1

Profundidad: 0,50 mts

LIMITE LIQUIDO

Paso N°			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Recipiente N°			bx40	bx3	b38						
peso en gramos	Recipiente + peso humedo		20,90	23,69	20,44						
	Recipiente + peso seco		18,85	21,49	18,51						
	Agua	Ww	2,05	2,20	1,93						
	Recipiente		15,76	18,31	15,87						
	Peso Seco	Ws	3,09	3,18	2,64						
Contenido de agua		W	66,34	69,18	73,11						69,18
Número de golpes			35	25	12						25



LIMITE PLÁSTICO

Paso N°			1	2	3	4	5	6	7
Recipiente N°			#22	#7	#14				
peso en gramos	Recipiente + peso humedo		7,36	7,25	7,33				
	Recipiente + peso seco		7,25	7,16	7,22				
	Agua	Ww	0,11	0,09	0,11				
	Recipiente		6,82	6,81	6,79				
	Peso Seco	Ws	0,43	0,35	0,43				
Contenido de agua		W	25,58	25,71	25,58				

Wl= 69,18

Wp= 25,63

Ip= 43,55

Simbolo de la carta de plasticidad (CH)

Observaciones:

Arcilla de alta plasticidad

Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

Tel : 2886360 - 2882086 - 0991210963

Email : lemco.lf@gmail.com

Sta. Elena : Cdla. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) Tel : 2953686 - 0990642991

Email : lemco.ip@gmail.com



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Proyecto: Galpones para uso de bodegas

Ordena: Sr. Alexander Segura

Lugar: Santa Adriana

Fuente del Material: Calicata 2

Descripción del Material: Arcilla de alta plasticidad vercosa

Fecha: 28 de Mayo de 2020

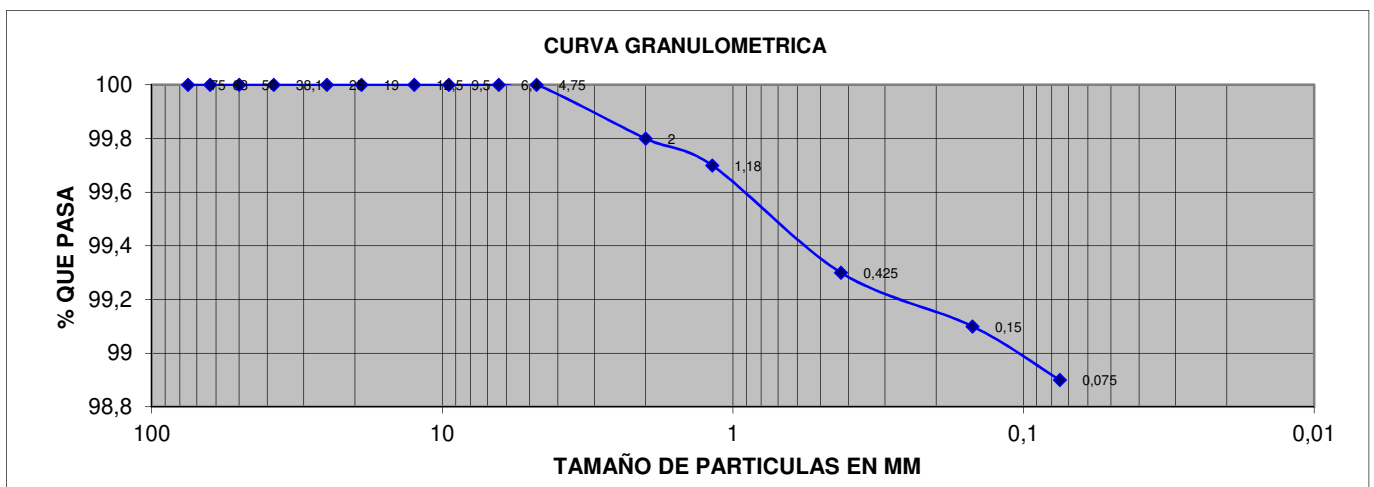
Muestra: 2

Profundidad: 0,90 mts

TAMIZ	Tamiz mm	PESO PARCIAL	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"	75	0	0,00	0,00	100,00	100
2 1/2 "	63	0	0,00	0,00	100,00	----
2"	50	0	0,00	0,00	100,00	----
1 1/2"	38,1	0	0,00	0,00	100,00	----
1"	25	0	0,00	0,00	100,00	----
3/4"	19	0	0,00	0,00	100,00	----
1/2"	12,5	0	0,00	0,00	100,00	----
3/8"	9,5	0	0,00	0,00	100,00	----
1/4"	6,4	0	0,00	0,00	100,00	----
No. 4	4,75	0	0,00	0,00	100,00	----
No. 10	2	2	0,20	0,20	99,80	----
No. 16	1,18	1	0,10	0,30	99,70	----
No. 40	0,425	4	0,40	0,70	99,30	----
No. 100	0,15	2	0,20	0,90	99,10	----
No. 200	0,075	2	0,20	1,10	98,90	0 -- 20
FONDO		989	98,90	100,00	0,00	
TOTAL		1000,00	100,00			

Observaciones: Clasificación SUCS = CH (Arcilla de alta plasticidad)

Clasificación AASTHO = A-7-6 (Suelo arcilloso)



Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

Tel : 2886360 - 2882086 - 0991210963

Email : lemco.lf@gmail.com

Sta. Elena : Cdla. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) Tel : 2953686 - 0990642991

Email : lemco.ip@gmail.com



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO

Proyecto: Galpones para uso de bodegas

Ordena: Sr. Alexander Segura

Lugar: Santa Adriana

Fuente del Material: Calicata 2

Descripción del Material: Arcilla de alta plasticidad verdosa

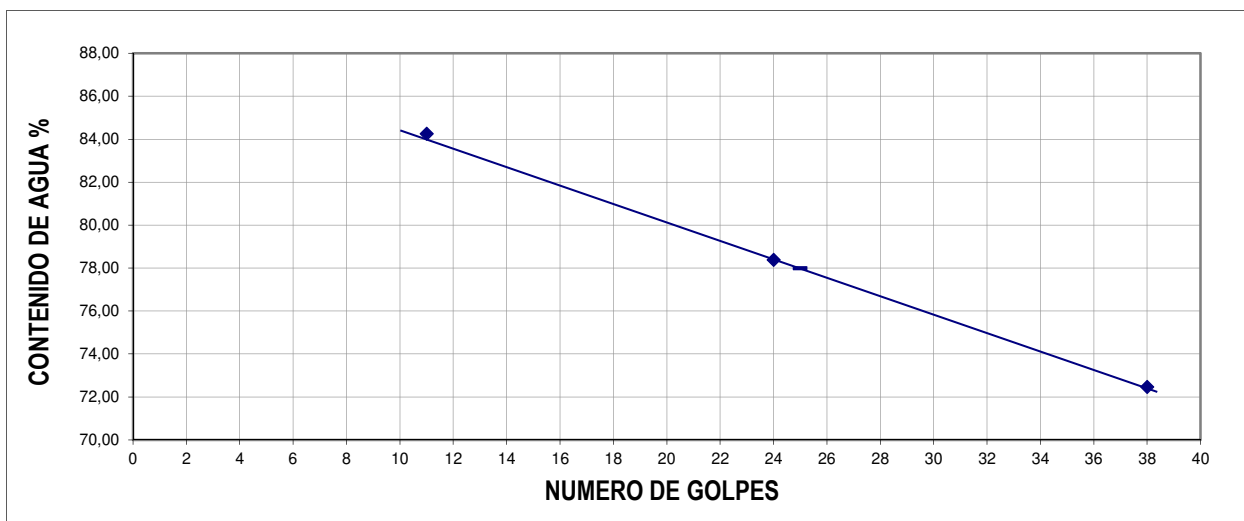
Fecha: 28 de Mayo de 2020

Muestra: 2

Profundidad: 0,90 mts

LIMITE LIQUIDO

Paso N°			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Recipiente N°			bx19	bx31	bx36						
peso en gramos	Recipiente + peso humedo		24,74	21,34	22,66						
	Recipiente + peso seco		21,87	18,91	19,61						
	Agua	Ww	2,87	2,43	3,05						
	Recipiente		17,91	15,81	15,99						
	Peso Seco	Ws	3,96	3,10	3,62						
Contenido de agua		W	72,47	78,39	84,25						78,00
Número de golpes			38	24	11						25



LIMITE PLÁSTICO

Paso N°			1	2	3	4	5	6	7
Recipiente N°			#17	#2	#15				
peso en gramos	Recipiente + peso humedo		7,43	7,43	7,40				
	Recipiente + peso seco		7,29	7,29	7,26				
	Agua	Ww	0,14	0,14	0,14				
	Recipiente		6,82	6,82	6,77				
	Peso Seco	Ws	0,47	0,47	0,49				
Contenido de agua		W	29,79	29,79	28,57				

WI= 78,00

Wp= 29,38

Ip= 48,62

Simbolo de la carta de plasticidad (CH)

Observaciones:

Arcilla de alta plasticidad

Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

Tel : 2886360 - 2882086 - 0991210963

Email : lemco.lf@gmail.com

Sta. Elena : Cdla. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) Tel : 2953686 - 0990642991

Email : lemco.ip@gmail.com

8. APÉNDICE B

**Presupuesto: Análisis de Precios Unitarios y
Especificaciones técnicas.**

Cálculo de cantidades

Rubro: BODEGAS Y OFICINAS DE MADERA Y CUBIERTA METÁLICA

Tabla 8.1 Área de Bodegas y Oficina

A (m)	B (m)	Área A*B (m ²)
5	4	20

Rubro: CERRAMIENTO PROVIS. H=2.4 M CON LONA VERDE Y PINGOS

Tabla 8.2 Perímetro para cerramiento

Ancho construcción (m)	Largo construcción (m)	Ancho extra de circulación (m)	Largo extra de circulación (m)	Perímetro Total (m)
40	160	20	40	260

Rubro: LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO

Tabla 8.3 Área de Limpieza

Ancho construcción (m)	Largo construcción(m)	Ancho extra de circulación (m)	Largo extra de circulación (m)	Área Total (m ²)
40	160	20	40	12000

Rubro: REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO (M2)

El mismo cálculo que aparece en la Tabla 8.3.

Rubro: RELLENO COMPACTADO CON SUB-BASE CLASE 3

Tabla 8.4 Área para rellenar

Área Total (m ²)	Porción sin relleno	Área para rellenar (m ²)
12000	0.25	3000

Rubro: EXCAVACIÓN PARA PLINTOS Y RIOSTRAS CON MAQUINA

Tabla 8.5 Volumen de excavación plintos

Dimensiones			# De plintos	Volumen de tierra sacada [m3]	Esponjamiento [m3] Factor = 1.2
b [m]	l [m]	h [m]			
2	2	0.95	147	558.6	670.32
1.1	1.1	0.95	24	27.588	33.1056
Total			171	586.188	703.4256

Tabla 8.6 Volumen de excavación riostras

Dimensiones			# Riostras	Volumen de tierra sacada [m3]	Esponjamiento [m3] Factor = 1.2
b [m]	h [m]	Longitud [m]			
1.25	0.4	4	130	260	312
1.25	0.4	1.55	48	37.2	44.64
Total			178	297.2	356.64

Rubro: EXCAVACIÓN PARA CISTERNA H= 3 A 4 M A MÁQUINA (EXCAVADORA)

Tabla 8.7 Volumen para excavación de cisterna

Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Factor de esponjamiento	Volumen (m)
5.2	4.2	2.2	1.2	57.6576

Rubro: EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA. EQUIPO: EXCAVADORA

Tabla 8.8 Volumen de excavación de zanjas

Área [m2]				Ancho de zanja [m]	Volumen de tierra sacada [m3]	Esponjamiento [m3] Factor = 1.2
Zanjas 1	Zanja 2	Zanja 3	Zanja 4			
240	153	28	12	0.9	389.7	467.64
Total					389.7	467.64

Rubro: EXCAVACIÓN PARA BIODIGESTOR A MÁQUINA (EXCAVADORA)

Tabla 8.9 Volumen excavado para biodigestor

Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Factor de esponjamiento	Volumen (m)
2.5	2.5	5.5	1.2	41.25

Rubro: DESALOJO DE MATERIAL A MÁQUINA CON EQUIPO: CARGADORA FRONTAL Y VOLQUETA

Tabla 8.10 Volumen de material para desalojar

Volumen cisterna (m3)	Volumen biodigestor (m3)	Volumen hormigón (inc. Replantillo) (m3)	Factor de esponjamiento	Volumen Total para desalojar (m3)
50	40.1	143	1.2	279.72

Rubro: HORMIGÓN SIMPLE REPLANTILLO, F'C=140 KG/CM2, PARA ZAPATA Y RIOSTRAS

Tabla 8.11 Volumen de hormigón simple replantillo para zapata

Dimensiones			Replantillo e = 5cm
b [m]	l [m]	h [m]	Cant. Hormigón [m3]
1	1	0.3	7.35
0.6	0.6	0.2	0.432
Total			7.782

Tabla 8.12 Volumen de hormigón simple replantillo para zapata

Dimensiones			Replantillo e = 5cm
b [m]	h [m]	Longitud [m]	Cant. Hormigón [m3]
0.25	0.25	6	9.75
0.25	0.25	2.5	1.5
Total			11.25

Rubro: HORMIGÓN SIMPLE ZAPATA, DADO Y RIOSTRA, F'C=240 KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO

Tabla 8.13 Volumen de hormigón simple zapata

Dimensiones			# Plintos	Cant. Hormigón [m3]
b [m]	l [m]	h [m]		
1	1	0.3	147	44.1
0.6	0.6	0.2	24	1.728
Total			171	45.828

Tabla 8.14 Volumen de hormigón simple dado

Dimensiones			# Dados	Cant. Hormigón [m3]
b [m]	l [m]	h [m]		
0.45	0.45	0.6	130	15.795
0.7	0.4	0.6	5	0.84
0.35	0.35	0.6	24	1.764
0.55	0.35	0.6	12	1.386
Total			171	19.785

Tabla 8.15 Volumen de hormigón simple riostras

Dimensiones			# Riostras	Cant. Hormigón [m3]
b [m]	h [m]	Longitud [m]		
0.25	0.25	6	130	48.75
0.25	0.25	2.5	48	7.5
Total			178	56.25

Rubro: ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 8-12 MM CON ALAMBRE GALV.
N°18

Tabla 8.16 Acero de refuerzo de zapata varilla 12

Varilla 12			
Cant.	Longitud [m]	Peso lineal [kg/m]	Peso [kg]
12	1	0.888	1986.49
6	0.6	0.888	97.30
Total			2083.78

Tabla 8.17 Acero de refuerzo de dados varilla 10

Estribos varilla 10			
Cant.	Longitud	Peso lineal [kg/m]	Peso [kg]
5	2	0.617	2106.97
5	4	0.617	162.07
5	1.5	0.617	291.73
5	2	0.617	194.49
Total			2755.27

Tabla 8.18 Acero de refuerzo de riostras varilla 12

Varilla 12			
Cant.	Longitud	Peso lineal [kg/m]	Peso [kg]
6	6	0.888	5270.27
6	2.5	0.888	810.81
Total			6081.08108

Tabla 8.19 Acero de refuerzo de riostras varilla 8

Estribos varilla 8			
Cant.	Longitud	Peso lineal [kg/m]	Peso [kg]
40	1.3	0.395	17113.92
17	1.3	0.395	2685.57
Total			19799.49

Rubro: ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 14-32 MM CON ALAMBRE GALV.
N°18

Tabla 8.20 Acero de refuerzo de zapatas varilla 14

Varilla 14			
Cant.	Longitud [m]	Peso lineal [kg/m]	Peso [kg]
12	1	1.208	1460.26
6	0.6	1.208	71.52
Total			1650.99

Tabla 8.21 Acero de refuerzo de dados varilla 16

Varilla 16			
Cant.	Longitud	Peso lineal [kg/m]	Peso [kg]
12	0.75	1.578	741.44
14	0.75	1.578	33.27
8	0.75	1.208	119.21
10	0.75	1.578	57.03
Total			831.75

Rubro: RELLENO SOBRE CIMIENTOS

Tabla 8.22 Volumen a rellenar sobre el plinto

Volumen excavado cimentación (m3)	Volumen de hormigón (inc. Replanteo) (m3)	Factor de esponjamiento	Relleno (resta) (m3)
883.4	143	1.2	888.48

Rubro: ENCOFRADO CON TABLERO CONTRACHAPADO (1 USO)

Tabla 8.23 Cantidad de madera para encofrado de plintos

Dimensiones			# De plintos	Madera para los costados	Listones 2"x1" para los barrotes	Listones 2"x1" para los largueros	Listones 2"x2" para las tornapuntas	Suma total
b [m]	l [m]	h [m]		m2	m2	m2	m2	m2
1	1	0.3	147	1.32	0.33	0.48	0.40	372.51
0.6	0.6	0.2	24	0.56	0.22	0.32	0.32	34.15
Total			171				Total	406.66

Tabla 8.24 Cantidad de madera para encofrado para dados

Dimensiones			# Dados	Madera para los costados	Listones 2"x1" para las bridas	Listones 2"x2" para los puntales	Suma total	
b [m]	l [m]	h [m]		m2	m2	m2	m2	
0.45	0.45	0.6	130	1.14	0.39	0.24	230.38	
0.7	0.4	0.6	5	1.74	0.36	0.24	11.71	
0.35	0.35	0.6	24	0.90	0.33	0.24	35.33	
0.55	0.35	0.6	12	1.38	0.33	0.24	23.42	
Total			171				Total	300.83

Tabla 8.25 Cantidad de madera para encofrado de riostras

Dimensiones			# Dados	Madera para los costados	Listones 2"x1" para los barrotes	Listones 2"x1" para los largueros	Listones 2"x2" para las tornapuntas	Suma total
b [m]	h [m]	Longitud [m]		m2	m2	m2	m2	m2
0.25	0.25	6	130	3.00	0.30	1.20	0.42	640.44
0.25	0.25	2.5	48	1.25	0.13	0.50	0.18	98.53
Total			178				Total	738.97

Rubro: ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA COLUMNA, INC. MONTAJE CON GRÚA

Tabla 8.26 Pesos de los elementos estructurales tomada de SAP2000

Section Name	Material	t3	t2	tf	tw	Área	TotalWt	Peso Total
Text	Text	m	m	m	m	m2	T	kg
C_160x150x6	A36	0.16	0.15	0.006	0.006	0.003576	13.36	13360
L100x100x10	A36	0.1	0.1	0.01	0.01	0.0019	1.4238	1423.8
L80x80x6	A36	0.08	0.08	0.006	0.006	0.000924	0.4923	492.3
VX_300x160x6	A36	0.3	0.16	0.006	0.006	0.005376	23.7479	23747.9
VY_100x100x4	A36	0.1	0.1	0.004	0.004	0.001536	4.7019	4701.9

Rubro: ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA VIGA DIR. TRANSVERSAL, INC. MONTAJE CON GRÚA

Ver Tabla 8.26.

Rubro: ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA VIGA DIR. LONGITUDINAL, INC. MONTAJE CON GRÚA

Ver Tabla 8.26.

Rubro: ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA ARRIOSTRAMIENTOS, INC. MONTAJE CON GRÚA

Ver Tabla 8.26.

Rubro: PLACA BASE 6 - 8mm

Tabla 8.27 Materiales y cantidades para una placa de 8 mm

t	8	mm
a	250	mm
b	260	mm
densidad	7850	kg/m ³
Volumen	0.00052	m ³
Peso	4.082	kg
Juego de tuerca	4	u
Acero 16 mm	1.58	kg/m
Longitud de acero anclaje	1600	mm
Peso acero anclaje	2.528	kg
Electrodo #7018 1/8"	0.050	kg

Tabla 8.28 Materiales y cantidades para una placa de 6 mm

t	6	mm
a	250	mm
b	260	mm
densidad	7850	kg/m ³
Volumen	0.00039	m ³
Peso	3.0615	kg
Juego de tuerca	4	u
Acero 16 mm	1.58	kg/m
Longitud de acero anclaje	1600	mm
Peso acero anclaje	2.528	kg
Electrodo #7018 1/8"	0.050	kg

Tabla 8.29 Peso total de acero para Placa base de 6 y 8 mm

Área placa 8 mm (m ²)	Área placa 6 mm (m ²)	Volumen (m ³)	Densidad A-36 (kg/m ³)	Peso Total (kg)
5.85	3.25	0.0663	7850	520.455

Rubro: PLACA BASE 3mm

Tabla 8.30 Materiales y cantidades para una placa de 3 mm

t	3	mm
a	200	mm
b	200	mm
densidad	7850	kg/m ³
Volumen	0.00012	m ³
Peso	0.942	kg
Juego de tuerca	4	u
Acero 16 mm	1.58	kg/m
Longitud de acero anclaje	1600	mm
Peso acero anclaje	2.528	kg
Electrodo #7018 1/8"	0.050	kg

Tabla 8.31 Peso total de acero para Placa base de 3 mm

Área placa 3 mm	Volumen (m ³)	Densidad A-36 (kg/m ³)	Peso Total
10.56	0.07848	7850	616.068

Rubro: PLACA GUSSET

Tabla 8.32 Peso Total Placa Gusset

Área Total de placas (m ²)	Espesor (m)	Densidad (kg/m ³)	Peso Total (kg)
8.6	0.006	7850	405.06

Rubro: PLACA DE CONTRAVIENTO

Tabla 8.33 Peso Total Placa Contraviento

Área Total de placas (m ²)	Espesor (m)	Densidad (kg/m ³)	Peso Total (kg)
2.96	0.004	7850	92.944

Rubro: CUBIERTA GALPON PERFIL G200x75x25x5, TENSORES Y CUBIERTA KUBILOC (PROVISION Y MONTAJE)

Tabla 8.34 Cálculo de cantidades para 1 m² de cubierta

Área total de cubierta (m ²)	6271.2	Correa G200x75x25x5	
Área cubierta		N	15 u
A	20.1 m	L	6 m
B	6 m	Peso lineal	14.42 kg/m
Área	120.6 m ²	Peso	1297.8 kg
Peso	3.93 kg/m ²	Área 1m ²	
Varilla fi = 16 mm		Cubierta	1 m ²
L	46.84 m	Varilla	0.61 kg
Peso lineal	1.58 kg/m	Perfil L	0.43 kg
Peso	74.0072 kg	Correa	10.76 kg
Perfil L30x30x3		5% desperdicio	
L	40.2 m	Cubierta	m ²
Peso lineal	1.3 kg/m	Varilla	0.64 kg
Peso	52.26 kg	Perfil L	0.46 kg
		Correa	11.30 kg

Rubro: MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALIVIANADO 40X20X15 CM
MORTERO 1:6, E=2.5 CM

Tabla 8.35 Cantidad de mampostería por metro cuadrado

Paredes	cant.	Área [m2]	Total [m2]	Total paredes exteriores [m2]	Total paredes interiores [m2]	Total de mampostería [m2]
Fachada bodegas	44	17	748	1518	6028	7546
Fachada de frontal y posterior	8	37	296			
Fachadas laterales	2	237	474			
Internas	22	260	5720			
Baño	44	7	308			

Rubro: VIGUETAS Y PILARETES

Tabla 8.36 Propiedades de viguetas y pilaretes

a	0.15	m
b	0.2	m
Área	0.35	m2
# paredes transv.	28	u
#fachadas	52	u

Tabla 8.37 Cálculo de longitudes de vigas y pilaretes

Pared Transversal					
Longitudes de columna			Longitudes de vigas		
	6.25	m		40	
	6.5	m		40	
	6.75	m			
	7.25	m			
	7.5	m			
	7.75	m			
	7.75	m			
	7.5	m			
	7.25	m			
	6.75	m			
	6.5	m			
	6.25	m			
L_Total_P_T	84	m		80	m
Pared fachada					
Longitudes Verticales			Longitudes Horizontales		
	6	m		6	m
	6	m		1	m
	4	m		1	m
	4	m			
L_Total_P_T	20	m		8	m
L_total	6048				

Rubro: ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR, PALETEADO FINO, MORTERO 1:4,
E=1.50 CM

Tabla 8.38 Cantidad de enlucido vertical interior

Paredes	cant.	Área [m2]	Total [m2]	Total paredes exteriores [m2]	Total paredes interiores [m2]	Total enlucido interior [m2]
Fachada bodegas	44	17	748	1518	6028	13574
Fachada de frontal y posterior	8	37	296			
Fachadas laterales	2	237	474			
Internas	22	260	5720			
Baño	44	7	308			

Rubro: ENLUCIDO VERTICAL LISO EXTERIOR, MORTERO 1:4 CON IMPERMEABILIZANTE

Tabla 8.39 Cantidad de enlucido vertical liso exterior

Paredes	cant.	Área [m2]	Total [m2]	Total paredes exteriores [m2]	Total paredes interiores [m2]	Total enlucido exterior [m2]
Fachada bodegas	44	17	748	1518	6028	1518
Fachada de frontal y posterior	8	37	296			
Fachadas laterales	2	237	474			
Internas	22	260	5720			
Baño	44	7	308			

Rubro: CONTRAPISO E=8 CM INCLUYE MALLA ELECTROSOLDADA

Tabla 8.40 Área total de las bodegas

Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)
156	40	6240

Rubro: MASILLADO PISO CON MORTERO 1:3 Y ENDURECEDOR CUARZO PARA PISOS INDUSTRIALES

El mismo cálculo que aparece en la Tabla 8.40.

Rubro: EMPASTE EXTERIOR

El mismo cálculo que aparece en la Tabla 8.39.

Rubro: EMPASTE INTERIOR

El mismo cálculo que aparece en la Tabla 8.38.

Rubro: PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR, LÁTEX VINILO ACRÍLICO

El mismo cálculo que aparece en la Tabla 8.39.

Rubro: PINTURA DE CAUCHO INTERIOR, LÁTEX VINILO ACRÍLICO

El mismo cálculo que aparece en la Tabla 8.38.

Rubro: TUBERÍA DE ACERO INOXIDABLE 50MM

Tabla 8.41 Longitudes de tuberías dependiendo del diámetro tomado de REVIT

Tipo de tubería	Diámetro	Longitud [m]
AAPP	1 1/2"	107.82
	1 1/4"	47.56
	1"	60.3
	1/2"	235.64
	2"	167.21
	3/4"	1036.36
AASS/AALL	110 mm	1388.62
	160 mm	338.09
	200 mm	210.01
	250 mm	155.6
	300 mm	92.1
	364 mm	1.22
	50 mm	111.05

Rubro: TUBERÍA PVC 1" ROSCABLE, INC. ACCESORIOS

El mismo cálculo que aparece en la Tabla 8.41.

Rubro: TUBERÍA PVC 1 1/4" ROSCABLE, INC. ACCESORIOS

El mismo cálculo que aparece en la Tabla 8.41.

Rubro: TUBERÍA PVC 1 1/2" ROSCABLE, INC. ACCESORIOS

El mismo cálculo que aparece en la Tabla 8.41.

Rubro: TUBERÍA PVC 2" ROSCABLE, INC. ACCESORIOS

El mismo cálculo que aparece en la Tabla 8.41.

Rubro: TUBERIA 110 MM, INC. ACCESORIOS

El mismo cálculo que aparece en la Tabla 8.41.

Rubro: TUBERÍA PERIMETRAL AGUAS LLUVIAS

El mismo cálculo que aparece en la Tabla 8.41.

Rubro: CAJA DE INSPECCIÓN DE A.A.S.S. CON TAPA

Tabla 8.42 Cantidad de hormigón para cajas de inspección de A.A.S.S.

a [m]	b [m]	Prof. [m]	Espesor [m]	cant.	Cant. De hormigón [m3]
0.6	0.6	0.7	0.1	4	0.624
0.6	0.6	0.8	0.1	2	0.352
0.6	0.6	0.9	0.1	4	0.784
0.6	0.6	1	0.1	2	0.432
0.6	0.6	1.1	0.1	4	0.944
0.6	0.6	1.2	0.1	2	0.512
0.6	0.6	1.3	0.1	4	1.104
0.6	0.6	1.4	0.1	2	0.592
0.6	0.6	1.5	0.1	4	1.264
0.6	0.6	1.6	0.1	2	0.672
0.6	0.6	1.7	0.1	4	1.424
0.6	0.6	1.8	0.1	4	1.504
0.6	0.6	1.9	0.1	4	1.584
0.6	0.6	2	0.1	2	0.832
0.6	0.6	2.1	0.1	4	1.744
0.6	0.6	2.4	0.1	3	1.488
0.6	0.6	2.5	0.1	2	1.032
0.6	0.6	2.6	0.1	4	2.144
0.6	0.6	2.7	0.1	1	0.556
0.6	0.6	2.8	0.1	1	0.576
0.6	0.6	2.9	0.1	1	0.596
Total				60	20.76

Rubro: CAJA DE INSPECCIÓN DE A.A.L.L. CON TAPA

Tabla 8.43 Cantidad de hormigón para cajas de inspección de A.A.L.L.

a [m]	b [m]	Prof. [m]	Espesor [m]	cant.	Cant. De hormigón [m3]
0.6	0.6	0.8	0.1	4	0.704
0.6	0.6	0.9	0.1	6	1.176
0.6	0.6	1	0.1	6	1.296
0.6	0.6	1.1	0.1	4	0.944
0.6	0.6	1.2	0.1	4	1.024
0.6	0.6	1.3	0.1	4	1.104
0.6	0.6	1.4	0.1	4	1.184
0.6	0.6	1.5	0.1	4	1.264
0.6	0.6	1.6	0.1	4	1.344
0.6	0.6	1.7	0.1	4	1.424
0.6	0.6	1.8	0.1	4	1.504
0.6	0.6	1.9	0.1	4	1.584
0.6	0.6	2	0.1	4	1.664
0.6	0.6	2.1	0.1	4	1.744
0.6	0.6	2.2	0.1	3	1.368
0.6	0.6	2.4	0.1	1	0.496
0.6	0.6	2.5	0.1	2	1.032
0.6	0.6	2.6	0.1	2	1.072
0.6	0.6	2.7	0.1	2	1.112
0.6	0.6	2.8	0.1	2	1.152
0.6	0.6	2.9	0.1	2	1.192
Total				74	25.384

Rubro: CISTERNA

Tabla 8.44 Volumen de hormigón de la cisterna

	a (m)	b (m)	h (m)	Volumen (m3)
Volumen interno	5	4	2	40.00
Volumen externo	5.2	4.2	2.2	48.05
Volumen Total Cisterna				8.05

Especificaciones técnicas

Código: 3.2

Descripción: Hormigón simple zapata, dado y riostra, $f'c=240$ kg/cm², no inc. encofrado

Unidad: m³

Este rubro consta de la implementación del hormigón con una determinada resistencia para la elaboración de la cimentación como: zapatas aisladas, dados y riostra, también del respectivo curado del hormigón, sin su encofrado.

Materiales y equipo

Se usará los materiales que fueron especificados en el rubro para formar el hormigón simple con su resistencia propuesta en el diseño. Es necesario el uso de una concretera para mezclar bien los elementos y herramientas menores.

Dosificación

Se debe realizar una buena dosificación para la elaboración de los cimientos, presentando un buen comportamiento de trabajabilidad y terminado. Además, debe ser duradero y capaz de soportar de los factores climáticos.

Pruebas

Es de suma importancia hacer toma de cilindros del hormigón, para hacer las respectivas pruebas de laboratorio y determinar la resistencia final del hormigón.

Vaciado

Previo al vaciado del hormigón, el fiscalizador debe de dar aprobado la buena instalación del encofrado. Al colocar el hormigón tiene que dar como resultado una masa uniforme y bien compactada, sin la segregación de materiales. Además, de que ser colocado en capas horizontales uniformes, que no sobrepase los 15 o 3 centímetros de espesor. Se debe de hacer un correcto vibrado, para que el hormigón no presente segregaciones de los materiales, y quede bien homogéneo.

Medición y pago

Se realiza por metros cúbicos de hormigón puesto en obra. Las cantidades que incluyen son las estipuladas en el rubro.

Código: 3.4

Descripción: Acero de Refuerzo $F_y=4200$ kg/cm² 14-32 mm con alambre galv. N°18

Unidad: kg

Cuando se va a colocar el acero de refuerzo en obra, este debe de estar libre de escamas, grasa, oxidación y grasa porque cualquier materia ajena al elemento puede alterar o reducir sus propiedades mecánicas o de adherencia. Una vez colocado en obra llevara una marca en concordancia con las establecidas en los planos estructurales.

Todas las dimensiones de sección y longitudes deben ser las establecidas en los planos, bajo ningún concepto se debe aplicar soldadura para unir barras y lograr las longitudes de los planos. La figuración deberá ser en frio en obra o doblado bajo pedido. Estribos o cualquier otro elemento en contacto con las varillas longitudinales deben ser asegurados usando alambre galvanizado No. 18, con doble lazo para prevenir algún desplazamiento.

El límite al esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo que se utilizará, será de $f_y = 4200$ kg/cm², siempre y cuando los planos digan lo contrario. En los puntos de máximos esfuerzos se deberán de evitar un empate o unión de la armadura.

Medición y Pago

Será medido en kilogramos (kg). La cantidad es la que consta en los planos, el presupuesto y en el cálculo de cantidades. La liquidación de capital será parcial, según el avance de la obra y el precio unitario se pagará acorde lo estipulado en el contrato.

Tabla 8.45 Tiempo de las actividades, considerando el número de cuadrillas

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	HORAS LABORABLES	RENDIMIENTO [H/U]	TIEMPO [DÍAS]	CUADRILLAS	TIEMPO CON CUADRILLAS [DÍAS]
BODEGAS Y OFICINAS DE MADERA Y CUBIERTA METÁLICA	m2	20	8	1	3	1	3.0
LETRERO DE OBRA	u	1	8	1	0	1	1.0
BATERIAS SANITARIA PROVINCIONAL	u	2	8	1	0	1	1.0
GUARDIANA Y SEGURIDAD DE OBRA	mes	13	8	160	1	1	1.0
INSTALACIÓN PROVINCIONAL DE LUZ	u	1	8	16	2	1	2.0
CERRAMIENTO PROVIS. H=2.4 M CON PLYWOOD	m	520	8	0.65	42	6	7.0
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	12000	8	0.32	480	30	16.0
REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO (M2)	m2	12000	8	0.09	135	4	34.0
RELLENO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRENO	m3	3000	8	0.4	150	14	11.0
EXCAVACIÓN PARA PLINTOS Y RIOSTRAS CON MAQUINA	m3	883.4	8	0.12	13	1	14.0
EXCAVACIÓN PARA CISTERNA H= 3 A 4 M A MÁQUINA (EXCAVADORA)	m3	57.66	8	0.12	1	1	1.0
EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA. EQUIPO: EXCAVADORA	m3	390	8	0.12	6	1	6.0
EXCAVACIÓN PARA BIODIGESTOR A MÁQUINA (EXCAVADORA)	m3	41.25	8	0.12	1	1	1.0
DESALOJO DE MATERIAL A MÁQUINA CON EQUIPO: CARGADORA FRONTAL Y VOLQUETA	m3	279.72	8	0.05	2	1	2.0

HORMIGÓN SIMPLE REPLANTILLO, F'C=140 KG/CM2, PARA ZAPATA Y RIOSTRAS	m3	21	8	1.5	4	1	4.0
HORMIGÓN SIMPLE ZAPATA, DADO Y RIOSTRA, F'C=240 KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	122	8	1	15	1	16.0
ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 8-12 MM CON ALAMBRE GALV. N°18	kg	30720	8	0.04	154	6	26.0
ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 14-32 MM CON ALAMBRE GALV. N°18	kg	2483	8	0.05	16	2	8.0
RELLENO SOBRE CIMIENTOS	m3	740.4	8	0.05	5	1	5.0
ENCONFRADO CON TABLERO CONTRACHAPADO (1 USO)	m2	1447	8	0.55	99	5	20.0
ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA COLUMNA, INC. MONTAJE CON GRÚA	kg	13361	8	0.05	84	2	42.0
ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA VIGA DIR. TRANSVERSAL, INC. MONTAJE CON GRÚA	kg	23748	8	0.1	297	4	75.0
ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA VIGA DIR. LONGITUDINAL, INC. MONTAJE CON GRÚA	kg	4702	8	0.1	59	2	30.0
ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA ARRIOSTRAMIENTOS, INC. MONTAJE CON GRÚA	kg	1917	8	0.1	24	1	24.0
PLACA BASE 8mm	kg	520.5	8	0.05	3	1	4.0
PLACA BASE 3mm	kg	616.1	8	0.05	4	1	4.0
PLACA GUSSET	kg	405.06	8	0.05	3	1	3.0
PLACA DE CONTRAVIENTO	kg	92.944	8	0.1	1	1	2.0
CUBIERTA GALPON PERFIL G200x75x25x5, TENSORES Y CUBIERTA KUBILOK (PROVISION Y MONTAJE)	m2	6271.2	8	0.11	86	2	43.0
MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALIVIANADO 40X20X15 CM MORTERO 1:6, E=2.5 CM	m2	7546	8	0.22	208	7	30.0
VIGUETAS Y PILATERETES	ml	6048	8	0.25	189	4	48.0

ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR, PALETEADO FINO, MORTERO 1:4, E=1.50 CM	m2	13574	8	0.22	373	10	38.0
ENLUCIDO VERTICAL LISO EXTERIOR, MORTERO 1:4 CON IMPERMEABILIZANTE	m2	1518	8	0.24	46	4	11.0
CONTRAPISO E=8 CM INCLUYE MALLA ELECTROSOLDADA	m2	6240	8	0.2	156	6	26.0
MASILLADO PISO CON MORTERO 1:3 Y ENDURECEDOR CUARZO PARA PISOS INDUSTRIALES	m2	6240	8	0.35	273	8	35.0
EMPASTE EXTERIOR	m2	1518	8	0.25	47	2	24.0
EMPASTE INTERIOR	m2	13574	8	0.2	339	10	34.0
FACHADA DE ALUMINIO COMPUESTO 4 MM	m2	977.33	8	1.4	171	4	43.0
PUERTA ENROLLABLE LAMINA NEGRA 0.7 (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)	m2	528	8	1	66	2	33.0
REJILLA TIPO LOUVER EN LÁMINA NEGRA (INCLUYE CORTE, AJUSTES Y SOLDADURA)	m2	120.98	8	1	15	1	16.0
PUERTA DE ALUMINIO Y VIDRIO 6 MM	m2	74.8	8	2.67	25	1	25.0
VENTANA DE ALUMINIO	m2	65.45	8	2.5	20	1	21.0
PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR, LÁTEX VINILO ACRÍLICO	m2	1518	8	0.2	38	2	19.0
PINTURA DE CAUCHO INTERIOR, LÁTEX VINILO ACRÍLICO	m2	13574	8	0.15	255	10	26.0
PUERTA TAMBORADA BLANCA 0.80 M, INC. MARCO Y TAPA MARCO	u	44	8	6	33	4	9.0
INSTALACIONES DE AGUA POTABLE PARA BAÑO HASTA MEDIDOR	u	44	8	1	6	1	6.0
LLAVE DE PASO 1/2"	u	88	8	0.5	6	1	6.0
LLAVE DE PASO 3/4"	u	44	8	0.6	3	1	4.0
MEDIDOR DE 1/2"	u	44	8	1.5	8	1	9.0
VÁLVULA CHECK 1/2"	u	44	8	0.41	2	1	3.0

TUBERÍA DE ACERO INOXIDABLE 50MM	m	10	8	0.2	0	1	1.0
TUBERÍA PVC 1" ROSCABLE, INC. ACCESORIOS	m	60.3	8	0.2	2	1	2.0
TUBERÍA PVC 1 1/4" ROSCABLE, INC. ACCESORIOS	m	47.56	8	0.2	1	1	2.0
TUBERÍA PVC 1 1/2" ROSCABLE, INC. ACCESORIOS	m	107.82	8	0.2	3	1	3.0
TUBERÍA PVC 2" ROSCABLE, INC. ACCESORIOS	m	167.21	8	0.2	4	1	5.0
INSTALACIONES DE AGUA SANITARIA PARA BAÑO	u	44	8	0.67	4	1	4.0
TUBERIA 110 MM, INC. ACCESORIOS	m	1115	8	0.68	95	2	48.0
INODORO BLANCO	u	44	8	1	6	1	6.0
JUEGO DE GRIFERÍA PARA LAVAMANOS	u	44	8	1.5	8	1	9.0
LAVAMANOS EMPOTRADO LÍNEA ECONÓMICA (NO INC. GRIFERÍA)	u	44	8	2.67	15	1	15.0
PUNTO DE INSTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS	u	11	8	2	3	1	3.0
TUBERÍA PERIMETRAL AGUAS LLUVIAS	m	205	8	0.67	17	1	17.0
CAJA DE INSPECCIÓN DE A.A.S.S. CON TAPA	m3	20.76	8	2.4	6	1	7.0
CAJA DE INSPECCIÓN DE A.A.L.L. CON TAPA	m3	25.4	8	2.4	8	1	8.0
CAJA DE INSPECCIÓN CIEGA (A.A.S.S.)	u	52	8	1.5	10	1	10.0
CISTERNA	m3	8.05	8	2.4	2	1	3.0
ESTRUCTURA SOPORTE DE BIODIGESTOR	m3	1.11	8	2.4	0.3	1	1.0
BIODIGESTOR	global	1	8	5	1	1	1.0
EQUIPO DE BOMBEO	global	1	8	3	0.4	1	1.0
DESALOJO DE MATERIAL SOBRENTE	m3	80	8	0.05	1	1	1.0

Cronograma de actividades de obra

Presupuesto

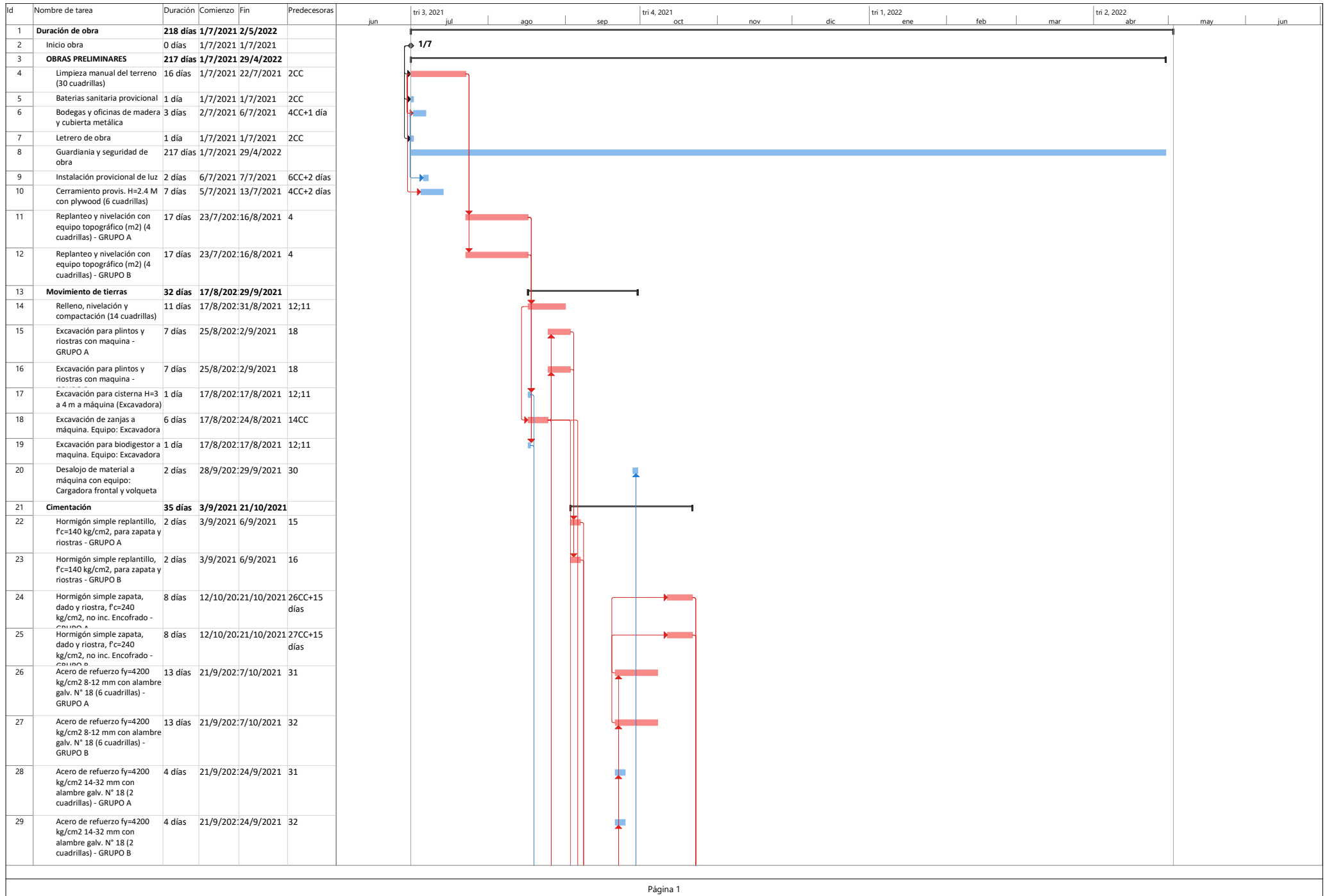
NOMBRE DEL OFERENTE:

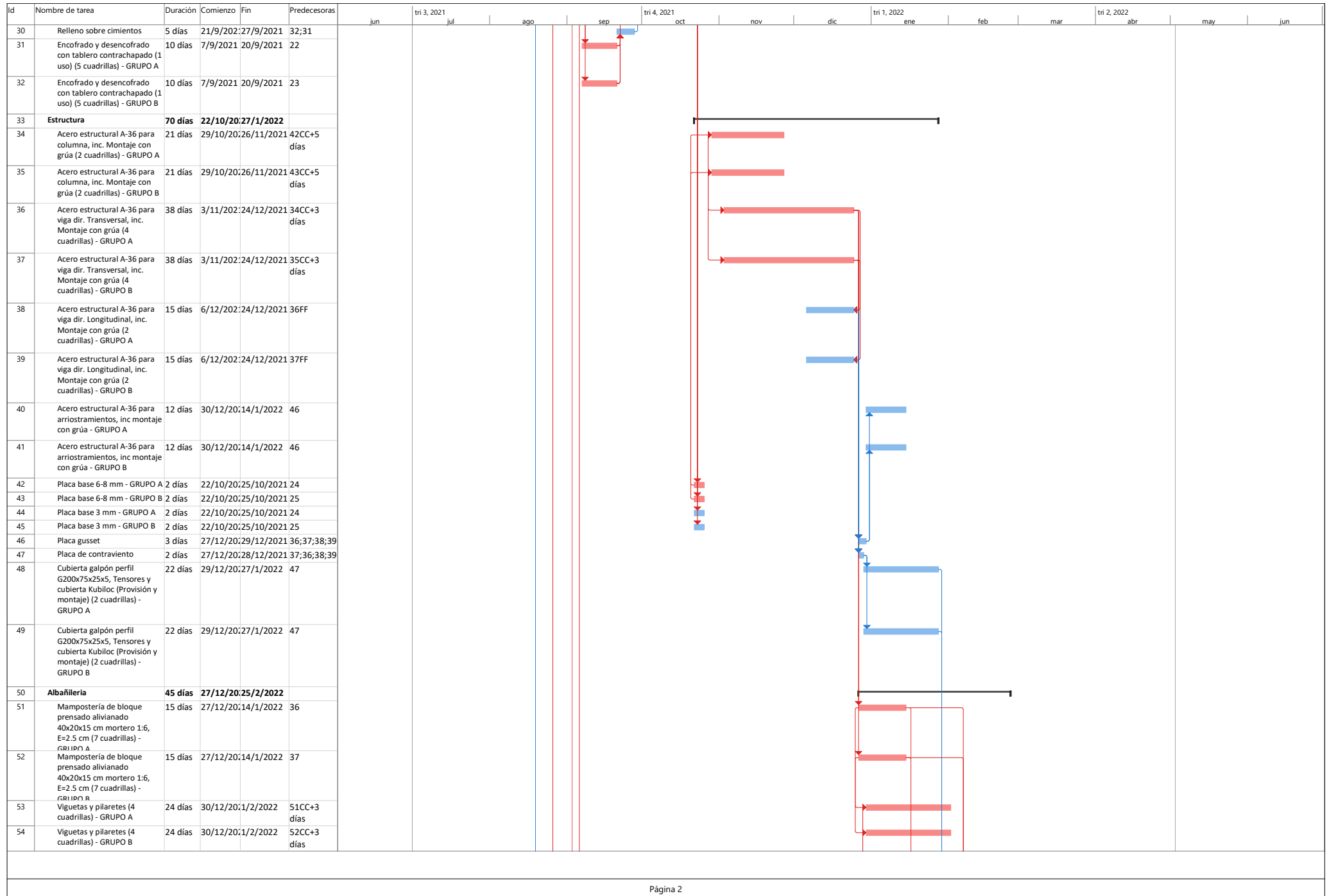
HOJA 1 DE

TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
1	BODEGAS Y OFICINAS DE MADERA Y CUBIERTA METÁLICA	m2	20.00	64.29	1285.75
2	LETRERO DE OBRA	u	1.00	61.04	61.04
3	BATERIAS SANITARIA PROVOCIONAL	u	2.00	173.01	346.02
4	GUARDIANIA Y SEGURIDAD DE OBRA	mes	8.00	2086.56	16692.48
5	INSTALACIÓN PROVOCIONAL DE LUZ	u	1.00	479.77	479.77
6	CERRAMIENTO PROVIS. H=2.4 M CON LONA VERDE Y PINGOS	m	520.00	35.68	18554.42
7	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	12000.00	1.55	18565.75
8	REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO (M2)	m2	12000.00	1.14	13712.19
9	RELLENO COMPACTADO CON SUB-BASE CLASE 3	m3	3000.00	25.43	76296.34
10	EXCAVACIÓN PARA PLINTOS Y RIOSTRAS CON MAQUINA	m3	883.40	6.52	5763.71
11	EXCAVACIÓN PARA CISTERNA H= 3 A 4 M A MÁQUINA (EXCAVADORA)	m3	57.66	6.52	376.20
12	EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA. EQUIPO: EXCAVADORA	m3	390.00	4.51	1759.66
13	EXCAVACIÓN PARA BIODIGESTOR A MÁQUINA (EXCAVADORA)	m3	41.25	7.89	325.58
14	DESALOJO DE MATERIAL A MÁQUINA CON EQUIPO: CARGADORA FRONTAL Y VOLQUETA	m3	279.72	4.27	1194.28
15	HORMIGÓN SIMPLE REPLANTILLO, F'C=140 KG/CM2, PARA ZAPATA Y RIOSTRAS	m3	21.00	159.47	3348.90
16	HORMIGÓN SIMPLE ZAPATA, DADO Y RIOSTRA, F'C=240 KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	122.00	166.33	20292.22
17	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 8-12 MM CON ALAMBRE GALV. N°18	kg	30720.00	1.62	49631.18
18	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 14-32 MM CON ALAMBRE GALV. N°18	kg	2483.00	1.71	4255.58
19	RELLENO SOBRE CIMIENTOS	m3	740.40	7.75	5736.05
20	ENCOFRADO CON TABLERO CONTRACHAPADO (1 USO)	m2	1447.00	46.08	66673.91
21	ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA COLUMNA , INC. MONTAJE CON GRÚA	kg	13361.00	3.93	52525.15
22	ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA VIGA DIR. TRANSVERSAL , INC. MONTAJE CON GRÚA	kg	23748.00	5.37	127610.19
23	ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA VIGA DIR. LONGITUDINAL , INC. MONTAJE CON GRÚA	kg	4702.00	5.37	25266.26
24	ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA ARRIOSTRAMIENTOS , INC. MONTAJE CON GRÚA	kg	1917.00	5.37	10301.02
25	PLACA BASE 6 - 8mm	kg	520.5	11.55	6009.67
26	PLACA BASE 3mm	kg	616.1	13.80	8499.67
27	PLACA GUSSET	kg	405.06	3.77	1527.17
28	PLACA DE CONTRAVIENTO	kg	92.944	5.05	469.51
29	CUBIERTA GALPON PERFIL G200x75x25x5, TENSORES Y CUBIERTA KUBILOC (PROVISION Y MONTAJE)	m2	6271.2	38.24	239813.07
30	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE Prensado alivianado 40x20x15 CM MORTERO 1:6, E=2.5 CM	m2	7546	15.06	113652.46
31	VIGUETAS Y PILARETES	m	6048	21.54	130256.78
32	ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR, PALETEADO FINO, MORTERO 1:4, E=1.50 CM	m2	13574	9.31	126440.28
33	ENLUCIDO VERTICAL LISO EXTERIOR, MORTERO 1:4 CON IMPERMEABILIZANTE	m2	1518.00	10.20	15484.43
34	CONTRAPISO E=8 CM INCLUYE MALLA ELECTROSOLDADA	m2	6240.00	18.97	118355.20
35	MASILLADO PISO CON MORTERO 1:3 Y ENDURECEDOR CUARZO PARA PISOS INDUSTRIALES	m2	6240.00	9.48	59168.60
36	EMPASTE EXTERIOR	m2	1518.00	4.50	6827.74
37	EMPASTE INTERIOR	m2	13574	2.67	36183.28
38	FACHADA DE ALUMINIO COMPUESTO 4 MM	m2	977.33	78.85	77061.93
39	PUERTA ENROLLABLE LAMINA NEGRA 0.7 (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)	m2	528.00	28.23	14906.26
40	REJILLA TIPO LOUVER EN LÁMINA NEGRA (INCLUYE CORTE, AJUSTES Y SOLDADURA)	m2	120.98	316.84	38331.50
41	PUERTA DE ALUMINIO Y VIDRIO 6 MM	m2	74.80	139.67	10447.39
42	VENTANA DE ALUMINIO	m2	65.45	96.00	6283.42
43	PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR, LÁTEX VINILO ACRÍLICO	m2	1518.00	3.21	4876.19
44	PINTURA DE CAUCHO INTERIOR, LÁTEX VINILO ACRÍLICO	m2	13574	2.71	36807.45
45	PUERTA TAMBORADA BLANCA 0.80 M, INC. MARCO Y TAPA MARCO	u	44.00	213.31	9385.49
46	INSTALACIONES DE AGUA POTABLE PARA BAÑO HASTA EL MEDIDOR	u	44.00	66.49	2925.61
47	LLAVE DE PASO 1/2"	u	88.00	12.53	1102.51
48	LLAVE DE PASO 3/4"	u	44.00	15.17	667.42

49	MEDIDOR DE 1/2"	u	44.00	50.69	2230.50
50	VÁLVULA CHECK 1/2"	u	44.00	20.50	901.95
51	TUBERÍA DE ACERO INOXIDABLE 50MM	m	10.00	32.39	323.93
52	TUBERÍA PVC 1" ROSCABLE, INC. ACCESORIOS	m	60.30	5.82	351.17
53	TUBERÍA PVC 1 1/4" ROSCABLE, INC. ACCESORIOS	m	47.56	7.67	364.78
54	TUBERÍA PVC 1 1/2" ROSCABLE, INC. ACCESORIOS	m	107.82	8.65	932.57
55	TUBERÍA PVC 2" ROSCABLE, INC. ACCESORIOS	m	167.21	10.45	1747.99
56	INSTALACIONES DE AGUAS SANITARIAS PARA BAÑO	u	44.00	26.29	1156.67
57	TUBERIA 110 MM, INC. ACCESORIOS	m	1115.00	12.03	13414.01
58	INODORO BLANCO	u	44.00	93.17	4099.38
59	JUEGO DE GRIFERÍA PARA LAVAMANOS	u	44.00	65.00	2860.00
60	LAVAMANOS EMPOTRADO LÍNEA ECONÓMICA (NO INC. GRIFERÍA)	u	44.00	75.00	3299.98
61	PUNTO DE INSTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS	pto	11.00	783.64	8620.02
62	TUBERÍA PERIMETRAL AGUAS LLUVIAS	m	205.00	22.63	4640.10
63	CAJA DE INSPECCIÓN CIEGA (A.A.S.S.)	u	52.00	23.99	1247.29
64	CAJA DE INSPECCIÓN DE A.A.S.S. CON TAPA	m3	20.76	506.15	10507.72
65	CAJA DE INSPECCIÓN DE A.A.L.L. CON TAPA	m3	25.40	308.91	7846.26
66	CISTERNA	m3	8.05	496.20	3994.41
67	ESTRUCTURA SOPORTE DE BIODIGESTOR	m3	1.11	496.20	550.78
68	BIODIGESTOR 7000 l	global	1.00	6613.29	6613.29
69	EQUIPO DE BOMBEO	global	1.00	1417.04	1417.04
70	DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE	m3	80.00	4.27	341.56
TOTAL:					1663656.48





Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	jun	tri 3, 2021	ago	sep	tri 4, 2021	nov	dic	tri 1, 2022	ene	feb	mar	tri 2, 2022	abr	may	jun
							jul			oct										
55	Enlucido vertical interior, paletado fino, mortero 1:4, E=1.50 cm (10 cuadrillas) - GRUPO A	19 días	6/1/2022	1/2/2022	53CC+5 días															
56	Enlucido vertical interior, paletado fino, mortero 1:4, E=1.50 cm (10 cuadrillas) - GRUPO B	19 días	6/1/2022	1/2/2022	54CC+5 días															
57	Enlucido vertical liso exterior, mortero 1:4 con impermeabilizante (4 cuadrillas) - GRUPO A	6 días	6/1/2022	13/1/2022	53CC+5 días															
58	Enlucido vertical liso exterior, mortero 1:4 con impermeabilizante (4 cuadrillas) - GRUPO B	6 días	6/1/2022	13/1/2022	54CC+5 días															
59	Contrapiso E=8 cm incluye malla electrosoldada (6 cuadrillas) - GRUPO A	13 días	28/1/2022	15/2/2022	48															
60	Contrapiso E=8 cm incluye malla electrosoldada (6 cuadrillas) - GRUPO B	13 días	28/1/2022	15/2/2022	49															
61	Masillado piso con mortero 1:3 y endurecedor cuarzo para pisos industriales (8 cuadrillas) - GRUPO A	18 días	2/2/2022	25/2/2022	55															
62	Masillado piso con mortero 1:3 y endurecedor cuarzo para pisos industriales (8 cuadrillas) - GRUPO B	18 días	2/2/2022	25/2/2022	56															
63	Acabados	68 días	31/12/2021	5/4/2022																
64	Empaste exterior (2 cuadrillas) - GRUPO A	12 días	14/1/2022	31/1/2022	57															
65	Empaste exterior (2 cuadrillas) - GRUPO B	12 días	14/1/2022	31/1/2022	58															
66	Empaste interior (10 cuadrillas) - GRUPO A	17 días	28/2/2022	22/3/2022	61															
67	Empaste interior (10 cuadrillas) - GRUPO B	17 días	28/2/2022	22/3/2022	62															
68	Fachada de aluminio compuesto 4 mm (4 cuadrillas) - GRUPO A	22 días	20/1/2022	18/2/2022	100;57CC+5 días															
69	Fachada de aluminio compuesto 4 mm (4 cuadrillas) - GRUPO B	22 días	20/1/2022	18/2/2022	58CC+5 días;100															
70	Puerta enrollable lamina negra 0.7 (Incluye instalación y pintura) (2 cuadrillas) - GRUPO A	17 días	13/1/2022	4/2/2022	57CC+5 días															
71	Puerta enrollable lamina negra 0.7 (Incluye instalación y pintura) (2 cuadrillas) - GRUPO B	17 días	13/1/2022	4/2/2022	58CC+5 días															
72	Rejilla tipo Louver lámina negra (Incluye corte, ajustes y soldadura) - GRUPO A	8 días	7/1/2022	18/1/2022	57FF+3 días															
73	Rejilla tipo Louver lámina negra (Incluye corte, ajustes y soldadura) - GRUPO B	8 días	7/1/2022	18/1/2022	58FF+3 días															
74	Puerta de aluminio y vidrio 6 mm - GRUPO A	13 días	31/12/2021	18/1/2022	57FF+3 días															
75	Puerta de aluminio y vidrio 6 mm - GRUPO B	13 días	31/12/2021	18/1/2022	58FF+3 días															
76	Ventana de aluminio - GRUPO A	11 días	13/1/2022	27/1/2022	57CC+5 días															
77	Ventana de aluminio - GRUPO B	11 días	13/1/2022	27/1/2022	58CC+5 días															

