



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“DISEÑO DE UN GALPÓN BODEGA, ESPACIO DE MANIOBRA Y
ACCESOS EN EL SECTOR ESTE DEL CAMPUS POLITÉCNICO GUSTAVO
GALINDO”**

PROYECTO DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

FRANZ ELVIS BECKMANN ACOSTA

ALVARO FERNANDO FERNÁNDEZ ALBÁN

GUAYAQUIL-ECUADOR

2018

DEDICATORIA

A mi madre Melba Acosta, por su constante apoyo e inmenso amor, a mi padre Alejandro Beckmann por su ejemplo de perseverancia y bondad, fueron ellos el pilar fundamental de este logro.

Finalmente, agradezco a mis amigos y profesores, por todas las experiencias, enseñanzas y momentos compartidos, sin lugar a duda convirtieron mi trayecto universitario como una etapa maravillosa e inolvidable.

Franz Elvis Beckmann Acosta.

DEDICATORIA

A mi padre Luis Fernández, por su ejemplo de perseverancia y bondad, a mi madre Susy Albán por su constante apoyo e inmenso amor, a mis hermanos Oscar y Cannny, fueron ellos el pilar fundamental de este logro.

Finalmente, agradezco a mis amigos y profesores, por todas las experiencias y momentos compartidos, sin lugar a duda convirtieron mi trayecto universitario como una etapa maravillosa e inolvidable.

Alvaro Fernando Fernández Albán.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, al M. Sc. Carlos Quishpe, a la M. Sc. Carola Gordillo y al PhD. Miguel Ángel Chávez quienes estuvieron prestos a colaborar en la realización del presente proyecto y a cada uno de los docentes de la Facultad de Ciencias de la Tierra que han aportado a nuestra formación ética y profesional.

Franz Elvis Beckmann Acosta.

Alvaro Fernando Fernández Albán

TRIBUNAL DEL PROYECTO

PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo
DIRECTOR DE MATERIA INTEGRADORA

M. Sc. Carlos Paúl Quishpe Otacoma
TUTOR DE TESIS

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la
ESPOL)

Franz Elvis Beckmann Acosta

Alvaro Fernando Fernández Albán

RESUMEN

Este proyecto consiste en el diseño estructural de una nave industrial que estará ubicada en el sector este del campus politécnico Gustavo Galindo, el cual será utilizado para bodegaje de contenedores de 20 pies de longitud. Esto indica que se necesitará un área para que los camiones ingresen y así se pueda descargar o cargar este tipo de contenedores sin ningún tipo de problema. Por lo tanto, también se realizó un diseño geométrico de una vía de acceso a este terreno.

El análisis estructural del galpón fue realizado con la ayuda del software SAP2000 basados en los criterios de diseño sismo-resistente que están estipulados en la norma ecuatoriana de la construcción vigente (NEC-2015).

Para realizar el diseño geométrico de las rutas de acceso al galpón se utilizó el software AutoCAD Civil 3D, generando perfiles longitudinales y transversales, tanto para las vías como para área de maniobra y del galpón con las respectivas tablas de volúmenes de corte y relleno que serán claves para la estimación de costos por movimiento de tierra. Se siguieron los parámetros definidos por la normativa ecuatoriana vial dispuesta por el Ministerio de transporte y obras públicas (MTO) y la norma extranjera American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

INDICE GENERAL

ANEXOS Y BIBLIOGRAFÍA.....	III
TRIBUNAL DEL PROYECTO	IV
DECLARACIÓN EXPRESA	V
RESUMEN	VI
ABREVIATURAS	XI
SIMBOLOGÍA	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
CAPÍTULO 1.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXI
1.1.....	Antecedentes
.....	23
1.2 Objetivos	26
1.2.1 Objetivo general.....	26
1.2.2 Objetivos específicos.....	26
1.3 Hipótesis	26
CAPÍTULO 2.....	27
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	27
2.1 Acero como material estructural	29
2.1.1 Ventajas del acero	29
2.1.2 Desventajas del acero	31

2.1.3 Perfiles de acero	33
2.2 Diseño geométrico	36
2.2.1 Trazado y diseño geométrico	36
2.2.2 Parámetros de diseño.....	37
CAPÍTULO 3.....	83
METODOLOGÍA.....	83
3.1 Selección de alternativa	84
3.1.1 Alternativas	84
3.1.2 Parámetros a considerar para la selección de la alternativa.....	84
3.1.3 Valor porcentual de importancia de los parámetros	84
3.1.4 Comparación y selección de la alternativa más viable.....	85
3.2 Diseño estructural del galpón.....	85
3.2.1 Pre-dimensionamiento	86
3.2.2 Procedimiento en SAP2000.....	97
3.3 Cimentación de la nave industrial	123
3.3.1 Diseño de Zapata aislada	126
3.3.2 Diseño del pedestal	136
3.3.3 Diseño de la placa base	140
3.4 Diseño geométrico de la vía de acceso al galpón.....	142
3.4.1 Cálculo de TPDA	142
3.4.2 Proyección de TPDA	144
3.4.3 Tipo de carretera.....	146
3.4.4 Tipo de terreno:.....	146
3.4.5 Velocidad de diseño	146
3.4.6 Velocidad de circulación	146

3.4.7 Peralte máximo	146
3.4.8 Radio de curva horizontal mínimo	146
3.4.9 Sobreancho.....	146
CAPÍTULO 4.....	147
PRESUPUESTO	147
4.1 Análisis de Precios Unitarios.....	148
CAPÍTULO 5.....	164
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	164
5.1 Introducción	165
5.2 Objetivos	165
5.2.1 Objetivo general.....	165
5.2.2 Objetivos específicos	165
5.3 Marco legal	166
5.4 Línea base ambiental.....	168
5.5 Actividades en las distintas fases	169
5.5.1 Fase de construcción.....	169
5.5.2 Fase de operación	169
5.6 Recursos afectados	170
5.6.1 Medio físico.....	170
5.6.2 Medio biológico	170
5.6.3 Medio socioeconómico	170
5.7 Matriz de impacto ambiental	170
5.7.1 Matriz de intensidad (I)	170
5.7.2 Matriz de Extensión (E)	171

5.7.3 Matriz de duración (D)	171
5.7.4 Matriz de bondad de impacto	172
5.7.5 Matriz de magnitud de impacto (M)	172
5.7.6 Matriz de reversibilidad (R)	173
5.7.7 Matriz de riesgo (Rg)	173
5.7.8 Matriz de valoración de impacto ambiental (VIA)	173
5.7.9 Matriz de rango de significancia	174
5.8 Resultados de matrices.....	175
5.8.1 Fase de construcción.....	175
5.8.2 Fase de operación	184
5.9 Diseño de plan de manejo ambiental	193
5.9.1 Control y prevención de impactos	193
5.9.2 Mitigación de daños	196
5.9.3 Contingencia	197
5.9.4 Capacitación	198
5.9.5 Salud ocupacional y seguridad industrial	199
5.9.6 Plan de desechos sólidos	200
CAPÍTULO 6.....	201
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	201
6.1 Conclusiones	202
6.2 Recomendaciones	203

BIBLIOGRAFÍA

[MILM1]

ABREVIATURAS

GOE	Grupo de operaciones especiales
NEC	Norma ecuatoriana de la construcción
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
MOP	Ministerio de Obras Públicas
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
NEVI	Norma ecuatoriana vial
TPDA	Tráfico Promedio Diario Anual
TPDS	Tráfico Promedio Diario Semanal
APU	Análisis de precios unitarios
ASTM	American Society for Testing and Materials
GR 50	Grado 50

SIMBOLOGÍA

T	Toneladas
T/m^2	Toneladas sobre metros cuadrados
Kg/m	Kilogramos sobre metros
Km/h	Kilómetros por hora
Kg/cm^2	Kilogramos sobre centímetros cuadrados
m/s^2	Metros sobre segundos al cuadrado
m	Metros
Kg	Kilogramos
mm	Milímetros
Kg m	Kilogramos por metros

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación del proyecto	28
Figura 2.2 Condiciones actuales del área del proyecto.....	28
Figura 2.3 Perfiles laminados de acero	34
Figura 2.4 Correspondencia de tipos de vehículos	40
Figura 2.5 Tabla nacional de pesos y dimensiones: "tipo de vehículos motorizados remolques y semirremolques"	40
Figura 2.6 Tabla nacional de pesos y dimensiones: "Posibles combinaciones"	41
Figura 2.7 Clasificación en función del tráfico proyectado	49
Figura 2.8 Secciones transversales	50
Figura 2.9 Relaciones entre las velocidades de diseño y de circulación.....	55
Figura 2.10 Curva de transición	58
Figura 2.11 Clotoide de vértice o espiral de punta	59
Figura 2.12 Desarrollo del peralte	67
Figura 2.13 Sobreechancho.....	68
Figura 2.14 Distancia de visibilidad de parada.....	69
Figura 2.15 Distancia de velocidad de rebasamiento.....	72
Figura 3.1 Diagrama de momentos.....	88

Figura 3.2	Diagrama de cortantes.....	88
Figura 3.3	Separación entre columnas “d1”	90
Figura 3.4	Separación vertical entre cordones “d2”	91
Figura 3.5	Separación entre columnas “d3”	92
Figura 3.6	Separación entre ángulos “L”	94
Figura 3.7	Unión correa – cercha.....	95
Figura 3.8	Vista isométrica del galpón	98
Figura 3.9	Importación de elementos en SAP2000.....	99
Figura 3.10	Asignación de elementos en grupos	100
Figura 3.11	Definición del material.....	101
Figura 3.12	Definición de las secciones.....	102
Figura 3.13	Definición de patrones de carga.	103
Figura 3.14	Definición del coeficiente sísmico.	104
Figura 3.15	Definición de funciones de espectro de respuesta.....	105
Figura 3.16	Colocación de los coeficientes según la norma NEC-2015....	106
Figura 3.17	Definición de los casos de carga.	107
Figura 3.18	Definición del caso de carga por espectro de respuesta.....	107
Figura 3.18	Combinaciones de carga por defecto.....	108
Figura 3.19	Definición del caso de carga “envolvente”.	109
Figura 3.20	Selección del grupo “Largueros”	110
Figura 3.21	Asignación de carga muerta a largueros.....	110
Figura 3.22	Asignación de carga viva a los largueros.....	111

Figura 3.23 Asignación de carga de viento a los cordones.....	112
Figura 3.24 Realización del análisis estructural corriendo el programa SAP 2000.....	113
Figura 3.25 Perfil utilizado para las columnas.....	114
Figura 3.26 Perfil utilizado para los ángulos horizontales de las columnas.	115
Figura 3.27 Perfil utilizado para los ángulos diagonales de las columnas.	116
Figura 3.28 Perfil utilizado para los ángulos diagonales de las cerchas. ..	116
Figura 3.29 Perfil utilizado para los ángulos verticales de las cerchas.	117
Figura 3.30 Perfil utilizado para los cordones superiores e inferiores.....	117
Figura 3.31 Perfil utilizado para los largueros.	118
Figura 3.32 Perfil utilizado para la unión cercha – columna.....	118
Figura 3.33 Perfil utilizado para los arriostramientos de largueros.....	119
Figura 3.33 Perfil utilizado para vigas y columnas de hormigón.	119
Figura 3.34 Áreas utilizadas para paredes de mampostería.....	120
Figura 3.35 Chequeo de escala de colores, Vista en 2D.	121
Figura 3.36 Chequeo de escala de colores, Vista en 3D.	121
Figura 3.37 Pesos unitarios de los distintos tipos de suelo.....	125
Figura 3.38 Ejemplo de dimensiones de zapata.	135
Figura 3.39 Dimensiones de zapata a utilizar en el galpón.....	135
Figura 4.1 APU Desbroce y limpieza de terreno.	148
Figura 4.2 APU Trazado y replanteo.....	149

Figura 4.3 APU Excavación a máquina.....	150
Figura 4.4 APU Transporte de materiales pétreos.	151
Figura 4.5 APU Replanteo.....	152
Figura 4.6 APU Hormigón para vigas columnas y cimentación.....	153
Figura 4.7 APU Acero de refuerzo.	154
Figura 4.8 APU Contrapiso.	155
Figura 4.9 APU Suministro de acero estructural.	156
Figura 4.10 APU Montaje de la armadura.	157
Figura 4.11 APU Paredes de bloque.....	158
Figura 4.12 APU Enlucido de paredes.	159
Figura 4.13 APU Empaste.	160
Figura 4.14 APU Pintura.	161
Figura 4.15 APU Relleno compactado.....	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Tipo de terrenos según las pendientes.....	37
Tabla II. Tabla de ajuste mensual para buses y pesados de dos o más ejes a los consumos de diesel.....	46
Tabla III. Tasas de crecimiento anual de tráfico vehicular.....	48
Tabla IV. Clasificación Jerárquica de acuerdo al MOP.....	49
Tabla V. Velocidades de diseño (km/h).....	53
Tabla VI. Velocidad de circulación según el volumen de tránsito.....	55
Tabla VII. Valores de diseño de los radios mínimos para peraltes máximos $e_{máx} = 0.10$	61
Tabla VIII. Coeficientes de fricción lateral.....	62
Tabla IX. Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte.....	65
Tabla X. Distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo en pavimentos mojados.....	71
Tabla XI. Distancia de visibilidad mínima para rebasamiento de un vehículo.....	75
Tabla XII. Valores de diseño de las pendientes longitudinales máximas.....	77
Tabla XIII. Tabla de relación de “k” para curvas verticales convexas.....	79
Tabla XIV. Relación de “k” para curvas verticales cóncavas.....	81

Tabla XV. Comparación y selección de la alternativa más viable.....	85
Tabla XVI. Momentos SAP 2000	89
Tabla XVII. Cortantes SAP 2000	89
Tabla XVIII. Tabla de derivas máximas (SAP2000).....	122
Tabla XIX. Tipo de suelo del terreno en el que estará ubicada el proyecto	124
Tabla XX. Datos del suelo y el concreto	126
Tabla XXI. Pesos de columnas (SAP 2000)	127
Tabla XXII. Dimensiones de las columnas	128
Tabla XXIII. Determinación de la altura de zapatas.....	128
Tabla XXIV. Determinación del peso del pedestal.....	129
Tabla XXV. Determinación del área de la zapata	130
Tabla XXVI. Determinación de las dimensiones de la zapata	130
Tabla XXVII. Verificación por corte.....	131
Tabla XXVIII. Verificación de falla por punzonado.....	131
Tabla XXIX. Chequeo de falla por punzonado	132
Tabla XXX. Cálculo del acero de refuerzo.....	133
Tabla XXXI. Distribución del acero de refuerzo	134
Tabla XXXII. Número de varillas a utilizarse en la zapata	134
Tabla XXXIII. Determinación de la carga última mayorada (Pu).....	137
Tabla XXXIV. Determinación del acero mínimo.....	138
Tabla XXXV. Revisión de la cuantía	138
Tabla XXXVI. Revisión de confinamiento (estribos)	139

Tabla XXXVII. Separación entre varillas longitudinales en el pedestal.....	140
Tabla XXXVIII. Definir dimensiones de la placa base.....	141
Tabla XXXIX. Revisión de la resistencia al contacto del concreto.....	141
Tabla XL. Espesor requerido de la placa base.....	142
Tabla XLI. Aforo vehicular realizado en la vía perimetral en la semana del 22 al 26 de enero del 2018.	143
Tabla XLII. Cálculo del TPDA.....	143
Tabla XLIII. Proyección del TPDA.....	144
Tabla XLIV. Presupuesto para la construcción del proyecto.....	163
Tabla XLV. Marco Legal para el estudio de impacto ambiental.....	166
Tabla XLVI. Matriz de intensidad (Fase de construcción).....	175
Tabla XLVII. Matriz de extensión (Fase de construcción).....	175
Tabla XLVIII. Matriz de duración (Fase de construcción).....	177
Tabla XLIX. Matriz de signo (Fase de construcción).....	178
Tabla L. Matriz de magnitud (Fase de construcción).....	179
Tabla LI. Matriz de riesgo (Fase de construcción).....	180
Tabla LII. Matriz de reversibilidad (Fase de construcción).....	181
Tabla LIII. Matriz de valoración de impacto ambiental (Fase de construcción).....	182
Tabla LIV. Matriz de evaluación (Fase de construcción).....	183
Tabla LV. Matriz de intensidad (Fase de operación).....	184
Tabla LVI. Matriz de extensión (Fase de operación).....	185

Tabla LVII. Matriz de duración (Fase de operación).....	186
Tabla LVIII. Matriz de signo (Fase de operación).....	187
Tabla LIX. Matriz de magnitud (Fase de operación).....	188
Tabla LX. Matriz de riesgo (Fase de operación).....	189
Tabla LXI. Matriz de reversibilidad (Fase de operación)	190
Tabla LXII. Matriz de valoración de impacto (Fase de operación).....	191
Tabla LXIII. Matriz de evaluación (Fase de operación)	192

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Guayaquil, una de las ciudades más representativas de la República del Ecuador, es un importante centro de comercio con influencia a nivel regional en el ámbito comercial, de finanzas, político, cultural y de entretenimiento. En el cual, la actividad más destacada en el ámbito comercial es la portuaria, ya que, “alrededor de 18.000 personas viven de los recursos generados por esta actividad en Guayaquil” (**Eduardo Peña, presidente de la Cámara de Comercio de Guayaquil, 2013**), además de que ésta es una ciudad puerto por más de 400 años.

Debido al extenso terreno con el que cuenta la Escuela Superior Politécnica del Litoral en el campus Gustavo Galindo, el cual no es utilizado en su totalidad y existen lugares de los cuales se podría obtener beneficios tanto para la comunidad Politécnica como para la sociedad, es factible el desarrollo de un proyecto para lograr este objetivo.

Una manera de aprovechar este terreno sería la implantación de una Nave Industrial (Galpón) para bodegaje de contenedores, el cual se lo podría ubicar estratégicamente en un área que se encuentra cerca al GOE (Grupo de Operaciones Especiales), que actualmente es un vertedero y que limita con la vía perimetral; de este modo, se facilitaría el acceso de vehículos de

transporte de carga pesada para así evitar la contaminación acústica y el congestionamiento vehicular que podrían causar a la comunidad politécnica.

1.1 Antecedentes

El primer metal que posiblemente haya sido usado por parte de los seres humanos fue una aleación de cobre, como por ejemplo el bronce (mezcla de cobre, estaño y otros aditivos), pero en realidad los avances con mayor importancia en el desarrollo de los metales han sido la fabricación y uso del hierro y de la aleación más utilizada como lo es el acero. Así es como en la actualidad el hierro y el acero pasaron a ser los metales más producidos ocupando un 95% en tonelaje. “American Iron and Steel Institute, The Making of Steel (Washington, DC, sin fecha), p. 6.”

Al acero se lo define como una mezcla de hierro y porciones pequeñas de carbono, por lo general menor al 1%. Posee también pequeñas cantidades de otros elementos. El acero ha sido fabricado desde 2000 o 3000 años atrás, pero no hubo una metodología de producción económica hasta la mitad del siglo XIX.

En 1855 Sir Henry Bessemer de Inglaterra fue el primero en crear un proceso para producir acero en grandes cantidades y este proceso adoptó su nombre en honor a él. Pero al momento de querer patentar este proceso no tuvo éxito, ya que, se había demostrado que William

Kelly de Eddyville, Kentucky, había realizado el mismo proceso para producir acero siete años antes de que Bessemer solicitara su patente. Por lo tanto, la patente fue concedida a Kelly, pero para el proceso 2 se utilizó el nombre de Bessemer.

Bessemer y Kelly se dieron cuenta que una gran cantidad de las impurezas del metal estaban siendo quemadas por un chorro de aire del hierro fundido que también eliminaba una cantidad considerable de elementos provechosos como el carbono y manganeso.

Luego, realizando experimentos se pudo conocer que una aleación de hierro, carbono y manganeso llamada hierro especular, sustituiría a esos elementos afectados. También se conoció que, al añadir piedra caliza en el convertidor, podía quitarse el fósforo y una gran cantidad de azufre.

A principios de este siglo se desarrollaron métodos más eficaces que el convertidor Bessemer, por lo que se dejó de utilizar este método y se comenzaron a usar métodos como el proceso de solera abierta y del oxígeno básico.

En la actualidad la mayor cantidad de perfiles y placas de acero estructural se realizan fundiendo la chatarra de acero. La cual se obtiene de los automóviles y viejos y de la chatarra de perfiles estructurales, también de refrigeradores, motores, máquinas de escribir, y así algunos artículos parecidos a los mencionados. Estos materiales se los funden y se los coloca en moldes que tienen formas aproximadas a las finales de los miembros. Estas secciones pasan por unos rodillos para poder comprimirlos hasta su forma real, por lo cual, tienen mejor superficie y menores esfuerzos residuales comparados con el acero recién fabricado.

El proceso de los perfiles también se lo puede realizar por el rolado en frío, aplicando algunos recubrimientos, y quizás mediante el recocido. Por medio de este proceso, se calienta el acero a una cierta temperatura, y se la mantiene así durante un período de tiempo y luego se lo deja a temperatura ambiente para que se enfríe. El recocido tiene un acero con mayor ductilidad, pero con menor dureza y fragilidad.

El término hierro dulce se refiere al hierro con un contenido muy bajo de carbono (0.15%), mientras que al hierro con un contenido muy alto de carbono (2%) se le llama hierro colado. Los aceros se encuentran entre el hierro colado y el hierro dulce y tienen un contenido de carbón en el rango de 0.15% al 1.7%

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diseñar una nave industrial (Galpón) sismo-resistente para bodegaje, espacio de maniobra y accesos en el sector este del campus politécnico Gustavo Galindo.

1.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Proponer 3 alternativas para el diseño del galpón y elegir la opción más viable desde el punto de vista ingenieril considerando los diversos factores como son: tiempo de construcción, amplitud de espacios, económico y ambiental.
- ✓ Realizar el diseño de la alternativa elegida cumpliendo con los estándares nacionales e internacionales.
- ✓ Proponer un diseño geométrico de las rutas de acceso al galpón.

1.3 Hipótesis

La nave Industrial tipo cercha, será diseñada con los requerimientos especificados en la norma NEC2015. Así también, se lo hará de tal forma que el costo de la obra sea económico, garantizando la seguridad estructural y, ya que, es una estructura metálica, ésta va a poder ser construido en un tiempo óptimo.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área donde será implantada la nave industrial pertenece a la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Se trata de un terreno compuesto por rocas de alta rigidez, provenientes de la formación Cayo. En la actualidad, este sector está lleno de vegetación y parte de éste es utilizado como vertedero de basura.

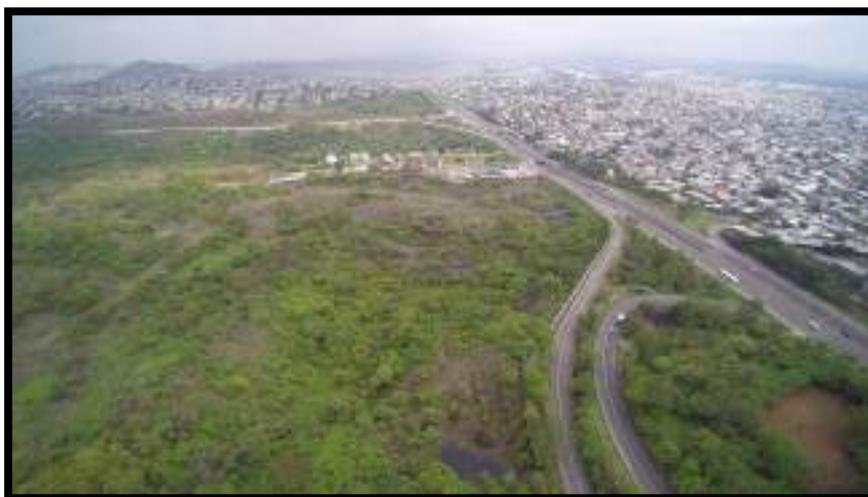


Figura 2.1 Ubicación del proyecto
Fuente: PhD. Chávez, M., 2018.



Figura 2.2 Condiciones actuales del área del proyecto
Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

2.1 Acero como material estructural

Uno de los materiales constructivos más usados y recomendados por su buena resistencia, ligero peso, facilidad de fabricación e instalación, entre otros factores, es el acero. A continuación, se muestra cuáles son las ventajas y desventajas de utilizar acero como material estructural.

2.1.1 Ventajas del acero

2.1.1.1 Alta resistencia

Este parámetro es de mucha importancia debido a que gracias a la alta resistencia por unidad de peso, se puede utilizar en estructuras que tienen grandes claros, y para aligerar el peso que recibe la cimentación.

2.1.1.2 Uniformidad

La uniformidad del acero se refiere a que las propiedades de este con van a alterarse de manera apreciable con el transcurso del tiempo, cosa que no ocurre con las estructuras de hormigón armado.

2.1.1.3 Elasticidad

El comportamiento del acero es el que más se aproxima al de las hipótesis de diseño, ya que, sigue la ley de Hooke hasta esfuerzos muy altos. Comparando los momentos de inercia de una estructura de acero con la de concreto se

puede notar que estos se pueden calcular exactamente para una estructura de acero, pero para la de concreto estos cálculos no son tan precisos.

2.1.1.4 Durabilidad

Realizando el debido mantenimiento a las estructuras de acero, éstas durarán de manera indefinida. En los aceros modernos, y bajo ciertas condiciones no se requieren realizar mantenimientos a base de pintura.

2.1.1.5 Ductilidad

La ductilidad es la propiedad que tiene un material para soportar grandes deformaciones sin fallar bajo esfuerzos de tensión altos. Al momento de realizar pruebas a tensión de un acero dulce, es decir, con bajo contenido de carbono, se presenta una gran reducción de la sección transversal y un alargamiento considerable en el punto de falla, antes de que se fracture. Cuando un material no posee esta propiedad, no es aceptable, porque lo más probable es que sea duro y frágil y al someterlo a golpes repentinos, éste se romperá.

Las estructuras dúctiles poseen una ventaja adicional, ya que, al sobrecargarlas, sus deformaciones que son

ampliamente grandes permiten observar de manera más fácil la inminencia de la falla.

2.1.1.6 Tenacidad

La tenacidad es la combinación de la ductilidad y la resistencia. Esto implica que, un elemento estructural cargado va a ser capaz de soportar grandes fuerzas incluso cuando presenta grandes deformaciones. Esta propiedad es una de las más importantes, porque al momento de la fabricación y montaje, los elementos estructurales pueden ser sometidos a grandes deformaciones sin que se fracturen, esto quiere decir, que se los puede doblar, martillar, cortar, taladrar y no presentarán daños aparentes. Esta propiedad también se caracteriza por la capacidad de absorber grandes cantidades de energía.

2.1.2 Desventajas del acero

2.1.2.1 Corrosión

Al estar expuestos al agua y al aire, esto hace que la mayoría de los aceros tiendan a corroerse, por lo cual, estos deben de ser pintados periódicamente. Pero existen otras maneras de evitar esto, como es el uso de los aceros intemperizados. Pero esto no siempre es factible. Por

ejemplo, cuando las estructuras de acero se someten a esfuerzos cíclicos en ambientes corrosivos, esta falla se la conoce como “corrosión-fatiga”, y esto implicaría que la resistencia a la fatiga de estos elementos se puede reducir considerablemente.

2.1.2.2 Costo de la protección contra el fuego

A pesar de que las estructuras de acero no son combustibles, estos tienen una baja considerable de la resistencia a altas temperaturas. También el acero es un excelente conductor del calor, es por esto que los miembros de acero sin ninguna clase de protección pueden transferir una suficiente cantidad de calor de una sección o compartimiento incendiado de un edificio a secciones aledañas del mismo edificio e incendiar el material presente.

2.1.2.3 Susceptibilidad al pandeo

El peligro al pandeo es medido por la esbeltez y la longitud de los elementos sometidos a compresión. Para las estructuras, en su mayoría, el uso de columnas de acero es económico puesto que, las tiene altas relaciones de resistencia peso. Aunque esta estructura para poder ser

rigidizadas se necesita de algún acero adicional, lo que da como resultado una reducción en el aspecto económico.

2.1.2.4 Fatiga

Cuando el acero estructural es sometido a una gran cantidad de inversiones del sentido del esfuerzo, este comienza a tener reducciones de su resistencia, o también cuando se dan muchos cambios en la magnitud del esfuerzo de tensión. (La fatiga se da sólo cuando se presentan tensiones).

2.1.2.5 Fractura Frágil

En algunos casos, el acero tiende a perder su ductilidad y la fractura frágil puede suceder en los lugares donde existan concentraciones de esfuerzo. Cuando esto se combina con bajas temperaturas la situación se agrava. Así también las condiciones del esfuerzo triaxial pueden conducir a la fractura frágil.

2.1.3 Perfiles de acero

Se puede laminar el acero estructural de una manera económica en diferentes formas y tamaños sin alterar sus propiedades físicas. Por

lo general los elementos estructurales que más se utilizan son los que tienen grandes momentos de inercia en relación con sus áreas. Como, por ejemplo, los perfiles I, T y C.

Generalmente los perfiles de acero se designan por la forma de sus secciones transversales, como se puede observar en la Figura 2.3

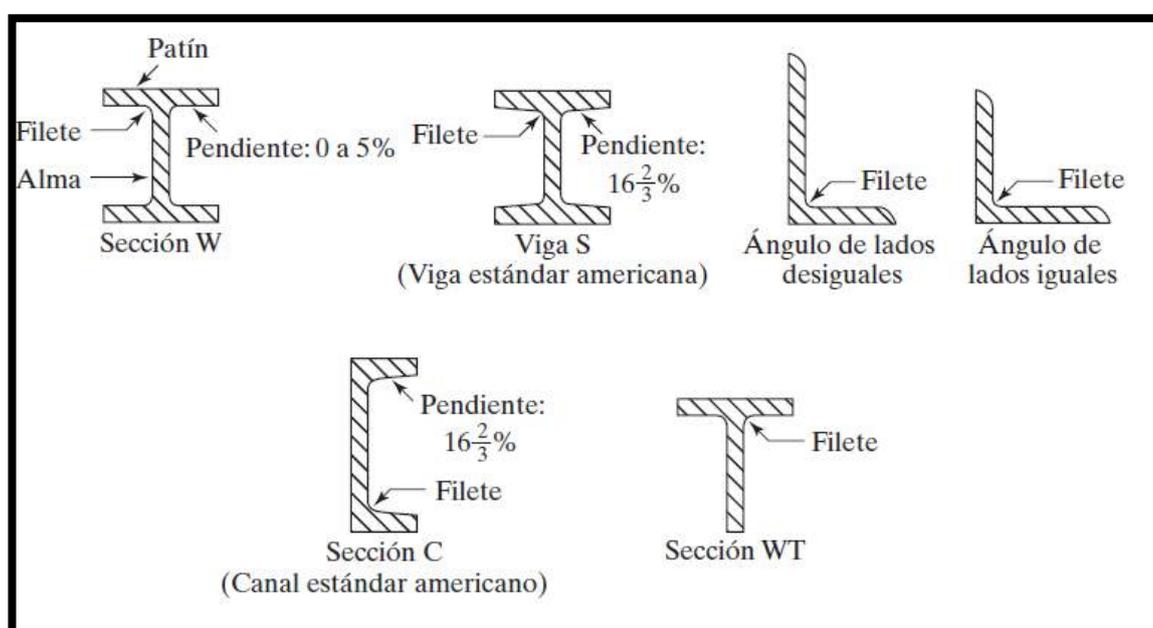


Figura 2.3 Perfiles laminados de acero

Fuente: McCormac, J., 2013.

Los perfiles estructurales tienen una nomenclatura establecida en el Manual para usarse en planos, especificaciones y diseños. El cual está estandarizado para propósitos de órdenes, facturación, etc. En la actualidad se están realizando trabajos en computadoras y otros equipos automatizados, ya que, es necesario tener un sistema de

números y letras que permita imprimirse por medio de un teclado estándar (a diferencia del viejo sistema en donde ciertos símbolos se usaban para ángulos, canales, etc.). Ejemplos de este sistema de identificación son los siguientes:

- Una C10 * 30 es una canal con 10 plg de peralte y peso de 30 lb/pie.
- Una MC18 * 58 es una canal diversa con 18 plg de peralte y peso de 58 lb/pie que no se puede clasificar por sus dimensiones como C.
- Una HSS14 * 10 * 5/8 es una sección estructural rectangular hueca de 14 plg de peralte, 10 plg de ancho, con un espesor de pared de 5/8 plg. También se dispone de secciones HSS cuadradas y redondas.
- Un L6 * 6 * 1/2 es un ángulo de lados iguales, cada uno de 6 plg de longitud y 1/2 plg de espesor.
- Las secciones rectangulares de acero se clasifican como *placas* anchas o *barras* estrechas. (JACK C. McCORMAC, 2013)

Una placa generalmente se designa por su espesor, su ancho y su longitud, en ese orden; por ejemplo, una PL1/2 * 10 * 16 tiene un espesor de 1/2 plg, 10 plg de ancho y 16 plg de longitud. En realidad, en la actualidad el término **placa** se usa casi

universalmente, ya sea que el miembro se fabrique a partir de una placa o de una barra. La hoja y la tira generalmente son más delgadas que las barras y las placas.

2.2 Diseño geométrico

2.2.1 Trazado y diseño geométrico

La parte más fundamental de un proyecto vial es el diseño geométrico. Pues este, debe ser funcional, seguro, cómodo e íntegro en su entorno.

También debe ser consistente, de manera que proporcione todos los elementos y características para que ayude a disminuir accidentes de tránsito y que se adapte a las condiciones topográficas que varían continuamente. Los diseños geométricos y caminos vecinales en el Ecuador, se basan en los manuales y normas que tiene en vigencia el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), pero dependiendo de los casos, también se apoyan de normas extranjeras tal como la norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) o en libros que publican diversos autores.

En el diseño geométrico se presentan dos tipos de factores:

2.2.1.1 Factores externos

Están relacionados, entre otros aspectos, con la topografía del terreno natural, la conformación geológica y geotécnica del mismo, el volumen y características del tránsito actual y futuro, los valores ambientales, la climatología e hidrología de la zona, los desarrollos urbanísticos existentes y previstos, los parámetros socioeconómicos del área y la estructura de las propiedades.

2.2.1.2 Factores internos

Contemplan las velocidades a tener en cuenta para el mismo y los efectos operacionales de la geometría, especialmente los vinculados con la seguridad exigida y los relacionados con la estética y armonía de la solución.

2.2.2 Parámetros de diseño

2.2.2.1 Tipo de terreno

Topográficamente se define cuatro tipos de terreno: Plano, ondulado, montañoso y escarpado.

A continuación, se presenta una tabla con las principales características que definen a cada tipo de terreno:

Tabla I. Tipo de terrenos según las pendientes

TIPO DE TERRENO	PENDIENTE LONGITUDINAL (%)	PENDIENTE TRANSVERSAL (%)
PLANO	< 3	0-5
ONDULADO	3-7	5-25
MONTAÑOSO	7-9	> 25
ESCARPADO	9-14	> 75

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

2.2.2.2 Tráfico

Los datos referentes al tráfico son entre otras informaciones, la base para realizar el diseño de una carretera o un tramo de esta. Esto, con la finalidad de hacer comparaciones con la capacidad; es decir, el volumen máximo de vehículos que una carretera puede soportar. En consecuencia, el tráfico afecta directamente a las características del diseño geométrico.

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual basado en estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos.

2.2.2.2.1 Clasificación vehicular

Generalmente, los vehículos son clasificados según su tamaño, peso y movilidad. De acuerdo a esto, se pueden distinguir 4 tipos de vehículos: Motocicletas, livianos, pesados y especiales. Los

vehículos que suelen definir el trazado de las carreteras son los coches destinados a transportar viajeros (usualmente con capacidad para cuatro o cinco pasajeros), debido a que circulan con mayor velocidad.

Vehículo equivalente: es una abstracción para transformar el flujo de distintos tipos de vehículos en un flujo de vehículos livianos homogéneos, asignando a cada vehículo tipo diferente ponderación:

- una moto tiene una ponderación de 0,5;
- un liviano tiene una ponderación de 1;
- un pesado de 2 ejes una ponderación de 2;
- los pesados de más de 2 ejes una ponderación de 3.

Clasificación F FHWA	Clasificación Adaptada	Descripción	Gráfico
F1	1	Motos	
F2, F3	2	Livianos	
F4, F5	3	Camiones y Buses 2 ejes	
F6, F7, F8, F9, F10	4	Pesados 3+ ejes	
F11, F12, F13	5	Otros	

Figura 2.4 Correspondencia de tipos de vehículos
Fuente: Gordillo, C., 2017.

CUADRO DEMOSTRATIVO DEL TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES								
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)				
				Largo	Ancho	Alto		
2 D			7	5,00	2,60	3,00		
20A			10	7,50	2,60	3,50		
20B			18	12,20	2,60	4,10		
3A			27	12,20	2,60	4,10		
4-C			31	12,20	2,60	4,10		
4-0			32	12,20	2,60	4,10		
V2DB			18	12,20	2,60	4,10		
V3A			27	12,20	2,60	4,10		
V2S			27	12,20	2,60	4,10		
T2			18	8,50	2,60	4,10		
T3			27	8,50	2,60	4,10		
S3			24	13,00	3,00	4,30		
S2			20	13,00	3,00	4,30		
S1			11	13,00	3,00	4,30		
R2			22	10,00	3,00	4,30		
R3			31	10,00	3,00	4,30		
B1			11	10,00	3,00	4,30		
B2			20	10,00	3,00	4,30		
B3			24	10,00	3,00	4,30		

Figura 2.5 Tabla nacional de pesos y dimensiones: "tipo de vehículos motorizados remolques y semirremolques"

Fuente: MTOP NEVI-12, 2013.

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (m ejes)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			40	20,50	2,60	4,30
2R3			48	20,50	2,60	4,30
3R2			48	20,50	2,60	4,30
3R3			48	20,50	2,60	4,30
2B1			29	20,50	2,60	4,30
2B2			38	20,50	2,60	4,30
2B3			42	20,50	2,60	4,30
3B1			38	20,50	2,60	4,30
3B2			47	20,50	2,60	4,30
3B3			48	>20,50	3,00	4,30

Figura 2.6 Tabla nacional de pesos y dimensiones: "Posibles combinaciones"

Fuente: MTOP NEVI-12, 2013.

2.2.2.2 Encuestas de origen y destino

Mediante estas encuestas se busca la información sobre la procedencia y el destino de los usuarios; es decir, averiguar el interés que hay de los usuarios sobre un nuevo proyecto. Para eso existen algunos métodos como:

1. Entrevista a los conductores
2. Tarjeta de entrada y salida
3. Placa de los vehículos
4. Tarjeta por correo
5. Entrevista a domicilio

2.2.2.3 Aforos vehiculares

Los Aforos son conteos vehiculares y pueden ser:

Aforos Cortos: Recomendables en proyectos cuya intensidad de tráfico vehicular es constante y no tiene mucha fluctuación en determinado período de tiempo.

Aforos Largos: Se hacen los registros vehiculares entre 12 y 16 horas al día y en períodos que oscilan entre 3 y 10 días.

Aforos Continuos: Se hacen los registros vehiculares en períodos muy prolongados, en general, durante 24 horas al día y 365 días al año. Para realizar los aforos, se utilizan instrumentos manuales e instrumentales altamente sofisticados.

2.2.2.2.4 Conteos

Se determinará el tráfico promedio diario anual (T.P.D.A.), a partir de observaciones puntuales del tráfico y de los factores de variación.

Existen dos tipos de conteos:

- **Manuales:** Son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía.
- **Automáticos:** Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico.

2.2.2.2.5 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Se define como la unidad de medida en el tráfico de una carretera y sirve de indicador numérico para el diseño.

Este parámetro es obtenido mediante la división del volumen medido durante un año, para 365 días.

Los diseños se basan en la proyección del tráfico durante un periodo de vida útil de 15 o 20 años.

Si queremos obtener el Tráfico Promedio Diario Anual partiendo de una muestra, existen cuatro tipos de factores de variación que son:

- **Factor horario (FH).** - nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a VOLUMEN DIARIO PROMEDIO.
- **Factor diario (FD).** - transforma el volumen de tráfico diario promedio en VOLUMEN SEMANAL PROMEDIO.

- **Factor semanal (FS).** - transforma el volumen semanal promedio de tráfico en VOLUMEN MENSUAL PROMEDIO.
- **Factor mensual (FM).** - transforma el volumen mensual promedio de tráfico en TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).

De esta manera la fórmula para el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual para datos provenientes de aforos de semana equivalente será:

$$TPDA=TPDS*FD*FS*FM$$

Y para semana completa:

$$TPDA=TPDS*FS*FM$$

Para este proyecto se realizaron conteos vehiculares manuales en la vía perimetral a la altura del paso peatonal ubicado frente a la Cdla. Ceibos Norte, en la semana del 22 al 26 de enero del 2018 en horarios de 8:00 a.m a 18:00 p.m.

El conteo realizado se enfocó en los vehículos de clases: 4C, 2S2, 2S3, 3S2 Y 3S3. Puesto que estos son los tipos de vehículos que cumplen con

las características necesarias para el transporte de los contenedores que serán almacenados en la nave industrial que estará ubicada en el Campus Gustavo Galindo de la Espol.

A continuación, se presenta la tabla de ajuste mensual utilizada para el cálculo del TPDA de la ruta de acceso:

Tabla II Tabla de ajuste mensual para buses y pesados de dos o más ejes a los consumos de diesel.

PROVINCIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
AZUAY	1,1155	1,1633	1,0211	1,0802	0,9730	0,9655	0,9712	0,9574	0,9751	0,9636	0,9779	0,9176
BOLIVAR	1,1043	1,2741	1,1145	1,1466	0,9946	0,9737	0,9323	0,9216	0,9140	0,8876	0,9680	0,9204
CAJAR	1,0756	1,2372	1,0260	1,2077	1,0700	1,0561	1,0040	0,9109	0,9292	0,9018	0,8893	0,8909
CARCHI	0,8010	1,0720	1,0285	0,9800	0,9071	1,0374	1,0582	0,9999	0,9448	1,0790	1,1133	1,0381
CHIMBORAZO	1,0626	1,1169	0,9821	1,0769	1,0094	1,0128	1,0090	0,9401	0,9874	0,9595	0,9595	0,9023
COTOPAXI	1,0520	1,2071	1,0279	1,1025	1,0416	1,0301	1,0008	0,9434	0,9385	0,9067	0,9297	0,8785
EL DORO	1,0563	1,1544	1,0232	1,0502	1,0170	0,9976	0,9169	0,9291	0,9950	0,9784	0,9939	0,9270
ESMERALDAS	1,0419	1,1192	0,9961	0,9478	0,9647	1,0530	0,9905	0,9491	1,0078	1,0266	1,0047	0,9670
GALAPAGOS	0,8630	0,9547	1,1138	1,2740	0,9665	0,9822	0,7904	0,9189	0,9424	1,0210	2,4993	0,8044
GUAYAS	1,0714	1,2092	1,0451	1,1190	1,0110	1,0029	0,9773	0,9473	0,9562	0,9183	0,9702	0,8632
IMBABURA	1,1000	1,1829	0,9882	1,0323	1,0298	1,0373	0,9646	0,9670	0,9631	0,9606	0,9707	0,8624
LOJA	1,0168	1,1057	1,0284	1,0840	1,0650	0,9980	0,9740	0,8822	0,9418	0,9830	1,0232	0,9407
LOS RIOS	1,1375	1,2978	1,1918	1,1435	0,8888	0,9622	1,0126	0,9626	0,9554	0,8981	0,9372	0,8990
MANABI	1,0827	1,1904	1,0029	1,0910	1,0040	1,0190	0,9784	0,9095	0,9895	0,9722	0,9729	0,8433
MORONA SANTIAGO	1,1225	1,1078	1,0984	1,0558	1,1546	1,0748	1,0547	0,9735	0,9460	0,8801	0,9116	0,8388
NAP0	1,1730	1,1680	1,0900	1,0078	1,0000	1,0231	1,0347	0,8961	0,9069	0,9085	0,9790	0,8214
ORELLANA	1,1170	1,1289	1,0791	1,0372	1,0176	1,0232	0,9635	0,9460	0,9461	0,9481	0,9461	0,8999
PASTAZA	1,1528	1,1663	1,0188	1,0023	0,9570	0,9600	0,9133	0,8262	0,9529	0,9624	1,0192	1,0386
PICHINCHA	1,0701	1,1077	0,9995	1,0500	0,9975	0,9971	1,0063	0,9766	0,9666	0,9451	0,9763	0,9350
SANTA ELENA	1,0464	1,0226	0,9995	1,0964	1,0600	1,0223	1,0207	0,9080	1,0144	1,0047	0,9634	0,8867
STO. DGO. TSACHILAS	1,0519	1,1893	0,9859	1,0883	1,0644	0,9940	0,9813	0,9418	0,9710	0,9579	0,9470	0,9278
SUCUMBIOS	1,1428	1,0822	1,0370	1,0606	1,0127	0,9985	0,9736	0,9702	0,9457	0,9603	0,9618	0,9096
TUNGURAHUA	1,0759	1,1389	1,0059	1,0442	1,0185	1,0016	0,9865	0,9374	0,9448	0,9562	0,9800	0,8794
ZAMORA CHINCHIPE	1,0506	0,9970	0,9936	1,0452	0,9868	0,9970	1,0790	1,0272	1,0689	0,9922	0,9636	1,0094

Fuente: Geoplades, 2012.

2.2.2.2.6 TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL

PROYECTADO ($TPDA_{\text{proyectado}}$)

La fórmula a utilizar para el cálculo de la proyección del TPDA es la siguiente:

$$TPDA_{\text{proyectado}} = Tf + Td + Tg$$

Dónde: Tf: Tráfico futuro

Td: Tráfico desarrollado

Tg: Tráfico generado

- **Tráfico futuro:** Es el pronóstico del volumen de tráfico actual que se encuentra en función de la tasa de crecimiento poblacional de la región, donde se desarrolla la vía.

$$Tf = Ta * (1+i)^n$$

Donde:

Tf: tráfico futuro o proyectado

Ta: tráfico actual

i: tasa de crecimiento de tráfico

n: número de años de proyección

Tabla III Tasas de crecimiento anual de tráfico vehicular

PROVINCIA	PERIODO	TASAS DE CRECIMIENTO (%)		
		LIVIANO	BUS	CAMIÓN
GUAYAS	2015-2020	5.56	3.00	3.33
	2020-2025	4.95	2.67	2.96
	2025-2030	4.45	2.40	2.67
	2030-2035	4.04	2.18	2.43

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

- **Tráfico desarrollado:** Se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. Este tráfico se estima que es un 5% del tráfico actual.

$$T_d = 0.05 * T_a$$

- **Tráfico generado:** Está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían sólo si las mejoras propuestas ocurren. Además, se estima que este tráfico se

produce en un tiempo de 2 a 3 años y que corresponde a un 20% del tráfico actual.

$$T_g = 0.20 * T_a$$

2.2.2.2.7 Clasificación de carreteras

CLASIFICACION DE CARRETERAS EN FUNCION DEL TRAFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA *
R-I o R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

* El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.

Figura 2.7 Clasificación en función del tráfico proyectado

Fuente: MTOP – Normas de diseño geométrico, 2003.

Tabla IV Clasificación Jerárquica de acuerdo al MOP
CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN JERÁRQUICA

CORREDORES ARTERIALES	Autopistas y Autovías.
VÍAS COLECTORAS	Son de clase I, II, III, IV.
CAMINOS VECINALES	Son las carreteras IV y V.

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

2.2.2.3 Secciones transversales

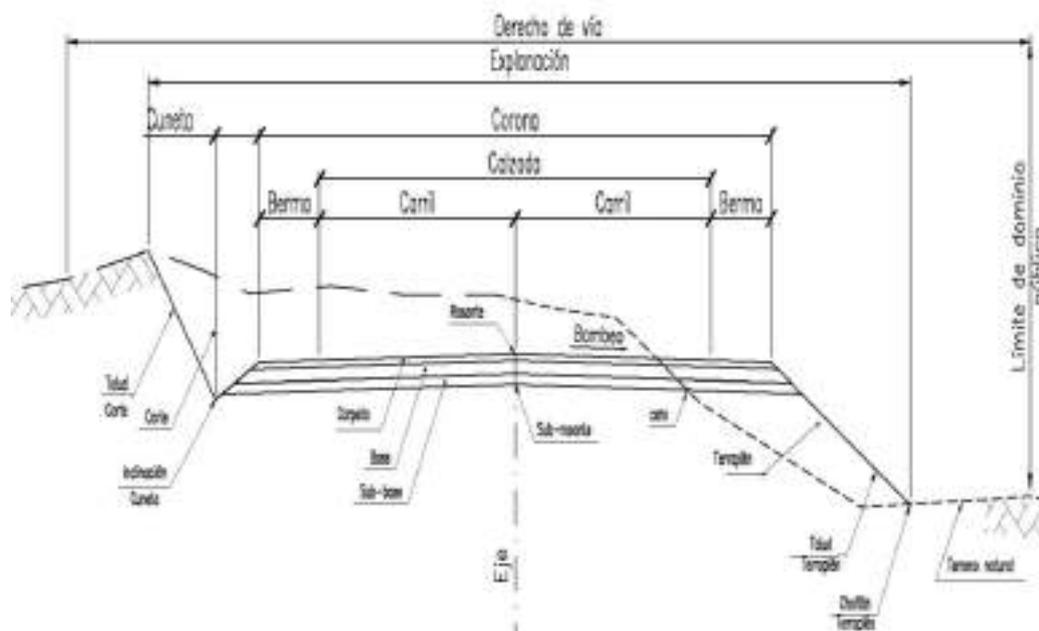


Figura 2.8 Secciones transversales

Fuente: Montejo, A., 2002.

Calzada. – “También denominada superficie de rodamiento es la “zona de la vía destinada a la circulación de vehículos” de una forma cómoda y segura”. (Montejo, 2002)

Carriles. – “La división de la calzada en varias franjas paralelas, se denominan carriles, los mismos que deben tener un ancho suficiente para permitir la circulación de una sola fila de vehículos”. (Montejo, 2002)

Espaldones, arcén u hombros. – “Son las partes externas que están junto a la calzada, sirven para proveer de espacio

adicional a los carriles para que puedan estacionarse momentáneamente los vehículos que están en emergencia y evitar accidentes”. (Montejo, 2002)

Corona. – “Sección formada por la calzada y los espaldones”. (Montejo, 2002)

Cunetas. – “Son zanjas de sección trapezoidal o triangular que pueden estar revestidas o no, que sirven para recoger el agua que se escurre por la calzada y los taludes”. (Montejo, 2002)

Explicación. – “Es la faja de terreno que ocupa la construcción de la carretera, es decir desde los bordes extremos de las laterales”. (Montejo, 2002)

Derecho de vía. – “Es la faja de terreno destinada para posibles ensanchamientos, mejoramientos y desarrollos paisajísticos que sean necesarios realizarlos en el futuro”. (Montejo, 2002)

Bombeo. – “Es la pendiente que se da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación del agua sobre el camino”. (Montejo, 2002)

Franja de estudio. – “Franja de terreno que se contrata para la construcción de un camino, varía de acuerdo con el tipo de camino y a las condiciones del terreno”. (Montejo, 2002)

Rasante. – “Es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo del eje de la corona del camino”. (Montejo, 2002)

Subrasante. – “Es la superficie que limita a las terracerías y sobre la que se apoyan las capas del pavimento”. (Montejo, 2002)

Sobreanchos. – “Aumento dimensión transversal de una calzada en las curvas”. (Montejo, 2002)

Taludes. – “Superficies laterales inclinadas, se ubican en zonas de corte y relleno”. (Montejo, 2002)

2.2.2.4 Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal se refiere al diseño en planta de la carretera; es decir, a la proyección del eje vial sobre un plano horizontal.

Los principales componentes que forman parte de esta proyección son las tangentes y las curvas (circulares o de

R-I	Más de 8,000 TPDA	120	110	90	110	90	80
I	3,000 a 8,000 TPDA	110	100	80	100	80	70
II	1,000 a 3,000 TPDA	110	100	80	100	80	60
III	300 a 1,000 TPDA	100	80	60	90	70	50
IV	100 a 300 TPDA	90	70	60	80	60	40
V	Menos de 100 TPDA	70	60	50	50	40	40

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

Notas:

- *Los valores recomendados se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite superior de la respectiva categoría de vía.*
- *Los valores absolutos se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite inferior de la respectiva categoría de vía y/o el relieve sea difícil o escarpado.*

2.2.2.4.2 VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN (VELOCIDAD DE OPERACIÓN)

Se define como la velocidad de un vehículo a lo largo de un tramo específico de carretera y se calcula dividiendo la distancia recorrida por el vehículo para el tiempo que le toma para recorrer el tramo.

Esta velocidad de circulación permite la evaluación de los costos, los beneficios para los usuarios y la medida del servicio que presta la carretera.

Volumen tráfico bajo: $V_c = 0.8 * V_d + 6.5$

Volumen tráfico intermedio: $V_c = 1.32 * V_d^{0.89}$

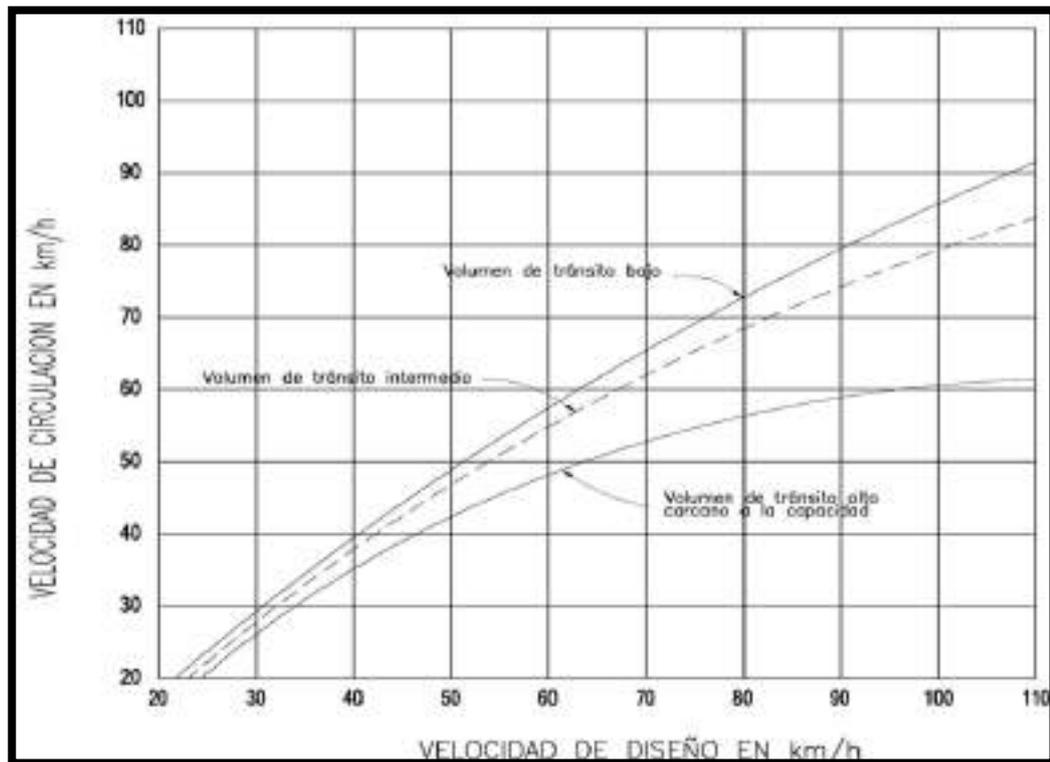


Figura 2.9 Relaciones entre las velocidades de diseño y de circulación

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

Tabla VI Velocidad de circulación según el volumen de tránsito

Velocidad de diseño en Km./h	Velocidad de circulación en km./h	
	Volumen de tránsito Bajo	Volumen de tránsito intermedio
25	27	23
30	31	27
40	39	35
50	47	43
60	55	50

70	63	58
80	71	66
90	79	73
100	87	79
110	95	87

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

Notas:

- *Para el cálculo de la distancia de visibilidad de parada, se utilizan los valores de velocidad de circulación que corresponden a volúmenes de tráfico bajos.*
- *Para el cálculo de la distancia de visibilidad de rebasamiento, se utilizan los valores de velocidad de circulación que corresponden a volúmenes de tráfico intermedios.*

2.2.2.4.3 Curvas horizontales

2.2.2.4.3.1 Curvas de transición:

Son curvas de enlace entre el tramo de tangente con la curva circular de manera gradual para desarrollar el peralte y el sobreechancho.

Se caracteriza principalmente porque se efectúa continuamente a lo largo de la curva de transición el cambio en el

valor del radio de curvatura, desde infinito en la tangente hasta llegar al radio de la curva circular. Su función es el aumento de la seguridad de manera que favorezca la maniobra de entrada en la curva y así permitir que los vehículos permanezcan en su propio carril.

“La clotoide o espiral de Euler es la curva más apropiada para efectuar transiciones. Todas las clotoides tienen la misma forma, pero difieren en sí por su longitud”. (MTOP, 2003)

2.2.2.4.3.2 Aplicaciones de la curva espiral o clotoide

- **Curva de transición:** “Es un arco de curva espiral desde el radio $\alpha =$ infinito (en tangente), hasta el radio del arco circular siguiente. Para tener un trazado equilibrado, se recomienda que la longitud

del arco circular se aproxime al valor de la longitud de la curva espiral”. (MTO, 2003)

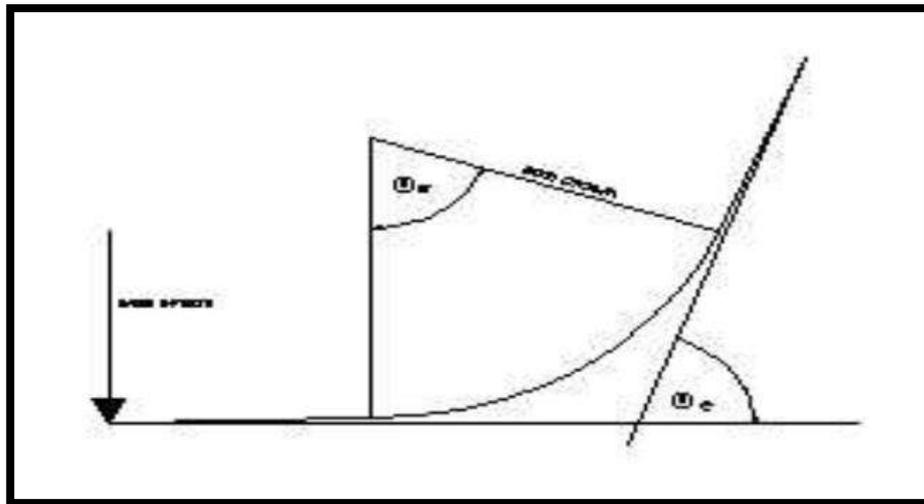


Figura 2.10 Curva de transición

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

- **Clotoide de vértice o espiral de punta:**
 “Representa la transición entre dos rectas de distinta dirección. Se compone de dos arcos de espiral con un mismo radio de curvatura y tangente común en el punto de contacto. En este caso, el valor de $\theta_e = \alpha/2$. Se recomienda su utilización cuando el

valor de la deflexión α (Alfa) se aproxima al doble del valor de θ_e . En este caso, la longitud del arco circular está en el orden de $\pm 10\text{m}$ y se puede calcular el radio en función de la longitud de la espiral y el valor de la deflexión α (Alfa), aplicando la fórmula” (MTO, 2003):

$$R = 180 * Le / \pi * \alpha$$

$$Le = R * \pi * \alpha / 180$$

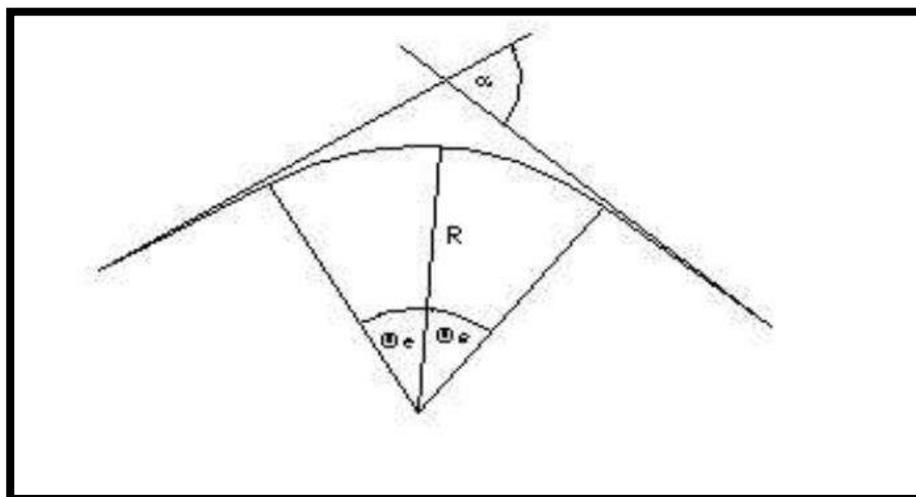


Figura 2.11 Clotoide de vértice o espiral de punta

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

Donde:

R y Le están en metros (m)
 α está en grados.

Empíricamente la ASSHTO establece, que para caminos de más de dos carriles, la longitud mínima de la espiral debe ser la siguiente:

- Caminos de tres carriles: 1,2 veces la longitud calculada para un camino de dos carriles.
- Camino de cuatro carriles: 1,5 veces la longitud calculada para un camino de dos carriles.
- Camino de seis carriles: 2,0 veces la longitud calculada para un camino de dos carriles.

2.2.2.4.3.3 Radios de curvas horizontales:

Este valor está íntimamente ligado a la velocidad de diseño de la carretera. Pues es, un valor límite para una velocidad de diseño dada y se calcula por medio del máximo peralte admisible y el coeficiente de fricción lateral.

Según la AASHTO el radio es función de la velocidad directriz, del peralte máximo y del coeficiente de fricción lateral.

El valor de radio mínimo es calculado como sigue:

$$R = V^2 / 127 (e + f)$$

Garantizando seguridad al deslizamiento en las curvas, cuando el vehículo circula a mayores velocidades que las de equilibrio.

Dónde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de la calzada).

Tabla VII Valores de diseño de los radios mínimos para peraltes máximos $e_{máx} = 0.10$

CLASE DE	TRÁFICO	VALOR	VALOR
----------	---------	-------	-------

CARRETERA		RECOMENDABLE			ABSOLUTO		
		L	O	M	L	O	M
R-I	Mas de 8,000 TPDA	530	435	275	435	275	210
I	3,000 a 8,000 TPDA	435	350	210	350	210	160
II	1,000 a 3,000 TPDA	435	350	210	350	210	115
III	300 a 1,000 TPDA	350	210	115	275	160	80
IV	100 a 300 TPDA	275	160	115	210	115	50
V	Menos de 100 TPDA	160	115	80	80	50	50

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

- **Coefficiente de fricción lateral:** Estos valores de coeficiente fricción lateral han sido determinados empíricamente mediante mediciones y por consideraciones sobre la comodidad del conductor. A través de las observaciones de diferentes investigadores, se concluye que el coeficiente de fricción lateral disminuye, mientras aumenta la velocidad.

Tabla VIII Coeficientes de fricción lateral

Velocidad de diseño (km/h)	Coefficiente de fricción lateral (f)
25	0.1740
30	0.1710
40	0.1650
50	0.1588
60	0.1524
70	0.1462

80	0.1400
90	0.1337
100	0.1274

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

- **Peraltes**

Es la inclinación transversal con respecto a la horizontal que se le da a la calzada hacia el interior de la curva, que conjuntamente con la fuerza de fricción desarrollada entre las llantas y la superficie de rodamiento, contrarrestan el efecto producido por la fuerza centrífuga que empuja al vehículo hacia afuera cuando éste recorre una trayectoria circular.

El cálculo del peralte se lo realiza en base a la siguiente fórmula:

$$e = \frac{V^2}{127 * R} - f$$

Siendo:

e: Peralte de la curva (m).

V: Velocidad de diseño, km/h.

R: Radio de la curva, m.

f: Máximo coeficiente de fricción lateral.

En base a investigaciones realizadas, se ha adoptado el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55% de la fuerza centrífuga; el restante 45% lo absorbe la fricción lateral.

El MOP recomienda:

- Un peralte máximo del 10% para vías de dos carriles de carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada, para velocidades de diseño superiores a 50 km/h.
- Y, un peralte máximo del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4,5 y 6), para velocidades de 50 km/h e inferiores.

Existen 3 métodos para realizar el peraltado de las curvas y la transición del peralte:

- Haciendo girar la calzada alrededor de su eje (para terrenos montañosos).
- Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior (para terrenos en llano).
- Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

Para determinar la longitud necesaria, dentro de la tangente, para realizar el giro del plano del carril exterior hasta colocarlo a nivel con la horizontal, se utiliza la siguiente fórmula:

$$X = \frac{b * P}{2 * i}$$

Siendo:

b: ancho de la vía

P: pendiente transversal de la vía

i: gradiente longitudinal

Los valores recomendados de las gradientes longitudinales “i” para el desarrollo del peralte se presentan a continuación:

Tabla IX Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte

V ₀ (km/h))	Valor de i (%)	Máxima Pendiente Equivalente
20	0.800	1:125
25	0.775	1:129

30	0.750	1:133
35	0.725	1:138
40	0.700	1:143
50	0.650	1:154
60	0.600	1:167
70	0.550	1:182
80	0.500	1:200
90	0.470	1:213
100	0.430	1:233
110	0.400	1:250
120	0.370	1:270

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

Para determinar la longitud de desarrollo del peralte, se utiliza la siguiente fórmula:

$$L = \frac{e * b}{2 * i}$$

Siendo:

L: longitud de desarrollo del peralte.

e: peralte de la curva.

b: ancho de la vía

i: gradiente longitudinal

- **Desarrollo del peralte**
 - En el caso de espirales se realiza en la longitud de la espiral, en toda su

magnitud, repartiendo el sobreancho mitad hacia el lado externo y mitad hacia el interno.

- En el caso de curvas circulares, la longitud de transición es ubicada a $2/3$ en la alineación recta y el $1/3$ en el interior de la curva circular.
- Para casos difíciles (curvas circulares), el peralte se desarrolla: la mitad ($0.5 L$) en la recta y la mitad en curva circular.

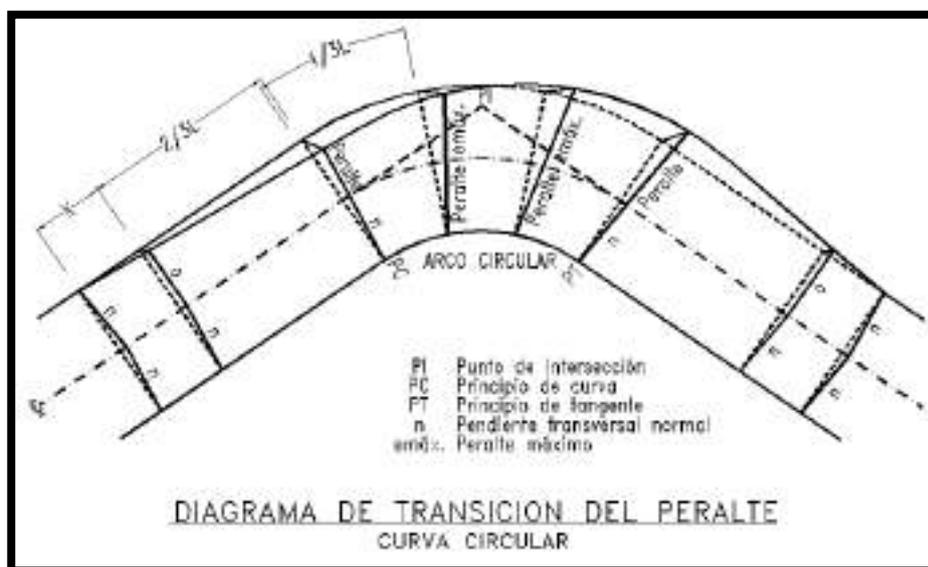


Figura 2.12 Desarrollo del peralte

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

2.2.2.4.4 Sobrehanchos

Es el aumento que se le da a la dimensión transversal de una calzada en las curvas con el fin de disponer de un espacio adicional de manera que los vehículos que circulen por tramos curvos no tengan inconvenientes respecto a la ocupación de la vía”.

En Ecuador, los valores máximos y mínimos de sobrehancho para un carril (obtenidos a través de ábacos) son:

Sobrehancho Máximo: 1.60 m

Sobrehancho Mínimo: 0.40 m

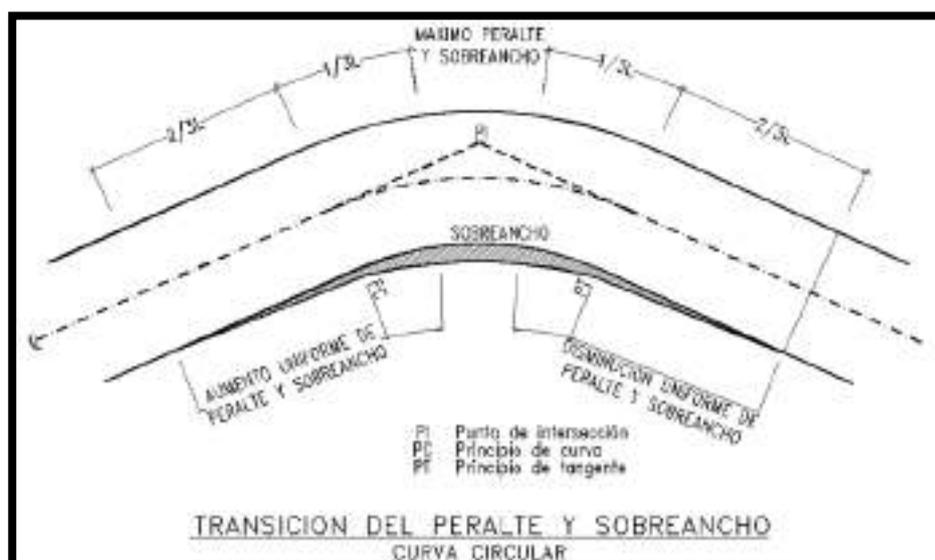


Figura 2.13 Sobrehancho

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

2.2.2.4.5 Distancia de visibilidad de parada

Es la menor distancia requerida por un conductor que circula a la velocidad de diseño o inferior a esta, para que observe un objeto que se encuentre en su camino y así poder detenerse antes de llegar a él.

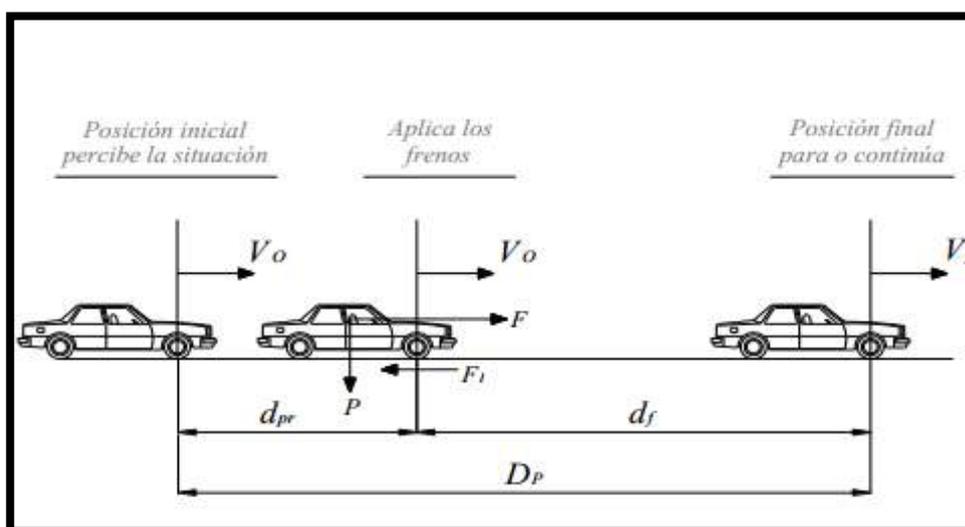


Figura 2.14 Distancia de visibilidad de parada

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

Esta velocidad es obtenida mediante la siguiente ecuación:

$$d = d_1 + d_2$$

d: distancia de visibilidad de parada.

d1: distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (m).

d2: distancia de frenaje sobre la calzada a nivel (m).

d1 es calculada como sigue:

$$d1=0.7*Vc$$

Vc: velocidad de circulación del vehículo expresada en km/h.

Y d2 se calcula de la siguiente manera:

$$d2=Vc^2/254*f$$

f: coeficiente de fricción longitudinal para pavimentos mojados.

$$f= 1.15*Vc^{0.3}$$

Vc: velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos (m/s).

Se deben tener en cuenta dos parámetros:

Altura del ojo: 1.15 m

Altura del objeto: 0.15 m

Tabla X Distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo en pavimentos mojados.

V. de diseño (km/h)	V. de circulación asumida	Percepción + reacción		Coef. de fricc. (f)	Dist. de frenaje (m)	Distancia de visibilidad	
		t (seg)	Dist. Recorr. (m)			Calc.	Red.
25	27	2.5	18.74	0.428	6.71	25.45	22
30	31	2.5	21.51	0.410	9.22	30.73	27
40	39	2.5	27.07	0.383	15.63	42.69	40
50	47	2.5	32.62	0.362	24.00	56.62	55
60	55	2.5	38.17	0.346	34.46	72.63	73
70	63	2.5	43.72	0.332	47.09	90.81	91
80	71	2.5	49.27	0.320	62.00	111.27	111
90	79	2.5	54.83	0.310	79.25	134.08	134
100	87	2.5	60.38	0.301	98.94	159.32	159
110	95	2.5	65.93	0.293	121.12	187.05	187

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

2.2.2.4.5 Distancia de visibilidad de rebasamiento

Esta distancia es determinada en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la

maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad.

La maniobra de rebasamiento en las carreteras de dos carriles necesariamente implica la utilización del carril izquierdo (sentido contrario).

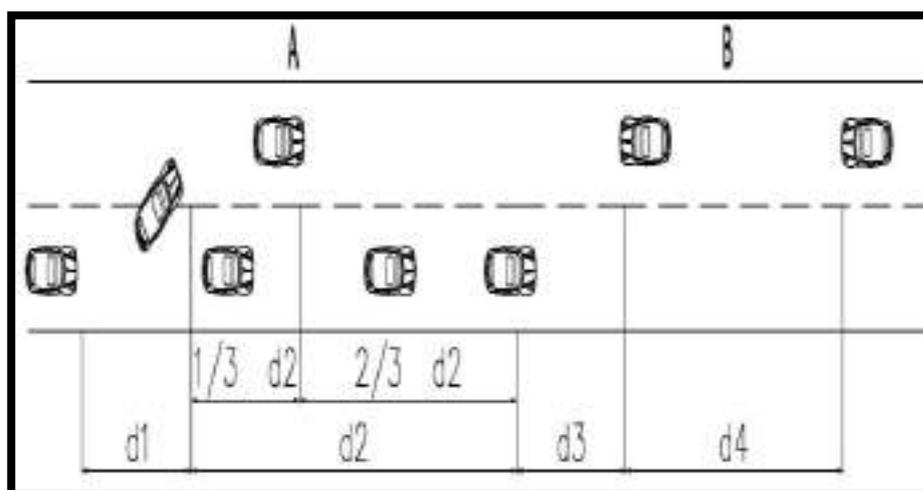


Figura 2.15 Distancia de velocidad de rebasamiento

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

La distancia de visibilidad para rebasamiento se compone de 4 distancias:

d_1 = Distancia recorrida por el veh. que rebasa en el tiempo de percepción- reacción y durante la aceleración inicial, hasta que alcanza el carril opuesto.

d_2 = Distancia recorrida por el veh. que rebasa durante el tiempo de ocupación del carril izquierdo.

d_3 = Distancia recorrida por el veh. opuesto durante $2/3$ del tiempo que el vehículo rebasante ocupa el carril izquierdo, es decir $2/3$ de d_2 .

d_4 = Distancia entre el vehículo que rebasa y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra.

Los valores d_1 , d_2 , d_3 y d_4 son calculados como sigue:

$$d_1 = 0,14 * t_1 * (2 * V - 2 * m + a * t_1)$$

$$d_2 = 0,28 * V * t_2$$

$$d_3 = 0,187 * V * t_2$$

$$d_4 = 0,18 * V * t_2$$

Siendo:

d_1 , d_2 , d_3 y d_4 : distancias, expresadas en metros.

t_1 : tiempo de la maniobra inicial, expresado en segundos.

t_2 : tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril del lado izquierdo, expresado en segundos.

V : velocidad promedio del vehículo rebasante expresada en Kilómetros por hora.

m : diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado, expresada en kilómetros por hora. Esta diferencia se la considera igual a 16 km/h promedio.

a : aceleración promedio del vehículo rebasante, expresada en kilómetros por hora y por segundo.

Finalmente, para realizar el cálculo de la distancia de rebasamiento se procede de la siguiente forma:

$$d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

Si la velocidad promedio del vehículo rebasante se encuentra en el rango entre 30 y 100 km/h, la expresión equivalente para obtener la distancia de rebasamiento es la siguiente:

$$d_r = 9,54 V - 218 \quad \text{para} \quad 30 < V < 100$$

Siendo:

d_r : distancia de visibilidad para rebasamiento,
expresada en metros.

V : velocidad promedio del vehículo rebasante,
expresada en kilómetros por hora.

Tabla XI Distancia de visibilidad mínima para rebasamiento de un vehículo

Velocidad de diseño (km/h)	Velocidad de circulación asumida (km/h)	Velocidad del vehículo rebasante (km/h)	Mínima distancia de visibilidad para el rebasamiento (m)	
			Calculada	Redondeada
25	27	43	192.22	192
30	31	47	230.38	230
40	39	55	306.70	307
50	47	63	383.02	383
60	55	71	459.34	459
70	63	79	535.66	535
80	71	87	611.98	612
90	79	95	688.30	688
100	87	103	764.62	765
110	95	111	840.94	841

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

2.2.2.5 Alineamiento vertical

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe tener relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad.

El alineamiento vertical o perfil vertical, representa al eje de la vía visto en planta, el cual está formado por alineamientos rectos y curvos. Las pendientes vienen a constituir los alineamientos rectos, mientras que las curvas verticales constituyen los alineamientos curvos.

Las pendientes adoptadas en los diseños de las carreteras dependen directamente de la topografía del terreno, las mismas que deben estar limitadas dentro de un rango normal de valores, que van a depender del tipo de carretera. En el diseño se obtienen pendientes máximas y mínimas.

- ***Pendientes máximas.*** – Es la mayor pendiente utilizada en el proyecto, esta pendiente tiene un valor definido por el volumen de tránsito, la composición, el tipo de terreno y por la velocidad de diseño.
- ***Longitud crítica de la pendiente.*** – Es denominada como la máxima longitud que produzca una reducción de velocidad aceptable económicamente.
- ***Pendientes mínimas.*** – Esta pendiente no se relaciona con la velocidad ni con la

tracción de los vehículos, pero tiene que ver con el drenaje del agua superficial que cae sobre la carretera, en cuyo caso la pendiente mínima será de 0,5%. Es posible adoptar pendientes del 0% para el caso de rellenos que sobrepasen el un metro de altura y cuya calzada tenga un bombeo transversal que permita el drenaje de las aguas.

Tabla XII Valores de diseño de las pendientes longitudinales máximas
CLASE DE TRÁFICO VALOR VALOR

CARRETERA	TRÁFICO	RECOMENDABLE			ABSOLUTO		
		L	O	M	L	O	M
I	3,000 a 8,000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II	1,000 a 3,000 TPDA	3	4	6	4	6	8
III	300 a 1,000 TPDA	3	5	7	4	7	9
IV	100 a 300 TPDA	4	6	8	6	8	10
V	Menos de 100 TPDA	4	6	8	6	8	12

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

2.2.2.5.1 Curvas verticales

Son elementos del diseño utilizados para unir dos tramos de pendientes, la longitud de la curva vertical permite entre estas dos pendientes una transición gradual y suave, facilitando la operación vehicular y permitiendo un drenaje óptimo.

- Existen las siguientes curvas verticales:
- Curvas verticales convexas.
- Curvas verticales cóncavas.
- Curvas verticales simétricas.
- Curvas verticales asimétricas.

Curvas verticales Convexas (L). - La longitud mínima de estas curvas es determinada mediante la velocidad de diseño, la cual determina la velocidad de circulación y la distancia de visibilidad de parada de un vehículo, además se considera que la altura del ojo del conductor este a

1,15 metros y el objeto que se divisa en la carretera este a 0,15 metros.

$$L = A S^2 / 426$$

$$K = S^2 / 426$$

$$L = K * A$$

L = Longitud de la curva vertical (m)

S = Distancia de visibilidad para parada de un vehículo (m).

A = Diferencia algébrica de las gradientes (%).

K = Relación de la longitud de la curva en metros por cada tanto por ciento de la diferencia algebraica de las gradientes.

Tabla XIII Tabla de relación de "k" para curvas verticales convexas
Velocidad de Diseño (km/h) Distancia de visibilidad para parada (m) Curvas Verticales Convexas
Mínimas Coeficiente "k" = S²/426

		Calculado	Redondeado
40	45	4.7	5
50	60	8.4	8
60	75	13.2	13

70	90	19.0	19
80	110	28.4	28
90	140	46.0	46
100	160	60.0	60
110	190	84.7	85

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

Curvas verticales cóncavas (L)

La longitud mínima de estas curvas es determinada en base a la velocidad de diseño, la cual determina la velocidad de circulación y la distancia de visibilidad de parada de un vehículo, se considera que el objeto divisado en la carretera en este caso el faro del vehículo este a 0,60 metros.

$$L = AS^2 / 122 + 3.5 S$$

$$K = S^2 / 122 + 3.5 S$$

$$L = K * A$$

L = Longitud de la curva vertical (m)

S = Distancia de visibilidad para parada de un vehículo (m).

A = Diferencia algébrica de las gradientes (%).

K = Relación de la longitud de la curva en metros por cada tanto por ciento de la diferencia algebraica de las gradientes.

Tabla XIV Relación de "k" para curvas verticales cóncavas
 Velocidad de Diseño (km/h) Distancia de visibilidad para parada (m) Curvas Verticales Cóncavas Mínimas Coeficiente "k" = $S^2/122+3.5 S$

		Calculado	Redondeado
40	45	7.2	7
50	60	10.8	11
60	75	14.6	15
70	90	18.5	18
80	110	23.8	24
90	140	32.0	32
100	160	37.5	38
110	190	45.9	46

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

Curvas verticales simétricas. – Es una parábola simple que se asemeja a una curva circular y las

proyecciones horizontales de sus tangentes en los dos extremos tienen la misma longitud.

Curvas verticales asimétricas. - Las proyecciones horizontales de sus tangentes tienen diferente longitud y se usa cuando en algunos de sus extremos hay una restricción que haga necesario disminuir la longitud.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 Selección de alternativa

3.1.1 Alternativas

1. Galpón tipo cercha
2. Galpón con columnas de hormigón y cercha metálica
3. Galpón con columnas y vigas de hormigón y cubierta metálica.

3.1.2 Parámetros a considerar para la selección de la alternativa

- Tiempo de construcción
- Amplitud de espacio para circulación
- Costo de instalaciones
- Impacto ambiental

3.1.3 Valor porcentual de importancia de los parámetros

- Tiempo de construcción: 40%
- Amplitud de espacio para circulación: 10%
- Costo de instalaciones: 30%
- Impacto ambiental: 20%

3.1.4 Comparación y selección de la alternativa más viable

Tabla XV Comparación y selección de la alternativa más viable

Parámetros	Alternativas			Ponderación de alternativas		
	1	2	3	1	2	3
Tiempo de construcción	90%	60%	50%	36%	24%	20%
Amplitud de espacio para circulación	70%	40%	40%	7%	4%	4%
Economía de instalaciones	80%	70%	70%	24%	21%	21%
Amigable con el ambiente	60%	40%	30%	12%	8%	6%
			Total	79%	57%	51%

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017.

Analizando el cuadro comparativo de las alternativas para la construcción de la nave industrial (galpón) se puede observar que la alternativa más viable sería la número 1, la cual nos da el porcentaje mayor según los parámetros especificados, indicándonos que se obtendrán mejores beneficios.

3.2 Diseño estructural del galpón

Luego de seleccionar la alternativa más viable, procedemos con el diseño estructural del galpón teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- El diseño propuesto es de 12m de ancho y 80m de longitud, pero por razones constructivas y para poder controlar la torsión se ha realizado

este diseño en 4 partes, es decir, se ha procedido a diseñar 4 galpones de 12m de ancho por 20m de longitud, los cuales van a tener la separación de las derivas máximas calculadas.

- El galpón de bodegaje va a ser diseñado para almacenar únicamente contenedores de 20 pies de longitud.
- Los perfiles a utilizarse para la realización de este galpón se los puede encontrar en catálogos nacionales.

3.2.1 Pre-dimensionamiento

3.2.1.1 Estimación de carga:

Se considera un valor por carga viva de techo según la norma ecuatoriana NEC 2015

$$WL= 71.38 \text{ kg/m}^2$$

Se asume un valor de carga muerta

$$WD=50 \text{ kg/m}^2$$

El valor total de la carga a considerar será

$$WT= 71.38 \text{ kg/m}^2+50 \text{ kg/m}^2$$

$$WT= 121.38 \text{ kg/m}^2$$

Para fines de pre-dimensionamiento se asume que la carga total que recibirá el galpón será

$$W = 130 \text{ Kg/m}^2.$$

La separación entre pórticos será de 5m; por lo tanto, la carga total por metro lineal será:

$$W_T = 130 * 5$$

$$W_T = 650 \text{ Kg/m}$$

El tipo de acero a utilizar será el A572 grado 50 cuyas propiedades son:

- Esfuerzo (f_y) = 50Ksi = 3515.35kg/cm²
- Esfuerzo a la tracción = $0.6 * f_y = 0.6 * 3515.35 = 2109.21 \text{ kg/cm}^2$
- Esfuerzo a la compresión = $0.4 * f_y = 0.4 * 3515.35 = 1406.14 \text{ kg/cm}^2$

Mediante un análisis estructural por medio del software SAP2000 se obtuvo los momentos y cortantes que se van a utilizar para el pre-dimensionamiento de la estructura:

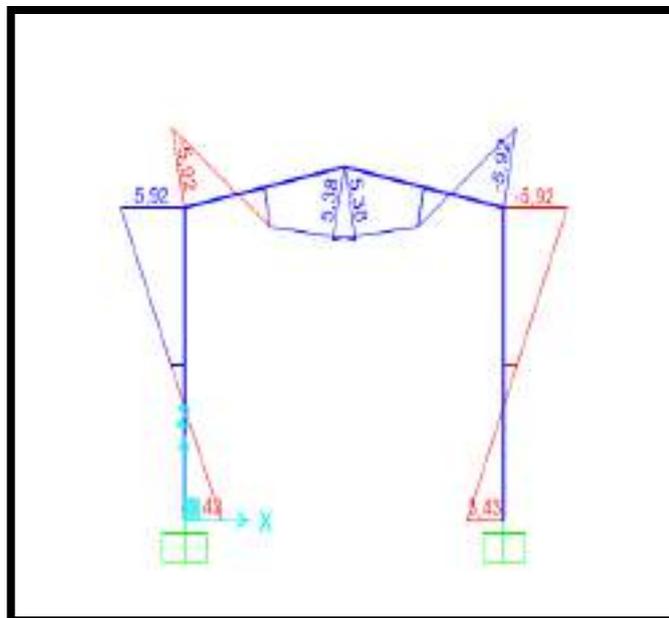


Figura 3.1 Diagrama de momentos

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017.

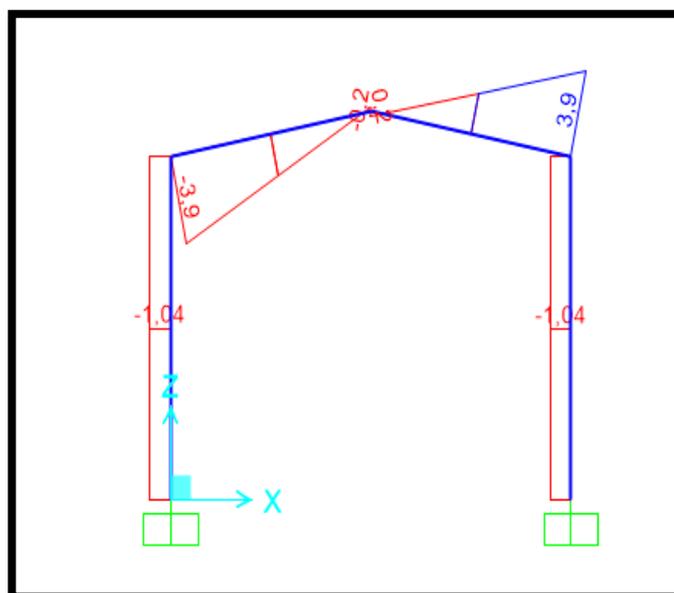


Figura 3.2 Diagrama de cortantes

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017.

Tabla XVI Momentos SAP 2000

Momentos SAP 2000 (T-m)	
M1	5.92
M2	5.38
M3	3.43

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017.

Tabla XVII Cortantes SAP 2000

CORTANTES SAP 2000 (T)	
V1	3.9
V2	0.2
V3	1.04

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017.

3.2.1.2 Separación entre columnas (parte superior)

$$d_1 = \frac{M_1}{\sigma A}$$

d_1 = separación entre columnas

σ = esfuerzo a tracción

A = Área del perfil a utilizar (asumida)

Asumir perfil C200x50x3 con $A = 8.7 \text{ cm}^2$

$$d_1 = \frac{592000 \text{ kg-cm}}{(2109.21 \text{ kg/cm}^2)(8.7 \text{ cm}^2)} = 32.26 \text{ cm} \approx 0.32 \text{ m}$$

Por temas constructivos consideramos $d_1 = 0.40 \text{ m}$

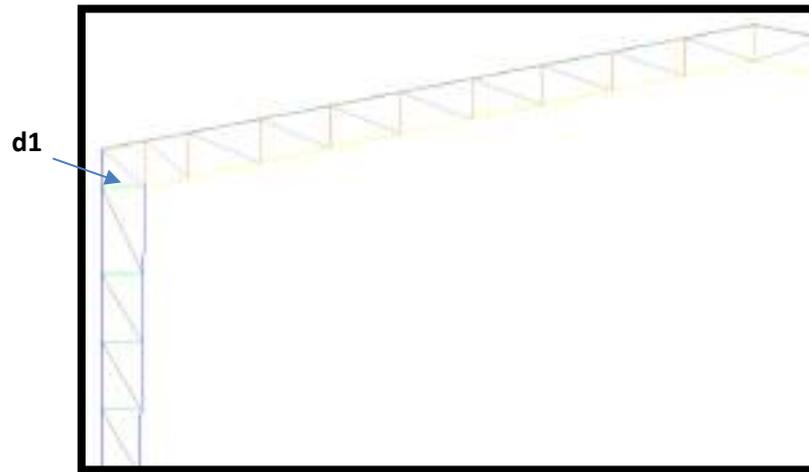


Figura 3.3 Separación entre columnas “d1”

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017.

3.2.1.3 Separación vertical entre cordones (centro del pórtico)

$$d_2 = \frac{M_2}{\sigma A}$$

d_2 = separación vertical entre cordones

σ = esfuerzo a tracción

A = Área del perfil a utilizar (asumida)

Asumir perfil C200x50x3 con $A = 8.7 \text{ cm}^2$

$$d_2 = \frac{538000 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{(2109.21 \text{ kg/cm}^2)(8.7 \text{ cm}^2)} = 29.32 \text{ cm} \approx 0.29 \text{ m}$$

Por temas constructivos consideramos $d_2 = 0.35 \text{ m}$

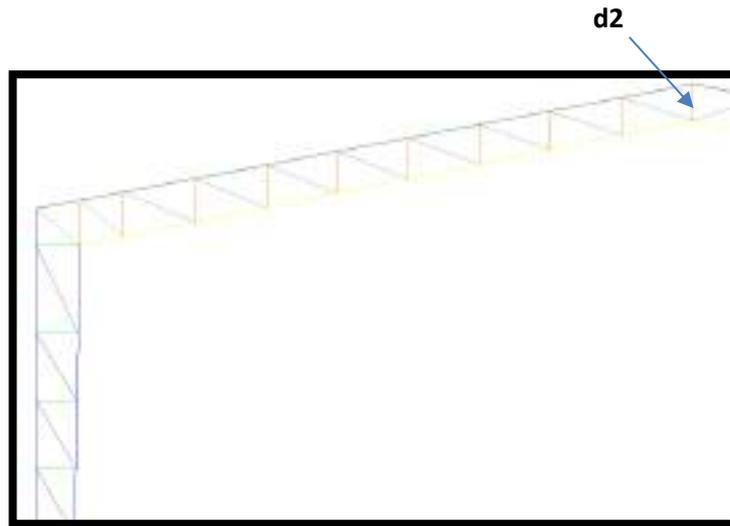


Figura 3.4 Separación vertical entre cordones “d2”

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017.

3.2.1.4 Separación entre columnas (parte inferior)

$$d_3 = \frac{M_3}{\sigma A}$$

d_3 = ancho de la base de las columnas

σ = esfuerzo a tracción

A = Área del perfil a utilizar (asumida)

Asumir perfil C200x50x3 con $A = 8.7 \text{ cm}^2$

$$d_3 = \frac{343000 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{(2109.21 \text{ kg/cm}^2)(8.7 \text{ cm}^2)} = 18.69 \text{ cm} \approx 0.1869 \text{ m}$$

Por temas constructivos consideramos $d_3 = 0.25 \text{ m}$

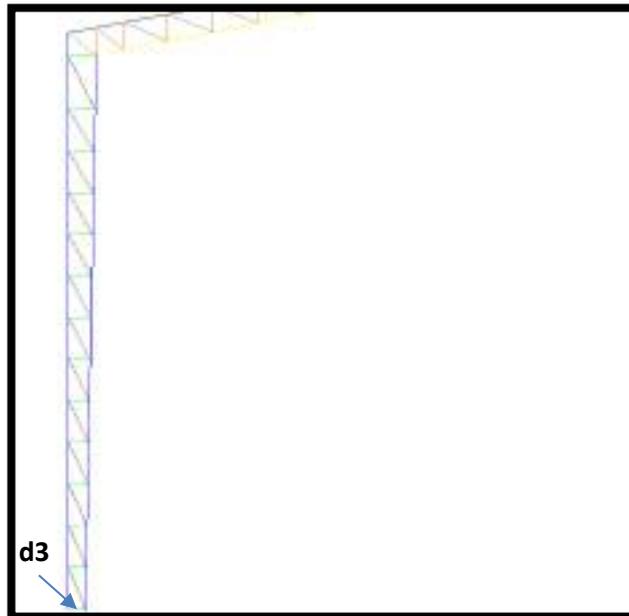


Figura 3.5 Separación entre columnas “d3”

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017.

3.2.1.5 Ángulos

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Se procede a la mayoración del cortante:

$$V_{\text{máx}} = 3.9 \text{ T}$$

$$V_{\text{máx}_{\text{mayorado}}} = 1.2 (3.9)$$

*Por efecto del sismo

$$V_{\text{máx}_{\text{mayorado}}} = 4.68 \text{ T}$$

Debido a que se utilizaron ángulos dobles, se dividió el valor de cortante obtenido para 2.

$$V_{\text{ángulo}} = 4.68 / 2$$

$$V_{\text{ángulo}} = 2.34 \text{ T} = 2340 \text{ kg}$$

A partir de este valor, obtenemos el área de cada ángulo:

$$A_{\text{ángulo}} = \frac{F}{\sigma}$$

$$A_{\text{ángulo}} = \frac{2340}{2109.21}$$

$$A_{\text{ángulo}} = 1.11 \text{ cm}^2$$

Del catálogo de DIPAC, seleccionamos el siguiente perfil:

AL 25x3

Separación entre ángulos

Partiendo de la esbeltez:

$$esbeltez = \frac{L}{r_{giro}}$$

Usando el radio de giro del perfil C200x50x3

$$L = esbeltez * r_{giro}$$

$$L = (0.70 * \text{esb. teórica}) * r_{\text{giro},y}$$

$$\text{esb. teórica (60 - 70)}$$

$$L = 63.7 \text{ cm}$$

Por temas constructivos consideramos $L = 0.65 \text{ m}$

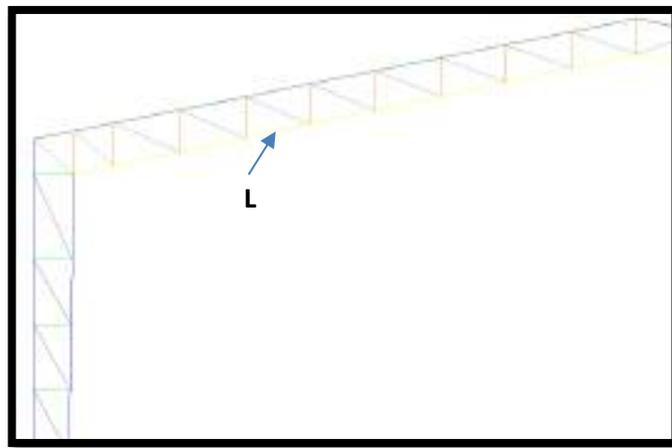


Figura 3.6 Separación entre ángulos “L”

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017.

3.2.1.6 Correas

Carga muerta

$W_{pp} \text{ techo} = 3.627 \text{ kg/m}$ (peso de cubierta KUBIMIL de 0.30mm)

$W_{pp} \text{ correas} = 8.35 \text{ kg/m}$ (asum. perfil G100x50x25x5 de catálogo DIPAC)

$$W_{pp} \text{ total} = 11.98 \text{ kg/m}$$

Carga viva

$$W_L \text{ techo} = 80 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{NEC Apéndice: valores de las cargas muertas y vivas; tabla 9})$$

$$W_L \text{ techo} = 104 \text{ kg/m}$$

Carga de viento

$$W_w = 10.75 \text{ kg/m} \quad (\text{NEC-2015})$$

Máxima combinación de carga en x Y y.

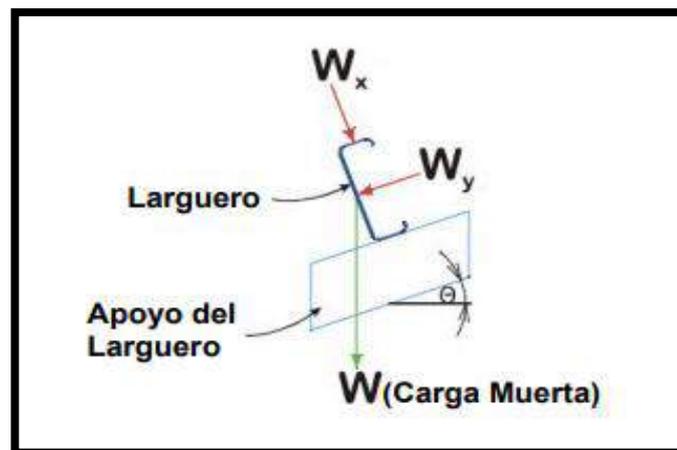


Figura 3.7 Unión correa – cercha

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017.

$$W_{x,y} = 1.2D + 1.6(L_r \text{ o } S \text{ o } R) + (0.5L \text{ o } 0.8W)$$

$$W_x = 185.86 \text{ kg/m}$$

$$W_y = 35.45 \text{ kg/m}$$

Momentos flectores aplicados a cada uno de los ejes.

$$M_{ux} = 580.82 \text{ kg-m}$$

$$M_{uy} = 110.79 \text{ kg-m}$$

Tomando como larguero un perfil G100x50x15x3 con $S_{ex} = 19.56 \text{ cm}^3$ y $S_{ey} = 6.25 \text{ cm}^3$ y $F_y = 35153415.31 \text{ kg/m}^2$ se verifica que cumple con la norma AISI 2001 para flexión asimétrica.

$$\frac{M_{ux}}{\Phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\Phi_b M_{ny}} \leq 1$$

Donde:

M_{ux} y M_{uy} = momentos flectores aplicados en cada uno de los ejes.

$$\Phi_b = 0.90$$

M_{nx} y M_{ny} = momentos flectores que resisten cada uno de los ejes.

Reemplazando valores se obtiene:

$$0.987 < 1 \text{ OK}$$

3.2.2 Procedimiento en SAP2000

Con los datos obtenidos en el pre-dimensionamiento se procede a ingresarlos en el software SAP2000, el cual nos ayuda a verificar los datos obtenidos, para ver si es necesario realizar modificaciones en las secciones mediante un análisis estructural de las cargas que actúan sobre la nave industrial.

3.2.2.1 Dibujo del galpón en AutoCAD

El primer paso a seguir es realizar el dibujo de la nave industrial (galpón) en el software AutoCAD, por facilidades de tiempo, eso sí, hay que tener en cuenta las unidades con las que se está trabajando y también el sistema de coordenadas, realizando el dibujo de tal manera que la altura del galpón coincida con el eje Z como se observa en la figura.

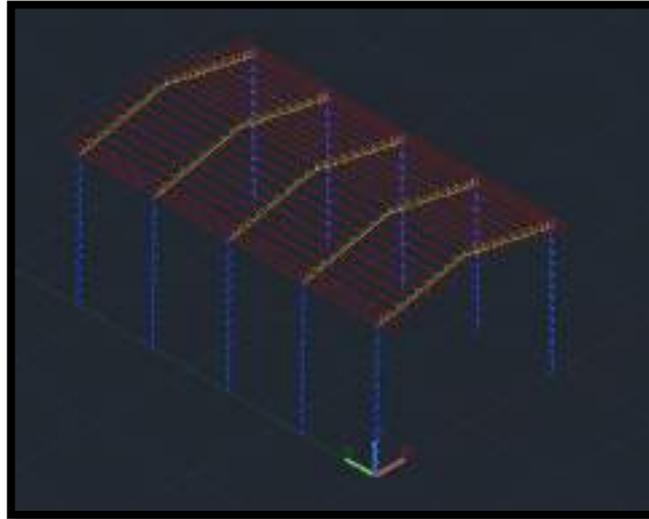


Figura 3.8 Vista isométrica del galpón

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

Es muy importante que, al momento de realizar el dibujo, este se lo haga utilizando capas para cada tipo de elemento estructural. Una vez realizado el dibujo en AutoCAD se procede a guardarlo como archivo DXF.

3.2.2.2 Importación de elementos al SAP2000

Luego abrimos el SAP2000 y realizamos la importación de los elementos estructurales de la siguiente manera:

- Clic en el menú Archivo, importar, importar desde archivo DXF
- Luego se revisa el sistema de coordenadas, las unidades y aceptar

- Se abre un menú de asignar capas y aquí vamos a FRAME, elegimos la primera capa y damos clic en OK
- Una vez importado los elementos de la primera capa, se da clic en el menú Asignar, Asignar a grupo, creamos un grupo y se lo coloca el nombre de los elementos importados. Esto es muy importante, ya que, así se llevará un orden y un mejor control de los elementos, y nos ahorrará una gran cantidad de tiempo más adelante.
- Se repite el mismo procedimiento para todas las capas del galpón.

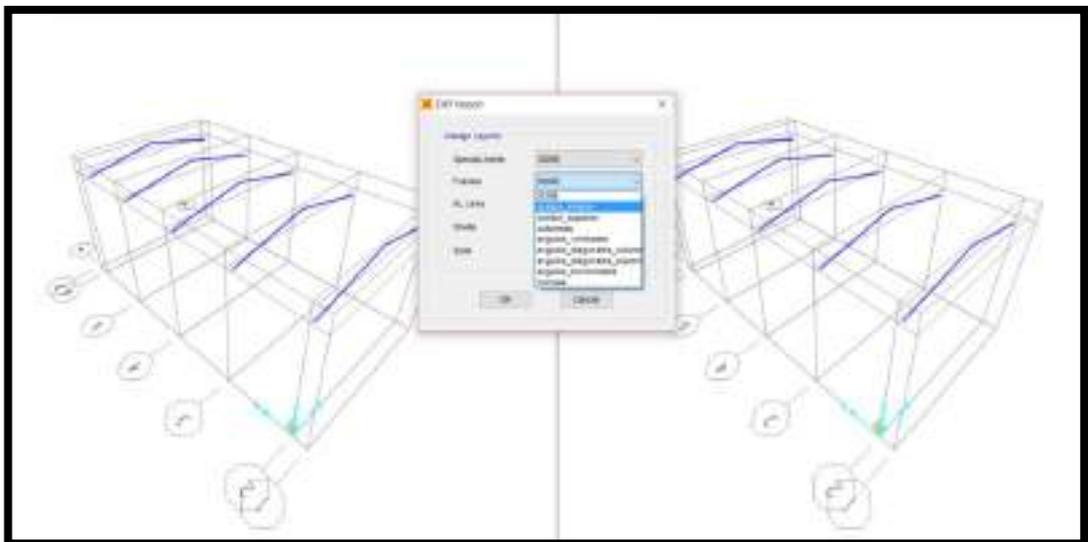


Figura 3.9 Importación de elementos en SAP2000

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017



Figura 3.10 Asignación de elementos en grupos

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

3.2.2.3 Definir material a utilizar

En el menú Definir, damos clic en definir material y añadimos el acero a utilizar. El material a utilizar para los elementos estructurales será un acero ASTM A572 Gr 50.

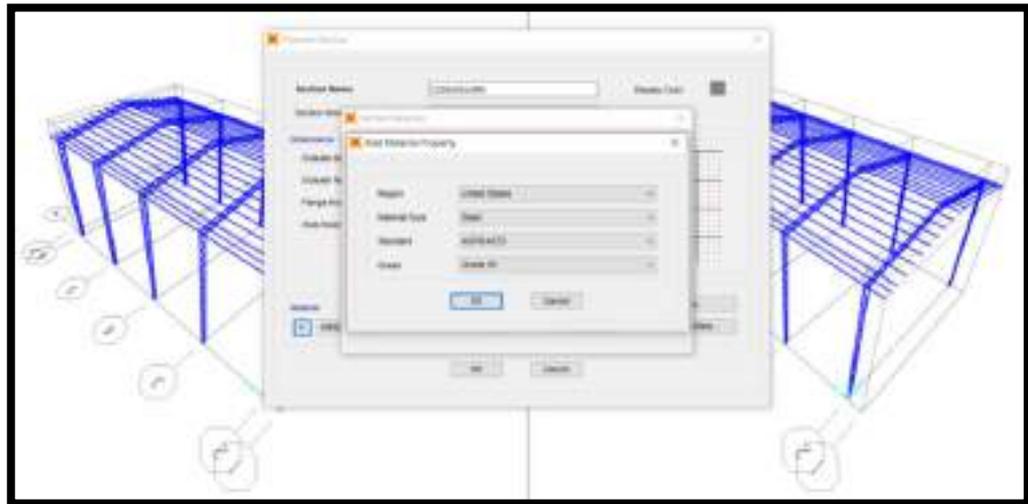


Figura 3.11 Definición del material.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

3.2.2.4 Definir secciones

En el menú Definir, seleccionamos Secciones, definir secciones. Y creamos las secciones que se obtuvieron anteriormente en el pre-dimensionamiento.

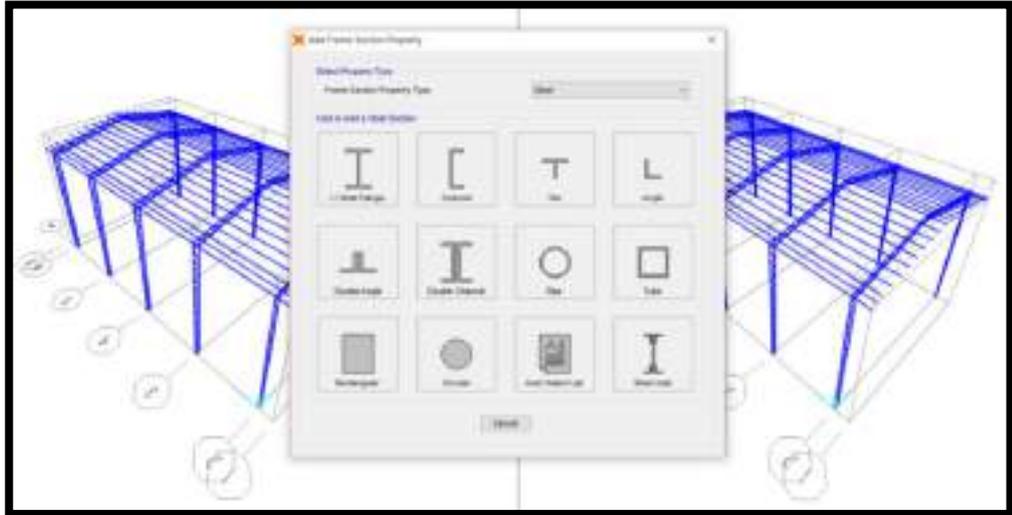


Figura 3.12 Definición de las secciones.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

3.2.2.5 Definir patrones de carga

En el menú Definir, Definir patrones de carga, se abre un cuadro, en el cual ingresamos las cargas a utilizarse para el diseño del galpón.

- **Carga por peso propio (Dead):** son las cargas que el programa genera automáticamente por el peso de la estructura en sí.
- **Carga muerta (Super Dead):** son las cargas permanentes que se superponen a la estructura.

- **Carga viva de techo (Lr):** son cargas no permanentes que se consideran debido a la lluvia, granizo, ceniza, y además por mantenimiento de la cubierta.
- **Carga sísmica (Ex & Ey):** son cargas producidas por sismos que pueden darse tanto en “x” como en “y”.
- **Carga por viento (WIND):** son cargas producidas por la velocidad del viento.

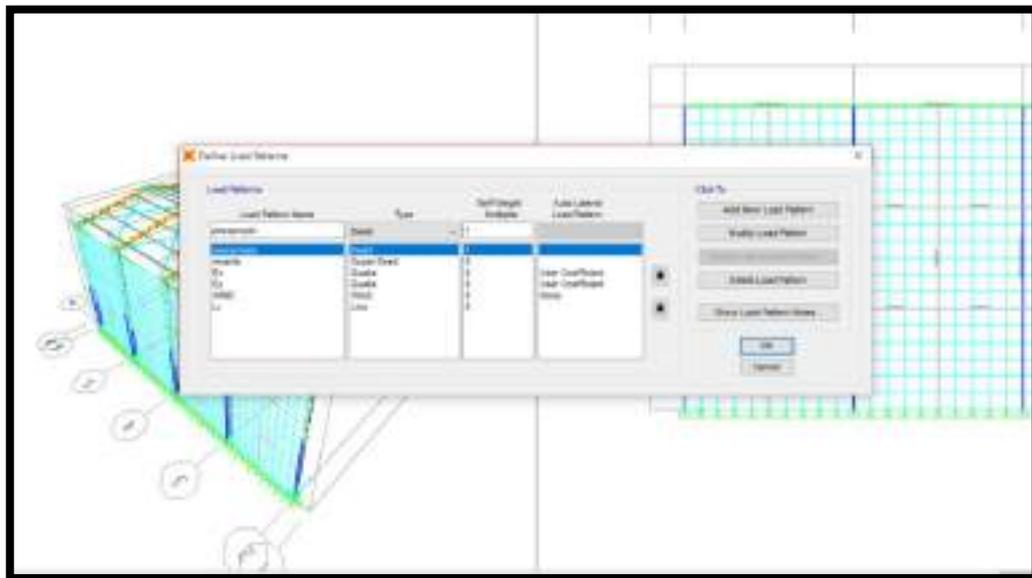


Figura 3.13 Definición de patrones de carga.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

3.2.2.5.1 Definición del coeficiente sísmico

Para realizar el análisis sísmico más preciso, damos clic en modificar patrón de carga lateral, y se abre una ventana, en la cual debemos

modificar el coeficiente C que es el valor del coeficiente sísmico conocido en la NEC2015 como C_s , obtenido del espectro de respuesta.

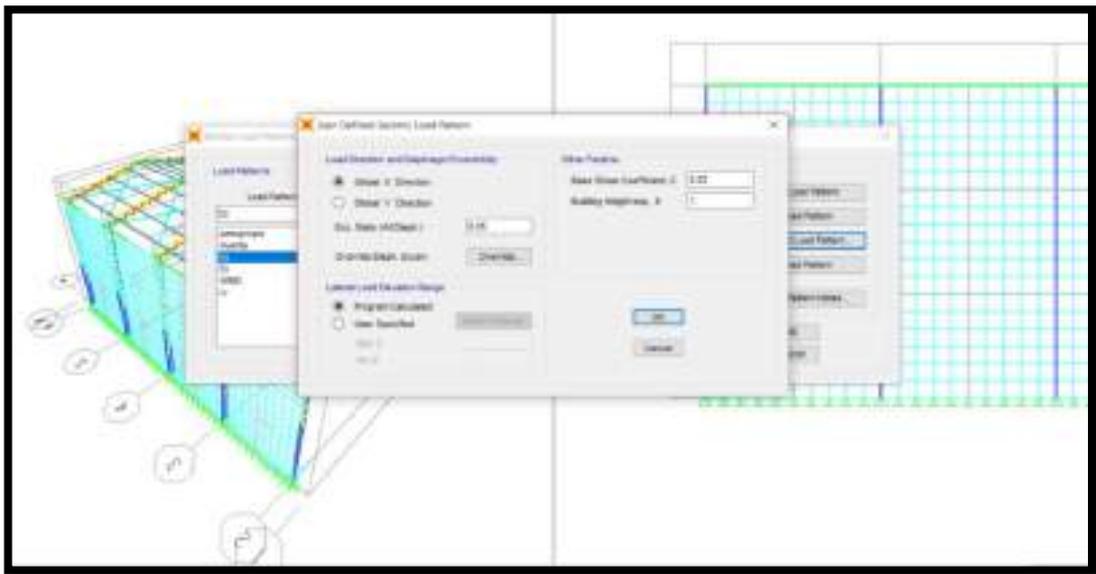


Figura 3.14 Definición del coeficiente sísmico.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

3.2.2.6 Definir las funciones de espectro de respuesta

En el menú Definir, Funciones, Espectro de respuesta, se abre una ventana y en la barra desplegable “Escoger tipo de función para añadir” escogemos la opción “Ecuador Norma NEC-SE-DS 2015”.

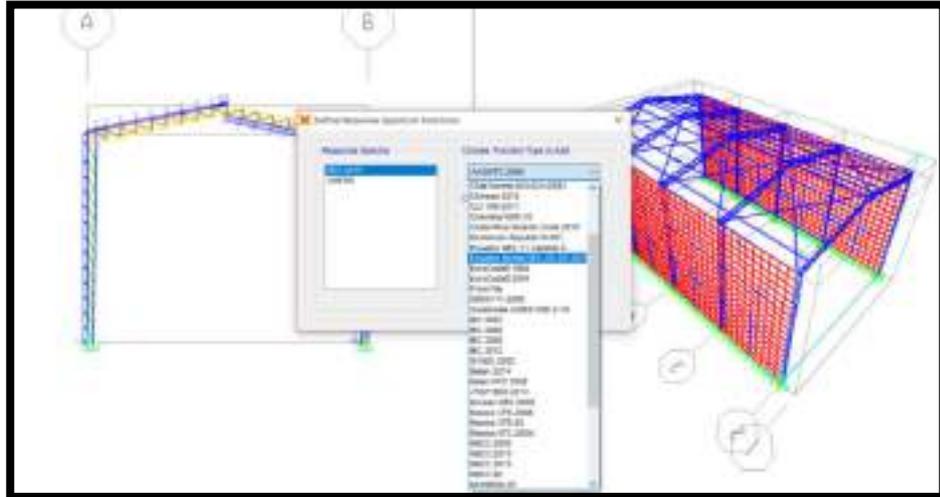


Figura 3.15 Definición de funciones de espectro de respuesta

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

En el cuadro que aparece colocamos los coeficientes a considerar según el tipo de suelo, y la región en donde se encuentra el proyecto; en nuestro caso el tipo de suelo es A, ya que y la región costa.

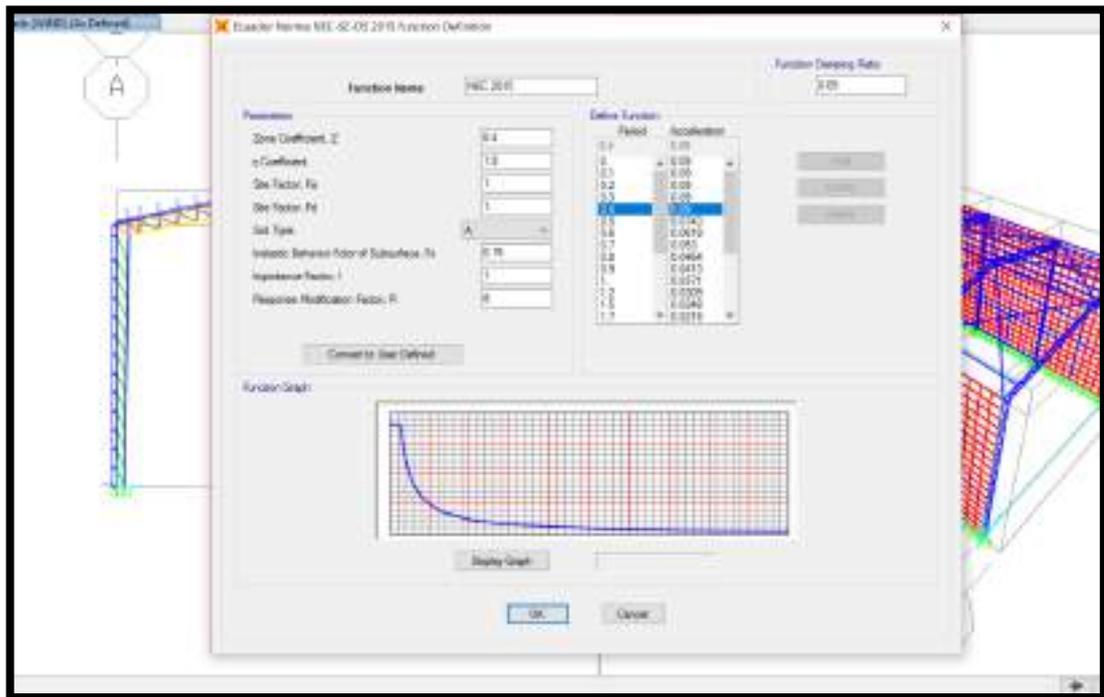


Figura 3.16 Colocación de los coeficientes según la norma NEC-2015.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

3.2.2.7 Definir los casos de las cargas

En el menú Definir, Definir casos de cargas, se abre un cuadro. Se consideran las cargas muerta, viva de techo, carga por peso propio y viento como cargas estático lineal.

Las cargas sísmicas se consideran como espectro de respuesta usando como función la NEC2015 con un factor de escala de 9.81 (la gravedad), en load name se coloca U1 para el sismo en "x" y U2 para el sismo en "y".

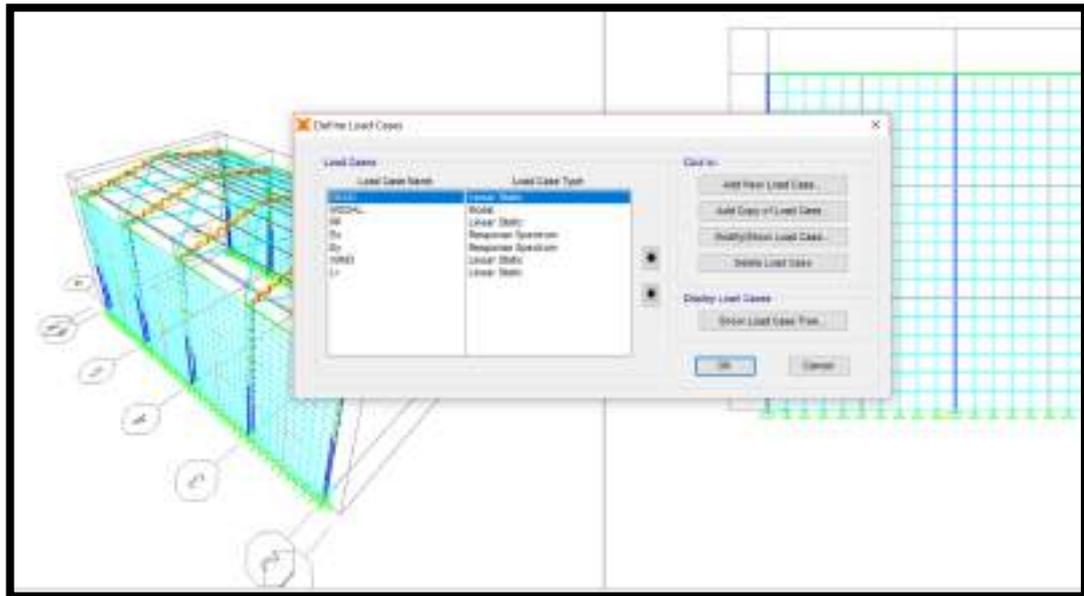


Figura 3.17 Definición de los casos de carga.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

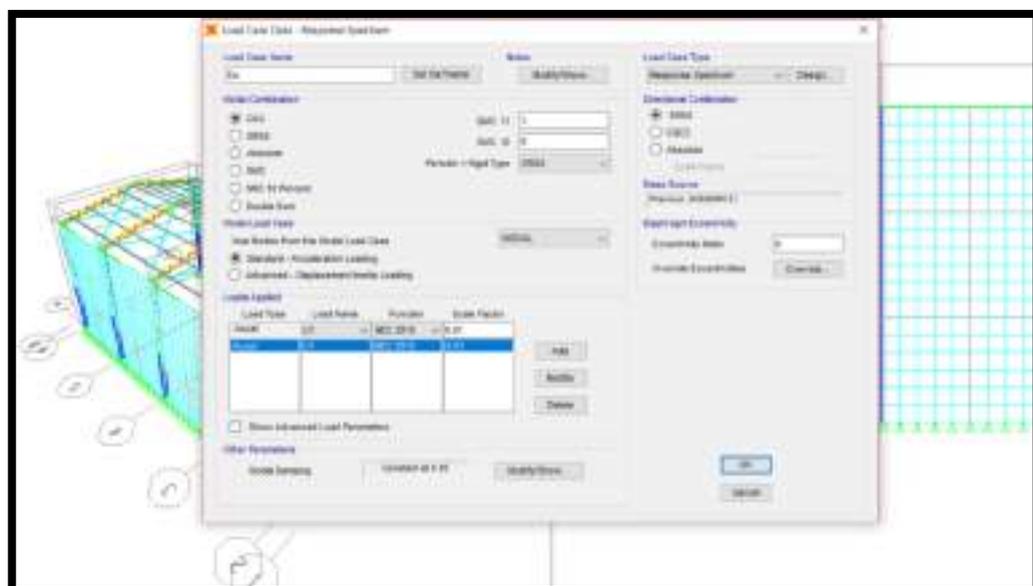


Figura 3.18 Definición del caso de carga por espectro de respuesta.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

3.2.2.8 Definir combinaciones de carga

En el menú Definir, definir combinaciones de carga, se abre un cuadro. Las combinaciones de carga se asignan automáticamente, pero se debe agregar una más, la cual es definida como “envolvente”.

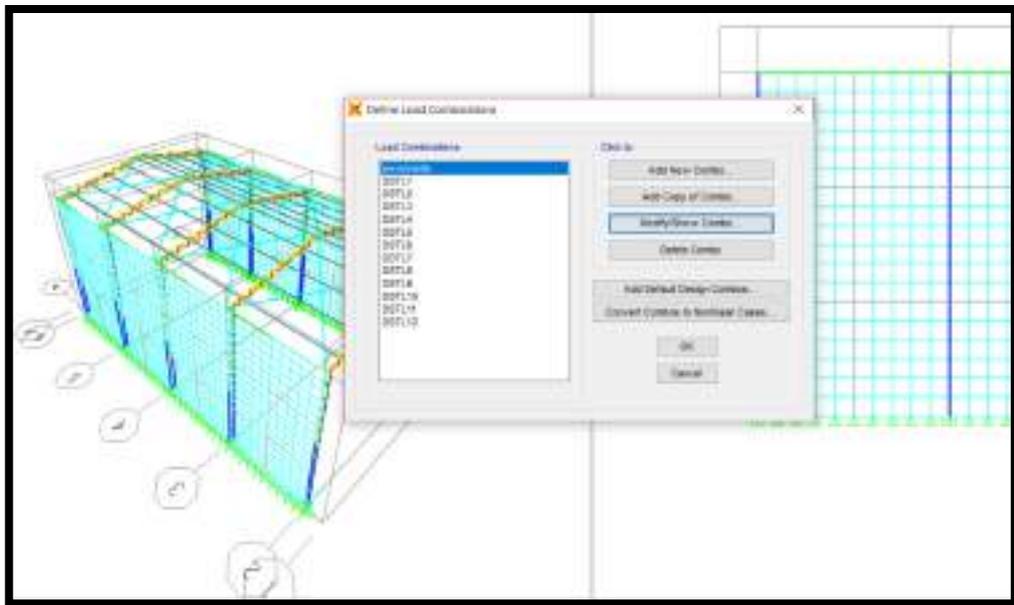


Figura 3.18 Combinaciones de carga por defecto.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

En este nuevo combo se coloca las cargas muerta, viva de techo y sísmica con sus respectivos factores, según lo indica la NEC2015

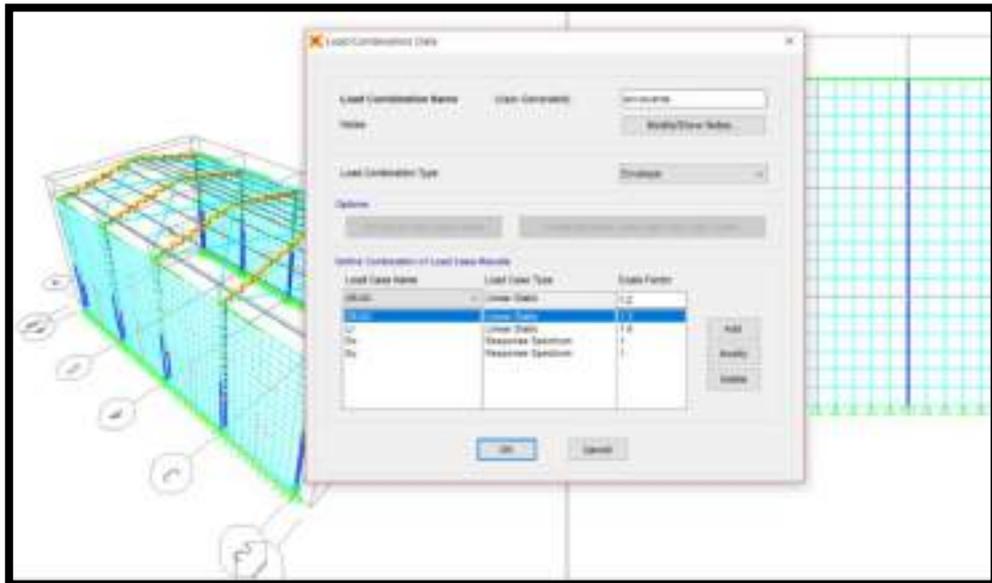


Figura 3.19 Definición del caso de carga “envolvente”.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

3.2.2.9 Asignar cargas

En la opción seleccionar por grupos, escogemos “largueros” para así poder asignar las cargas muerta y viva sobre éstos.

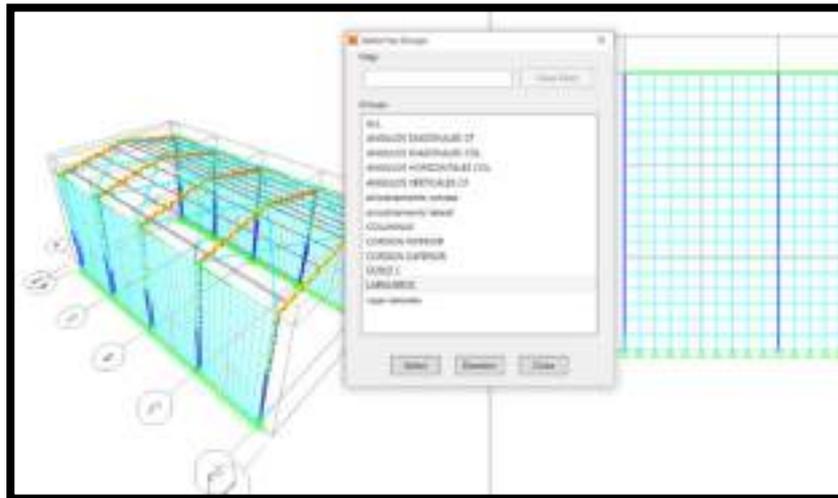


Figura 3.20 Selección del grupo “Largueros”.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

En la opción Asignar, cargas en secciones, seleccionamos Distribuida, para asignar carga distribuida sobre los largueros.

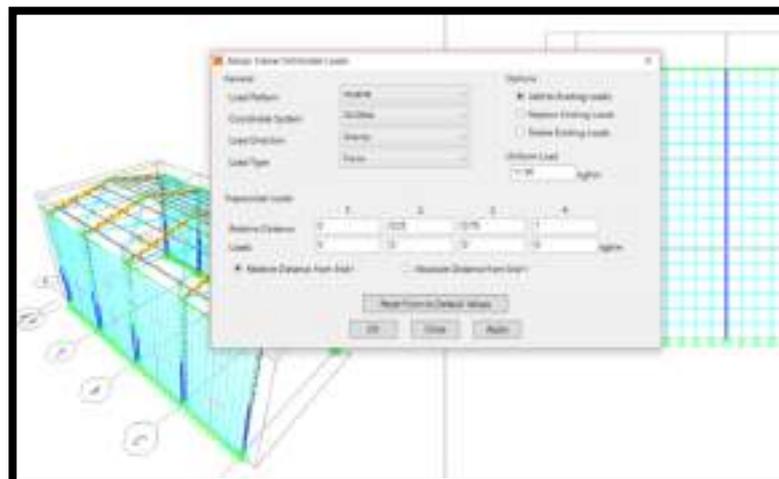


Figura 3.21 Asignación de carga muerta a largueros.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

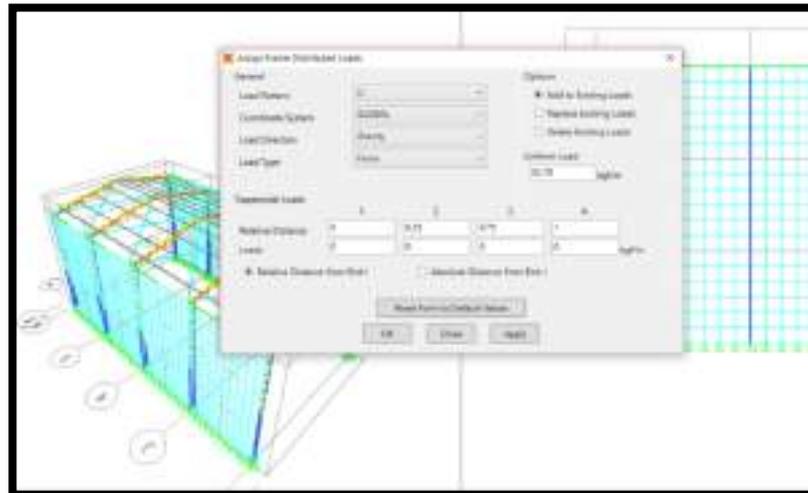


Figura 3.22 Asignación de carga viva a los largueros.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

Para asignar las cargas de viento, seleccionamos la parte de afuera de las columnas y el cordón superior para barlovento (+) y la parte de adentro de las columnas y el cordón inferior para sotavento (-), como se muestra en la figura.

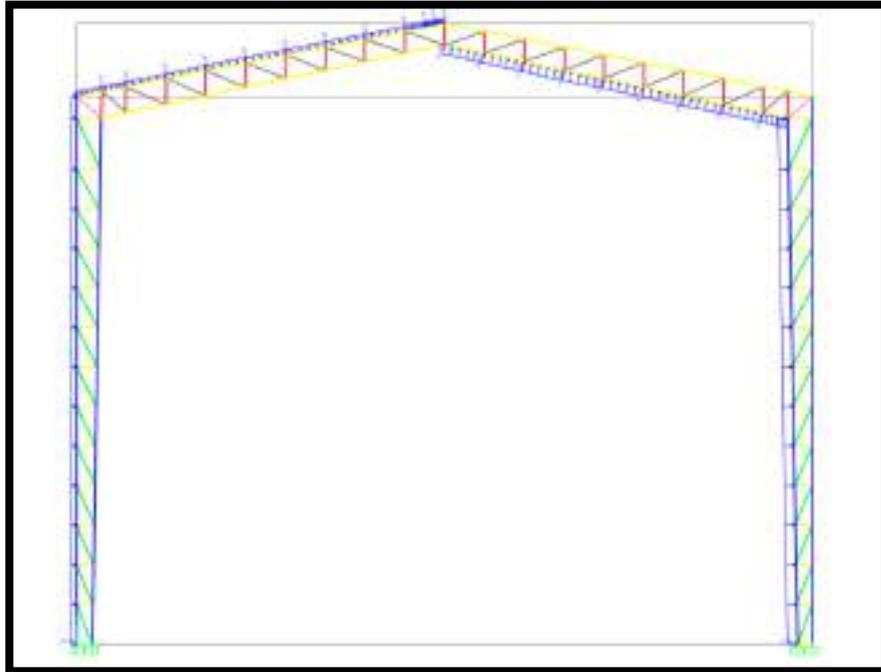


Figura 3.23 Asignación de carga de viento a los cordones.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

3.2.2.10 Realizar el análisis estructural corriendo el programa

En la barra principal, damos clic en el botón Definir casos de cargas para correr, y se da clic en Correr ahora.

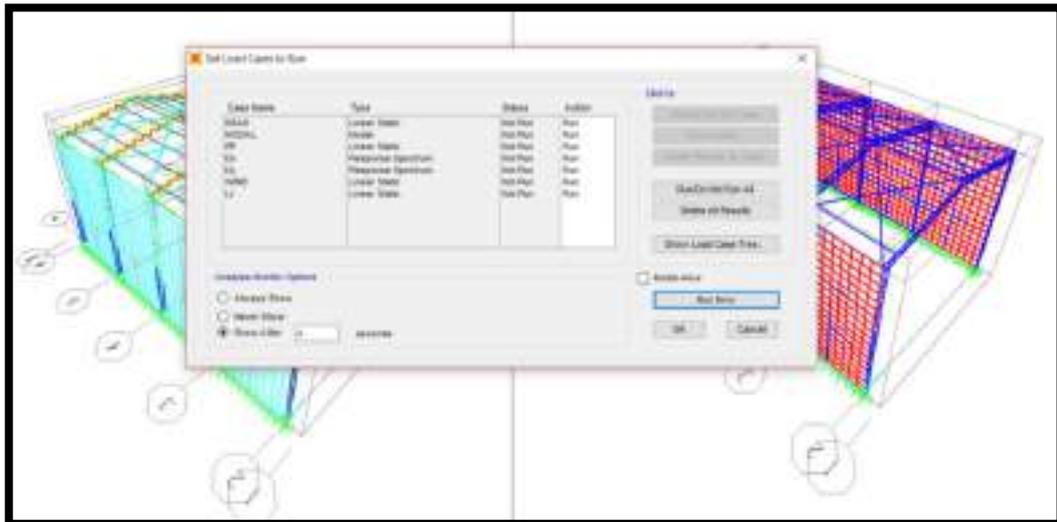


Figura 3.24 Realización del análisis estructural corriendo el programa SAP 2000.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

Luego de esto, viene el análisis modal, análisis de los radios mediante la escala de colores, determinación de derivas, y según todos estos parámetros se procede a corroborar las secciones elegidas en el pre-dimensionamiento, o en caso de no cumplir con alguno de estos, se procede a realizar el cambio respectivo de las secciones, tomando en cuenta que lo primero que se debe modificar en estas, son los espesores. Luego volver a correr el programa y así hasta que las secciones escogidas nos cumplan con todo lo establecido.

3.2.2.11 Perfiles seleccionados

Después del análisis estructural, escogimos los siguientes perfiles que cumplen con los parámetros antes mencionados.

- Columnas: C200x60x8 mm

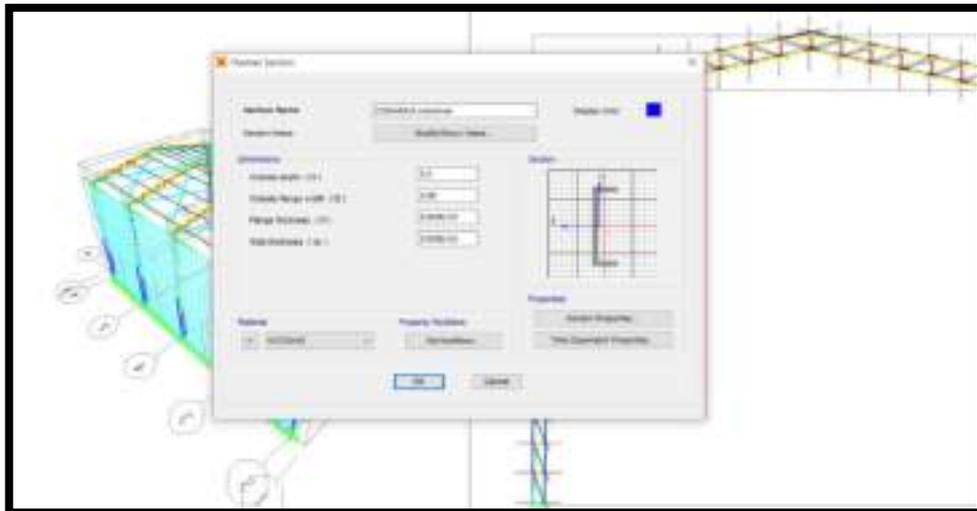


Figura 3.25 Perfil utilizado para las columnas.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

- Ángulos horizontales para columnas: 2L40x40x5 mm

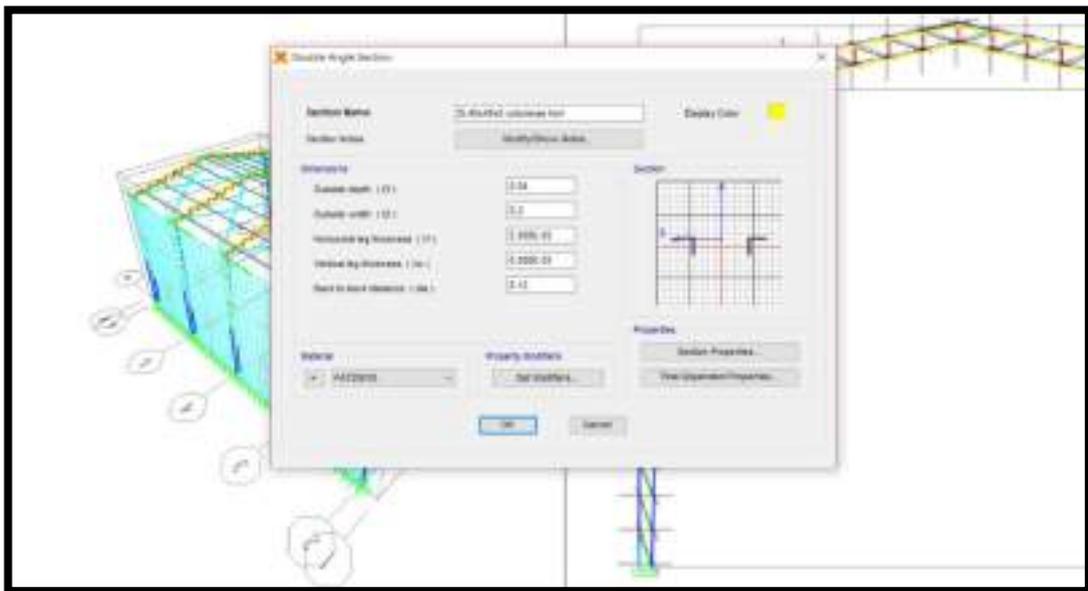


Figura 3.26 Perfil utilizado para los ángulos horizontales de las columnas.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

- Ángulos diagonales para columnas: 2L30x30x4 mm



Figura 3.27 Perfil utilizado para los ángulos diagonales de las columnas.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

- Ángulos diagonales para cercha: 2L25x25x3 mm

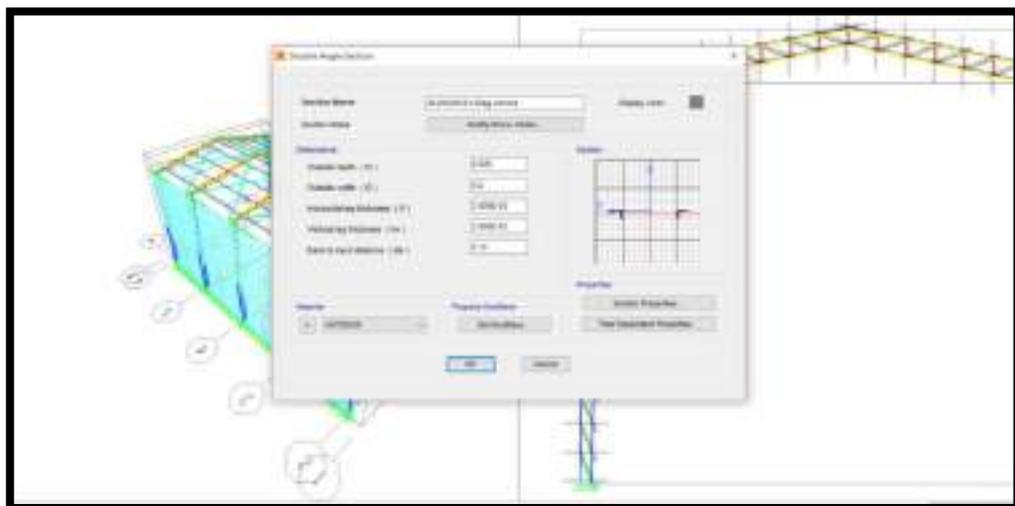


Figura 3.28 Perfil utilizado para los ángulos diagonales de las cerchas.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

- Ángulos verticales para cercha: 2L40x40x5 mm

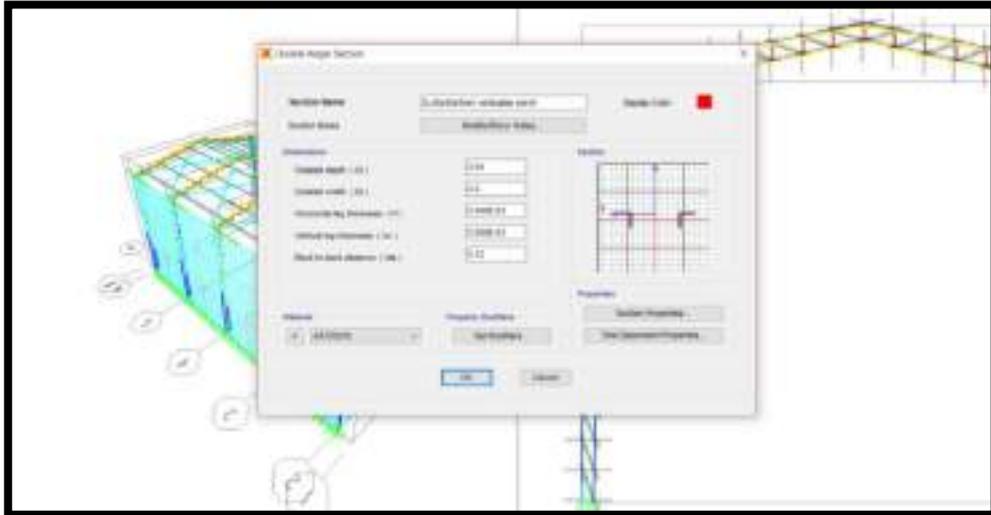


Figura 3.29 Perfil utilizado para los ángulos verticales de las cerchas.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

- Cordones superiores e inferiores en cercha:
C200x50x4 mm

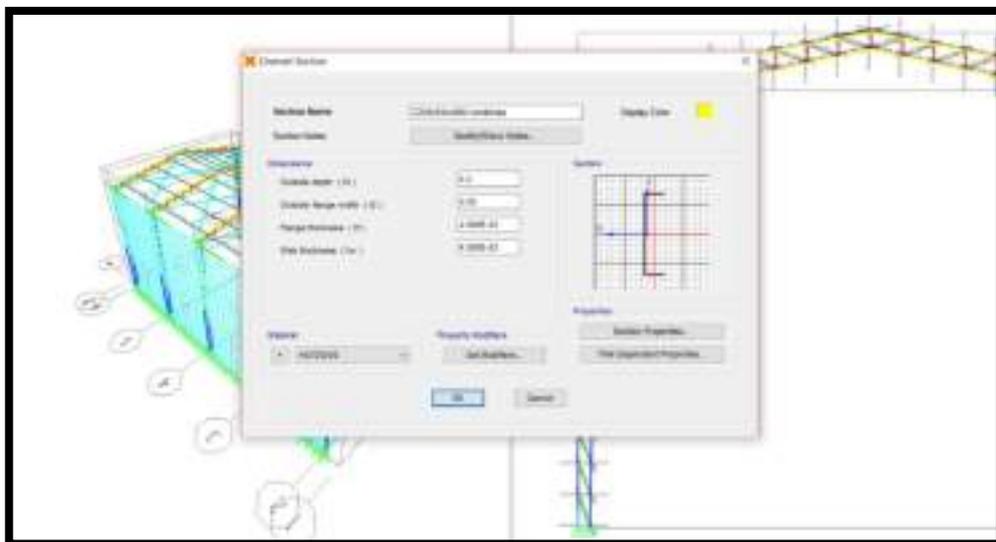


Figura 3.30 Perfil utilizado para los cordones superiores e inferiores.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

- Largueros: G100x50x25x5 mm

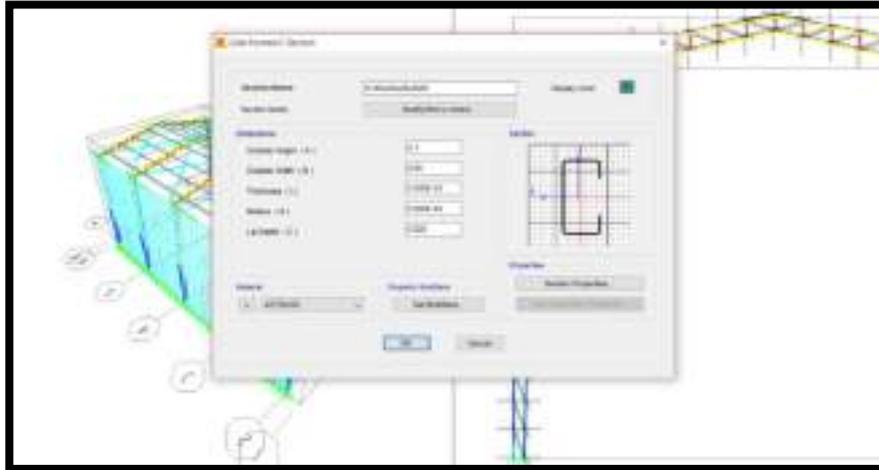


Figura 3.31 Perfil utilizado para los largueros.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

- Unión cercha – columna: 2C50x25x2 mm

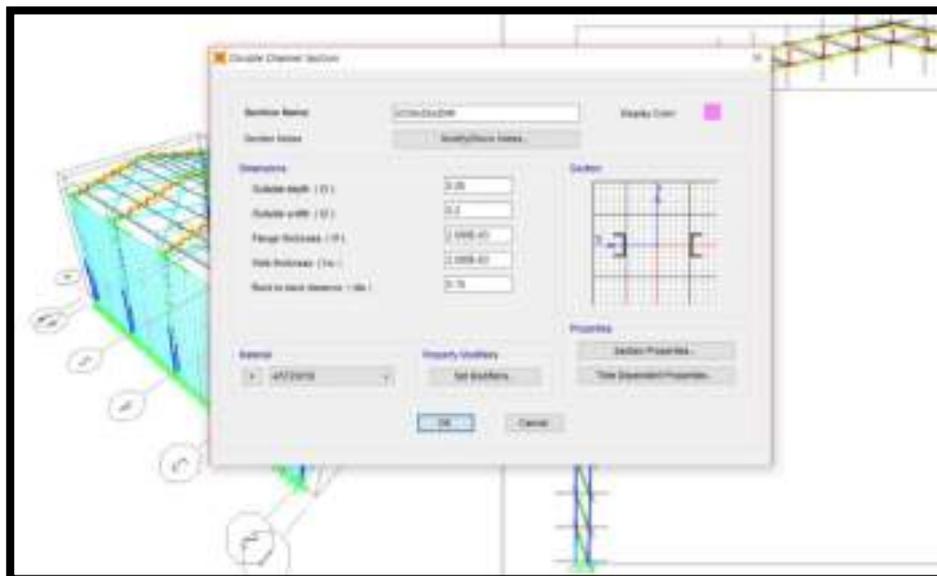


Figura 3.32 Perfil utilizado para la unión cercha – columna.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

- Arriostamiento de largueros: tubos 2" x 1.5 mm

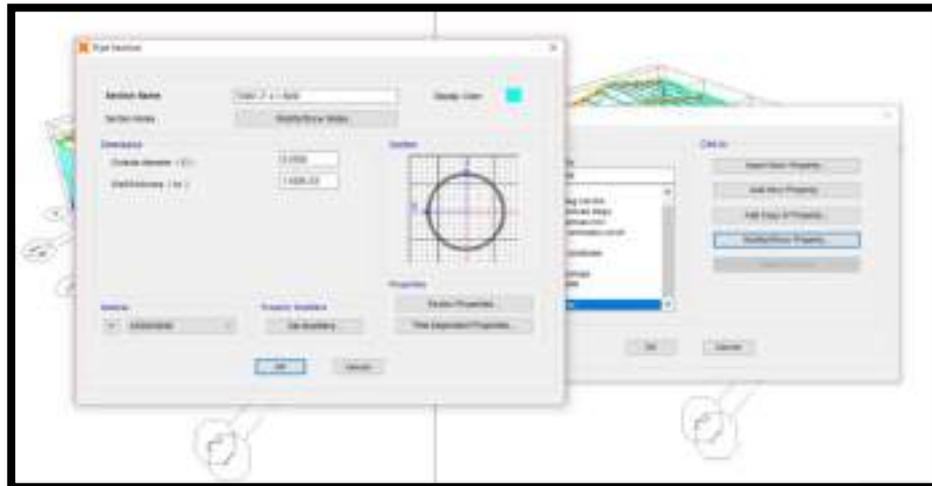


Figura 3.33 Perfil utilizado para los arriostramientos de largueros.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

- Vigas y columnas de hormigón para arriostramiento lateral: 20x20 cm

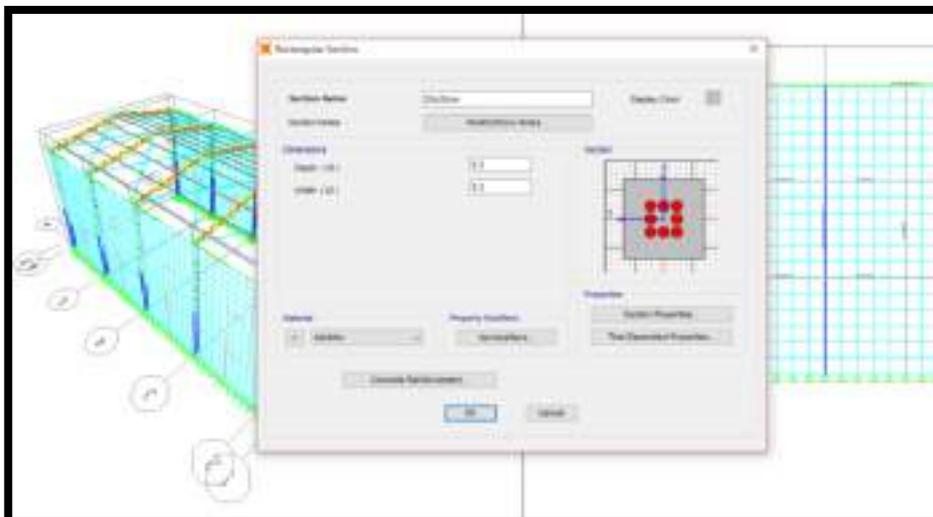


Figura 3.33 Perfil utilizado para vigas y columnas de hormigón.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

- Paredes de mampostería

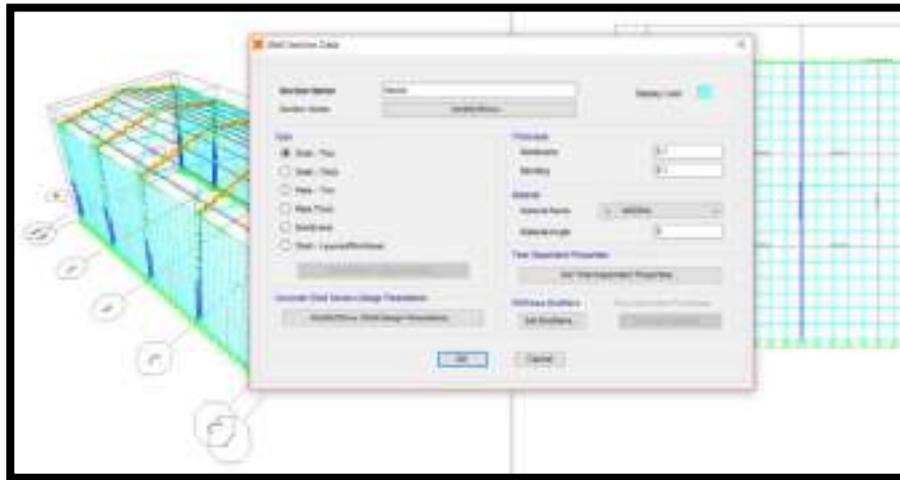


Figura 3.34 Áreas utilizadas para paredes de mampostería.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

3.2.2.12 Chequeo de perfiles

A continuación, se presentan las respectivas revisiones de los perfiles.

- Escala de colores: La escala de colores nos muestra que los elementos deben tener un valor menor que 1 para así poder asegurar que estos van a soportar todas las condiciones de cargas especificadas antes de correr el programa, por lo cual, se concluye que nuestros elementos cumplen con lo requerido.

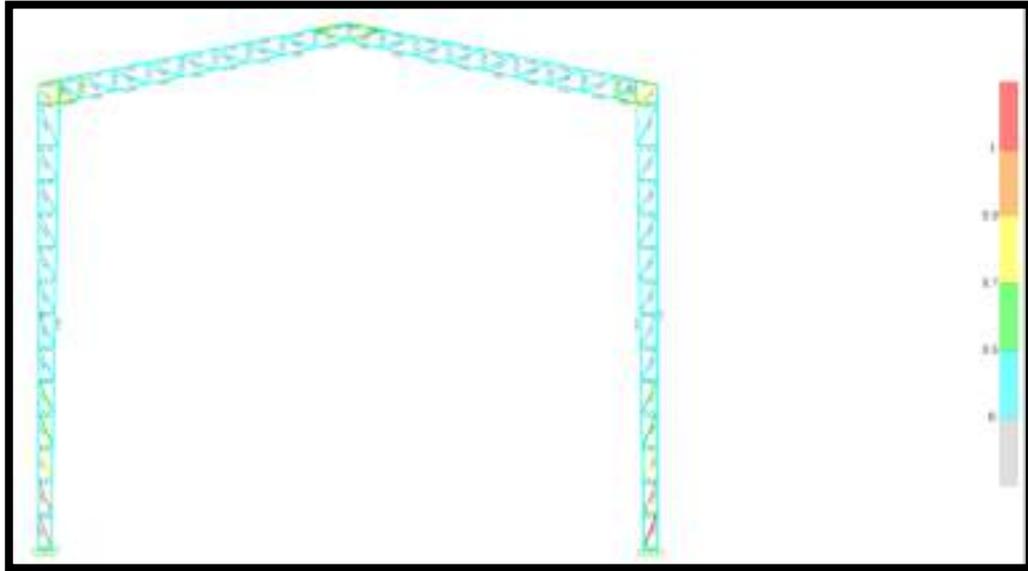


Figura 3.35 Chequeo de escala de colores, Vista en 2D.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

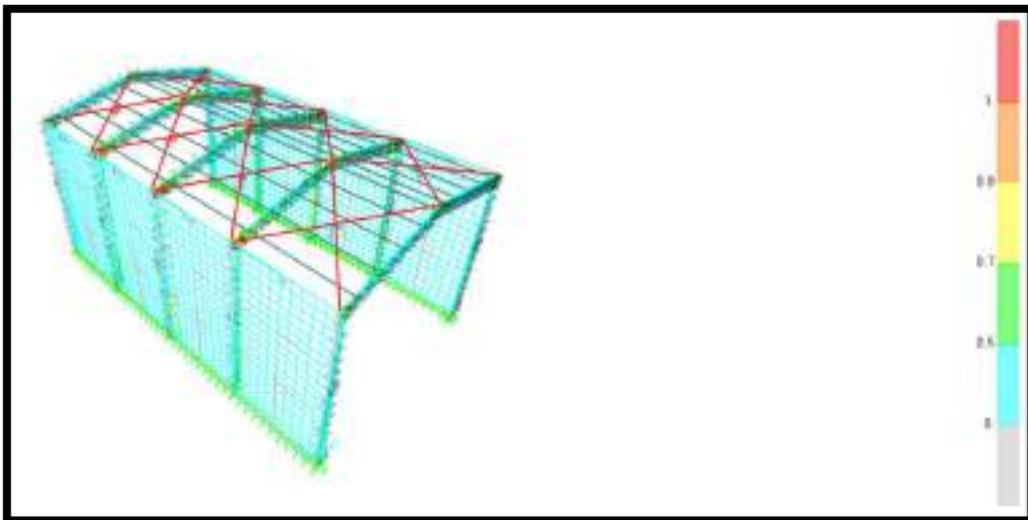


Figura 3.36 Chequeo de escala de colores, Vista en 3D.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017

“La relación de esbeltez máxima *recomendada* de 300 no es aplicable a varillas a tensión. Los valores máximos de

L/r para varillas quedan a juicio del proyectista. Si se especificara para ellas un valor máximo de 300, rara vez se usarían, debido a sus radios de giro extremadamente pequeños, y por ende a relaciones de esbeltez muy altas.” **Capítulo 4 Mc Cormac Página 104.**

Los tubos utilizados para arriostramiento de la cubierta tienen el color rojo, debido a que el programa (SAP2000) considera la relación $KL/r < 200$ para todos los elementos estructurales, pero debido a que este no es elemento principal, se considera la relación $KL/r < 500$, y realizando los cálculos manualmente, tenemos:

$$k = 1$$

$$r = 1$$

$$L = 7.85 \text{ m}$$

$$\frac{kl}{r} < 500 = \frac{(1) * (7.85)}{0.0174} = 451.14 < 500 \text{ ok}$$

- Revisión de las derivas: en la revisión de las derivas tenemos que, las derivas máximas permisibles son del 2% por lo cual se realizó una tabla con la revisión de estas.

Tabla XVIII Tabla de derivas máximas (SAP2000)

TABLE: Joint Displacements						
Joint	Output Case	U1	U2	$\Delta U1$	$\Delta U2$	$\Delta TOTAL$
Text	Text	M	m	m	M	m

A2-1	envolvente	0	0	0	0	0.00
A2-2	envolvente	0.010037	0.000012	0.010037	0.000012	0.01
A3-1	envolvente	0	0	0	0	0.00
A3-2	envolvente	0.010192	0.000005225	0.010192	0.000005225	0.01
A4-1	envolvente	0	0	0	0	0.00
A4-2	envolvente	0.010238	5.31E-08	0.010238	5.309E-08	0.01
A5-1	envolvente	0	0	0	0	0.00
A5-2	envolvente	0.010192	0.00001	0.010192	0.00001	0.01
A6-1	envolvente	0	0	0	0	0.00
A6-2	envolvente	0.010037	0.000004199	0.010037	0.000004199	0.01
B2-1	envolvente	0	0	0	0	0.00
B2-2	envolvente	0.010037	0.000012	0.010037	0.000012	0.01
B3-1	envolvente	0	0	0	0	0.00
B3-2	envolvente	0.010192	0.000005225	0.010192	0.000005225	0.01
B4-1	envolvente	0	0	0	0	0.00
B4-2	envolvente	0.010238	5.309E-08	0.010238	5.309E-08	0.01
B5-1	envolvente	0	0	0	0	0.00
B5-2	envolvente	0.010192	0.00001	0.010192	0.00001	0.01
B6-1	envolvente	0	0	0	0	0.00
B6-2	envolvente	0.010037	0.000004199	0.010037	0.000004199	0.01

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017.

3.3 Cimentación de la nave industrial

La cimentación tiene como finalidad soportar estructuras garantizando la estabilidad y evitando los daños estructurales y no estructurales de los materiales. Para la correcta elección del tipo de cimentación a usar se debe tomar en cuenta algunos parámetros de suelo, como lo son: tipo de suelo, carga admisible que soporta el suelo y peso volumétrico del suelo.

Los parámetros correspondientes al suelo sobre el cual será construida la nave industrial ubicado en el sector este del campus Politécnico Gustavo Galindo fueron otorgados por el PhD Miguel Ángel Chávez, que

fueron obtenidos de estudios realizados previamente sobre ese sector para la construcción de la presa ubicada cerca de Parcon.

Estos parámetros son:

Tabla XIX Tipo de suelo del terreno en el que estará ubicada el proyecto

Parámetros	Descripción
Tipo de suelo	Areniscas y Limolitas provenientes de la formación cayo SS meteorizadas
Carga admisible	Mayor a 1000 T/m ²

Fuente: PhD Chávez, M., 2018.

El peso volumétrico del suelo se lo obtuvo a partir de la siguiente tabla:

Tipos de suelos.	Peso Unitario (kg/m ³)
Arcilla compactada.	1900
Arenisca compacta.	1600
Caliza blanda.	1900
Caliza dura.	2500
Marga.	2200
Serpentina.	2560
Yeso.	2300
Arcilla seca.	1700
Arcilla húmeda.	1760
Arena natural suelta.	1430
Arena natural compacta.	1620
Arena artificial suelta.	1450
Arena artificial compacta.	1650
Gravas.	1700
Tierra seca suelta.	1500
Tierra seca compacta.	1700
Tierra húmeda suelta.	1600
Tierra mojada compacta.	1800
Fango (fluido).	1750
Mármoles.	2640
Pizarra metamórfica.	2800
Granito.	2750

Figura 3.37 Pesos unitarios de los distintos tipos de suelo.

Fuente: Universidad central de las villas, 2017.

Los parámetros del suelo nos indican que el tipo de suelo donde va a estar implementado el galpón es Tipo A según la NEC2015, que pertenece al perfil de roca competente, por lo cual, la cimentación a utilizar será de zapatas aisladas (plintos).

3.3.1 Diseño de Zapata aislada

Para el diseño de la zapata aislada tenemos los siguientes datos:

Tabla XX Datos del suelo y el concreto

Descripción	Simbología	Valor
Peso volumétrico del concreto reforzado	γ_c	2400 kg/m ³
Peso volumétrico del suelo	γ_s	1600 kg/m ³
Resistencia del concreto	f'_c	280 kg/cm ²
Resistencia del acero de refuerzo	F_y	4200 kg/cm ²
Profundidad de desplante	D_f	1m
Carga admisible	Q_a	1000 T/m ²

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.1.1 Determinación de las reacciones de las columnas.

Realizando la modelación de la nave industrial utilizando el software SAP2000, se puede conocer las reacciones que tienen la columna al ser sometido a las diferentes cargas, pero para poder realizar el cálculo se necesita utilizar la combinación llamada "envolvente", la cual nos permite determinar las fuerzas que van a ser transmitidas a la

zapata por medio de las columnas, lo que nos permite iniciar el cálculo respectivo.

Tabla XXI Pesos de columnas (SAP 2000)

Columna	Peso de la Columna (T)	Peso de la Columna (Kg)
A2,A6,B2,B6	6,078	6078,00
A3,A5,B3,B5	8,72	8720,00
A4	9,489	9489,00

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.1.2 Dimensiones de la columna.

Para poder determinar las dimensiones de la zapata, es necesario saber las dimensiones que se van a utilizar en las columnas, esto lo obtenemos del diseño de las columnas analizados en la sección 3.1.2

Tabla XXII Dimensiones de las columnas
Columna **Dimensión de la Columna**

	c (cm)	a (cm)
A2,A6,B2,B6	20	25
A3,A5,B3,B5	20	25
A4	20	25

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.1.3 Determinar altura de la zapata y la altura útil

La altura de la zapata (hz) se la calcula con la siguiente fórmula: $hz = 0.22 \cdot Pc + 15$; donde Pc es el peso de la columna en toneladas.

La altura útil, en ocasiones llamado peralte efectivo, es la distancia donde va a estar ubicado el acero de refuerzo, y se lo calcula con la siguiente fórmula: $d = hz - d'$; donde d' es la altura medida desde la parte inferior de la zapata hasta el acero de refuerzo. Por lo general este valor es de 0.1 m.

Tabla XXIII Determinación de la altura de zapatas
Columna **Determinar altura de zapatas**

	$hz = 0.22 \cdot Pc + 15$ (cm)	Usar (m)	altura útil "d" (m)
A2,A6,B2,B6	16,34	0,4	0,3
A3,A5,B3,B5	16,92	0,4	0,3
A4	17,09	0,4	0,3

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.1.4 Determinación del peso del pedestal.

El pedestal es una columna corta de hormigón armado que va a esta conecta a la zapata aislada (plinto) para poder colocar sobre ella una placa base, para así poder realizar la conexión columna – zapata. Por lo que es muy importante saber cuánto es el peso del mismo. El cual se lo calcula de la siguiente manera: $P_p = A_p \cdot h_p \cdot \gamma_c$ (Kg); donde A_p es el área del pedestal, h_p es la altura del pedestal, que es igual a la altura de desplante (d_f) menos la altura de la zapata, y γ_c el peso volumétrico del concreto reforzado.

Tabla XXIV Determinación del peso del pedestal
Columna **Determinar peso del pedestal (Kg)**

Columna	$P_p = A_p \cdot h_p \cdot \gamma_c$ (Kg)	Altura del pedestal "hp"
A2,A6,B2,B6	129.6	0,6
A3,A5,B3,B5	129.6	0,6
A4	129.6	0,6

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.1.5 Dimensiones de la zapata

Para realizar el cálculo de las dimensiones de la zapata (BL) se debe primero realizar el cálculo del área mínima para soportar las cargas (A_z) para así asumiendo que la zapata

es cuadrada, se pueda calcular el valor de $B=L$ mediante una raíz cuadrada del área (A_z). Cabe recalcar que el valor mínimo de B es de 1 m, por lo cual, en caso de salir un valor menor a este, las dimensiones a utilizar tanto para B como para N sería de 1m.

Tabla XXV Determinación del área de la zapata

Columna	Área de la zapata		
	$W_s = h_p \cdot Y_s$ (Kg/m ²)	$W_z = h_z \cdot Y_c$ (Kg/m ²)	$A_z = (P_p + P_c) / Q_a - (W_s + W_z)$
A2,A6,B2,B6	960	960	62.95
A3,A5,B3,B5	960	960	88.66
A4	960	960	96.37

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla XXVI Determinación de las dimensiones de la zapata

Columna	Dimensiones de la zapata						
	B (cm)	USAR B (cm)	L (cm)	USAR L (cm)	A_z (cm ²)	Q act (kg/cm ²)	Q act < Q_a
A2,A6,B2,B6	7,85	100	7,85	100	10000	0,615	SI CUMPLE
A3,A5,B3,B5	9,39	100	9,39	100	10000	0,879	SI CUMPLE
A4	9,79	100	9,79	100	10000	0,956	SI CUMPLE

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.1.6 Verificación por corte

La verificación por corte consiste en comparar el cortante del concreto $V_c = 0.53x B x d x \sqrt{f'c}$ multiplicado por un factor de reducción $\phi=0.85$ con el cortante último $V_u =$

$q_u \times B \times \frac{(L-c)}{2} - d$; donde q_u es igual a la combinación de cargas dividido para el área de la zapata.

Tabla XXVII Verificación por corte
Verificación por Corte

Columna	q_u (Kg/m ²)	Corte V_u (Kg)	Corte del concreto V_c (Kg)	ϕV_c	$\phi V_c > V_u$
A2,A6,B2,B6	162,85	16,285	26605,79	22614,92	SI CUMPLE
A3,A5,B3,B5	162,85	16,285	26605,79	22614,92	SI CUMPLE
A4	162,85	16,285	26605,79	22614,92	SI CUMPLE

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.1.7 Verificación de falla por punzonado

Para la verificación de falla por punzonado se tiene que el cortante del concreto:

$$V_c = \text{valor menor} \begin{cases} (1) 0.53 + \frac{1.06}{Bc} x \sqrt{f'c} x b o x d \\ (2) 0.53 + \frac{\alpha_s x d}{b o} x \sqrt{f'c} x b o x d \\ (3) 1.06 x \sqrt{f'c} x b o x d \end{cases} ; \text{ Donde:}$$

$$b o = 2x(a + 2d + c) \quad Bc = \frac{a}{c}$$

$$\alpha_s = \begin{cases} \text{columnas esquineras} = 5.3 \\ \text{columnas laterales} = 8 \\ \text{columnas internas} = 10.6 \end{cases}$$

$$\text{Mientras que; } V_u = 1.2 D + 1.6 L - (axd)^2 x q_u$$

Tabla XXVIII Verificación de falla por punzonado

Columna	Verificación de falla por punzonado					
	bo(cm)	Bc	(1)	α	(2)	(3)
A2,A6,B2,B6	91,2	1,25	388,76	5,3	250,63	485,29
A3,A5,B3,B5	91,2	1,25	388,76	8	254,69	485,29
A4	91,2	1,25	388,76	8	254,69	485,29

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla XXIX Chequeo de falla por punzonado			
Vc	ϕVc	Vu	$\phi Vc > Vu$
250,63	213,03	199,99	SI CUMPLE
254,69	216,49	199,99	SI CUMPLE
254,69	216,49	199,99	SI CUMPLE

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.1.8 Cálculo del acero de refuerzo

Para el cálculo del área del acero de refuerzo (A_s), tenemos:

$$A_s = \frac{M_u \times 100}{\phi \times F_y \times z}$$

$$M_u = \frac{q_u \times B \times (L - c)^2}{8}$$

$$A_{smin} = \frac{1.8}{1000} \times B \times d$$

$$z = 0.9 \times d$$

Tabla XXX Cálculo del acero de refuerzo

Columna	Cálculo del acero de refuerzo				
	Z = 0.90 * d (cm)	Mu (Kg*m)	As (cm ²)	Acero mínimo (cm ²)	Se escoge
A2,A6,B2,B6	27	13,028	0,013	5,4	5,400
A3,A5,B3,B5	27	13,028	0,013	5,4	5,400
A4	27	13,028	0,013	5,4	5,400

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.1.9 Distribución del acero de refuerzo

La separación máxima entre varillas va a estar dada por la siguiente fórmula: $S = B * A_b / A_s$; donde A_b es el área de la varilla, A_s el área del acero calculado en la sección anterior y B el ancho de la zapata.

La longitud del acero se la obtiene restando el ancho de la zapata con el recubrimiento que va a tener la misma de 7.5 cm en cada lado. La longitud del gancho será igual a 12 veces el diámetro de la varilla, y el número de varillas va a estar dado por la división entre la longitud del acero longitudinal y la separación entre varillas (S), redondeándola al menor.

Tabla XXXI Distribución del acero de refuerzo
Columna **Distribución del acero de refuerzo**

	φ (mm)	Ab (cm ²)	S = B * Ab / As	USAR (cm)
A2,A6,B2,B6	12	1,131	20,944	20
A3,A5,B3,B5	12	1,131	20,944	20
A4	12	1,131	20,944	20

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla XXXII Número de varillas a utilizarse en la zapata
Columna **Longitud del acero (cm)** **Longitud del gancho (cm)** **USAR gancho (cm)** **# de espacios entre varillas** **# de varillas**

	Longitud del acero (cm)	Longitud del gancho (cm)	USAR gancho (cm)	# de espacios entre varillas	# de varillas
A2,A6,B2,B6	85,00	14,4	15	4,25	5
A3,A5,B3,B5	85,00	14,4	15	4,25	5
A4	85,00	14,4	15	4,25	5

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.1.10 Detallamiento de la zapata

Luego de hacer el diseño de la zapata aislada (plinto), se procede a realizar el detallamiento de la misma.

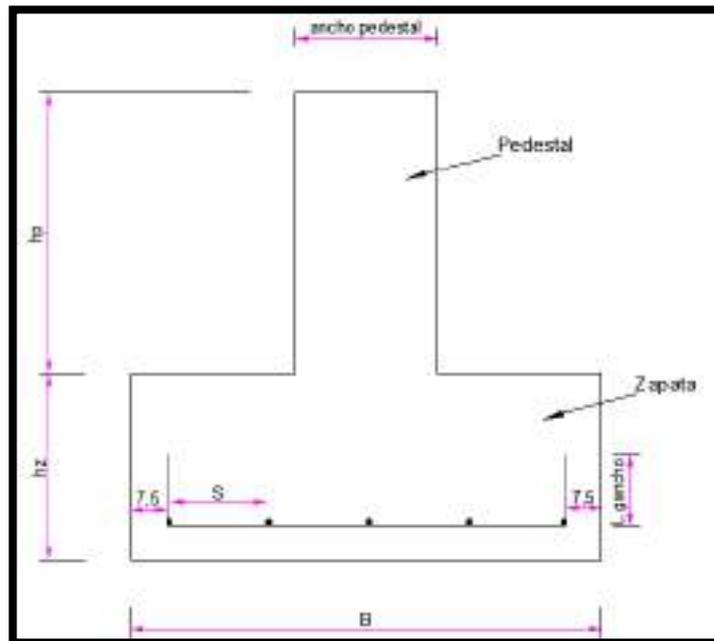


Figura 3.38 Ejemplo de dimensiones de zapata.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017.

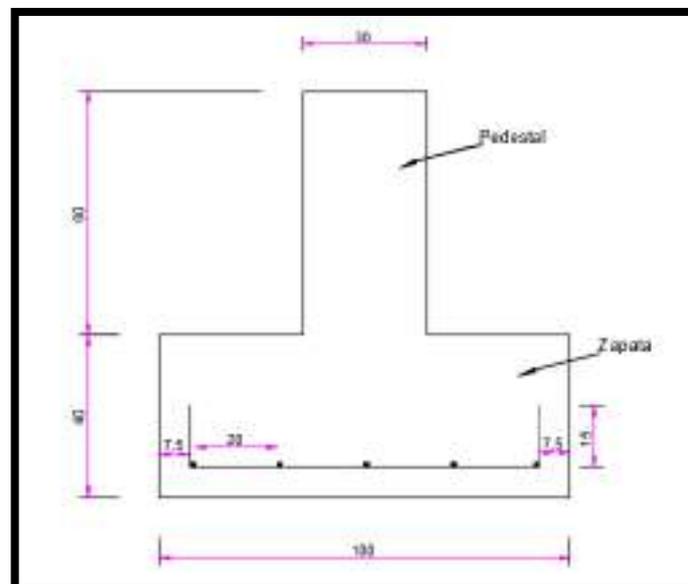


Figura 3.39 Dimensiones de zapata a utilizar en el galpón.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2017.

3.3.2 Diseño del pedestal

Para continuar con el diseño la conexión Columna metálica – zapata se debe crear un pedestal de hormigón armado el cual va a sostener una placa base, que irá soldada al acero de refuerzo antes de ser fundido.

3.3.2.1 Determinación de la carga última (Pu)

Las estructuras, sus componentes y cimentaciones, deberán ser diseñadas de tal manera que la resistencia de diseño iguale o exceda los efectos de las cargas incrementadas, de acuerdo a las siguientes combinaciones: (NEC2015)

- $1.4 D$
- $1.2 D + 1.6 L + 0.5 \text{ máx.}(L_r; S; R)$
- $1.2 D + 1.6 \text{ máx. } (L_r; S; R) + \text{máx. } (L; 0.5W)$
- $1.2 D + W + L + 0.5 \text{ máx.}(L_r; S; R)$
- $1.2 D + E + L + 0.2 S$
- $0.9 D + W$
- $0.9 D + E$

Donde D= carga muerta o permanente, L= carga viva, L_r = carga viva de techo sobreimpuesta, S= carga de granizo, W= Carga de viento y E= Carga de sismo.

Tabla XXXIII Determinación de la carga última mayorada (Pu)

Columna	Carga Muerta (T)	Carga Viva (T)	Pu
A2,A6,B2,B6	6,09	0,09	7,456
A3,A5,B3,B5	8,73	0,09	10,627
A4	9,50	0,09	11,550

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.2.2 Determinación de la demanda (cantidad de acero)

Para determinar la demanda de acero necesario para el pedestal se procede a realizar el cálculo del Área mínima de acero utilizando la mínima cuantía igual al 1% del área transversal.

$$A_{smin} = 0.01(bxh)$$

$$\phi P_n = 0.8x\phi[0.85xf'c(A_g - A_{st}) + F_yxAst]$$

El factor 0.8 se lo usa cuando se utiliza estribos, pero en el caso de espirales se utilizará el valor de 0.85

$$\text{El valor } \phi = \begin{cases} 0.65 \text{ para estribos} \\ 0.75 \text{ para espiral} \end{cases}$$

Tabla XXXIV Determinación del acero mínimo
Acero mínimo

Columna	As min (cm ²)	Φ (mm)	A1 (cm ²)	# varillas	Ast (cm ²)	φPn (T)	φPn>Pu
A2,A6,B2,B6	9	12	1,13	8	9,05	130	CUMPLE
A3,A5,B3,B5	9	12	1,13	8	9,05	130	CUMPLE
A4	9	12	1,13	8	9,05	130	CUMPLE

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.2.3 Revisión de la cuantía

Una vez que se escoge la demanda de acero a utilizarse, guiándose por el acero mínimo permisible, se procede a la verificación de la cuantía, la cual nos dice que el área de acero debe de estar entre el 1% y el 8% del área gruesa, es decir, de la sección transversal del pedestal.

Tabla XXXV Revisión de la cuantía
Revisión de la cuantía (ρ)

Columna	ρ=As/b*h	0,01<ρ<0,08
A2,A6,B2,B6	0,0101	OK
A3,A5,B3,B5	0,0101	OK
A4	0,0101	OK

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.2.4 Revisión del confinamiento (Estribos)

La separación máxima de estribos se la obtiene:

$$s_{\max} = \text{mínimo} \begin{cases} 16x\phi_{\text{varilla longitudinal}} \\ 48x\phi_{\text{estribo}} \\ b_{\min} \end{cases}$$

Para la longitud del gancho de estribos tenemos:

- Se calcula el área del gancho

$$A_{sh} = \text{mín} \begin{cases} \frac{0.09sf'cb_c}{F_{yt}} \\ 2 A_{st} \end{cases}; \text{ Donde: } b_c = (b - 2(\text{recub.}))$$

El recubrimiento a utilizar = 4

- Se procede al cálculo de la longitud del gancho (L_{sh})

$$L_{sh} = \frac{A_{sh}F_{yt}}{0.09f'cb_c}$$

Tabla XXXVI Revisión de confinamiento (estribos)
Columna **Revisión de confinamiento**

	separación máxima (s)	ϕ estribos	s (cm)	bc	(Ash)	Lsh (cm)	Lsh (cm)
A2,A6,B2,B6	19,20	8	15	22	1,01	7,62	7
A3,A5,B3,B5	19,20	8	15	22	1,01	7,62	7
A4	19,20	8	15	22	1,01	7,62	7

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.2.5 Separación entre varillas longitudinales

La separación entre varillas se la calcula de la siguiente manera:

$$x = \frac{b - 2(\text{recubrimiento}) - 2(\phi_{\text{estribo}}) - (\# \text{varillas})(\phi_{\text{varilla}})}{\# \text{ de espacios entre varillas}}$$

Para realizar el chequeo de la separación de varillas longitudinales según la norma ACI 318 la separación mínima entre varillas está dado por:

$$S_{min} = \text{máx} \begin{cases} 1.5 \phi_{\text{varilla}} \\ 40 \text{ mm} \end{cases}$$

Tabla XXXVII Separación entre varillas longitudinales en el pedestal
Columna Separación entre varillas longitudinales

Columna	Separación entre varillas "x" (cm)	Separación mínima según la norma ACI 318(cm)	Chequeo "x"
A2,A6,B2,B6	5,20	4	OK
A3,A5,B3,B5	5,20	4	OK
A4	5,20	4	OK

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.3.3 Diseño de la placa base

Una vez realizado el diseño del pedestal, es necesario diseñar una placa de acero A36 por el método LRFD para así poder soldar la columna y poder estabilizarla transmitiendo los esfuerzos hacia esta placa base.

3.3.3.3 Cálculo del espesor requerido de la placa base

El cálculo del espesor requerido de la placa base está dado por la siguiente fórmula

$$T_{req} = l \sqrt{\frac{2P_u}{0.9F_yBN}}; \text{ Dónde: } l = \text{mínimo} \begin{cases} m = \frac{N-0.95d}{2} \\ n = \frac{B-0.8b_f}{2} \\ n' = \frac{\sqrt{db_f}}{4} \end{cases}$$

Tabla XL Espesor requerido de la placa base
Columna **Espesor requerido de la placa base**

Columna	m (cm)	n (cm)	n' (cm)	l (cm)	Fy (kg/cm ²)	T req (cm)	Dimensiones (mm)
A2,A6,B2,B6	3,13	7,00	5,59	7,00	2531	0,60	300x300x7,5
A3,A5,B3,B5	3,13	7,00	5,59	7,00	2531	0,71	300x300x7,5
A4	3,13	7,00	5,59	7,00	2531	0,74	300x300x7,5

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.4 Diseño geométrico de la vía de acceso al galpón.

3.4.1 Cálculo de TPDA

A continuación, se presentan los datos obtenidos de los conteos vehiculares realizados en la semana del 22 al 26 de enero en horarios de 8:00 a.m hasta las 18:00 p.m.:

Tabla XLI Aforo vehicular realizado en la vía perimetral en la semana del 22 al 26 de enero del 2018.

HORARIO		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
8:00	9:00	220	186	215	230	216
9:00	10:00	177	190	226	215	163
10:00	11:00	184	174	206	164	179
11:00	12:00	155	144	135	170	207
12:00	13:00	225	179	192	220	181
13:00	14:00	166	153	160	189	120
14:00	15:00	145	130	155	163	170
15:00	16:00	160	170	196	123	220
16:00	17:00	179	183	234	205	239
17:00	18:00	171	160	196	230	226

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

A partir de esta información se procedió al cálculo del TPDA de la siguiente manera:

Tabla XLII Cálculo del TPDA

HORARIO		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
8:00	9:00	220	186	215	230	216
9:00	10:00	177	190	226	215	163
10:00	11:00	184	174	206	164	179

11:00	12:00	155	144	135	170	207
12:00	13:00	225	179	192	220	181
13:00	14:00	166	153	160	189	120
14:00	15:00	145	130	155	163	170
15:00	16:00	160	170	196	123	220
16:00	17:00	179	183	234	205	239
17:00	18:00	171	160	196	230	226
Total		1782	1668	1915	1909	1921

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

TPDS = 1839 veh/día

Factor mensual (fm) = 1.0714 (De tabla:Factor de ajuste mensual)

TPDA = TPDS*fm = 1971 veh/día

3.4.2 Proyección de TPDA

$$TPDA_{\text{proyectado}} = Tf + Td + Tg$$

3.4.2.1 Tráfico futuro

$$Tf = Ta * (1+i)^n$$

Periodo de diseño: 20 años

Provincia: Guayas

Tabla XLIII Proyección del TPDA

PERIODO	AÑOS		CAMIONES	CAMIONES	TRÁFICO
					FUTURO
2018	INICIO			1971	1971
2019	1	GUAYAS_1	3.33%	1971	2037
2020 - 2024	5	GUAYAS_2	2.96%	2037	2357
2025 - 2029	5	GUAYAS_3	2.67%	2357	2689
2030 - 2034	5	GUAYAS_4	2.43%	2689	3032
2035 - 2038	4	GUAYAS_5	2.43%	3032	2961

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

3.4.2.2 Tráfico desarrollado

$$T_d = 0.05 \cdot (1971) = 99 \text{ veh/día}$$

3.4.2.3 Tráfico generado

$$T_g = 0.20 \cdot (1971) = 395 \text{ veh/día}$$

Por lo tanto, el $TPDA_{\text{proyectado}}$ será igual a:

$$TPDA_{\text{proyectado}} = 2961 + 99 + 395$$

$$TPDA_{\text{proyectado}} = 3455 \text{ veh/día}$$

Debido a que el galpón será para uso de bodegaje de contenedores, se asume que el porcentaje de vehículos que accederán a la nueva ruta será del 2%. Así, nuestro $TPDA_{\text{proyectado}}$ a usar será:

$$TPDA_{\text{proyectado de diseño}} = 0.02 * 3455$$

$$TPDA_{\text{proyectado de diseño}} = 70 \text{ veh/día}$$

3.4.3 Tipo de carretera: V (camino vecinal)

3.4.4 Tipo de terreno: Montañoso

3.4.5 Velocidad de diseño= 50 km/h

3.4.6 Velocidad de circulación= 47 km/h

3.4.7 Peralte máximo= 4%

3.4.8 Radio de curva horizontal mínimo= 99 m

3.4.9 Sobreancho= 1 m

CAPÍTULO 4

PRESUPUESTO

4.1 Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ
 PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1.00 UNIDAD: M3
 DETALLE: DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O Tractor	4.000	25.0000	100.0000	0.0330	0.0399 3.300
SUBTOTAL M =					3.3399

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador Tractor (Est. Ocup C1)	4.000	6.0400	24.1600	0.0330	0.7973
SUBTOTAL N =					0.7973

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				4.1372	
INDIRECTOS Y UTILIDAD 0.00%				0.0000	
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO				4.1372	
VALOR OFERTADO				\$ 4.14	

Guayaquil, Febrero del 2018

Figura 4.1 APU Desbroce y limpieza de terreno.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ.
PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2.00 UNIDAD: M2
 DETALLE: TRAZADO Y REPLANTEO

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O Equipo topografico	1.000	2.5000	2.5000	0.0440	0.3760 0.110
SUBTOTAL M =					0.4860

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup E2)	1.000	3.5400	3.5400	0.0440	0.1558
Topógrafo (Est. Ocup C1)	1.000	7.7000	7.7000	0.0440	0.3388
Cadenero (Est. Ocup D2)	1.000	3.5400	3.5400	0.0440	0.1558
Maestro (Est. Ocup C1)	1.000	6.8700	6.8700	1.0000	6.8700
SUBTOTAL N =					7.5204

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Tablas de Encofrado semidura	u	0.004	3.5000	0.0140
Cuarton semiduras	u	0.007	2.9500	0.0207
Clavo 2"x 8	Lb	0.001	1.1300	0.0006
SUBTOTAL O =				0.0353

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de madera	u/km	0.011	0.450	0.005
SUBTOTAL P =				0.0050

Guayaquil, Febrero del 2018

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	8.0467
INDIRECTOS Y UTILIDAD 0.00%	0.0000
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8.0467
VALOR OFERTADO	\$ 8.05

Figura 4.2 APU Trazado y replanteo.
Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ.
PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 3.00 UNIDAD: M3

DETALLE: EXCAVACION A MAQUINA

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O Retroexcavadora	1.000	35.0000	35.0000	0.0800	0.0658 2.8000
SUBTOTAL M =					2.8658

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup E2)	1.000	3.5400	3.5400	0.0800	0.2832
Operador Retroexc (Est. Ocup C1)	1.000	6.0400	6.0400	0.0800	0.4832
Maestro (Est. Ocup C1)	1.000	6.8700	6.8700	0.0800	0.5496
SUBTOTAL N =					1.3160

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				0.0000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	4.1818
INDIRECTOS Y UTILIDAD 0.00%	0.0000
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.1818
VALOR OFERTADO	\$ 4.18

Guayaquil, Febrero del 2018

Figura 4.3 APU Excavación a máquina.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ.

PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 4.00 UNIDAD: M3-KM

DETALLE: TRANSPORTE DE MATERIALES PETREOS

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O Volqueta de 6m3	2.000	22.0000	44.0000	0.0110	0.0066 0.4840
SUBTOTAL M =					0.4906

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Chofer volqueta (Est, Ocup C1)	2.000	6.0400	12.0800	0.0110	0.1329
SUBTOTAL N =					0.1329

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				0.0000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				0.6235
INDIRECTOS Y UTILIDAD 0.00%				0.0000
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				0.6235
VALOR OFERTADO			\$	0.62

Guayaquil, Febrero del 2018

Figura 4.4 APU Transporte de materiales pétreos.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ .
PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 5.00 UNIDAD: M2
 DETALLE: REPLANTILLO F'C=140Kg/cm2 e=0,05

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O Concreteira de 1 Saco	1.000	3.1300	3.1300	0.0620	0.1084 0.194
SUBTOTAL M =					0.3024

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup E2)	5.000	3.5400	17.7000	0.0620	1.0974
Albañil (Est. Ocup D2)	1.000	5.2000	5.2000	0.0620	0.3224
Carpintero (Est. Ocup D2)	1.000	5.2000	5.2000	0.0620	0.3224
Maestro (Est. Ocup C1)	1.000	6.8700	6.8700	0.0620	0.4259
SUBTOTAL N =					2.1681

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	15.750	0.1500	2.3625
Piedra 3/4"	m3	0.047	13.0000	0.6110
Arena	m3	0.031	10.0000	0.3100
Agua	m3	0.008	1.5000	0.0126
SUBTOTAL O =				3.2961

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de material petreo (4 km)	m3-km	0.312	0.310	0.097
Transporte de cemento	kg/km	15.750	0.013	0.205
SUBTOTAL P =				0.3020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	6.0686
INDIRECTOS Y UTILIDAD 0.00%	0.0000
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.0686
VALOR OFERTADO	\$ 6.07

Guayaquil, Febrero del 2018

Figura 4.5 APU Replantillo.
Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ.
PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 6.00 UNIDAD: M3
 DETALLE: HORMIGÓN F'c= 240Kg/cm² (cimentación, pilares y vigas)

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					2.3308
Concretera de 1 Saco	1.000	3.130	3.130	1.3330	4.1720
Vibrador de Manguera	1.000	2.000	2.000	1.3330	2.6660
SUBTOTAL M =					9.1688

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup E2)	5.000	3.540	17.700	1.3330	23.5940
Albañil (Est. Ocup D2)	1.000	5.200	5.200	1.3330	6.9320
Carpintero (Est. Ocup D2)	1.000	5.200	5.200	1.3330	6.9320
Maestro (Est. Ocup C1)	1.000	6.870	6.870	1.3330	9.158
SUBTOTAL N =					46.6160

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	450.000	0.1500	67.5000
Piedra 3/4"	m3	0.950	13.000	12.3500
Arena	m3	0.630	10.000	6.3000
Agua	m3	0.160	1.500	0.2400
Tablas de Encofrado semidura	u	18.330	3.500	64.155
Tira de encofrado semiduras	u	18.840	1.750	32.970
Clavo 2"x 8	Lb	1.750	1.130	1.978
SUBTOTAL O =				185.4930

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de madera	u/km	37.170	0.450	16.727
Transporte de material petreo (4 km)	m3-km	6.320	0.310	1.959
Transporte de cemento	kg/km	450.000	0.013	5.850
SUBTOTAL P =				24.5360
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				265.8138
INDIRECTOS Y UTILIDAD 0.00%				0.0000
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				265.8138
VALOR OFERTADO				\$ 265.81

Guayaquil, Febrero del 2018

Figura 4.6 APU Hormigón para vigas columnas y cimentación.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ.
PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 7.00 UNIDAD: KG
 DETALLE: ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2 (inc. Alambre # 18)

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O Cortadora - dobladora	1.000	0.5000	0.5000	0.0320	0.0306 0.016
SUBTOTAL M =					0.0466

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup E2)	2.000	3.5400	7.0800	0.0320	0.2266
Fierrero (Est. Ocup D2)	1.000	5.2000	5.2000	0.0320	0.1664
Maestro (Est. Ocup C1)	1.000	6.8700	6.8700	0.0320	0.2198
SUBTOTAL N =					0.6128

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.050	1.0700	1.1235
Alambre Recocido # 18	kg	0.032	1.5000	0.0480
SUBTOTAL O =				1.1715

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de acero	kg/km	1.082	0.013	0.014
SUBTOTAL P =				0.0140

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				1.8449
INDIRECTOS Y UTILIDAD 0.00%				0.0000
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.8449
VALOR OFERTADO				\$ 1.84

Guayaquil, Febrero del 2018

Figura 4.7 APU Acero de refuerzo.
Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ.
PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 8.00 UNIDAD: M2
 DETALLE: CONTRAPISO e= 8cm. F'c= 180 Kg/cm2

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O Concretera de 1 Saco	1.000	3.1300	3.1300	0.2280	0.3987 0.714
SUBTOTAL M =					1.1127

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup E2)	5.000	3.5400	17.7000	0.2280	4.0356
Albañil (Est. Ocup D2)	1.000	5.2000	5.2000	0.2280	1.1856
Carpintero (Est. Ocup D2)	1.000	5.2000	5.2000	0.2280	1.1856
Maestro (Est. Ocup C1)	1.000	6.8700	6.8700	0.2280	1.5664
SUBTOTAL N =					7.9732

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	29.400	0.1500	4.4100
Piedra 3/4"	m3	0.076	13.0000	0.9880
Arena	m3	0.050	10.0000	0.5000
Agua	m3	0.013	1.5000	0.0195
Tira de encofrado semiduras	u	0.460	1.7500	0.8050
Clavo 2"x 8	Lb	0.013	1.1300	0.0147
SUBTOTAL O =				6.7372

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de madera	u/km	0.460	0.450	0.207
Transporte de material petreo (4 km)	m3-km	0.504	0.310	0.156
Transporte de cemento	kg/km	29.400	0.013	0.382
SUBTOTAL P =				0.7450

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	16.5681
INDIRECTOS Y UTILIDAD 0.00%	0.0000
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16.5681
VALOR OFERTADO	\$ 16.57

Guayaquil, Febrero del 2018

Figura 4.8 APU Contrapiso.
Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ.
PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 9.00 UNIDAD: KG
 DETALLE: SUMINISTROS DE ACERO

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O Carro Grua	2.000	18.0000	36.0000	0.0002	0.0005 0.0070
SUBTOTAL M =					0.0075

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador Carro Grua (Est. Ocup C1)	2.000	7.0800	14.1600	0.0002	0.0028
Peón (Est. Ocup E2)	4.000	3.5400	14.1600	0.0002	0.0028
Albañil (Est. Ocup D2)	2.000	5.2000	10.4000	0.0002	0.0021
Maestro (Est. Ocup C1)	2.000	6.8700	13.7400	0.0002	0.0027
SUBTOTAL N =					0.0104

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Angulos 30x30x4, 1.68 Kg/m, 6 mts.	u	0.099	5.8500	0.5792
Angulos 40x40x5, 2.82 Kg/m, 6 mts.	u	0.059	12.2500	0.7228
Angulos 25x25x3, 1.06 Kg/m, 6mts	u	0.157	3.6300	0.5699
Canales 200x50x4, 9.01 Kg/m, 6 mts	u	0.018	64.930	1.1687
Canales 50x25x2, 1.47 Kg/m, 6 mts	u	0.113	4.0800	0.4610
Canales 200x60x8, 11.10 Kg/m, 6 mts	u	0.015	78.2200	1.1733
SUBTOTAL O =				4.675

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de acero	kg/km	0.059	0.013	0.001
SUBTOTAL P =				0.001

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	4.694
INDIRECTOS Y UTILIDAD 0.00%	0.000
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.694
VALOR OFERTADO	\$ 4.69

Guayaquil, Febrero del 2018

Figura 4.9 APU Suministro de acero estructural.

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ.
PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 10.00 UNIDAD: KG
 DETALLE: MONTAJE DE LA ARMADURA

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O Grúa pequeña de 20 ton.	1.000	19.000	19.000	0.00150	0.0267 0.0285
SUBTOTAL M =					0.0552

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Soldador	2.000	5.2000	10.4000	0.0150	0.1560
Peón (Est. Ocup E2)	4.000	3.5400	14.1600	0.0150	0.2124
Pintor (Est. Ocup D2)	1.000	4.2000	4.2000	0.0150	0.0630
Maestro (Est. Ocup C1)	1.000	6.8700	6.8700	0.0150	0.1031
SUBTOTAL N =					0.5345

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				0.000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0.000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				0.590
INDIRECTOS Y UTILIDAD 0.00%				0.000
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				0.590
VALOR OFERTADO				\$ 0.59

Guayaquil, Febrero del 2018

Figura 4.10 APU Montaje de la armadura.
Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ.
PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 11.00 UNIDAD: M2
 DETALLE: PAREDES DE BLOQUE

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O				0.53300	0.5103
SUBTOTAL M =					0.5103

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup E2)	2.000	3.5400	7.0800	0.5330	3.7736
Albañil (Est. Ocup D2)	1.000	5.2000	5.2000	0.5330	2.7716
Maestro (Est. Ocup C1)	1.000	6.8700	6.8700	0.5330	3.6617
SUBTOTAL N =					10.2069

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Bloque pesado P9-E 9X19X39 (hormigón)	u	13.000	0.6300	8.1900
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	12.600	0.1500	1.8900
Arena	m3	0.021	10.0000	0.2100
Agua	m3	0.006	1.5000	0.0090
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm2	kg	0.332	1.0700	0.3552
Tira de encofrado semiduras	u	0.010	1.7500	0.0175
Clavo 2"x 8	Lb	0.006	1.1300	0.0068
Tablas de Encofrado semidura	u	0.080	3.5000	0.2800
Cuarton semiduras	u	0.060	2.9500	0.1770
Soga	u	0.032	0.3100	0.0099
Caña rolliza	u	0.0070	1.8000	0.0126
SUBTOTAL O =				11.1580

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de madera	u/km	0.157	0.450	0.071
Transporte de material petreo (4 km)	m3-km	0.084	0.310	0.026
Transporte de cemento	kg/km	12.600	0.013	0.164
Transporte de acero	kg/km	0.338	0.013	0.004
Transporte de bloque	u/km	13.000	0.090	1.170
SUBTOTAL P =				1.4350

TOTAL COSTO DIRECTOS $X=(M+N+O+P)$	23.3102
INDIRECTOS Y UTILIDAD 0.00%	0.0000
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	23.3102
VALOR OFERTADO	\$ 23.31

Guayaquil, Febrero del 2018

Figura 4.11 APU Paredes de bloque.
Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ.
PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 12.00 UNIDAD: KG
 DETALLE: ENLUCIDO DE PAREDES

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O				0.40000	0.3830
SUBTOTAL M =					0.383

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup E2)	2.000	3.540	7.080	0.40000	2.832
Albañil (Est. Ocup D2)	1.000	5.200	5.200	0.40000	2.080
Maestro (Est. Ocup C1)	1.000	6.870	6.870	0.40000	2.748
SUBTOTAL N =					7.660

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	14.700	0.150	2.205
Arena	m3	0.021	10.000	0.210
Agua	m3	0.006	1.500	0.009
Tira de encofrado semiduras	u	0.010	1.7500	0.0175
Clavo 2"x 8	Lb	0.006	1.1300	0.0068
Tablas de Encofrado semidura	u	0.080	3.5000	0.2800
Cuarton semiduras	u	0.060	2.9500	0.1770
Soga	u	0.032	0.3100	0.0099
Caña rolliza	u	0.0070	1.8000	0.0126
SUBTOTAL O =				2.928

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de madera	u/km	0.157	0.450	0.071
Transporte de material petreo (4 km)	m3-km	0.084	0.310	0.026
Transporte de cemento	kg/km	14.700	0.013	0.191
SUBTOTAL P =				0.288

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				11.259
INDIRECTOS Y UTILIDAD				0.00%
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				11.259
VALOR OFERTADO				\$ 11.26

Guayaquil, Febrero del 2018

Figura 4.12 APU Enlucido de paredes.
Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ.
PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 13.00 UNIDAD: M2
 DETALLE: EMPASTE

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0.2922
SUBTOTAL M =					0.2920

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup E2)	1.000	3.5400	3.5400	0.4000	1.4160
Pintor (Est. Ocup D2)	1.000	4.2000	4.2000	0.4000	1.6800
Maestro (Est. Ocup C1)	1.000	6.8700	6.8700	0.4000	2.7480
SUBTOTAL N =					5.8440

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Sika Empaste Blanco	1m2	kg	1.050	1.3800
Lija	3% ² m2	plg	0.030	0.7200
Tira de encofrado semiduras		u	0.010	1.7500
Clavo 2"x 8		Lb	0.006	1.1300
Tablas de Encofrado semidura		u	0.080	3.5000
Cuarton semiduras		u	0.060	2.9500
Soga		u	0.032	0.3100
Caña rolliza		u	0.0070	1.8000
SUBTOTAL O =				1.974

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de madera	u/km	0.157	0.450	0.071
Transporte de cemento	kg/km	1.050	0.013	0.014
SUBTOTAL P =				0.085
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				8.195
INDIRECTOS Y UTILIDAD 0.00%				0.000
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				8.195
VALOR OFERTADO				\$ 8.20

Guayaquil, Febrero del 2018

Figura 4.13 APU Empaste.
Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ.
PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 14.00 UNIDAD: M2
 DETALLE: PINTURA

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0.2338
SUBTOTAL M =					0.2338

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup E2)	1.000	3.5400	3.5400	0.3200	1.1328
Pintor (Est. Ocup D2)	1.000	4.2000	4.2000	0.3200	1.3440
Maestro (Est. Ocup C1)	1.000	6.8700	6.8700	0.3200	2.1984
SUBTOTAL N =					4.6752

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Pintura de caucho	20m2	gln	0.053	7.8200	0.4145
Brocha de 4" mango rojo	(60-100)m2	u	0.013	5.4000	0.0702
Rodillo manual de pintura	(100-300)m2	u	0.005	5.0000	0.0250
Tira de encofrado semiduras		u	0.010	1.7500	0.0175
Clavo 2"x 8		Lb	0.006	1.1300	0.0068
Tablas de Encofrado semidura		u	0.080	3.5000	0.2800
Cuarton semiduras		u	0.060	2.9500	0.1770
Soga		u	0.032	0.3100	0.0099
Caña rolliza		u	0.0070	1.8000	0.0126
SUBTOTAL O =				1.0135	

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de madera	u/km	0.157	0.450	0.071
Transporte de pintura	Gln/km	0.053	0.570	0.030
SUBTOTAL P =				0.1010

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	6.0235
INDIRECTOS Y UTILIDAD 0.00%	0.0000
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.0235
VALOR OFERTADO	\$ 6.02

Guayaquil, Febrero del 2018

Figura 4.14 APU Pintura.
Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

NOMBRE DEL PROPONENTE: FRANZ BECKMANN, ALVARO FERNÁNDEZ .
PROYECTO: TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 15.00 UNIDAD: M3
 DETALLE: RELLENO COMPACTADO

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0.0756
Motoniveladora	1.000	48.0000	48.0000	0.0530	2.5440
Rodillo neumatico	1.000	35.0000	35.0000	0.0530	1.855
Tanquero	1.000	25.0000	25.0000	0.0530	1.325
SUBTOTAL M =					5.7996

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup E2)	1.000	3.5400	3.5400	0.0530	0.1876
Maestro (Est. Ocup C1)	1.000	6.8700	6.8700	0.0530	0.3641
Operador Motoniveladora (Est. Ocup C1)	1.000	6.0400	6.0400	0.0530	0.3201
Operador Rodillo (Est. Ocup C1)	1.000	6.0400	6.0400	0.0530	0.3201
Chofer tanquero (Est. Ocup C1)	1.000	6.0400	6.0400	0.0530	0.3201
SUBTOTAL N =					1.5120

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				0.0000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				7.3116
INDIRECTOS Y UTILIDAD 0.00%				0.0000
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				7.3116
VALOR OFERTADO				\$ 7.31

Guayaquil, Febrero del 2018

Figura 4.15 APU Relleno compactado.
Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

4.1 Presupuesto

Tabla XLIV Presupuesto para la construcción del proyecto

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
1	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	M3	4,300.00	4.14	17,802.00
2	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	6,500.00	8.05	52,325.00
3	EXCAVACION A MAQUINA	M3	2,797.16	4.18	11,692.13
4	TRANSPORTE DE MATERIALES PETREOS	M3-KM	227.58	0.62	141.10
5	REPLANTILLO F'C=140Kg/cm2 e=0,05	M2	960.00	6.07	5,827.20
6	HORMIGON F'C= 240Kg/cm2 (cimentación, pilares y vigas)	M3	140.48	265.81	37,340.99
7	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2 (inc. Alambre # 18)	KG	4,191.18	1.84	7,711.77
8	CONTRAPISO e= 8cm. F'c= 180 Kg/cm2	M2	960.00	16.57	15,907.20
9	SUMINISTROS DE ACERO	KG	22,107.81	4.69	103,685.63
10	MONTAJE DE LA ARMADURA	KG	22,107.81	0.59	13,043.61
11	PAREDES DE BLOQUE	M2	1,320.96	23.31	30,791.58
12	ENLUCIDO DE PAREDES	M2	2,641.92	11.26	29,748.02
13	EMPASTE	KG	1,387.01	8.20	11,373.47
14	PINTURA	M2	1,320.96	6.02	7,952.18
15	RELLENO COMPACTADO	M3	2,157.00	7.31	15,767.67
TOTAL					\$ 343,307.55

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

CAPÍTULO 5

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1 Introducción

El siguiente estudio de impacto ambiental estará enfocado a analizar los recursos que se van a ver afectados por las diversas actividades que se van a realizar en las fases de construcción y operación de la nave industrial (galpón) y las rutas de acceso.

Luego de este análisis, se propondrá un plan de manejo ambiental para de esta manera mitigar los efectos producidos por las diferentes actividades que forman parte del proyecto.

5.2 Objetivos

5.2.1 Objetivo general

Realizar un plan de manejo ambiental.

5.2.2 Objetivos específicos

- Analizar los posibles impactos ambientales producidos por las distintas actividades a realizarse en este proyecto.
- Determinar la actividad que genera el mayor impacto ambiental en las fases de construcción y operación.
- Mitigar la afectación producida a los diversos recursos ambientales como consecuencia de la construcción y operación de este proyecto.

5.3 Marco legal

Las leyes, normas, códigos y reglamentos que sustentarán este estudio se presentan a continuación:

Tabla XLV Marco Legal para el estudio de impacto ambiental
Marco Legal **Referencia**

Ley de gestión ambiental (codificación 19)	R.O. Suplemento No. 418 - 10 septiembre 2004
Ley de prevención y control de la contaminación ambiental	R.O. Suplemento No. 418 - 10 septiembre 2004
Ley orgánica de la salud	Ley 67, R.O. Suplemento No. 423 -22 de diciembre 2006
Ley de aguas codificación 2004-016	R.O. No. 339-20 de mayo 2004
Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre	Suplemento viernes 10 de septiembre de 2014 – R.O. No. 418
Constitución de la República del Ecuador	R.O. No. 449 – octubre 20 2008
Norma de calidad del aire ambiental	TULSMA libro VI Anexo 4
Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición	TULSMA libro VI Anexo 6

final de desechos sólidos no peligrosos	
Código orgánico integral penal	Registro oficial No. 180 – lunes 10 de febrero de 2014
Reglamento a la ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental	TULSMA libro VI título V
Reglamento de seguridad y salud para la construcción y obras públicas	R.O. No. 249 – jueves 10 de enero 2008
Texto unificado de legislación ambiental secundaria del ministerio del ambiente (TULSMA)	R.O. Edición especial No. 2 – 31 marzo 2003
Límites máximos permisibles de niveles de ruido en el ambiente	TULSMA libro VI Anexo 5

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

5.4 Línea base ambiental

Para establecer la línea base ambiental se debe realizar un registro de las condiciones naturales del sitio donde va a ser ejecutado el proyecto para así, determinar si hay afectaciones causadas por la construcción y operación de este.

Una vez determinado los impactos que serán causados como consecuencia de la construcción y operación del galpón de bodegaje y las rutas de acceso a este, se evaluarán los componentes ambientales más relevantes, para posteriormente proponer medidas de mitigación si estos impactos fuesen negativos o potenciándolos si estos fueran impactos positivos.

En el medio físico se analiza lo siguiente: Geología del lugar, geomorfología, climatología, hidrología, calidad del agua, usos de suelo, paisaje natural y la contaminación del aire. En el área de estudio, lo más relevante es la Presa Espol.

Para el medio biótico, la parte afectada va a ser el desbroce de la vegetación presente puesto que existe gran cantidad de esta. En cuanto a la presencia de fauna, esta no será afectada puesto que cuando se realizó la visita al área de interés, no había presencia de esta.

En relación con el medio socioeconómico, se observó que el lugar actualmente es un vertedero, con la ejecución de este proyecto se podría recuperar esta área para poder dar un servicio a la comunidad como lo

es el de bodegaje de contenedores, causando un impacto positivo en el entorno.

5.5 Actividades en las distintas fases

Las fases que presenta este proyecto son las de construcción y operación, cuyas actividades son descritas a continuación:

5.5.1 Fase de construcción

- Desbroce y limpieza de terreno
- Trazado y replanteo
- Excavación a máquina
- Relleno compactado
- Transporte de materiales pétreos
- Construcción de cimentación
- Construcción de contrapiso
- Suministro de acero
- Montaje de la armadura
- Construcción de paredes de bloque

5.5.2 Fase de operación

- Mantenimiento de rutas de acceso
- Mantenimiento de infraestructura
- Entrada y salida de camiones

5.6 Recursos afectados

5.6.1 Medio físico

- Agua
- Aire
- Suelo

5.6.2 Medio biológico

- Fauna
- Flora

5.6.3 Medio socioeconómico

- Social
- Económico

5.7 Matriz de impacto ambiental

Un método para analizar los impactos ambientales sean estos positivos o negativos en el desarrollo de un proyecto es la matriz de Leopold, que por tanto nos permite evaluar sus costos y beneficios ecológicos.

5.7.1 Matriz de intensidad (I)

Mide la afectación producida por las diferentes actividades del proyecto para los diversos factores ambientales.

Los rangos a considerar son:

- Ningún impacto: 0

- Impactos menores: 1
- Impactos mayores: 10

5.7.2 Matriz de Extensión (E)

Valora las actividades a realizarse en el proyecto dependiendo de la extensión de este.

Los valores a considerar son:

- Puntual: 1
- Local: 5
- Regional: 10

5.7.3 Matriz de duración (D)

Evalúa el tiempo en el que las actividades del proyecto van a afectar al entorno.

Los valores a considerar son:

- No produce afectación: 0
- Impactos menores a 5 años: 1
- Impactos entre 5 y 10 años: 5
- Impactos mayores a 10 años: 10

5.7.4 Matriz de bondad de impacto

Esta también es llamada matriz de signo puesto que determina si los impactos producidos por las actividades realizadas en el proyecto son positivos o negativos.

Los valores a considerar son:

- No produce afectación: 0
- Afectación positiva: +1
- Afectación negativa: -1

5.7.5 Matriz de magnitud de impacto (M)

Para el cálculo de esta matriz intervienen las 4 matrices descritas previamente, y es determinada por la siguiente ecuación:

$$M = \pm(I * F_I + E * F_E + D * F_D); \text{ d\u00f3nde:}$$

- $F_I = \text{Factor de intensidad}$
- $F_E = \text{Factor de extensi\u00f3n}$
- $F_D = \text{Factor de duraci\u00f3n}$

Estos valores van a tomar una valoraci\u00f3n porcentual dependiendo de la importancia de cada matriz y la suma de estos debe ser igual al 100%.

5.7.6 Matriz de reversibilidad (R)

Evalúa los impactos dependiendo de la capacidad de recuperación de los factores ambientales.

Los valores a considerar son:

- No produce afectación: 0
- Impacto muy reversible: 1
- Impacto parcialmente reversible: 5
- Impacto reversible a largo plazo: 8
- Impacto no reversible: 10

5.7.7 Matriz de riesgo (Rg)

Considera los riesgos producidos por cada actividad sobre los factores ambientales.

Los valores a considerar son:

- Riesgo bajo: 1
- Riesgo intermedio: 5
- Riesgo muy alto: 10

5.7.8 Matriz de valoración de impacto ambiental (VIA)

Mediante las matrices descritas en los puntos 5.7.5, 5.7.6, 5.7.7, se puede calcular el impacto total que produce cada actividad sobre cada uno de los factores ambientales.

Se utiliza la siguiente ecuación:

$$VIA = (R_V)^{F_{RV}} * (R)^{F_{Rg}} * (M)^{F_M}$$

Dónde:

- F_{RV} = Factor de reversibilidad
- F_{Rg} = Factor de riesgo
- F_M = Factor de magnitud de impacto

Estos valores van a tomar una valoración porcentual dependiendo de la importancia de cada matriz y la suma de estos debe ser igual al 100%.

5.7.9 Matriz de rango de significancia

Dependiendo de los valores obtenidos en la matriz VIA, se clasificarán los impactos de la siguiente manera:

- Si el valor es 0, es un impacto neutro
- Si el valor está en el rango de 1 a 4, es un impacto bajo
- Si el valor está en el rango de 5 a 7, es un impacto medio
- Si el valor está en el rango de 8 a 10, es un impacto alto

5.8 Resultados de matrices

5.8.1 Fase de construcción

Tabla XLVI Matriz de intensidad (Fase de construcción)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Desbroce y limpieza de terreno	1	0	1	1	0	0	1	5	8
Trazado y replanteo	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Excavación a máquina	1	5	10	10	10	10	10	5	10
Relleno compactado	2	0	5	5	10	10	10	5	10
Transporte de materiales pétreos	0	0	0	0	10	10	10	4	0
Construcción de cimentación	4	5	5	5	0	5	1	5	0
Construcción de contrapiso	4	5	5	5	0	5	1	5	0
Suministro de acero	0	0	0	0	8	10	10	5	0
Montaje de la armadura	0	0	0	0	9	10	10	5	2
Construcción de paredes de bloque	0	0	0	0	2	2	2	5	2

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla XLVII Matriz de extensión (Fase de construcción)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Desbroce y limpieza de terreno	1	0	1	1	1	1	1	5	1
Trazado y replanteo	0	0	0	0	0	0	0	5	0
Excavación a máquina	1	1	5	5	5	5	1	5	1
Relleno compactado	1	1	5	5	5	5	1	5	1
Transporte de materiales pétreos	0	0	0	0	5	5	5	5	0
Construcción de cimentación	1	1	1	1	1	1	1	5	0
Construcción de contrapiso	1	1	1	1	1	1	1	5	0
Suministro de acero	0	0	0	0	5	5	5	5	5
Montaje de la armadura	0	0	0	0	1	1	1	5	1
Construcción de paredes de bloque	0	0	0	0	1	1	1	5	1

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla XLVIII Matriz de duración (Fase de construcción)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Desbroce y limpieza de terreno	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Trazado y replanteo	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Excavación a máquina	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Relleno compactado	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Transporte de materiales pétreos	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Construcción de cimentación	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Construcción de contrapiso	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Suministro de acero	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Montaje de la armadura	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Construcción de paredes de bloque	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla XLIX Matriz de signo (Fase de construcción)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Desbroce y limpieza de terreno	0	0	-1	-1	0	0	0	+1	-1
Trazado y replanteo	0	0	0	0	0	0	0	+1	0
Excavación a máquina	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	-1
Relleno compactado	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	-1
Transporte de materiales pétreos	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	+1	-1
Construcción de cimentación	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	-1
Construcción de contrapiso	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	-1
Suministro de acero	0	0	0	0	-1	-1	-1	+1	-1
Montaje de la armadura	0	0	0	0	-1	-1	-1	+1	-1
Construcción de paredes de bloque	0	0	0	0	-1	-1	-1	+1	-1

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla L Matriz de magnitud (Fase de construcción)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Desbroce y limpieza de terreno	0.0	0.0	-1.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	3.4	-3.8
Trazado y replanteo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0
Excavación a máquina	-1.0	-2.6	-5.4	-5.4	-5.4	-5.4	-4.6	3.4	-4.6
Relleno compactado	-1.4	-0.6	-3.4	-3.4	-5.4	-5.4	-4.6	3.4	-4.6
Transporte de materiales pétreos	0.0	0.0	-0.4	-0.4	-5.4	-5.4	-5.4	3.0	-0.4
Construcción de cimentación	-2.2	-2.6	-2.6	-2.6	-0.6	-2.6	-1.0	3.4	-0.4
Construcción de contrapiso	-2.2	-2.6	-2.6	-2.6	-0.6	-2.6	-1.0	3.4	-0.4
Suministro de acero	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.6	-5.4	-5.4	3.4	-1.4
Montaje de la armadura	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.2	-4.6	-4.6	3.4	-1.4
Construcción de paredes de bloque	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.4	-1.4	-1.4	3.4	-1.4

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla LI Matriz de riesgo (Fase de construcción)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Desbroce y limpieza de terreno	1	1	5	5	1	1	1	1	1
Trazado y replanteo	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Excavación a máquina	5	5	10	10	10	10	10	1	10
Relleno compactado	5	5	10	10	10	10	10	1	10
Transporte de materiales pétreos	1	1	1	1	5	5	5	1	5
Construcción de cimentación	1	1	5	5	5	5	5	1	1
Construcción de contrapiso	1	1	5	5	5	5	5	1	1
Suministro de acero	1	1	1	1	5	5	5	1	1
Montaje de la armadura	1	1	1	1	5	5	5	1	1
Construcción de paredes de bloque	1	1	1	1	1	1	1	1	5

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla LII Matriz de reversibilidad (Fase de construcción)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Desbroce y limpieza de terreno	1	1	10	10	1	1	1	1	10
Trazado y replanteo	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Excavación a máquina	5	10	10	10	10	10	1	1	10
Relleno compactado	5	10	10	10	10	10	1	1	10
Transporte de materiales pétreos	1	1	1	1	10	10	10	1	1
Construcción de cimentación	1	5	10	10	10	10	10	1	10
Construcción de contrapiso	1	5	10	10	10	10	10	1	10
Suministro de acero	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Montaje de la armadura	1	1	1	1	1	1	1	1	5
Construcción de paredes de bloque	1	1	1	1	1	1	1	1	5

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla LIII Matriz de valoración de impacto ambiental (Fase de construcción)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Desbroce y limpieza de terreno	0.00	0.00	4.07	4.07	0.00	0.00	0.00	1.44	3.75
Trazado y replanteo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.39	0.00
Excavación a máquina	3.09	5.42	8.31	8.31	8.31	8.31	3.15	1.44	7.92
Relleno compactado	3.41	3.49	7.24	7.24	8.31	8.31	3.15	1.44	7.92
Transporte de materiales pétreos	0.00	0.00	0.76	0.76	6.75	6.75	6.75	1.39	1.23
Construcción de cimentación	1.27	2.54	5.42	5.42	3.49	5.42	4.07	1.44	1.91
Construcción de contrapiso	1.27	2.54	5.42	5.42	3.49	5.42	4.07	1.44	1.91
Suministro de acero	0.00	0.00	0.00	0.00	2.56	2.69	2.69	1.44	1.11
Montaje de la armadura	0.00	0.00	0.00	0.00	2.49	2.56	2.56	1.44	2.11
Construcción de paredes de bloque	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	1.11	1.11	1.44	3.41

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Factores:

$$F_M = 0.3; F_{Rg} = 0.3; F_{RV} = 0.4$$

Tabla LIV Matriz de evaluación (Fase de construcción)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Desbroce y limpieza de terreno	Neutra	neutra	media	media	neutra	neutra	neutra	baja	baja
Trazado y replanteo	Neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	baja	neutra
Excavación a máquina	Baja	media	alto	alto	alto	alto	baja	baja	alto
Relleno compactado	Baja	baja	alto	alto	alto	alto	baja	baja	alto
Transporte de materiales pétreos	Neutra	neutra	baja	baja	media	media	media	baja	baja
Construcción de cimentación	Baja	baja	media	media	baja	media	media	baja	baja
Construcción de contrapiso	Baja	baja	media	media	baja	media	media	baja	baja
Suministro de acero	Neutra	neutra	neutra	neutra	baja	baja	baja	baja	baja
Montaje de la armadura	Neutra	neutra	neutra	neutra	baja	baja	baja	baja	baja
Construcción de paredes de bloque	Neutra	neutra	neutra	neutra	baja	baja	baja	baja	baja

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

5.8.2 Fase de operación

Tabla LV Matriz de intensidad (Fase de operación)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Mantenimiento de rutas de acceso	5	0	0	0	5	5	5	3	0
Mantenimiento de infraestructura	5	0	0	0	5	5	5	5	0
Entrada y salida de camiones	0	0	1	1	10	10	10	1	2

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla LVI Matriz de extensión (Fase de operación)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Mantenimiento de rutas de acceso	1	0	0	0	1	1	1	5	0
Mantenimiento de infraestructura	1	0	0	0	5	5	5	5	0
Entrada y salida de camiones	0	0	1	1	5	5	5	0	5

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla LVII Matriz de duración (Fase de operación)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Mantenimiento de rutas de acceso	10	1	1	1	10	10	10	10	1
Mantenimiento de infraestructura	10	1	1	1	10	10	10	10	1
Entrada y salida de camiones	0	0	10	10	10	10	10	1	10

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla LVIII Matriz de signo (Fase de operación)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Mantenimiento de rutas de acceso	-1	0	0	0	-1	-1	-1	+1	0
Mantenimiento de infraestructura	-1	0	0	0	-1	-1	-1	+1	0
Entrada y salida de camiones	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla LIX Matriz de magnitud (Fase de operación)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Mantenimiento de rutas de acceso	-6.2	0.0	0.0	0.0	-6.2	-6.2	-6.2	6.2	0.0
Mantenimiento de infraestructura	-6.2	0.0	0.0	0.0	-7.0	-7.0	-7.0	7.0	0.0
Entrada y salida de camiones	0.0	0.0	-4.6	-4.6	-9.0	-9.0	-9.0	0.0	-5.8

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla LX Matriz de riesgo (Fase de operación)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Mantenimiento de rutas de acceso	5	1	1	1	10	10	10	5	1
Mantenimiento de infraestructura	5	1	1	1	10	10	10	5	1
Entrada y salida de camiones	1	1	1	1	10	10	10	1	10

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla LXI Matriz de reversibilidad (Fase de operación)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Mantenimiento de rutas de acceso	1	1	1	1	5	5	5	5	1
Mantenimiento de infraestructura	1	1	1	1	5	5	5	5	1
Entrada y salida de camiones	1	1	1	1	10	10	10	5	5

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Tabla LXII Matriz de valoración de impacto (Fase de operación)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Mantenimiento de rutas de acceso	2.80	0.00	0.00	0.00	6.57	6.57	6.57	5.33	0.00
Mantenimiento de infraestructura	2.80	0.00	0.00	0.00	6.81	6.81	6.81	5.53	0.00
Entrada y salida de camiones	0.00	0.00	1.58	1.58	9.69	9.69	9.69	0.00	6.44

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

Factores:

$$F_M = 0.3; F_{Rg} = 0.3; F_{RV} = 0.4$$

Tabla LXIII Matriz de evaluación (Fase de operación)

ACTIVIDADES	Recurso Agua		Recurso Suelo		Recurso Aire			Factores Socioeconómicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación de Empleo	Paisajismo
Mantenimiento de rutas de acceso	baja	neutra	Neutra	neutra	media	media	media	media	neutra
Mantenimiento de infraestructura	baja	neutra	Neutra	neutra	media	media	media	media	neutra
Entrada y salida de camiones	neutra	neutra	Baja	baja	alto	alto	alto	neutra	media

Fuente: Beckmann, F., Fernández, A., 2018.

5.9 Diseño de plan de manejo ambiental

Se deben considerar las siguientes medidas para el diseño del plan de manejo ambiental:

- Control y prevención de impactos
- Mitigación de daños
- Contingencia
- Capacitación
- Salud ocupacional
- Seguridad industrial
- Plan de desechos sólidos

5.9.1 Control y prevención de impactos

5.9.1.1 Fase de construcción

- **Actividad:** Excavación a máquina

Grado de impacto: 54.28 impacto alto

Descripción de la medida:

Los trabajadores deberán usar el equipo de protección personal para evitar la contaminación por ruido y material particulado; así también, deberá haber un tanquero disponible para el control del polvo generado por esta actividad.

- **Actividad:** Relleno compactado

Grado de impacto: 50.52 impacto alto

Descripción de la medida:

Se debe contar con un tanquero para el control de emisiones de polvo y material particulado que es perjudicial para los obreros y las personas que viven en sectores aledaños.

- **Actividad:** Transporte de materiales pétreos

Grado de impacto: 24.40 impacto alto

Descripción de la medida:

Deberá haber un tanquero disponible para controlar el polvo que generan las volquetas al momento de transportar estos materiales.

- **Actividad:** Excavación a máquina

Grado de impacto: 54.28 impacto alto

Descripción de la medida:

Las maquinarias que van a ser utilizadas deben tener un adecuado mantenimiento para de esta manera prevenir

la contaminación del recurso suelo y la filtración de los aceites en aguas subterráneas.

- **Actividad:** Construcción de cimentación

Grado de impacto: 30.98 impacto alto

Descripción de la medida:

Los trabajadores deberán usar el equipo de protección personal para evitar la contaminación por material particulado.

- **Actividad:** Construcción de contrapiso

Grado de impacto: 30.98 impacto alto

Descripción de la medida:

Los trabajadores deberán usar el equipo de protección personal para evitar la contaminación por material particulado.

5.9.1.2 Fase de operación

- **Actividad:** Mantenimiento de rutas de acceso

Grado de impacto: 27.83 impacto alto

Descripción de la medida:

Darles un adecuado mantenimiento a los equipos a ser utilizados en esta actividad y así evitar la contaminación del suelo y agua subterránea por derrames de aceites.

- **Actividad:** Mantenimiento de infraestructura

Grado de impacto: 28.76 impacto alto

Descripción de la medida:

Al momento de realizar el mantenimiento a base de pintura, no usar pinturas en spray para así evitar la contaminación por gases a la capa de ozono y prevenir enfermedades respiratorias de los trabajadores.

- **Actividad:** Entrada y salida de camiones

Grado de impacto: 38.66 impacto alto

Descripción de la medida:

Utilizar señaléticas apropiadas para la no utilización de bocinas, así se previene la contaminación por ruido a los sectores aledaños.

5.9.2 Mitigación de daños

5.9.2.1 Fase de construcción

- Los trabajadores deberán contar con el equipo de protección personal adecuado para el desarrollo de cada una de las actividades a realizar.
- Realizar mantenimiento periódico de las maquinarias para asegurar un correcto funcionamiento de estas.
- Construir un centro de acopio para depositar desechos químicos o peligrosos.
- Señalizar las áreas en donde se van a realizar las actividades para prevención de accidentes.

5.9.2.2 Fase de operación

- Los trabajadores deberán contar con el equipo de protección personal adecuado para el desarrollo de cada una de las actividades a realizar.
- Antes de realizar los mantenimientos respectivos, verificar que las maquinarias estén en un buen estado para así evitar contaminación por derrame de combustible u otras sustancias nocivas.

5.9.3 Contingencia

5.9.3.1 Fase de construcción

- Crear rutas de evacuación para el personal en caso de emergencia.
- Establecer un punto de encuentro para casos de emergencia.

5.9.3.2 Fase de operación

- Realizar un plan de actividades y definir cuales son las más riesgosas para indicar al personal de mantenimiento que deban tomar las respectivas precauciones.
- Colocar extintores en puntos estratégicos de fácil acceso para los trabajadores e incluirlos en los planos de las rutas de evacuación.

5.9.4 Capacitación

5.9.4.1 Fase de construcción

- Dar charlas de prevención de riesgos a los trabajadores y a la comunidad cercana al proyecto.
- Capacitar al personal indicando que rutas de evacuación existen dentro del proyecto.

5.9.4.2 Fase de operación

- Capacitar al personal de mantenimiento para que realicen sus actividades con las debidas precauciones y así tratar de evitar accidentes.
- Dar a conocer al personal los lugares específicos donde se encuentran ubicados los planos de evacuación y los extintores para casos de emergencia.

5.9.5 Salud ocupacional y seguridad industrial

5.9.5.1 Fase de construcción

- Realizar chequeos médicos mensuales a todo el personal.
- Establecer zonas de seguridad y realizar una correcta señalización para el tránsito peatonal, vehicular y de maquinaria pesada.

5.9.5.2 Fase de operación

- Tener un estricto control del uso correcto del equipo de protección personal.
- Exigir el uso de chalecos reflectivos para todas las personas que ingresen a la zona donde está ubicado el proyecto.

5.9.6 Plan de desechos sólidos

5.9.6.1 Fase de construcción

- Colocar tachos de basura en zonas estratégicas clasificando desechos putrescibles y no putrescibles.
- Crear un área específica para depositar desechos sólidos peligrosos.
- Entregar el material reciclable a empresas que se encargan del tratamiento de este.

5.9.6.2 Fase de operación

- Colocar tachos de basura en zonas estratégicas clasificando desechos putrescibles y no putrescibles.
- Realizar una entrega mensual de los materiales reciclables a empresas dedicadas al tratamiento de estos.
- Exigir el uso de chalecos reflectivos para todas las personas que ingresen a la zona donde está ubicado el proyecto.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Después de realizar un análisis de los factores a considerar para la selección del tipo de estructura, se concluyó que el galpón tipo cercha es la alternativa más viable, por lo cual, se procedió con el diseño de la nave industrial siguiendo la norma ecuatoriana de la construcción vigente (NEC-2015).

Para la selección de las rutas de acceso al galpón, se realizó un alineamiento siguiendo una trayectoria que involucra la menor cantidad de corte y relleno para que esta vía tenga un menor costo por movimiento de tierra.

Con la construcción de este proyecto se aprovechará un terreno con un suelo de alta rigidez, que está descuidado por la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) y que actualmente es un vertedero.

El diseño de la nave industrial es satisfactorio ya que cumple con las especificaciones de resistencia sísmica descritas en la norma ecuatoriana de la construcción (NEC-2015).

6.2 Recomendaciones

Evitar ejecutar este proyecto en época de lluvias, puesto que, existe una gran cantidad de volumen de corte y relleno, lo que dificultaría el movimiento de tierras.

En la fase de construcción del proyecto, realizar un control estricto de la utilización del equipo de protección personal de los trabajadores y visitantes a la obra.

En la fase de operación, verificar que las señalizaciones estén en buen estado y ubicadas en sitios estratégicos para que haya una buena visualización por parte de los profesionales al volante que ingresan al área del galpón de bodegaje.

Realizar mantenimientos periódicos tanto de las vías de acceso como de la estructura de acero, para así evitar inconvenientes durante la fase de operación del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

AASHTO. (2004). *Policy on geometric design of highways and streets*. Washington DC.

Recuperado el 01 de 2018

JACK C. McCORMAC, S. F. (2013). *Diseño de estructuras de acero* (5ta edición ed.). New

jersey: alfaomega. Recuperado el 11 de 2017

Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos*. Recuperado el 01 de 2018

MTOP. (2003). *Normas de diseño geométrico*. Quito. Recuperado el 01 de 2018

NEVI 12 - MTOP. (2013). *Norma para estudios y diseños viales*. Quito. Recuperado el 01 de 2018

Universidad de las villas. (s.f.). *Universidad de las villas*. Obtenido de

<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/tablas-de-referencia.pdf>