

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“DISEÑO DE UN PARADERO CON FINES TURÍSTICOS
BASADO EN UN DISEÑO SUSTENTABLE EN PUERTO
ENGABAO”

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

NÉSTOR JOSÉ MONROY MERA

NIELS ANDRÉS ROMERO RONQUILLO

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2016

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme culminar una etapa importante en mi vida; a mi mamá Sussy Mera Delgado y mi papá Nestor Monroy Cedeño, y mi hermana María Celeste Monroy Mera por todo el apoyo, consejos y enseñanzas brindados a lo largo de mi vida. Además de mis seres queridos agradezco a Luis Alberto Constantine y a su familia por su apoyo incondicional así como también a mi padrino Ab. Ney Valero.

Nestor Monroy Mera

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por las bendiciones que he recibido, a mis padres por su apoyo y perseverancia, a mis abuelos por los consejos y motivación que me han brindado y a mis amigos.

Niels Romero Ronquillo

DEDICATORIA

Dedicado para mi mamá Sussy Mera Delgado y mi papá Nestor Monroy Cedeño, y mi hermana María Celeste Monroy Mera y a Dorami por siempre estar a mi lado apoyándome. Y de manera especial a mi abuelo José Mera le dedico este logro.

Nestor Monroy Mera

DEDICATORIA

A mis padres Niels y Rosalía por creer en mí siempre, a mis abuelos Eliseo, Melania y Clemencia porque sus palabras me han hecho salir adelante, a mis hermanos Gabriela, Miguel y Edwin, porque todo es por ellos, para que puedan ser mejores cada día; a mis tíos, a mis tías, a mis primos.

Niels Romero Ronquillo

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

PhD. Miguel Ángel Chávez
Moncayo

M.Sc. Alby del Pilar Aguilar
Pesantes

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....
Néstor Monroy Mera

.....
Niels Romero Ronquillo

RESUMEN

En el presente documento se presenta una solución para poder mejorar e incrementar el turismo en Puerto Engabao, mediante la creación de un paradero turístico, que tiene un enfoque sustentable.

El trabajo consistió en diferentes etapas, las cuales se definieron previamente. Se realizaron visitas al lugar para ubicar el lugar idóneo para poder desarrollar el proyecto y se encontró uno que cumple con los requerimientos necesarios. Se realizaron ensayos de suelo con muestras del lugar, para poder conocer las propiedades que posee el suelo de Puerto Engabao y de esta manera realizar un diseño eficiente y seguro para las personas.

Se plantearon 3 alternativas para poder crear una solución para el mejoramiento del turismo en Puerto Engabao, basándose en un enfoque sustentable, en el cual se ha buscado el aprovechamiento máximo de recursos.

Entre los criterios que se han usado, los más relevantes son la utilización de energía solar para la generación de energía eléctrica y el de una planta de tratamiento para no generar aguas residuales, de esta manera evitar un problema a la comuna, y reutilizando el agua de la planta para diferentes usos posteriores.

Se escogió una alternativa que cumplía con los criterios establecidos y más que todo buscando la reutilización de recursos, para evitar el menor impacto ambiental. Luego de la selección de la alternativa, se realizó el presupuesto de esta.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivos generales	4
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Información disponible.....	5
1.5.1. Ubicación geográfica	5
1.5.2. Características físicas del sitio	6
1.5.3. Condiciones climáticas	7
1.6. Riesgo de inundación	8
1.7. Riesgo sísmico.....	8
1.8. Aspectos socio-económicos	9
1.8.1. Población.....	9
1.8.2. Abastecimiento de agua potable	10
1.8.3. Evacuación de aguas residuales.....	10
1.8.4. Sistema de recolección de desechos sólidos	10
1.8.5. Establecimientos educativos	11
1.8.6. Servicios de salud.....	12
1.8.7. Viabilidad y transporte	12
1.8.8. Tipo de infraestructura	13
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	14
2.1. Selección del sitio.....	14
2.2. Planteamiento de Técnicas Sustentables.....	17
2.2.1. Sitio sustentable	17
2.2.2. Eficiencia del agua.....	19
2.2.3. Energía y atmosfera.....	21
2.2.4. Energía renovable.....	22
2.2.5. Desempeño de energía continua	22
2.2.6. Materiales y recursos.....	23
2.2.7. Calidad del ambiental interior.....	24
2.2.8. Confort térmico y acústico.....	25
2.3. Planteamiento de las alternativas	25
2.3.1. Alternativa 1: Contenedores.....	26
2.3.2. Alternativa 2: Construcción Horizontal de Hormigón	26
2.3.3. Alternativa 3: Construcción Vertical de Hormigón y Madera.....	27
3. ESTUDIO DE SUELOS	28
3.1. Ensayo de Granulometría.....	28
3.2. Ensayo de Gravedad específica	31
3.3. Ensayo de límites de Atterberg.....	32
4. DESARROLLO DE LAS ALTERNATIVAS	36

4.1. Alternativa 1: Contenedores	36
4.1.1. Diseño arquitectónico	36
4.1.2. Descripción Estructural Contenedor.....	37
4.1.3. Características del contenedor.....	39
4.1.4. Diseño de Cimentación Contenedor	41
4.2. Alternativa 2: Edificación Horizontal de Hormigón	45
4.2.1. Diseño Arquitectónico	45
4.2.2. Análisis Estructural	48
4.2.3. Cálculo de Cargas	49
4.2.4. Cargas Sísmicas.....	50
4.2.5. Periodo de vibración (T).....	54
4.2.6. Peso Sísmico (W)	55
4.2.7. Cortante basal (V).....	56
4.2.8. Distribución de fuerza vertical	57
4.2.9. Método del portal para reacciones hiperestáticas	59
4.2.10. Combinaciones de Carga.....	59
4.2.11. Pre diseño estructural	60
4.2.12. Modelo Estructural Programa SAP 2000.....	66
4.2.13. Derivas	68
4.2.14. Diseño Estructural.....	69
4.3. Alternativa 3: Edificación Vertical de Hormigón y Madera.....	87
4.3.1. Diseño Arquitectónico	87
4.3.2. Análisis Estructural	88
4.3.3. Cálculo de Cargas	88
4.3.4. Cargas Sísmicas.....	90
4.3.5. Periodo de vibración (T).....	93
4.3.6. Peso Sísmico (W)	94
4.3.7. Cortante basal (V).....	95
4.3.8. Distribución de fuerza vertical	96
4.3.9. Método del portal para reacciones hiperestáticas	99
4.3.10. Combinaciones de Carga.....	99
4.3.11. Pre diseño estructural	100
4.3.12. Modelo Estructural Programa SAP 2000.....	105
4.3.13. Derivas	111
4.3.14. Diseño estructural	111
4.4. Diseño de armadura de madera para cubierta	140
4.5. Instalaciones hidrosanitarias	150
4.5.1. Sistema de redes de Agua Potable.....	150
4.5.2. Sistema de Alcantarillado Sanitario.....	158
4.6. Sistema de tratamiento de agua residual	161
4.6.1. Planta de Tratamiento.....	161
4.7. Sistema fotovoltaico	165
5. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	173
5.1. Descripción de Línea Base.....	173
5.2. Actividades a realizar	174
5.3. Recursos afectados.....	176
5.4. Matrices de Impacto Ambiental	178

5.5. Evaluación de Impactos	179
5.6. Plan de Manejo ambiental	184
5.7. Objetivos	184
5.8. Diseño del PMA	185
5.9. Plan de Prevención y Mitigación de impactos.....	186
5.10. Plan de Contingencia	189
5.11. Plan de Capacitación	190
5.12. Plan de desechos sólidos y líquidos	191
6. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.....	193
6.1. Restricciones del proyecto	193
6.1.1. Entorno	193
6.1.2. Medio Ambiente	194
6.1.3. Economía	194
6.1.4. Aceptación del proyecto.....	195
6.1.5. Épocas turísticas	195
6.1.6. Selección de las alternativas.....	196
6.2. Descripción de los criterios.....	196
6.2.1. Diseño sustentable	196
6.2.2. Diseño estructural	197
6.2.3. Aspecto turístico	198
6.2.4. Tipo de construcción.....	199
6.2.5. Aspecto socio-económico del sitio	199
6.2.6. Área de construcción	200
6.2.7. Tiempo de Construcción	201
6.3. Evaluación de las alternativas	201
6.4. Ventajas de la alternativa seleccionada.....	202
6.4.1. Ecológicas.	202
6.4.2. Rapidez constructiva.....	202
6.4.3. Antisísmica.	203
6.4.4. Innovadoras.....	203
6.4.5. Seguras.	203
6.5. Presupuesto	203
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	211
Conclusiones	211
Recomendaciones	213
BIBLIOGRAFÍA.....	215
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Aceleración de roca en Ecuador.	9
Figura 1.2: Embarcaciones pesqueras de Puerto Engabao	10
Figura 1.3: Servicio de recolección de desechos sólidos en Puerto Engabao.....	11
Figura 1.4: Servicio de transporte público a Puerto Engabao.....	13
Figura 1.5: Tipo de construcción presente en el sitio.	13
Figura 2.1: Implantación del proyecto.	14
Figura 2.2: Playa de Puerto Engabao.	15
Figura 2.3: Cercanías del sitio del proyecto.	16
Figura 2.4: Extensión del sitio del proyecto.....	16
Figura 2.5: Transporte alternativo.	18
Figura 2.6: Cubierta de un diseño sustentable.	19
Figura 2.7: Óptimo uso del agua.....	20
Figura 2.8: Energía renovable.....	21
Figura 4.1: Habitación Normal de 1 Contenedor.	36
Figura 4.2: Habitación Grande de 2 Contenedores.	37
Figura 4.3: Componentes de un contenedor.	38
Figura 4.4: Tabla de Sobrecargas uniformemente distribuidas.	43
Figura 4.5: Edificación de Bar-Restaurant.....	46
Figura 4.6: Edificación de Recepción.....	47
Figura 4.7: Edificación de Recepción.....	48
Figura 4.8: Tabla de Sobrecargas uniformemente distribuidas.	50
Figura 4.9: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.....	51
Figura 4.10: Tabla de velocidad de roca.	51
Figura 4.11: Tabla de factores de sitio F_a	52
Figura 4.12: Tabla de Factores de sitio F_d	52
Figura 4.13: Tabla de factor de importancia.	53
Figura 4.14: Espectro sísmico elástico.....	54
Figura 4.15: Tabla de coeficientes para estimar el periodo.	55
Figura 4.16: Distribución de fuerza vertical, eje x.....	58
Figura 4.17: Distribución de fuerza vertical, eje y.....	58
Figura 4.18: Factor de reducción de carga viva.	64
Figura 4.19: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga A-B eje 3.....	67

Figura 4.20: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga 1-2 eje B.....	67
Figura 4.21: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga 2-3 eje B.....	67
Figura 4.22: Diagrama de momento flector de la columna de piso del eje Y.....	68
Figura 4.23: Diagrama de momento flector de la columna de piso del eje x.....	68
Figura 4.24: Valores máximos para verificar las derivas.....	68
Figura 4.25: Dimensiones de las varillas en la zona de anclaje.....	72
Figura 4.26: Análisis de sobre resistencia para el diseño de columnas.....	75
Figura 4.27: Dimensiones de la sección crítica en la zapata.....	84
Figura 4.28: Relación de áreas de columna y zapata.....	86
Figura 4.29: Plano arquitectónico de edificación vertical de hormigón y madera.....	87
Figura 4.30: Tabla de Sobrecargas uniformemente distribuidas.....	89
Figura 4.31: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.....	90
Figura 4.32: Tabla de velocidad de roca.....	91
Figura 4.33: Tabla de factores de sitio F_a	91
Figura 4.34: Tabla de Factores de sitio F_d	92
Figura 4.35: Tabla de factor de importancia.....	93
Figura 4.37: Tabla de coeficientes para estimar el periodo.....	94
Figura 4.38: Distribución de fuerza vertical, eje x.....	97
Figura 4.39: Distribución de fuerza vertical, eje y.....	98
Figura 4.40: Factor de reducción de carga viva.....	104
Figura 4.41: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga A-B eje 3.....	106
Figura 4.42: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga 1-2 eje B.....	107
Figura 4.43: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga 2-3 eje B.....	107
Figura 4.44: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga A-B eje 2.....	108
Figura 4.45: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga 1-2 eje B.....	108
Figura 4.46: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga 2-3 eje B.....	108
Figura 4.47: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga secundaria del vano exterior.....	109
Figura 4.48: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga secundaria del vano interior.....	109
Figura 4.49: Diagrama de momento flector de la columna de cubierta del eje Y.....	109
Figura 4.50: Diagrama de momento flector de la columna de cubierta del eje x.....	110
Figura 4.51: Diagrama de momento flector de la columna de cubierta del eje x.....	110

Figura 4.52: Diagrama de momento flector de la columna de cubierta del eje x.	110
Figura 4.53: Valores máximos para verificar las derivas.	111
Figura 4.54: Sección transversal de losa aligerada.....	112
Figura 4.55: Dimensiones de las varillas en la zona de anclaje.	117
Figura 4.56: Análisis de sobre resistencia para el diseño de columnas.....	123
Figura 4.57: Dimensiones de la sección crítica en la zapata.....	131
Figura 4.58: Relación de áreas de columna y zapata.	133
Figura 4.59: Sección transversal de la escalera.....	138
Figura 4.60: Dotación para cada tipo de edificación.....	152
Figura 4.61: Factores de para el cálculo de longitud equivalente.....	157
Figura 4.62: Cimentación de tubería para cajas de registro.	161
Figura 4.63: Esquema de funcionamiento de planta de tratamiento.....	165

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: Resultados de ensayo granulometría, muestra de punto 1	29
Tabla II: Resultados de ensayo granulometría, muestra de punto 2.....	30
Tabla III: Resultados de ensayo gravedad especifica muestra de punto 1	31
Tabla IV: Resultados de ensayo gravedad especifica muestra de punto 2.....	31
Tabla V: Resultados de ensayo límite de Liquido, muestra de punto 1.....	32
Tabla VI: Resultados de ensayo límite de Plástico, muestra de punto 1.....	33
Tabla VII: Resultados de ensayo límite de Liquido, muestra de punto 2.....	34
Tabla VIII: Resultados de ensayo límite de Plástico, muestra de punto 2.....	34
Tabla IX: Características del contenedor.....	39
Tabla X: Datos de diseño de cimentación del contenedor	41
Tabla XI: Datos de superficie del contenedor	42
Tabla XII: Combinaciones de carga.....	43
Tabla XIII: Área equivalente para plinto.....	44
Tabla XIV: Carga actuante sobre le plinto	44
Tabla XV: Dimensiones diseño del plinto	44
Tabla XVI: Cálculo de esfuerzo actuante en el suelo debido a las cargas.....	45
Tabla XVII: Cálculo de fuerza cortante actuante en el plinto	45
Tabla XVIII: Carga muerta de diseño	49
Tabla XIX: Coeficiente K para diferentes intervalos de periodo.....	57
Tabla XX: Tabla de distribución de fuerza vertical, eje x	58
Tabla XXI: Tabla de distribución de fuerza vertical, eje y	58
Tabla XXII: Tabla de análisis método del portal, eje x	59
Tabla XXIII: Tabla de análisis método del portal, eje y	59
Tabla XXIV: Combinaciones de carga.....	60
Tabla XXV: Datos de pre diseño de vigas	60
Tabla XXVI: Tabla de ecuaciones para fuerza cortante y momento flector.....	61
Tabla XXVII: Combinaciones de carga para fuerza cortante y momento flector ..	61
Tabla XXVIII: Formulas para cuantía de refuerzo.....	62
Tabla XXIX: Dimensiones de pre diseño de vigas	63
Tabla XXX: Datos de pre diseño de columnas	63
Tabla XXXI: Dimensiones de pre diseño de columnas	65
Tabla XXXII: Comprobación de derivas.....	69
Tabla XXXIII: Datos de diseño	69

Tabla XXXIV: Tabla de resultado de diseño a flexión, eje x	71
Tabla XXXV: Tabla de resultado de diseño a flexión, eje x	71
Tabla XXXVI: Tabla de resultado de zona anclaje.....	72
Tabla XXXVII: Tabla de fórmulas, cálculo de fuerzas cortantes	73
Tabla XXXVIII: Tabla de separación de estribos para viga.....	74
Tabla XXXIX: Datos de diseño	75
Tabla XL: Tabla de refuerzo de acero	80
Tabla XLI: Tabla de separación de estribos para columna.....	81
Tabla XLII: Resultados de diseño de cimentación.....	86
Tabla XLIII: Carga muerta de diseño.....	89
Tabla XLIV: Coeficiente K para diferentes intervalos de periodo.....	96
Tabla XLV: Tabla de distribución de fuerza vertical, eje x	97
Tabla XLVI: Tabla de distribución de fuerza vertical, eje y	98
Tabla XLVII: Tabla de análisis método del portal, eje x.....	99
Tabla XLVIII: Tabla de análisis método del portal, eje y	99
Tabla XLIX: Combinaciones de carga	100
Tabla L: Datos de pre diseño de vigas	100
Tabla LI: Tabla de ecuaciones para fuerza cortante y momento flector.....	101
Tabla LII: Combinaciones de carga para fuerza cortante y momento flector	101
Tabla LIII: Formulas para cuantía de refuerzo.....	102
Tabla LIV: Dimensiones de pre diseño de vigas.....	103
Tabla LV: Datos de pre diseño de columnas.....	103
Tabla LVI: Dimensiones de pre diseño de columnas.....	105
Tabla LVII: Comprobación de derivas	111
Tabla LVIII: Combinaciones de carga.....	113
Tabla LIX: Datos de diseño	114
Tabla LX: Tabla de resultado de diseño a flexión, eje x	115
Tabla LXI: Tabla de resultado de diseño a flexión, eje y	116
Tabla LXII: Tabla de resultado de diseño a flexión, eje x	116
Tabla LXIII: Tabla de resultado de diseño a flexión, eje y	117
Tabla LXIV: Tabla de resultado de zona anclaje	118
Tabla LXXV: Tabla de fórmulas, cálculo de fuerzas cortantes.....	118
Tabla LXVI: Tabla de separación de estribos para viga	119
Tabla LXVII: Tabla de resultado de diseño a flexión, eje y	122
Tabla LXVIII: Tabla de separación de estribos para viga	122
Tabla LXIX: Tabla de resultado de zona anclaje	122
Tabla LXX: Datos de diseño	123
Tabla LXXI: Tabla de refuerzo de acero.....	125
Tabla LXXII: Tabla de refuerzo de acero.....	128
Tabla LXXIII: Resultados de diseño de cimentación	134
Tabla LXXIV: Datos de diseño	134
Tabla LXXV: Datos de diseño	136

Tabla LXXVI: Refuerzo de acero flexión	140
Tabla LXXVII: Carga muerta de diseño.....	141
Tabla LXXVIII: Carga viva de diseño.....	141
Tabla LXXIX: Dimensión de elementos de cubierta.....	142
Tabla LXXX: Fuerzas axiales actuantes en elementos de cubierta	143
Tabla LXXXI: Tabla de sección transversal.....	147
Tabla LXXXII: Tabla de deflexión del a cubierta.....	147
Tabla LXXXIII: Número de perno por elemento.....	149
Tabla LXXXIV: Tabla de separación de pernos.....	150
Tabla LXXXV: Tabla de número de habitantes por edificación.....	151
Tabla LXXXVI: Dotación diaria por estructura	152
Tabla LXXXVII: Tabla de diseño para colector	160
Tabla LXXXVIII: Tabla de diseño de caja de registro	160
Tabla LXXXIX: Especificaciones técnicas de planta de tratamiento	163
Tabla XC: Datos de diseño sistema fotovoltaico.....	166
Tabla XCI: Tablas de consumo de artefactos eléctrico.....	167
Tabla XCII: Tabla de consumo total de artefactos eléctricos	168
Tabla XCIII: Tabla de radiación solar sobre un superficie inclinada	169
Tabla XCIV: Relación $E_t/G_d\beta$	169
Tabla XCV: Dimensionamiento de paneles solares del sistema	170
Tabla XCVI: Dimensionamiento de batería.....	171
Tabla XCVII: Tabla de dimensionamiento de regulador.....	172
Tabla XCVIII: Tabla de dimensionamiento del inversor	172
Tabla XCIX: Análisis de impacto ambiental fase de construcción.....	180
Tabla C: Análisis de impacto ambiental fase de operación.....	182
Tabla CI: Análisis de impacto ambiental fase de desmontaje	183
Tabla CII: Plan de contingencia.....	189
Tabla CIII: Plan de capacitación.....	190
Tabla CIV: Plan de desechos sólidos y líquidos	191
Tabla CV: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio de diseño sustentable	197
Tabla CVI: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio de diseño estructural.....	198
Tabla CVII: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio de aspecto turístico.....	198
Tabla CVIII: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio de tipo de construcción	199
Tabla CIX: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio de aspecto socio-económico del sitio	200
Tabla CX: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio de área de construcción	200

Tabla CXI: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio de tiempo de construcción	201
Tabla CXII: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio para la selección de la alternativa	202

ÍNDICE DE ECUACIONES

(Ecuación 4.1)	41
(Ecuación 4.2)	42
(Ecuación 4.3)	45
(Ecuación 4.4)	55
(Ecuación 4.5)	56
(Ecuación 4.6)	57
(Ecuación 4.7)	57
(Ecuación 4.8)	57
(Ecuación 4.9)	61
(Ecuación 4.10)	61
(Ecuación 4.11)	62
(Ecuación 4.12)	62
(Ecuación 4.13)	62
(Ecuación 4.14)	62
(Ecuación 4.15)	63
(Ecuación 4.16)	64
(Ecuación 4.17)	64
(Ecuación 4.18)	64
(Ecuación 4.19)	65
(Ecuación 4.20)	65
(Ecuación 4.21)	65
(Ecuación 4.22)	65
(Ecuación 4.23)	70
(Ecuación 4.24)	70
(Ecuación 4.25)	70
(Ecuación 4.26)	70
(Ecuación 4.27)	70
(Ecuación 4.28)	70
(Ecuación 4.29)	70
(Ecuación 4.30)	70
(Ecuación 4.31)	72
(Ecuación 4.32)	72
(Ecuación 4.33)	73
(Ecuación 4.34)	73
(Ecuación 4.35)	73

(Ecuación 4.36)	73
(Ecuación 4.37)	73
(Ecuación 4.38)	74
(Ecuación 4.39)	74
(Ecuación 4.40)	74
(Ecuación 4.41)	75
(Ecuación 4.42)	76
(Ecuación 4.43)	76
(Ecuación 4.44)	76
(Ecuación 4.45)	76
(Ecuación 4.46)	76
(Ecuación 4.47)	76
(Ecuación 4.48)	76
(Ecuación 4.49)	76
(Ecuación 4.50)	77
(Ecuación 4.51)	77
(Ecuación 4.52)	77
(Ecuación 4.53)	77
(Ecuación 4.54)	77
(Ecuación 4.55)	78
(Ecuación 4.56)	78
(Ecuación 4.57)	78
(Ecuación 4.58)	78
(Ecuación 4.59)	78
(Ecuación 4.60)	78
(Ecuación 4.61)	78
(Ecuación 4.62)	79
(Ecuación 4.63)	79
(Ecuación 4.64)	79
(Ecuación 4.65)	79
(Ecuación 4.66)	80
(Ecuación 4.67)	80
(Ecuación 4.68)	80
(Ecuación 4.69)	80
(Ecuación 4.70)	80
(Ecuación 4.71)	81
(Ecuación 4.72)	81
(Ecuación 4.73)	81
(Ecuación 4.74)	81
(Ecuación 4.75)	81
(Ecuación 4.76)	81
(Ecuación 4.77)	81

(Ecuación 4.78)	82
(Ecuación 4.79)	82
(Ecuación 4.80)	82
(Ecuación 4.81)	82
(Ecuación 4.82)	82
(Ecuación 4.83)	83
(Ecuación 4.84)	83
(Ecuación 4.85)	83
(Ecuación 4.86)	83
(Ecuación 4.87)	83
(Ecuación 4.88)	83
(Ecuación 4.89)	83
(Ecuación 4.90)	83
(Ecuación 4.91)	83
(Ecuación 4.92)	83
(Ecuación 4.93)	83
(Ecuación 4.94)	83
(Ecuación 4.95)	84
(Ecuación 4.96)	84
(Ecuación 4.97)	84
(Ecuación 4.98)	84
(Ecuación 4.99)	84
(Ecuación 4.100).....	85
(Ecuación 4.101).....	85
(Ecuación 4.102).....	85
(Ecuación 4.103).....	85
(Ecuación 4.104).....	85
(Ecuación 4.105).....	85
(Ecuación 4.106).....	86
(Ecuación 4.107).....	86
(Ecuación 4.108).....	86
(Ecuación 4.109).....	112
(Ecuación 4.110).....	112
(Ecuación 4.111).....	112
(Ecuación 4.112).....	112
(Ecuación 4.113).....	112
(Ecuación 4.114).....	113
(Ecuación 4.115).....	138
(Ecuación 4.116).....	138
(Ecuación 4.117).....	139
(Ecuación 4.118).....	140
(Ecuación 4.119).....	141

(Ecuación 4.120).....	141
(Ecuación 4.121).....	142
(Ecuación 4.122).....	142
(Ecuación 4.123).....	142
(Ecuación 4.124).....	143
(Ecuación 4.125).....	144
(Ecuación 4.126).....	144
(Ecuación 4.127).....	144
(Ecuación 4.128).....	144
(Ecuación 4.129).....	144
(Ecuación 4.130).....	144
(Ecuación 4.131).....	144
(Ecuación 4.132).....	145
(Ecuación 4.133).....	145
(Ecuación 4.134).....	145
(Ecuación 4.135).....	145
(Ecuación 4.136).....	146
(Ecuación 4.137).....	146
(Ecuación 4.138).....	146
(Ecuación 4.139).....	147
(Ecuación 4.140).....	147
(Ecuación 4.141).....	148
(Ecuación 4.142).....	148
(Ecuación 4.143).....	148
(Ecuación 4.144).....	149
(Ecuación 4.145).....	153
(Ecuación 4.146).....	153
(Ecuación 4.147).....	153
(Ecuación 4.148).....	156
(Ecuación 4.149).....	156
(Ecuación 4.150).....	157
(Ecuación 4.151).....	157
(Ecuación 4.152).....	158
(Ecuación 4.153).....	159
(Ecuación 4.154).....	159
(Ecuación 4.155).....	159
(Ecuación 4.156).....	168
(Ecuación 4.157).....	170
(Ecuación 4.158).....	170
(Ecuación 4.159).....	170
(Ecuación 4.160).....	171
(Ecuación 4.161).....	171

(Ecuación 4.162).....	171
(Ecuación 4.163).....	171
(Ecuación 4.164).....	171

ABREVIATURAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes)
ACI-318-11	American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto)
ASTM	American Society for Testing Materials (Sociedad Americana para Ensayo de Materiales)
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FICT	Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
IGM	Instituto Geográfico Militar
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design (Líder en Energía y Diseño Ambiental)
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
USGBC	US Green Building Council (Consejo de Edificación Sustentable de Estados Unidos)

SIMBOLOGÍA

\$	Dólares
%	Porcentaje
ϕ^0	Factor de sobre-resistencia
ρ_{H2O}	Densidad del agua
ρ_{min}	Cuantía Mínima
ρ_t	Cuantía balanceada
$\sigma_{adm\ suelo}$	Esfuerzo admisible del suelo
A	Área
AC	Corriente Continua
Aeq	Área Equivalente
Ag	Área gruesa
Areq	Área requerida
As	Área de acero
At	Ancho Tributario
Avt	Área de estribo
b	Ancho
bw	Base de viga
C	Centígrados
Cc	Coefficiente de Curvatura
cm	Centímetros
Ct	Coefficiente que depende del tipo de edificio
Cu	Coefficiente de Uniformidad
d	Peralte
d1asumido	Nivel del plinto desde el nivel del terreno natural
DC	Corriente Alterna
e	Excentricidad
F'c	Resistencia del Concreto
Fa	Coefficiente de amplificación del suelo
Fd	Coefficiente de amplificación de las ordenadas
Fs	Coefficiente de comportamiento no lineal de los suelos
Fy	Esfuerzo de fluencia del acero
gr	Gramos
GS	Gravedad Específica
hn	Altura Máxima de la edificación
I	Factor de Importancia
IP	Índice de Plasticidad
Kg	Kilogramos
kg/cm ²	Kilogramos/centímetro cuadrado

K_{LL}	Factor de sobrecarga del elemento de soporte
Km	Kilómetros
Km/h	Kilómetro/hora
L	Largo
Ldh	Longitud de desarrollo
L_n	Luz Libre
L_o	Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas
Log	Logaritmo
m	Metros
m^2	Metro cuadrado
M_d	Momento por carga muerta
$M_{diseño}$	Momento de diseño
M_e	Momento por el sismo
M_l	Momento por carga viva
mm	Milímetros
mm/m^2	Milímetros/metro cuadrado
M_n	Momento Nominal
M_u	Momento ultimo
N	Carga actuante sobre plinto
No.	Número
N_p	Número de paneles en paralelo
N_s	Número de paneles en serie
P_0	Sobrecargas mínimas uniformemente concentradas
Q_{adm}	Capacidad de Carga Admisible
qd	Carga Muerta
ql	Carga Viva
qu	Carga Última
R	Factor de Reducción de Resistencia
S	Separación entre varillas
S_a	Espectro de Respuesta Elástico de Aceleraciones
T	Periodo de Vibración
Ton	Tonelada
V_c	Resistencia al Cortante por el Concreto
V_d	Resistencia Cortante por carga muerta
V_e	Resistencia Cortante por el sismo
V_l	Resistencia Cortante por carga viva
V_u	Resistencia al Cortante
V_u	Resistencia Cortante Última
W	Peso
W_h	Peso húmedo
WL	Límite Líquido
W_m	Peso de matraz
W_{ms}	Peso de matraz con la muestra seca
W_{mw}	Peso de matraz con agua
W_{mws}	Peso de matraz con muestra en agua
WP	Límite Plástico
W_s	Peso seco de la muestra

W_w	Peso del Agua
Z	Factor sísmico de la zona
B	Factor de recubrimiento
Λ	Factor de concreto con agregados liviano
Y	Factor del tamaño del reforzamiento
ρ	Cuantía de acero

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

El turismo constituye un porcentaje importante de lo que puede representar la economía en un lugar ya sea un país, ciudad o pueblo. El turismo básicamente comprende la actividad de visitar o viajar a un lugar que no es habitual a su entorno, para realizar diferentes actividades o descansar.

Como se conoce Ecuador es un país con diversidad de climas, paisajes y lugares, en sí un país con muchos lugares turísticos, un destino muy visitado es la costa, donde se encuentran las playas. Entre estas playas se encuentra General Villamil o también conocida como Playas, que tiene una conocida frase: El segundo mejor clima del mundo. Cerca de Playas está ubicado Puerto Engabao a aproximadamente unos 11 Km, que es un destino visitado por turistas o personas que quieren practicar el surf al contar con olas indicadas para practicar este deporte.

En Puerto Engabao no se ha aprovechado todos los recursos que se posee, por lo que sería idóneo un paradero donde se pueda descansar y que sea amigable con el medio ambiente.

En la actualidad se presentan muchos problemas ambientales que se han generado a lo largo del tiempo debido a varios factores. Por lo que se ha tenido que mejorar las políticas en las áreas que pueden generar mayores problemas, siendo una de estas la construcción. Por lo que en el año 1987 la primer ministro de Noruega Gro Bruntland en su informe Nuestro Futuro Común presentado en una sesión de las Naciones Unidas menciona el término “Desarrollo Sostenible”.

Este término se ha ido desarrollando y adaptando a las diferentes circunstancias, por lo que en 1993 surge el movimiento de la Construcción Sustentable, siendo los principales participantes David Grottfied, Mike Italiano y Rick Fredizzi quienes luego crearon el Consejo de Edificación Sustentable de Estados Unidos (US Green Building Council) que tenía como objetivo cambiar la industria constructiva a una construcción sustentable.

En 1997 se presenta un piloto de un sistema que pudiera ser capaz de calificar y certificar las edificaciones que se construían en base a un diseño sustentable, el nombre de este sistema es Líder en Energía y Diseño Ambiental o LEED que se toma por sus siglas en inglés: Leadership in Energy and Environmental Design. Ya en el año 2000 se aplica este sistema en un enfoque comercial.

En estos días se presentan diversos problemas relacionados con el medio ambiente, lo que genera inconvenientes que se verán mayormente a largo plazo. Por lo que es necesario hacer los correctivos necesarios o guiar a nuestra industria

la construcción a adoptar diseños sustentables y aprovechar los recursos que nos presenta la naturaleza, así mismo ser más eficientes en lo que podemos construir.

1.2. Antecedentes

Engabao es un poblado pesquero que se encuentra ubicado en el cantón Playas, Provincia del Guayas, donde aún se aprecian las costumbres y tradiciones costeras que cuenta con una población aproximada de 6300 habitantes. Mayormente sus ingresos económicos provienen de la pesca ya que cuentan con aproximadamente 500 embarcaciones y de lo que genera el turismo al ser un poblado frecuentado asiduamente por personas que quieren practicar Surf, al contar con olas de gran tamaño, la zona también se la conoce como “Playa Escondida”.

En el año 2015 se comenzaron a realizar obras por parte de la empresa Vilmare S.A. las cuales fueron destruidas por los comuneros al reclamar ellos la legalidad de las tierras y su pertenencia, alegando ser territorios ancestrales.

En Puerto Engabao existen pocos lugares en el que se puede pasar la noche o unas vacaciones, y los lugares que existen no cuentan con las comodidades necesarias. Probablemente este sea un factor importante para que el turismo no sea aprovechado como se debe, ya que existen muchos recursos con los que cuentan Puerto Engabao.

1.3. Justificación

Puerto Engabao es un sitio turístico que aún no se ha aprovechado del todo para sus pobladores, ya que no cuenta con la infraestructura necesaria para poder generar más oportunidades para que sea visitado de una manera más frecuente por turistas.

Puerto Engabao no cuenta con muchos lugares para poder hospedarse si es que se desea pernoctar en el lugar, por lo que nuestro proyecto está orientado a proveer un sitio donde los turistas puedan pasar el tiempo que se desee y así generar mayor visitas al pueblo y que la economía pueda mejorar para que se generen más recursos que puedan ser usados para su propio beneficio y su calidad de vida.

El diseño del paradero está basado en normas para una construcción sustentable y para poder aprovechar todos los recursos que se puedan y de esa manera tener una mayor eficiencia. Con el proyecto también se trata de promover que exista un mayor número de edificaciones que se basen en normas de construcción “limpias” y que se construyan de igual manera en base a un diseño sismo-resistente.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos generales

- Aplicar soluciones sostenibles a un paradero turístico ubicado en Puerto Engabao.

1.4.2. Objetivos específicos

- Establecer qué tipo de edificación es la más óptima para ser empleada a un sitio turístico el cual sea sustentable.
- Determinar que estrategias de diseño sostenible son las más convenientes.
- Determinar si es viable una certificación ambiental para la alternativa seleccionada desde el punto de vista socio-económico.
- Determinar si un diseño sustentable es óptimo al ser aplicado a un sitio que no cuenta con suficientes recursos socio-económicos.

1.5. Información disponible

1.5.1. Ubicación geográfica

Puerto Engabao es un poblado ubicado al norte del cantón Playas, Provincia del Guayas con coordenadas: Latitud: 2°34'20.96"S y Longitud: 80° 29' 14.88" O.

Puerto Engabao se encuentra comunicado mediante una vía de aproximadamente 3 Km del Recinto Engabao, la vía no se encuentra en un estado adecuado.

Guayaquil se encuentra a unos 110 Km de distancia mediante la misma vía que conduce a General Villamil que se encuentra en buen estado, exceptuando una parte que conecta el desvío de la vía a la Costa con la vía que lleva a General Villamil que está afectado por baches y una carpeta asfáltica en mal estado.

1.5.2. Características físicas del sitio

Tipo de suelo

Puerto Engabao se encuentra en una especie de terraza sin mayores pendientes, su suelo es un material mayormente erosionado que proviene de las montañas o cerros que existen en Engabao. La zona presenta un suelo clasificado como planoso, se caracteriza por un horizonte limoso o arenoso, que está sobre una capa más arcillosa, según datos del IGM.

Uso de suelo

El uso de suelo que se da en Puerto Engabao en su mayoría corresponde a la las construcciones de las viviendas y al turismo que se genera en el poblado, no contempla mayores actividades relacionadas a la agricultura al no existir muchas lluvias.

Topografía y relieve

Puerto Engabao cuenta con una topografía en su pueblo un poco ondulada, ya que existen pequeños relieves como el que se encuentra para llegar al faro, mientras éste está ubicado en una terraza y abajo está la playa.

Las vías que se encuentran en Puerto Engabao no se encuentran en un buen estado, son caminos lastrados con piedras naturales del sector, se han apegado a la topografía natural y a lo que se ha cambiado con la infraestructura actual.

Geología

Geológicamente Puerto Engabao está cubierta por la formación Tablazo, que nace de formaciones antiguas, de la edad Cuaternaria y que está compuesta con depósitos coluviales y aluviales.

1.5.3. Condiciones climáticas

Clima

El clima que existe en la costa ecuatoriana se ve modificado debido a la presencia de la Corriente de Humboldt y a la Corriente de Panamá.

En el sitio en donde se realizará el proyecto predomina un clima tipo Tropical Megatérmico Arido - Semiarido. La temperatura media anual es de 24.°C, la temperatura máxima que alcanza el sitio es de 32.°C, mientras que la mínima puede llegar a bajar hasta 16.°C.

Humedad relativa

La humedad relativa se define como la relación porcentual entre la humedad absoluta y la cantidad de vapor que contendría un metro cúbico de aire si estuviese saturado a cualquier temperatura. La humedad relativa de una muestra de aire está en función temperatura y la presión a la que se encuentre. Del análisis estadístico y comparativo el cual corresponde al periodo de 1963 a 2005 se obtuvo que la humedad relativa promedio del sitio es de 25.3 %.

Nubosidad

La nubosidad se define como el valor promedio diario de la reacción de cielo la cual está cubierto por nubes visibles. Los valores promedios de la nubosidad es de 4%, siendo este valor un promedio mensual.

Precipitación

En dicha zona solo existe una sola estación de lluvia, la cual inicia en el mes de enero hasta el mes de abril. Esta estación de lluvia presenta una irregularidad

importante debido a la aparición del fenómeno El Niño. Las precipitaciones anuales no pasan de los 500 mm/m².

Velocidad del Viento

El viento es el aire que fluye a través de la superficie de tierra debido al diferencial de temperatura del aire. En las zonas costeras, el ciclo brisa marina – brisa terrestre definen los vientos en dichas zonas. Los siguientes datos se obtuvieron de la estación meteorológica Playas Villamil los cuales corresponden al periodo de 1963-2005.

La velocidad máxima promedio de una corriente de viento interanual es de 19,8 Km/h.

La velocidad promedio de la corriente de viento interanual es de 10,3 Km/h.

La velocidad de ráfagas máximas de las corrientes de viento interanual es de 27,1 Km/h.

1.6. Riesgo de inundación

El peligro de inundación en el lugar en donde se realizará el proyecto es bajo debido a la topografía que presenta el sitio. Los efectos negativos que se pueden generar son ocasionados por el aguaje.

1.7. Riesgo sísmico

Con el registro de los terremotos ocurridos en el país y los daños causados a la infraestructura, da pie a pensar que en cualquier momento se puede producir otro evento de esta índole. Estos daños producidos a las estructuras por los estos eventos sísmicos obligaron a que toda edificación sea construida bajo los criterios

de sismo resistencia, dichos criterios están estipulados en la NEC Capítulo 2 Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente.

En los criterios establecen la aceleración de la roca en donde estará ubicada la edificación. El proyecto se encuentra ubicado en una zona de alto riesgo sísmico, en donde la aceleración de la roca es mayor al 50% del valor de la gravedad; por lo que posee un muy alto peligro sísmico.

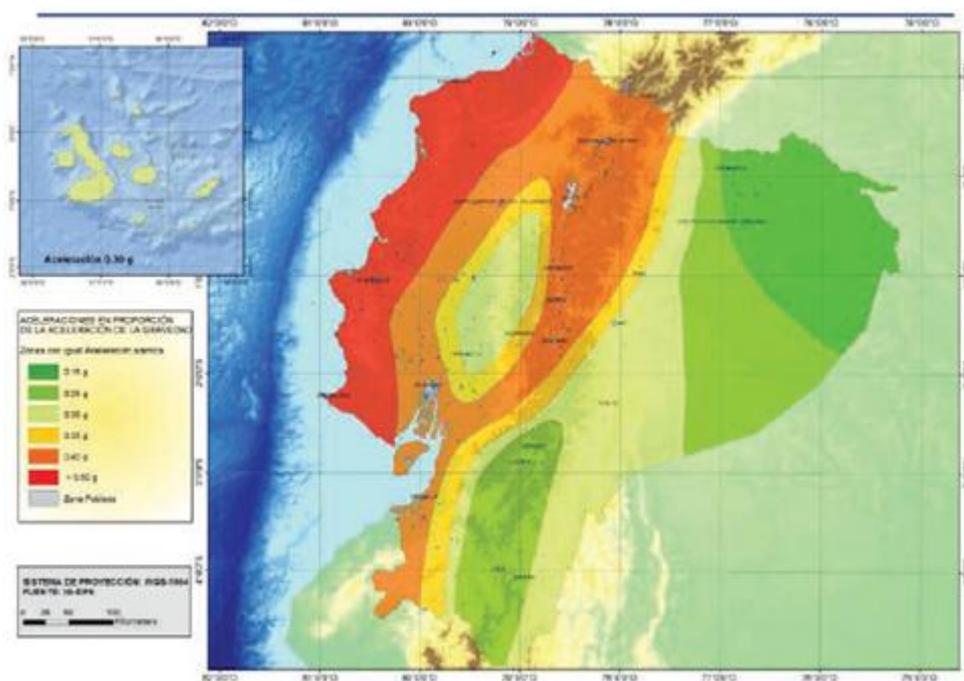


Figura 1.1: Aceleración de roca en Ecuador.

Fuente: NEC Capítulo 2: Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente

1.8. Aspectos socio-económicos

1.8.1. Población

Se estima que la población económicamente activa se encuentra dividida en que 50% de los hombres se dedican a la pesca, 25% labora en la agricultura y

ganadería; mientras que el 20% de las mujeres laboran como empleadas domésticas en las ciudades de General Villamil Playas y Guayaquil.



Figura 1.2: Embarcaciones pesqueras de Puerto Engabao
Fuente: <http://www.larepublica.ec/>

1.8.2. Abastecimiento de agua potable

La Empresa Pública de agua potable Hidroplayas es la encargada de suministrar el agua potable a la comuna de Engabao. Para el caso de las viviendas que no poseen acceso a este servicio deben adquirir el agua por medio de los tanqueros.

1.8.3. Evacuación de aguas residuales

En la comuna Engabao existen sectores que no cuentan con el sistema de alcantarillado sanitario; por lo que hay sectores en los que las viviendas se ven en la necesidad de utilizar pozos sépticos.

1.8.4. Sistema de recolección de desechos sólidos

El servicio de recolección de basura es brindado a la comunidad de Engabao de parte del Municipio de General Villamil, dicho servicio es limitado puesto que el carro recolector visita el sitio hasta dos veces por semana, lo que genera que las

familias decidan incinerar la basura o también dejarla en las esquinas de los lugares públicos en donde los animales se encargan de esparcir dichos desechos provocando la proliferación de vectores y enfermedades.



Figura 1.3: Servicio de recolección de desechos sólidos en Puerto Engabao.
Fuente: Ecoeficiencia Cía. Ltda.

1.8.5. Establecimientos educativos

La comuna Engabao cuenta con cinco establecimientos educativos a los cuales asisten los niños y jóvenes, estos son:

- Escuela Particular “Eusebia Palomino”, Directora Prof. Dennis Rodríguez.
- Unidad Educativa Mixta Fiscal Intercultural Bilingüe “Cacique Tumbalá”.
Director Lcdo. Gustavo Chávez. Cuenta hasta el 3er año de Bachillerato.
- Escuela Particular “3 de Julio”, Director Prof. Marcos Tomalá.
- Escuela fiscal Carlos Matamoros, Director Prof. Fermín Tomalá, cuenta hasta el 10 año de Educación Básica.
- Escuela Particular “San Jacinto de Engabao” Director Prof. Marcos Francisco Tomalá.
- Escuela Fiscal Puerto Engabao, Directora Prof. Elvia Eugenio Santana.

1.8.6. Servicios de salud

En la comunidad de Engabao existe un subcentro del Ministerio de Salud, el mismo que brinda atención todos los días en el área de Medicina General, Odontología y Ginecología. En los casos en los cuales se tratasen de una emergencia el subcentro traslada a los pacientes a los hospitales públicos o a clínicas en Guayaquil por medio de las ambulancias del hospital de Playas; dicho hospital solo cuenta con 5 ambulancias lo que ocasiona que las emergencias no sean atendidas de manera oportuna.

1.8.7. Viabilidad y transporte

Para llegar a la comuna Engabao desde General Villamil Playas se debe recorrer un camino lastrado, dicho camino fue construido por el Gobierno Autónomo Provincial del Guayas. Desde la comuna Engabao para llegar a Puerto Engabao se debe recorrer un camino, lastrado en ciertos sectores del mismo y en otros simplemente aplanados, este camino no se encuentra en condiciones óptimas, ya que hay sectores con baches grandes.

Por la comuna Engabao transitan dos servicios de transporte, las cuales cubren la ruta General Villamil Playas – Engabao – Puerto Engabao – Engabao – General Villamil Playas, el servicio de transporte es realizado por:

- Cooperativa de Transportes Narcisa de Jesús
- Compañía de Transporte Transengaba S. A., la cual realiza su servicio de transporte por medio de autos y camionetas de doble cabina.



Figura 1.4: Servicio de transporte público a Puerto Engabao.
Fuente: Ecoeficiencia Cía. Ltda.

1.8.8. Tipo de infraestructura

El tipo de construcción que se emplea en la comuna de Engabao en su mayoría es de hormigón. Mientras que en Puerto Engabao además de las construcciones de hormigón también las hay de tipo mixtas.



Figura 1.5: Tipo de construcción presente en el sitio.
Fuente: <http://www.touringensemble.com>

CAPÍTULO 2

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. Selección del sitio

Como se ha mencionado Puerto Engabao es un lugar el cual no se ha explotado el potencial turístico que posee, debido a este antecedente se decidió realizar el proyecto en este sitio.

El lugar en donde se realizara el proyecto es en un terreno cerca de la playa, con coordenadas Latitud: 2°33'26.63"S y Longitud: 80° 30' 44.93" O. El terreno posee una dimensión de 30 metros de ancho por 120 metros de largo, siendo una dimensión aceptable para un paradero turístico.



Figura 2.1: Implantación del proyecto.

Fuente: Google EARTH

Una de las ventajas que posee la ubicación del sitio es su cercanía a la playa de Puerto Engabao, puesto que es un atractivo turístico no solo por su playa, sino también por la práctica de surf en la misma. Cabe recalcar que en el sector de la

playa de Puerto Engabao, no se lo emplea para almacenar las embarcaciones que son usadas para la pesca ni tampoco para la comercialización de la misma, por lo que se evitará posibles problemas con el espacio ocupacional de las embarcaciones tanto en la playa como en el mar.



Figura 2.2: Playa de Puerto Engabao.
Fuente: Autores

Al analizar el sitio seleccionado encontramos que las corrientes de viento son una variante ventajosa para el proyecto, debido a esto no se necesitará de emplear de un sistema de ventilación sofisticado; por lo que se reduce la inversión para la ejecución del proyecto. Además se disminuye el consumo de energía lo que resultará que el proyecto sea eficiente al momento de usar los recursos existentes en el sitio, tema en el que se centra este proyecto.

Se ha mencionado anteriormente que Puerto Engabao no cuenta con un sistema de alcantarillado, se plantea la idea de que el paradero turístico cuente con una planta de tratamiento de agua residual; de esta manera se podrá reutilizar el agua

que se use, disminuyendo así el impacto ambiental generado por las agua residuales al ser depositadas en pozos sépticos.

En los alrededores del terreno en donde se plantea realizar el proyecto, no existen edificaciones que posean unas dimensiones considerables, esta observación es una ventaja del sitio puesto que de esta manera se puede aprovechar la energía solar en su totalidad y la iluminación que brinda el sol durante el día.



Figura 2.3: Cercanías del sitio del proyecto.
Fuente: Autores



Figura 2.4: Extensión del sitio del proyecto.
Fuente: Autores

Como se mencionó anteriormente Puerto Engabao cuenta con una topografía en su pueblo un poco ondulada, al existir ciertos relieves, mientras que el lugar donde se plantea realizar el proyecto está ubicado en una terraza y un poco más abajo se encuentra la playa.

Al ser un lugar ubicado en una terraza, esto implicaría un coste no tan alto de movimiento de tierra, sólo que se necesite mejorar el tipo de suelo por uno que sea el indicado para este tipo de edificaciones, esto lo determinaremos según los ensayos de suelos que se realizarán, pero no sería algo tan exagerado al estar ubicado en un lugar con una superficie llana.

2.2. Planteamiento de Técnicas Sustentables

2.2.1. Sitio sustentable

Transporte

El transporte es un factor importante para un diseño sustentable, ya que genera un gran impacto en el entorno, la economía y la comunidad. El transporte es vital en nuestra vida cotidiana, por lo que se debe de tomar medidas para que no afecte el entorno por su contaminación y buscar nuevas alternativas.

Transporte alternativo: En el proyecto se piensa utilizar las bicicletas para la movilización a diferentes rutas como ir al pueblo o movilizarse por la playa, se contará con un estacionamiento exclusivo para bicicletas dentro del terreno del proyecto. De esta manera se reducirán las emisiones de gases que generan los automóviles y aportar a un mejor medio ambiente. Así como será un transporte

más económico de mantener y se buscaría implementar en el pueblo el uso de las bicicletas.



Figura 2.5: Transporte alternativo.
Fuente: <http://info.firstcarbonsolutions.com>

Selección del sitio

Los edificios y la manera en la que se construye y se desarrolla el terreno en el que se va a edificar muchas veces afectan los ecosistemas de varias maneras y así mismo afectan la manera en que viven los animales nativos y también las personas que han vivido en el área. Por lo que es necesario tomar medidas para no afectar en gran manera lo que rodea al proyecto.

Aumentar la densidad: Con una de las alternativas que se está planteando, se piensa buscar un principio básico de la sustentabilidad, que es tener una densidad habitacional alta, ya que es una estructura de dos plantas y se busca albergar más gente de lo que se podría al ser una estructura de una sola planta.

Diseño y gestión del sitio

Se debe considerar muchos asuntos, ya que muchas veces se pueden poner en riesgo los recursos locales y causar problemas a la comunidad. El proyecto no

consta únicamente de un diseño sustentable, sino también de un mantenimiento de una manera sustentable.



Figura 2.6: Cubierta de un diseño sustentable.
Fuente: <http://www.infoconstruccion.es>

Materiales reflectantes: El uso de materiales reflectantes será importante para que el calor y la radiación que genera el sol no sea absorbida por las diferentes superficies que habrán, se usarán colores claros para evitar estos inconvenientes.

Desarrollar plan gestión sustentable: Se pondrá al conocimiento de todos quienes sean parte del proyecto que se busca una mejor calidad de vida para las personas que viven en el área cercana al proyecto, así como se capacitará para que conozcan la importancia de la ecología.

2.2.2. Eficiencia del agua

Agua para interiores

La manera más importante de mejorar la disponibilidad y calidad del agua es tratar de usar lo menos posible y el uso que se le dé, sea el más eficiente sin desperdicio alguno y control de la manera indicada.



Figura 2.7: Óptimo uso del agua
Fuente: <http://www.certificadosenergeticos.com>

Agua exteriores

El uso de agua para el riego y mantenimiento es importante de igual manera, no se desperdiciará agua y existirán maneras eficientes.

Tecnología de riego: Se implementarán sistemas de riegos para las áreas verdes en donde se aproveche el agua sin generar pérdidas, que la vegetación reciba el agua desde las raíces.

Agua procesada

El agua al ser un recurso no renovable es muy importante, por lo que el agua que sea usada en el proyecto en las diferentes actividades se tratará de reutilizar.

Planta de tratamiento: El proyecto contará con una planta de tratamiento para que se puede tratar toda el agua procesada que sea generada en el lugar y poder darle un uso en el que se pueda reutilizar el agua. Así se puede volver a utilizar este recurso que es importante.

2.2.3. Energía y atmosfera

Demanda energética

En el presente proyecto se busca usar una energía más “limpia”, es importante aprovechar los recursos naturales que se poseen, como es el caso de la energía solar, una energía renovable que se puede explotar y usar de manera eficiente. También controlar el uso de la electricidad es muy importante para reducir gastos.



Figura 2.8: Energía renovable.
Fuente: www.energiyalimpiaparatodos.com

Aislamiento térmico: Las diferentes alternativas contarán con su respectivo aislamiento térmico, para poder evitar las altas temperaturas constantes que se producen en el lugar del proyecto, lo que ayudaría a que no sea necesario la instalación de aires acondicionados y eso reduciría en gran valor la demanda energética.

Control de consumo de luz: El control del consumo de electricidad será muy importante para el proyecto, al ser un sitio sustentable. Se lo controlará mediante los medidores y se tratará de no pasar límites máximos y así no usar tanta energía eléctrica.

2.2.4. Energía renovable

El consumo de energía se generará de manera limpia, es decir, de manera natural lo que ayuda a disminuir la contaminación del aire y del agua, puesto que se disminuye el consumo de los combustibles tradicionales.

Generación energía: Debido a que el lugar cuenta con alrededor de 12 horas de sol durante el día, de las cuales 8 horas son las que se podrían usar para la generación de energía debido a la inclinación del sol. Se implementarán paneles solares en todas las habitaciones para generar energía renovable.

2.2.5. Desempeño de energía continúa

Esta estrategia consiste en optimizar el uso de los equipos que serán empleados para cubrir las necesidades de los huéspedes, esto no solo incluye el mantenimiento de los equipos sino que también para que los empleados que laboran en el sitio estén en la capacidad de verificar el correcto desempeño de los equipos.

Capacitar el personal: Para que el diseño sustentable del sitio sea óptimo es recomendable capacitar a todo el personal que labora en el sitio acerca del diseño sustentable que posee el mismo, de esta manera dicho personal será capaz de operar los equipos empleados y conocer las estrategias usadas para el diseño sustentable.

Mantenimiento preventivo: otra manera de optimizar el diseño sustentable, es de elaborar un plan de mantenimiento de los equipos presentes en las instalaciones de las edificaciones para garantizar el correcto funcionamiento de los equipo. Dentro de las capacitaciones se podrían abarcar los temas de mantenimiento preventivo.

2.2.6. Materiales y recursos

Gestión de desechos

Se plantean alternativas para un manejo de los desechos sólidos que se generen dentro de las edificaciones del proyecto. Una de estas alternativas se la empleará durante la etapa de construcción del proyecto, puesto que como se sabe la construcción es una de las actividades que más desechos sólidos genera. También se buscará educar a los huéspedes acerca de temas del reciclaje.

Reutilización de los desechos de edificaciones: Implementar técnicas para el reciclado de los residuos que se generan durante la construcción del proyecto.

Estas técnicas pueden ser:

- El uso del material de suelo desalojado para la construcción de la cimentación para las áreas verdes.
- También se plantea la idea de segregar los desechos para luego ser trasladados a una recicladora de cada material.
- Para el caso de la madera utilizada para el encofrado se recomienda reusar este material para dicha actividad tanta veces como sea posible, así se disminuye el consumo de la madera para este fin.

- Abono: Los desechos de alimentos que se generen del restaurant, serán utilizados para la generación de abono, el mismo que será usado para las áreas verdes que se implanten en el sitio.
- Promover el reciclado: en todas las habitaciones e instalaciones de la hostería se ubicaran depósitos para promover el reciclado, además de instruir a los ocupantes de las habitaciones y al personal de trabajo acerca de que se coloca el lugar indicado.

2.2.7. Calidad del ambiental interior

Para mejorar la estancia de las personas en el paradero turístico, se plantea realizar un control de la calidad del aire que circula dentro de las edificaciones evitando la circulación de sustancias contaminantes dentro del mismo.

Prohibido fumar: Para asegurar que la calidad del aire se distribuya de manera deseada en todas las instalaciones de la hostería, se prohibirá fumar dentro de las instalaciones de la misma.

Ventilación adecuada: Para aprovechar las corrientes de vientos presentes en el lugar, se empleará el sistema de ventilación cruzada, esto consiste en colocar ventanas en fachadas opuestas. Esta técnica se la empleará colocando una ventana a una altura media en la dirección del ingreso de la corriente de aire y otra ventana a un nivel superior del lado de la fachada en donde saldrá el aire, de esta manera el aire frío que ingresa permanecerá en la región inferior de la habitación mientras que el aire cálido saldrá por la otra ventana.

Control de plagas: Por medio un correcto control del reciclado, se logrará un control en la generación de los desechos sólidos, lo que evitara la generación de vectores por lo que no será necesario el uso de estrategias no químicas para su control.

2.2.8. Confort térmico y acústico

Otra opción de mejorar la estancia de los huéspedes en el paradero turística, es de brindarles un ambiente confortable, esto no solo abarca el tema térmico en el interior de la edificación sino que también el tema acústico, de esta manera los huéspedes podrán comunicarse de forma más satisfactoria.

Acústica: Para que exista una correcta comunicación entre las personas que se encuentra en las instalaciones de la hostería, el uso de la madera como material de construcción es una buena técnica para llevar a cabo esta necesidad, esto debido a las características que presenta para la absorción del sonido y la transmisión del mismo.

2.3. Planteamiento de las alternativas

El área destinada para la construcción del proyecto es de aproximadamente 3900 m², donde se incluirán diversas áreas verdes, un área de parqueadero para carro y otro para bicicletas, una edificación para la recepción y otra para el Restaurant, las edificaciones donde estarán las habitaciones, al igual que un área de diversión para niños como son juegos infantiles y por último unas piscinas para la recreación de las personas.

La edificación de la recepción contará con 2 ejes en la dirección "X" con una luz libre de 8 metros y en la dirección "Y" habrá 3 ejes con una luz libre de 7 metros y una altura de entresijos de 2,40 metros.

La edificación del Bar contará con 2 ejes en la dirección "X" con una luz libre de 8 metros y en la dirección "Y" habrá 4 ejes con una luz libre de 7 metros y una altura de entresuelos de 2,40 metros.

Para las edificaciones se procederá más adelante con un detallamiento para cada alternativa, debido a que habrá variantes según las alternativas en su implantación y también en los materiales que se usarán para la edificación donde se hospedarán las personas. La cubierta será la misma de madera que se detallará más adelante.

2.3.1. Alternativa 1: Contenedores

Para esta alternativa se plantea que los cuartos para huéspedes sean los contenedores que habitualmente se usan para transportar diferentes cosas en los barcos. Esta idea surge en base a que el Proyecto tiene una propuesta de sustentabilidad, por lo que es necesario reutilizar ciertos recursos que quizás no se les de la importancia necesaria.

Estos contenedores tienen como medidas estándar de 6 metros de largo, 2,40 de ancho y 2,40 de altura y pueden soportar cargas de hasta 304800 Kg. Para los diferentes tipos de habitaciones se tiene que un contenedor podrá albergar hasta dos huéspedes y para más personas se tendrán dos contenedores unidos, cada uno contará con los servicios básicos, habrá una cubierta metálica en donde estarán los paneles solares.

Alternativa 2: Construcción Horizontal de Hormigón

Como primer alternativa, se plantea una edificación de una sola planta, de hormigón armado al ser un tipo de construcción habitual, con la manera convencional de construcción.

Para esta edificación se contará con 2 ejes en la dirección “X” con una luz libre de 8 metros y en la dirección “Y” habrá 4 ejes con una luz libre de 7 metros y una altura de entresijos de 2,40 metros. Como se mencionó contará con una cubierta de madera donde estarán los paneles solares. Toda la construcción será de hormigón, incluyendo la cimentación que serán zapatas aisladas y se construirá todo de manera igual para formar un solo elemento.

El diseño de la estructura se basa en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015), que referencia diferentes fuentes, siendo la más importante el ACI-318-11.

2.3.2. Alternativa 3: Construcción Vertical de Hormigón y Madera.

Para esta alternativa se plantea una edificación de dos plantas, siendo las vigas y columnas construidas de hormigón armado, al igual que la cimentación y la losa. Las paredes de la estructura serán de madera tipo Chanul.

Para esta edificación se contará con 2 ejes en la dirección “X” con una luz libre de 8 metros y en la dirección “Y” habrá 4 ejes con una luz libre de 7 metros y una altura de entresijos de 2,40 metros. Una losa con nervios en una dirección para poder aligerar el peso. Como se mencionó contará con una cubierta de madera donde estarán los paneles solares.

Esta alternativa surge, ya que el proyecto se encuentra en un lugar cerca de la playa lo que ofrecería un mejor ambiente, aparte de que la madera es un aislante térmico y eso es necesario para evitar las altas temperaturas, de igual manera se aplicará la ventilación cruzada para prevenir altas temperaturas y se contarán con los servicios básicos.

CAPÍTULO 3

3. ESTUDIO DE SUELOS

Para poder comenzar a realizar los ensayos de suelo, se tuvo que ir al lugar donde se realizará el proyecto en Puerto Engabao para obtener las muestras de suelo.

Se cogieron 2 muestras de suelo, las cuáles se las obtuvieron mediante las 2 calicatas que se realizaron a una profundidad de aproximadamente 1 metro con un ancho de 30 cm x 30 cm, para así coger los bloques de muestras inalteradas y posteriormente ser llevadas cuidadosamente al Laboratorio de Mecánica de Suelos, Rocas y Resistencia de Materiales de la FICT. Todos estos estudios fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la FICT con supervisión del Ing. Daniel Falquez.

En el presente proyecto se realizaron los estudios de suelos para poder conocer el tipo de suelo, el índice de plasticidad, la densidad del suelo, la carga última que puede resistir el estrato, así como también determinar los asentamientos máximos permisibles.

3.1. Ensayo de Granulometría

El ensayo de granulometría que consiste en la separación y clasificación por tamaños de todos los materiales que se encuentran en una muestra de suelos, para luego poder determinar qué tipo de suelo es, según la clasificación AASHTO Y SUCS. El ensayo de granulometría se lo realizó según los parámetros de la norma ASTM D421-85(2007)

Para la muestra 1 se usaron los tamices: No. 10, No. 20, No. 60, No. 80, No.100, No. 140, No. 170 y el No. 200 y para la muestra 2 se usaron los tamices: 3/8", No. 4, No. 10, No. 20, No. 60, No. 80, No.100, No. 140, No. 170 y el No. 200. Anteriormente se hizo el lavado que era necesario para que sea eliminado todo el material fino que era del pasante No. 200, el lavado se lo realizó con los tamices No. 10, No. 40 y No. 200.

Tabla I: Resultados de ensayo granulometría, muestra de punto 1

Muestra del Punto 1					
# Tamiz	Abertura (mm)	Peso parcial (gr.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado
No. 10	2,000	2,900	3,243	3,243	96,757
No. 20	0,850	0,840	0,939	4,183	95,817
No. 60	0,250	10,240	11,453	15,636	84,364
No. 80	0,180	9,030	10,100	25,735	74,265
No. 100	0,150	11,720	13,108	38,844	61,156
No. 140	0,106	28,200	31,540	70,384	29,616
No. 170	0,090	10,340	11,565	81,948	18,052
No. 200	0,075	14,350	16,050	97,998	2,002
Fondo		1,790	2,002	100,000	0,000
Total		89,410			

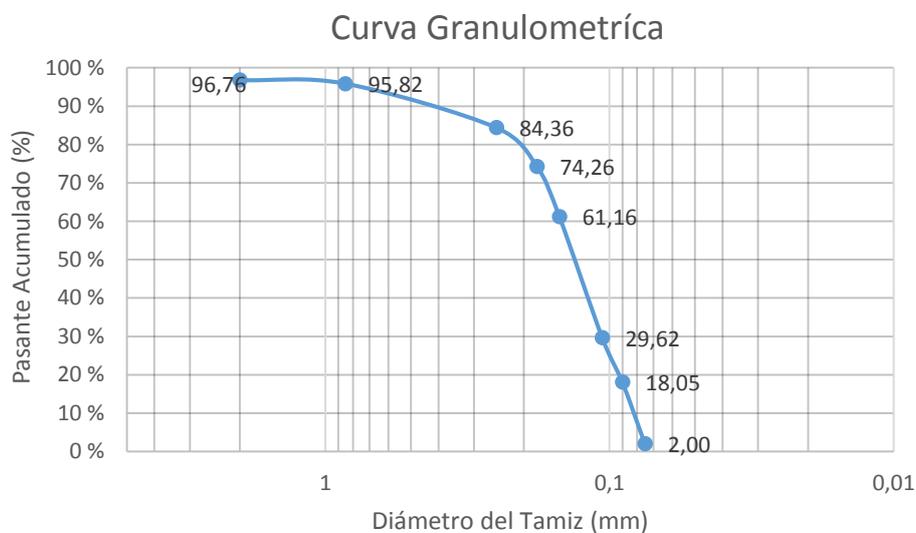
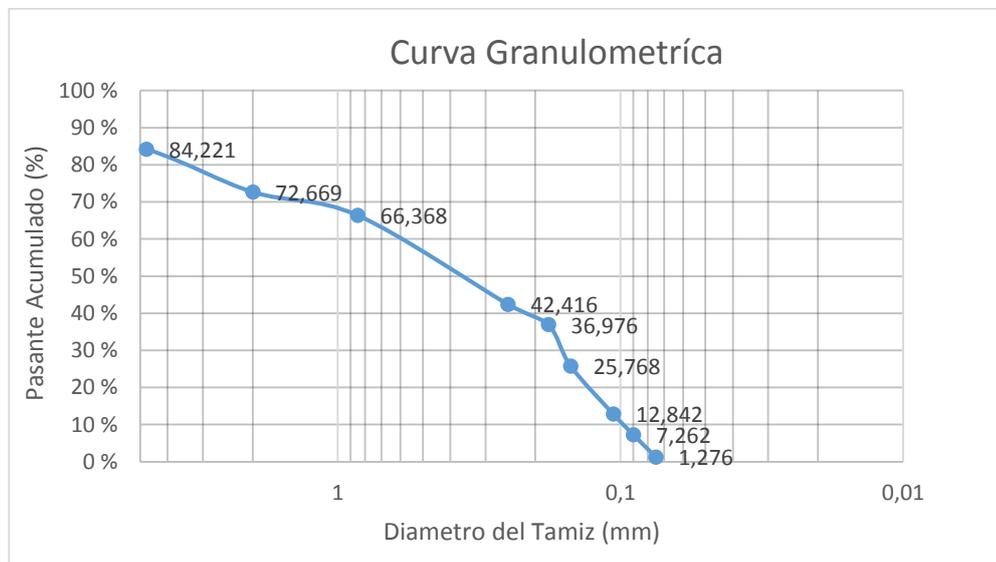


Figura 3.1: Curva Granulométrica muestra del punto 1.
Fuente: Autores.

Tabla II: Resultados de ensayo granulometría, muestra de punto 2

Muestra del punto 2					
# Tamiz	Abertura (mm)	Peso parcial (gr.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado
3/8"	19,00	3,94	2,798	2,798	97,202
No.4	4,750	18,57	13,185	15,983	84,017
No. 10	2,000	16,48	11,701	27,684	72,316
No. 20	0,850	8,99	6,383	34,067	65,933
No. 60	0,250	34,17	24,262	58,329	41,671
No. 80	0,180	7,76	5,510	63,838	36,162
No. 100	0,150	15,99	11,353	75,192	24,808
No. 140	0,106	18,44	13,093	88,285	11,715
No. 170	0,090	7,96	5,652	93,936	6,064
No. 200	0,075	8,54	6,064	100,000	0,000
Fondo		1,82			
Total		140,840			

**Figura 3.2:** Curva Granulométrica muestra del punto 1.**Fuente:** Autores.

Por medio de las dos graficas de las muestras de suelo se puede llegar a la conclusión de que en el suelo predominan partículas las cuales poseen un diámetro de entre 0,7 – 2 mm.

3.2. Ensayo de Gravedad específica

El ensayo de gravedad específica nos permite comparar la densidad de la muestra con la densidad del agua y determinar la densidad que posee el suelo en donde se realizará el proyecto. Para cada muestra se realizarán dos ensayos de los que tomaremos un promedio para poder determinar la densidad del suelo en donde se encuentra el proyecto.

Tabla III: Resultados de ensayo gravedad específica muestra de punto 1

Muestra Punto 1: 100,27 gr		
Matraz No.	4	5
Wmws (grs)	742,680	748,510
Temperatura	27,500	27,300
Wmw (grs)	680,490	687,440
Wms (grs)	283,620	292,220
Wm (grs)	183,370	190,930
Ws= Wms-Wm	100,250	101,290
Ws+Wmw-Wmws	38,060	40,220
G S	2,634	2,518

El promedio de la densidad específica de la muestra del punto 1 es:

$$GS_1 = \frac{2,634 + 2,518}{2} = 2,576$$

Tabla IV: Resultados de ensayo gravedad específica muestra de punto 2

Muestra Punto 2: 100,52 gr		
Matraz No.	4	7
Wmws (grs)	742,550	742,920
Temperatura	27,500	28,900
Wmw (grs)	680,030	682,150
Wms (grs)	283,840	285,840
Wm (grs)	183,350	185,370
Ws= Wms-Wm	100,490	100,470
Ws+Wmw-Wmws	37,970	36,700
G S	2,647	2,738

El promedio de la densidad específica de la muestra del punto 1 es:

$$GS_2 = \frac{2,647 + 2,738}{2} = 2,693$$

El promedio de la densidad específica del suelo en general es:

$$GS = \frac{2,576 + 2,693}{2} = 2,635$$

Por medio de la gravedad específica determinamos la densidad que posee el suelo estudiado

$$\rho = \rho_{H20} \times GS = 1000 \times 2,635 = 2635 \text{ Kg/m}^3$$

3.3. Ensayo de límites de Atterberg

El ensayo de límites de Atterberg se lo realizó para poder determinar el estado de consistencia de la muestra de suelo, su límite plástico y líquido así como también el contenido de humedad de la muestra de suelo, este ensayo se lo hizo siguiendo las especificaciones de la norma ASTM D4318-10 y sus indicaciones.

Tabla V: Resultados de ensayo límite de Líquido, muestra de punto 1

Límite Líquido de muestra del Punto 1					
No. Ensayo	1	2	3	4	5
No. Recipiente	76	60	64	65	6
Wh+r (gr)	10,62	16,34	13,7	12,86	10,76
Ws+r (gr)	9,68	14,54	12,46	11,63	10,01
Wr (gr)	5,93	6,32	6,1	6,32	6,35
Ww (gr)	0,94	1,8	1,24	1,23	0,75
Ws (gr)	3,75	8,22	6,36	5,31	3,66
W%	25%	22%	19%	23%	20%
No. Golpes	6	15	28	18	31
Log (golpes)	0,778	1,176	1,447	1,255	1,491

Tabla VI: Resultados de ensayo límite de Plástico, muestra de punto 1

Límite Plástico de muestra del punto 1			
No. Ensayo	1	2	3
No. Recipiente	8	38	4
Wh+r (gr)	7,15	6,8	6,52
Ws+r (gr)	6,96	6,72	6,45
Wr (gr)	5,92	6,26	6,03
Ww (gr)	0,19	0,08	0,07
Ws (gr)	1,04	0,46	0,42
W%	18%	17%	17%
No. Golpes	31	31	31
Log (golpes)	1,491	1,491	1,491

WL%	21%
WP%	17%
IP	3,7%

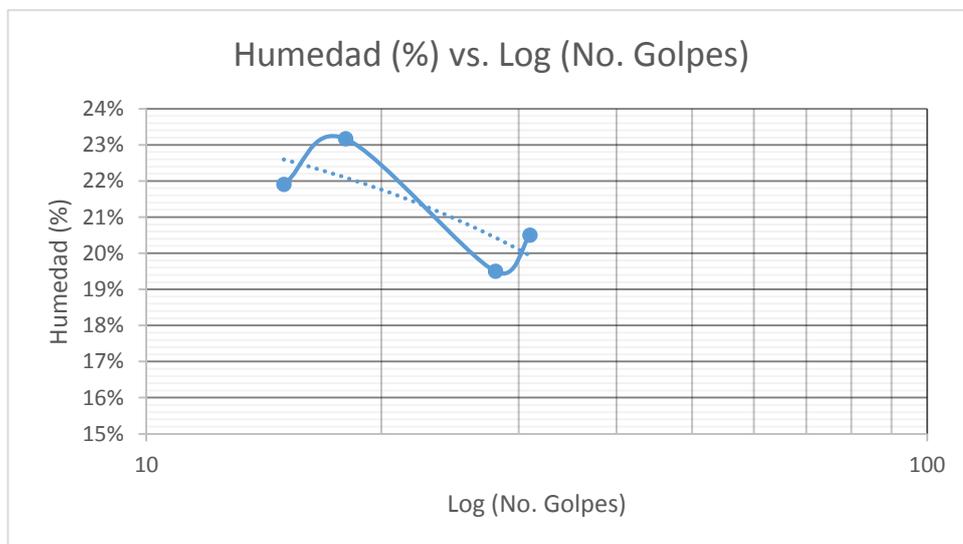
**Figura 3.3:** Curva Humedad Vs. No. Golpes, muestra del punto 1.**Fuente:** Autores.

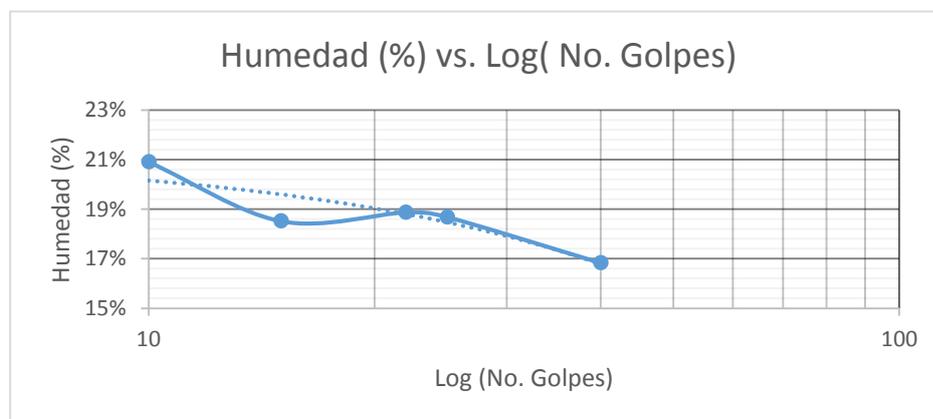
Tabla VII: Resultados de ensayo límite de Líquido, muestra de punto 2

Límite Líquido de muestra del Punto 2					
No. Ensayo	1	2	3	4	5
No. Recipiente	4	76	64	38	65
Wh+r (gr)	10,83	12,42	13,47	10,1	9,8
Ws+r (gr)	10	11,4	12,3	9,5	9,3
Wr (gr)	6,03	5,94	6,1	6,26	6,33
Ww (gr)	0,83	1,02	1,17	0,6	0,5
Ws (gr)	3,97	5,46	6,2	3,24	2,97
W%	21%	19%	19%	19%	17%
No. Golpes	10	25	22	15	40
Log (golpes)	1,000	1,398	1,342	1,176	1,602

Tabla VIII: Resultados de ensayo límite de Plástico, muestra de punto 2

Límite Plástico de muestra del punto 2			
No. Ensayo	1	2	3
No. Recipiente	8	60	6
Wh+r (gr)	6,23	6,75	6,63
Ws+r (gr)	6,2	6,7	6,6
Wr (gr)	5,92	6,34	6,37
Ww (gr)	0,03	0,05	0,03
Ws (gr)	0,28	0,36	0,23
W%	11%	14%	13%
No. Golpes	31	31	31
Log (golpes)	1,491	1,491	1,491

WL%	19%
WP%	13%
IP	6%

**Figura 3.4:** Curva Humedad Vs. No. Golpes, muestra del punto 2.**Fuente:** Autores.

Clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

De la muestra del punto 1 se tiene que el pasante del tamiz 200 obtuvo un porcentaje de 54%, por lo que el suelo es fino; y con un límite líquido y plástico de 19% y 13% respectivamente se tiene que el suelo de la muestra del punto 1 es arcilla inorgánica "CL".

Para la muestra del punto 2 tenemos que el pasante del tamiz 200 obtuvo un porcentaje de 48,7%, por lo que el suelo es grueso; los valores de C_c y C_u son 6 y 0,5 respectivamente, mientras que los límites líquido y plástico son 19% y 13% respectivamente, por lo tanto se tiene que el suelo de la muestra del punto 2 es Arena Arcillosa "SC".

Clasificación AASHTO (Asociación Americana para la Construcción de Carreteras del Estado)

De la muestra del punto 1 se tiene que el pasante del tamiz 200 obtuvo un porcentaje de 54%, por lo que el suelo es fino; y con un límite líquido y plástico de 21% y 17% respectivamente, mientras que el IP es 7% se tiene que el suelo de la muestra del punto 1 es A-6 (4), por lo tanto es el suelo es Arcilloso.

Para la muestra del punto 2 tenemos que el pasante del tamiz 200 obtuvo un porcentaje de 48,7%, por lo que el suelo es fino; mientras que los límites líquido y plástico son 19% y 13% respectivamente, mientras que el IP es 6% se tiene que el suelo de la muestra del punto 1 es A-4 (3), por lo tanto es el suelo es Limoso.

CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO DE LAS ALTERNATIVAS

4.1. Alternativa 1: Contenedores

4.1.1. Diseño arquitectónico

Para el diseño arquitectónico de esta alternativa, se plantearon dos diferentes tipos de habitaciones, una con un contenedor, que sería la habitación normal y la otra con la unión de dos contenedores, que sería la habitación grande. Se presenta la implantación de ambas.

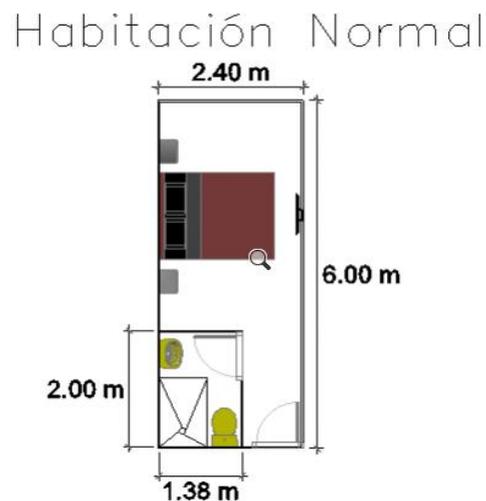


Figura 4.1: Habitación Normal de 1 Contenedor.

Fuente: Autores.

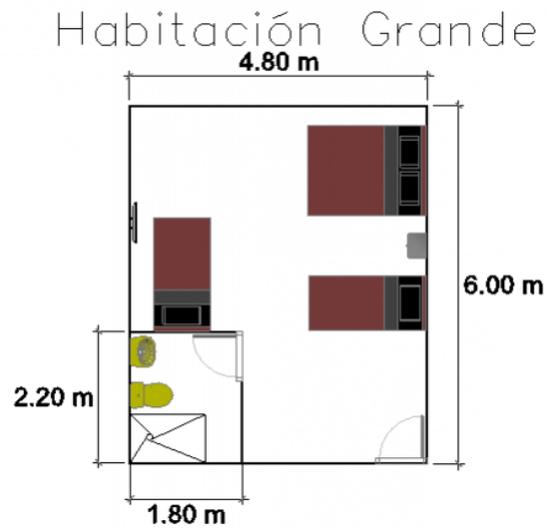


Figura 4.2: Habitación Grande de 2 Contenedores.
Fuente: Autores.

4.1.2. Descripción Estructural Contenedor

El contenedor será usado como la edificación para las habitaciones, por lo que será la base estructural para los diseños que se desarrollen, se tomará las medidas y características que corresponden a un contenedor estándar ISO.

El contenedor tiene varios componentes, siendo las más relevantes las que se detallan a continuación:

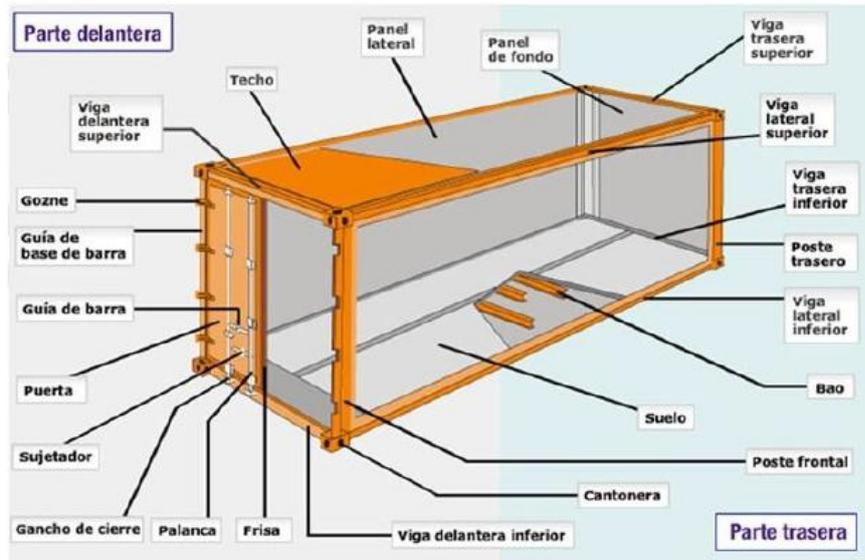


Figura 4.3: Componentes de un contenedor.
Fuente: Partes de un Contenedor (Legiscomex, 2013)

Pilares o postes: Son los componentes verticales, que se encuentran en las esquinas de los contenedores, que se integran con los esquineros y las estructuras del piso.

Cantoneras: Son las molduras, que están en las esquinas del contenedor. Servirán para realizar las uniones para los habitáculos de 2 contenedores.

Travesaño y solera: Forman un elemento estructural que se ubica en la parte inferior de la entrada y une a los herrajes en el marco de la entrada.

Panel de fondo (marco frontal): La estructura que se encuentra en el otro extremo donde se encuentra la entrada, compuesta de los travesaños superiores e inferiores y que se encuentra sujeta a los travesaños verticales esquineros y los esquineros.

Viga lateral superior (larguero superior): Son las estructuras longitudinales ubicadas en el lado superior en ambos costados del contenedor.

Viga lateral inferior (larguero inferior): Son las vigas estructurales longitudinales ubicadas en el extremo inferior en ambos lados del contenedor.

Bao (travesaños de piso): Una serie de vigas transversales aproximadamente con 12 pulgadas de separación entre cada uno sujeta al travesaño lateral inferior que es parte integral del marco de soporte del piso.

Techo: Los arcos del techo son la estructura del techo que está más abajo y se colocan normalmente con 18 o 24 pulgadas de separación. Los modernos contenedores de acero para propósitos generales [GP, en inglés] no cuentan con arcos de techo pero tendrán techo de láminas de acero lisas o corrugadas soldadas a los travesaños del marco [1].

4.1.3. Características del contenedor.

El contenedor cuenta con dimensiones estándar, con un peso propio y una carga máxima que se detalla a continuación:

Tabla IX: Características del contenedor

Dimensiones Externas:	Base: 606 x 243 cm Altura: 260 cm
Dimensiones Internas:	Base: 590 x 235 cm Altura: 239 cm
Peso (kg)	2300
Carga Máxima (Kg)	30480

Protección y mantenimiento del acero del Contenedor

Los contenedores están fabricados con acero COR-TEN, este acero posee una composición química que le hace generar una pequeña capa de oxidación superficial, por lo que protege de la corrosión a la estructura sin perder sus características, pero debido a la ubicación del proyecto se usará pintura anticorrosiva y de color claro.

Este material es un gran conductor de calor por lo que es necesario el uso de pinturas con colores claros, para que puedan reflejar el calor, es lo mejor para neutralizar las altas temperaturas.

Preparación y transformación de los contenedores

Al realizar los diferentes cortes en los contenedores, se tendrá en cuenta que al abrir los huecos no se afectará la capacidad portante del contenedor. Por lo que se tomarán las siguientes medidas:

Para los habitaciones de 2 contenedores, se usarán dos apoyos más en el centro de los mismos.

Se dejará 10 cm en la parte superior al cortar los contenedores a modo de dintel.

Cubiertas del contenedor

Aunque no es necesaria la intervención de una cubierta para poder garantizar que no entre el agua en el interior, por el hecho de que son impermeables, se incorporará la cubierta de madera previamente diseñada. Por el hecho de colocar los paneles solares a un ángulo establecido para el aprovechamiento de la luz solar en el Puerto Engabao.

Otra solución podría ser el uso de una cubierta ajardinada, con plantas del sector para poder combatir la isla de calor que se puede producir en el sector.

Piso del contenedor

Un entarimado tradicional sobre rastrel se usará para los pisos que estarán en los contenedores, con un espesor de 1,8 cm del entarimado y una separación de 25 cm entre los rastreles, siendo madera de pino.

Soluciones de aislamiento térmico

Para las paredes se usará aislamiento térmico de tipo Poliestireno Expandido con un espesor de 1 cm, esto asegurará un aislamiento dentro del contenedor para evitar las altas temperaturas que se producen en Puerto Engabao.

Uniones entre contenedores

Para juntar las habitaciones que son compuestas por 2 contenedores, sería necesario unir las esquinas mediante pletinas de acero A36 y tuercas para lograr una fijación segura.

Para estas habitaciones de 2 contenedores no se realizará la soldadura en las uniones, ya que cuando se junten los contenedores existirá un espacio de 1 cm aproximadamente. Por lo que la soldadura continua no es lo más práctico, debido al tiempo excesivo que tomaría y sería costoso el uso de la soldadura. Para el proyecto se usará poliestireno, lo que garantizará estanqueidad y un buen aislamiento térmico que es muy necesario.

4.1.4. Diseño de Cimentación Contenedor

Para la cimentación de los contenedores se asumieron los siguientes datos:

Tabla X: Datos de diseño de cimentación del contenedor

f_c [Kg/cm ²]	210
q_{adm} [Kg/cm ²]	2
Largo (l) [m]	6
Ancho (b) [m]	2,4
Peso (W) [Kg]	2300

Y para estimar las dimensiones, se emplearon las siguientes formulas:

Cálculo del área del contenedor

$$A = b \times l \quad (4.1)$$

Tabla XI: Datos de superficie del contenedor

	Área
Habitación Normal	14,4 m ²
Habitación Grande	28,8 m ²

Cargas Consideradas

Se considerarán las cargas gravitacionales para el contenedor, el peso propio de la estructura y la carga viva que se obtuvo de la NEC. Las cargas se detallan a continuación:

Carga Muerta

Para la carga muerta determinamos una carga uniformemente repartida.

$$q_d = \frac{W}{A} \quad (4.2)$$

$$q_d = \frac{W}{A}$$

$$q_d = \frac{2300}{14,4} = 160 \text{ Kg/cm}^2$$

Carga Viva

Para la estimación de la carga viva se tomó el dato de la Tabla 9: Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas, L0, y concentradas P0, de la NEC del Capítulo 1: Cargas No Sísmicas, en la que se considera una ocupación de la estructura del tipo Residencia: Hotel y se tomó el dato de las habitaciones.

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Hospitales		
Sala de quirófanos, laboratorios	2.90	4.50
Sala de pacientes	2.00	4.50
Corredores en pisos superiores a la planta baja	4.00	4.50
Instituciones penales		
Celdas	2.00	
Corredores	4.80	
Pasamanos, guardavías y agarraderas de seguridad	Véase sección 4.5 ASCE/SEI 7-10	
Pasarelas y plataformas elevadas (excepto rutas de escape)	3.00	
Patios y terrazas peatonales	4.80	
Pisos para cuarto de máquinas de elevadores (áreas de 2600 mm²)		1.40
Residencias		
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00	
Hoteles y residencias multifamiliares	2.00	
Habitaciones	2.00	
Sala de un edificio y sus alrededores	4.80	

Figura 4.4: Tabla de Sobrecargas uniformemente distribuidas.
Fuente: NEC CAP. 1

$$q_l = 200 \text{ Kg/cm}^2$$

Combinaciones de carga

Las combinaciones de carga que se emplearan se las obtuvo del Capítulo 1, Cargas No Sísmicas, NEC. Además de la carga muerta calculada anteriormente, se añadirá la carga muerta perteneciente a la cubierta y al resto de elementos que se encuentra en ella, se adopta entonces una carga muerta de 200 Kg/cm^2 .

Tabla XII: Combinaciones de carga

q_{u1}	$1,4q_d$
q_{u2}	$1,2q_d + 1,6 q_l$

Siendo q_{u2} la que se tome como crítica, que es igual a 632 Kg/cm^2 .

Carga puntual

Para la determinación de la carga puntual se debe determinar el área equivalente para cada plinto.

Tabla XIII: Área equivalente para plinto

	Área equivalente
Habitación Normal	$A_{eq} = \frac{A}{4}$ $= 3,6 m^2$
Habitación Grande	$A_{eq} = \frac{A}{2}$ $= 7,2 m^2$

La carga puntual que descansa sobre la cimentación es

Tabla XIV: Carga actuante sobre le plinto

	N
Habitación Normal	$q_u \times A_{eq}$ $= 2274 Kg$
Habitación Grande	$q_u \times A_{eq}$ $= 4548 Kg$

Sección del plinto

Se asumirá una sección y se verificará si cumple con las siguientes ecuaciones. El plinto será de sección cuadrada

Tabla XV: Dimensiones diseño del plinto

	Habitación Normal	Habitación Grande
$b_{asumido}$	40 cm	55 cm
$h_{asumido}$	50 cm	60 cm

El nivel del plinto desde el nivel del terreno natural será de

$$d_{1asumido} = 10cm$$

Calculo de tensión admisible

Se debe determinar el esfuerzo que se produce en el suelo y compararlo con el esfuerzo admisible del suelo.

$$Q_u = \frac{N}{A_{plinto}} \quad (4.3)$$

Tabla XVI: Cálculo de esfuerzo actuante en el suelo debido a las cargas

	Habitación Normal	Habitación Grande
Q_u	1,42 Kg/cm ²	1,50 Kg/cm ²

$$Q_u < q_{adm}$$

Verificación del corte

Se debe comprobar la fuerza cortante que actúa en el plinto debido a la tensión admisible y compararla con la resistencia al corte del plinto.

Tabla XVII: Cálculo de fuerza cortante actuante en el plinto

	$V_u = Q_u \times b \times d_1$	$V_c = 0,53 \times b \times d \times \sqrt{f'c}$
Habitación Normal	568,50 kg	13825 kg
Habitación Grande	826,91 kg	23233 kg

$$V_u < V_c$$

Las cimentaciones de los contenedores no necesitan acero de refuerzo.

4.2. Alternativa 2: Edificación Horizontal de Hormigón

4.2.1. Diseño Arquitectónico

Para esta alternativa que consiste en 2 edificaciones de una planta de hormigón, en la que ambas cuentan con el mismo diseño, consta de 6 diferentes habitaciones con sus respectivos baños, que se detallan a continuación:

Edificación de habitaciones

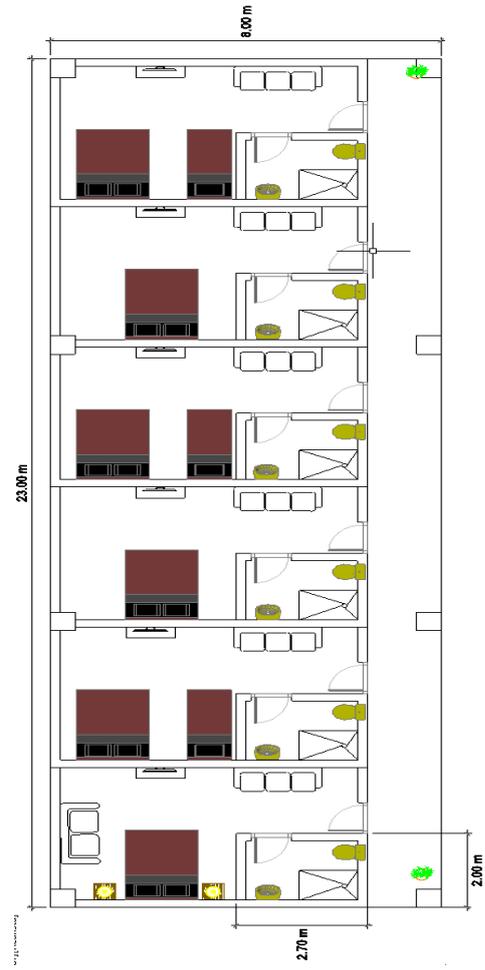


Figura 4.5: Edificación de Bar-Restaurant.
Fuente: Autores.

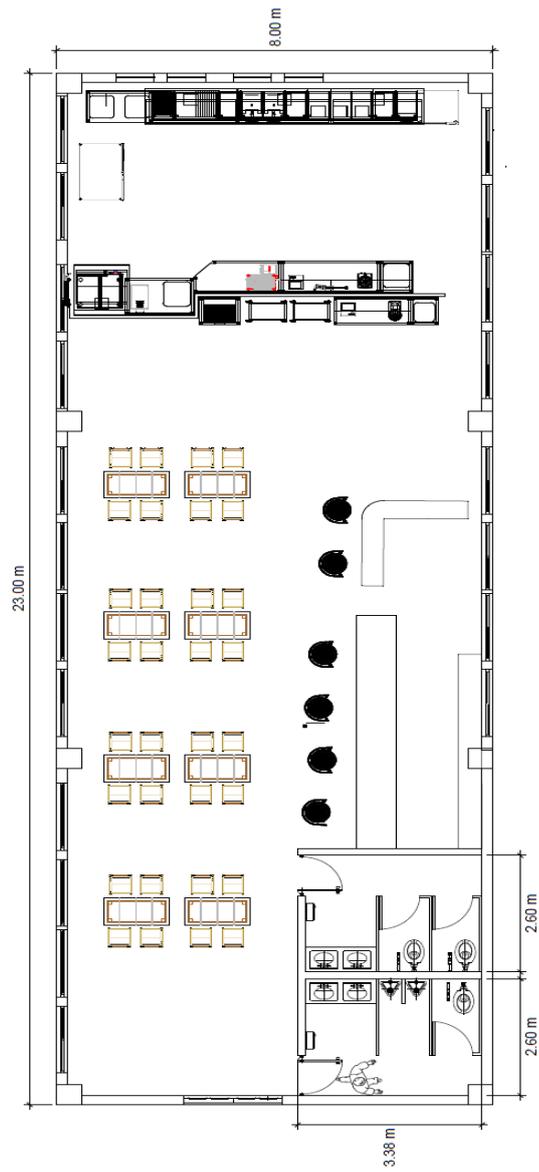


Figura 4.6: Edificación de Recepción.
Fuente: Autores.

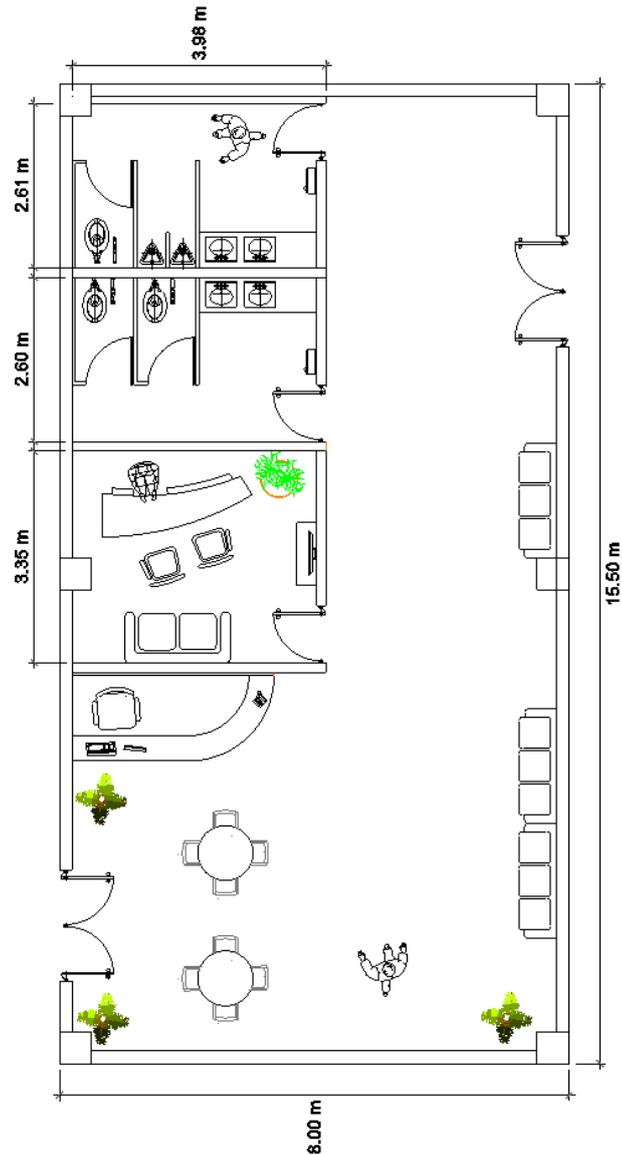


Figura 4.7: Edificación de Recepción.
Fuente: Autores.

4.2.2. Análisis Estructural

El presente proyecto “*Diseño de un paradero con fines turísticos basado en un diseño sustentable en Puerto Engabao*”, tendrá un diseño estructural que será basado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015).

4.2.3. Cálculo de Cargas

Para el diseño de las diferentes estructuras se tomarán en cuenta las cargas vivas y muertas, que son las cargas gravitacional, de igual manera las cargas sísmicas serán consideradas para el pre-diseño, diseño y modelado de la estructura.

Cargas Gravitacionales

Carga Muerta

Para la carga muerta que se considerará en la estructura, se tomarán en cuenta las diferentes consideraciones:

Para las vigas en la cubierta tendrá un peso de 200 Kg/m²

La cubierta tendrá un peso de 50 Kg/m²

Con un área total de 184 m²

Tabla XVIII: Carga muerta de diseño

Nivel	Elemento	Peso (Kg/m ²)
Cubierta	Viga	200
	Armadura	50

Para la alternativa de la edificación horizontal de hormigón, se considerará la carga de cubierta.

Carga Viva

Para la estimación de la carga viva se tomó el dato de la Tabla 9: *Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas, L_0 , y concentradas P_0* , de la NEC del Capítulo 1: *Cargas No Sísmicas*, en la que se considera una ocupación de la estructura del tipo Residencia: Hotel y se tomó el dato de las habitaciones.

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Hospitales Sala de quirófanos, laboratorios Sala de pacientes Corredores en pisos superiores a la planta baja	2.90 2.00 4.00	4.50 4.50 4.50
Instituciones penales Celdas Corredores	2.00 4.80	
Pasamanos, guardavías y agarraderas de seguridad	Véase sección 4.5 ASCE/SEI 7-10	
Pasarelas y plataformas elevadas (excepto rutas de escape)	3.00	
Patios y terrazas peatonales	4.80	
Pisos para cuarto de máquinas de elevadores (áreas de 2600 mm²)		1.40
Residencias Viviendas (unifamiliares y bifamiliares) Hoteles y residencias multifamiliares Habitaciones Salones de un edificio y sus alrededores	2.00 2.00 4.80	

Figura 4.8: Tabla de Sobrecargas uniformemente distribuidas.
Fuente: NEC CAP. 1

4.2.4. Cargas Sísmicas

Para poder calcular las cargas sísmicas, se hallará el espectro de respuesta elástico de aceleraciones (S_a), que está expresado en función de la gravedad.

Espectro de respuesta sísmica

El riesgo sísmico será muy importante considerar al momento de diseñar una edificación, por lo que un diseño sismo-resistente tiene que realizarse para poder reducir alguna vulnerabilidad en las construcciones. Para el diseño sismo-resistente se ha tomado en cuenta y basado en las normas, fórmulas y especificaciones del Capítulo 2: Peligro Sísmico de la NEC.

El proyecto se realizará en Puerto Engabao, que se encuentra en la Provincia del Guayas, para este lugar se debe de tomar un valor Z , que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, por lo que según el mapa Z será de 0.40, que se encuentra en una zona sísmica V, siendo un lugar con una

caracterización de peligro sísmico alto; el valor fue obtenido de la Tabla 1: *Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada*, del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

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

Figura 4.9: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.
Fuente: Capítulo 2: Peligro Sísmico de la NEC.

El tipo de perfil de suelo en donde se realizará el proyecto será considerado como Tipo C, debido a observaciones realizadas en sitio, teniendo una velocidad estimada (V_s) de $400 \frac{m}{s}$; estos datos son de la Tabla 2: *Clasificación de los perfiles de suelo*, del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$

Figura 4.10: Tabla de velocidad de roca.
Fuente: Capítulo 2: Peligro Sísmico de la NEC.

El valor del coeficiente de amplificación del suelo en la zona de período corto (F_a) es de 1.2 para la zona V y tipo de perfil del subsuelo C; este dato es de la Tabla 3: *Tipo de suelo y Factores de sitio F_a* , del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Figura 4.11: Tabla de factores de sitio F_a .
Fuente: Capítulo 2: Peligro Sísmico de la NEC.

El valor del coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos en roca (F_d) es de 1.11 para la zona V y tipo de perfil del subsuelo C; este dato es de la Tabla 4: *Tipo de suelo y Factores de sitio F_d* , del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

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

Figura 4.12: Tabla de Factores de sitio F_d .
Fuente: Capítulo 2: Peligro Sísmico de la NEC.

El valor del coeficiente del comportamiento no lineal de los suelos (F_s) es de 1.11 para la zona V y tipo de perfil del subsuelo C; este dato es de la Tabla 5: *Tipo de*

suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s , del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

Siendo la relación entre la aceleración espectral (η) = 1.80 para la provincia de la Costa y el factor usado en el espectro de diseño elástico (r) para el tipo de suelo C, que es donde se encuentra la edificación.

El valor del factor de importancia (I) es 1, que entra en la categoría de otras estructuras; este dato es de la Tabla 6: *Tipo de uso, destino e importancia de la estructura*, del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

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

Figura 4.13: Tabla de factor de importancia.
Fuente: Capítulo 2: Peligro Sísmico de la NEC.

El coeficiente de regularidad en planta $\phi_p = 1$, debido a la fórmula $\phi_p = \phi_{PA} * \phi_{PB}$.

El factor de reducción de resistencia (R) es 8; este dato es de la Tabla 15: *Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles*, del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

La siguiente figura muestra las fórmulas usadas para graficar los espectros de respuestas; corresponde a la figura 3: *Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño*, del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

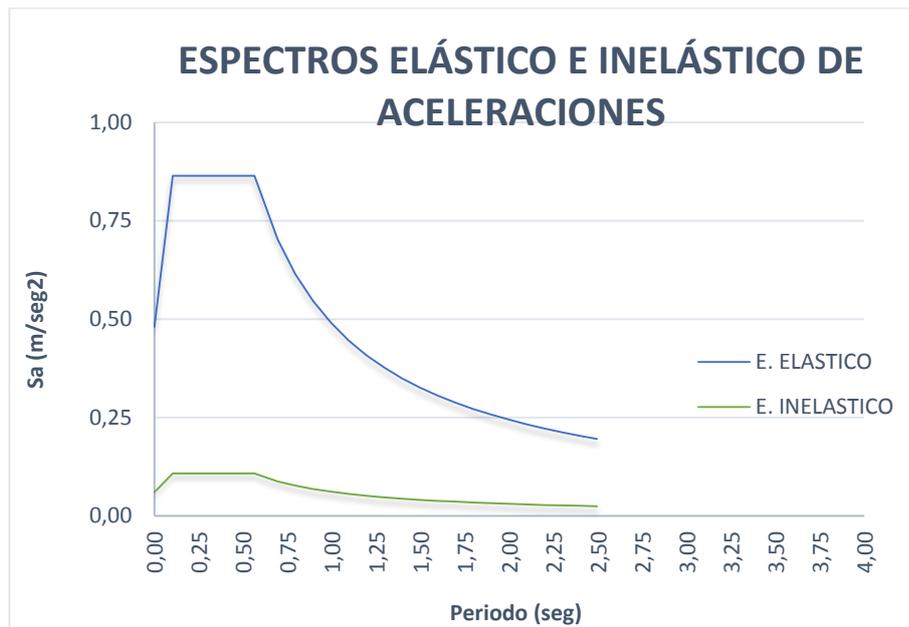


Figura 4.14: Espectro sísmico elástico.
Fuente: NEC.

La siguiente gráfica muestra los espectros de diseño que van a ser utilizados para el diseño sismo-resistente

4.2.5. Periodo de vibración (T)

El periodo de vibración o periodo fundamental de una estructura es el mayor tiempo que transcurre dentro un movimiento ondulatorio, cuando experimenta una vibración no forzada.

El periodo de vibración de la estructura se ha determinado usando el método 1 descrito en la NEC-2015 Capítulo 2: *Peligro Sísmico*. Se considera una altura de la edificación de 3 metros; mientras que los parámetros usados en dicho método están tabulados en la misma sección.

$$T = C_t h_n^\alpha \quad (4.4)$$

En donde

C_t es un coeficiente que depende del tipo de edificio

h_n es la altura máxima de la edificación, medida desde la base de la estructura en (m)

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

Figura 4.15: Tabla de coeficientes para estimar el periodo.

Fuente: Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

$$T = 0,148 \text{ s}$$

4.2.6. Peso Sísmico (W)

Para la determinación del peso sísmico para la alternativa vertical se considerará que:

Para la losa se consideró una altura de 30 cm, basándose el cálculo en la tabla 9.5 del ACI-318, se empleara una viga secundaria para disminuir la luz de la viga para estimar la altura de la losa, dicha luz será de 7 metros.

$$h = \frac{7}{24} \approx 0,3 \text{ m}$$

Para las vigas y columnas se estima una carga muerta de 350 Kg/m²

Con un área total de 184 m²

Mientras que para la cubierta existe un peso de 50 Kg/m²

Para el peso sísmico para esta edificación se considerara el peso de las vigas y de la cubierta de madera

$$W_{cubierta} = (200 + 50) \times (184) = 46000 \text{ Kg}$$

4.2.7. Cortante basal (V)

El cortante basal es la fuerza sísmica total en la base de la edificación que se podrían experimentar.

A partir del espectro elástico se tiene que para un periodo de $T = 0,255 \text{ S}$ existe una aceleración de $S_a = 0,864 \text{ g}$; y de la NEC-2015 Capítulo 2: *Peligro Sísmico*, tenemos los siguientes parámetros:

$$I = 1$$

$$\phi_P = \phi_E = 1$$

$$R = 8$$

$$V = \frac{1 \times S_a \times W}{R \times 1 \times 1} \quad (4.5)$$

$$V = \frac{1 \times 0,864 \times 46000}{8 \times 1 \times 1} = 4968 \text{ Kg}$$

Al ser una estructura que en ambas direcciones se ha diseñado como un pórtico de hormigón armado resistente a momentos, el cortante basal es igual en ambas direcciones "X" y "Y".

4.2.8. Distribución de fuerza vertical

La distribución vertical de las fuerzas sísmicas que actúan en el edificio, se lo realizará con el fin de obtener las fuerzas que actuarán en las vigas para el pre-diseño y también para ingresar dichas fuerzas en el modelado de la estructura en programa Sap2000.

Se realizará este análisis para las alternativa 3, para la alternativa 2 como las cargas de la cubierta son similares a las de la alternativa 3, se adoptarán dichos valores para la distribución vertical.

Para hallar la distribución de fuerzas, se utilizará la siguiente fórmula:

$$V = \sum_{i=1}^n F_t \quad (4.6)$$

$$V = \sum_{i=1}^n F_t \quad (4.7)$$

$$F_X = \frac{w_X h_X^k}{\sum_{i=1}^n w_t h_t^k} V \quad (4.8)$$

En donde K, se tomará de:

Tabla XIX: Coeficiente K para diferentes intervalos de periodo

$T \leq 0,5s$	$K= 1,0$
$0,5s < T \leq 2,5s$	$K= 0,75 + 0,50T$
$T > 2,5 s$	$K = 2,0$

Eje X

Tabla XX: Tabla de distribución de fuerza vertical, eje x

Nivel	hi (m)	hx (m)	wx (m)	wx(hx)K	Cv	Fx (ton)	Vx (ton)
1	2,4	2,4	14	39,4	1,00	1,24	1,24
				39,4			

Eje X

**Figura 4.16:** Distribución de fuerza vertical, eje x.
Fuente: Autores.

Eje Y

Tabla XXI: Tabla de distribución de fuerza vertical, eje y

Nivel	hi (m)	hx (m)	wx (m)	wx(hx)K	Cv	Fx (ton)	Vx (ton)
1	2,4	2,4	21	59,1	1,00	2,48	2,48
				59,1			

Eje Y

**Figura 4.17:** Distribución de fuerza vertical, eje y.
Fuente: Autores.

4.2.9. Método del portal para reacciones hiperestáticas

Por medio del método del portal se obtuvieron las reacciones hiperestáticas en los elementos estructurales. Se procedió a realizar un análisis de equilibrio de fuerzas en los nodos viga-columna.

Eje x

Tabla XXII: Tabla de análisis método del portal, eje x

Nivel	Columna	Viga		Columna
	Fuerza Axial (Ton)	Fuerza Axial (Ton)	Fuerza Cortante (Ton)	Fuerza Axial (Ton)
Cubierta	0,32	1,07	0,32	0,32
Piso	1,38	1,40	1,06	1,06

Eje y

Tabla XXIII: Tabla de análisis método del portal, eje y

Nivel		Cubierta	Piso
Columna	Fuerza Axial (Ton)	0,24	1,05
Viga	Fuerza Axial (Ton)	3,56	4,65
	Fuerza Cortante (Ton)	0,24	0,81
Columna	Fuerza Axial (Ton)	0	0
Viga	Fuerza Axial (Ton)	2,14	0,8
	Fuerza Cortante (Ton)	0,24	0,79
Columna	Fuerza Axial (Ton)	0	0
Viga	Fuerza Axial (Ton)	0,72	0,93
	Fuerza Cortante (Ton)	0,24	0,81
Columna	Fuerza Axial (Ton)	0,24	1,05

4.2.10. Combinaciones de Carga

Las combinaciones de Carga que se usarán, son las que se encuentran en la NEC 2015 en el Capítulo 1: *Cargas No Sísmicas*, lo que asegurará que el diseño cumpla con los requerimientos de resistencia, las combinaciones son:

Tabla XXIV: Combinaciones de carga

Combinación 1	1,4 D
Combinación 2	1,2 D + 1,6 L + 0,5 máx. (Le; S; R)
Combinación 3	1,2 D + 1,6 max (Le; S; R) + max (L; 0,5W)
Combinación 4	1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 max (Le; S; R)
Combinación 5	1,2 D + 1,0 E + L + 0,2 S
Combinación 6	0,9 D + 1,0 W
Combinación 7	0,9 D + 1,0 E

Las combinaciones de carga en donde se tomen en cuenta las cargas de granizo o viento, no se las considerará. Para las combinaciones donde se encuentre la carga sísmica, se tomará en cuenta un valor positivo y otro negativo, esto debido a que el sismo puede actuar en ambas direcciones.

4.2.11. Pre diseño estructural

Para el Pre-diseño estructural de las estructuras de hormigón armado, se tomará en cuenta las consideraciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), para garantizar un pre-dimensionamiento de los elementos estructurales adecuado y seguro.

Pre diseño de vigas

Para el pre-dimensionamiento de las vigas, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

Tabla XXV: Datos de pre diseño de vigas

f_c	280 kg/cm ²
f_y	4200 kg/cm ²
L_n	7,40 m para el eje x; 7,00 m para el eje y
W_d	0,69 Ton/m ² para piso 0,25 Ton/m ² para cubierta
W_l	0,20 Ton/m ² para piso 0,07 Ton/m ² para cubierta

Se calculará el momento flector y fuerza cortante debido a las cargas muertas, vivas y sísmicas.

$$q_{D, \text{ piso}} = w_{D, \text{ piso}} * l_n \quad (4.9)$$

$$q_{L, \text{ piso}} = w_{L, \text{ piso}} l_n \quad (4.10)$$

Se emplearán los coeficientes de la tabla 6.5.4 ACI 3-18-14 y se realizará el análisis para el caso más crítico.

Tabla XXVI: Tabla de ecuaciones para fuerza cortante y momento flector

Fuerzas Cortantes	Momento Flector
$V_D = \frac{1,15 l_n q_{D, \text{ piso}}}{2}$	$M_D = \frac{l_n^2 q_{D, \text{ piso}}}{9}$
$V_L = \frac{1,15 l_n q_{L, \text{ piso}}}{2}$	$M_L = \frac{l_n^2 q_{L, \text{ piso}}}{9}$
V_E	$M_E = \frac{l V_E}{2}$

Mayoración de las cargas

Para determinar los Momentos Últimos (M_u) y Cortantes Últimos (V_u), se usarán las siguientes combinaciones:

Tabla XXVII: Combinaciones de carga para fuerza cortante y momento flector

Cortantes Últimos (V_u)	Momentos Últimos (M_u)
$V_u = 1,4V_D$	$M_u = 1,4M_D$
$V_u = 1,2V_D + 1,6V_L$	$M_u = 1,2M_D + 1,6M_L$
$V_u = 1,2V_D + 0,5V_L + V_E$	$M_u = 1,2M_D + 0,5M_L + M_E$

De cada combinación se escogerá la mayor para realizar los cálculos siguientes.

Verificación de la cuantía

Para la revisión de la cuantía se calcularán 3 valores, de los cuales 2 son cuantías mínimas y la otra cuantía será la balanceada, la cuantía que se tome de diseño deberá estar entre estos valores.

Tabla XXVIII: Formulas para cuantía de refuerzo

Cuantía Balanceada	Cuantía Mínima
$\rho_t = \frac{0,319 \beta_c f_c'}{f_y}$	$\rho_{min} = \frac{0,8 \sqrt{f_c'}}{f_y}$
	$\rho_{min} = \frac{14}{f_y}$

$$0,333\% \leq \rho \leq 1,81\%$$

$$R_n = \rho f_y \left(1 - \frac{0,5 \rho f_y}{0,85 f_c'} \right) \quad (4.11)$$

Según el diseño sismo resistente el ancho mínimo para una viga es de 25 cm.

Se calcula el peralte y la altura y se asume un recubrimiento.

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{\phi R_n b}} \quad (4.12)$$

$$h = d + \text{recubrimiento}$$

Revisión de cortante

Se revisará si la viga calculada cumple el diseño por cortante.

$$V_c = 0,53 b d \sqrt{f_c'} \quad (4.13)$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad (4.14)$$

$$V_{s,max} = 2,2 b d \sqrt{f_c'} \quad (4.15)$$

$V_s \leq V_{s,max} \Rightarrow$ Si cumple

Para todas las vigas se realizó el mismo procedimiento, teniendo los siguientes resultados:

Tabla XXIX: Dimensiones de pre diseño de vigas

Vigas	Dimensiones Alternativa 2
Viga Eje X de Cubierta	30x45 cm
Viga Eje X de Piso	-
Viga Eje Y de Cubierta	30x45 cm
Viga Eje Y de Piso	-
Viga Eje Y Secundaria	-

Pre diseño de columnas

Para el pre-dimensionamiento de las columnas, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

Tabla XXX: Datos de pre diseño de columnas

f_c	280 kg/cm ²
f_y	4200 kg/cm ²
A_t	14m ² para la columna esquinera; 28 m ² para la columna de borde
α	0,2 para la columna esquinera; 0.28 para la columna de borde

Reducción de la carga viva

Se procede a una reducción de la carga viva, según indicaciones de la NEC, en donde se toma el valor de $k_{LL} = 4$, debido a que se pre-dimensionará columnas; dato de la Tabla 2: *Factor de sobrecarga del elemento de soporte k_{LL}* , del Capítulo 1: *Cargas No Sísmicas*, de la NEC.

Elemento	k_{LL} ^a
Columnas	
Columnas interiores	4
Columnas exteriores sin losas en volado	4
Columnas de borde con losas en volado	3
Columnas esquineras con losas en volado	2
Vigas de borde sin losas en volado	2
Vigas interiores	2
Todos los demás elementos no identificados incluyendo:	
Vigas de borde con losas en volado	
Vigas en volado	
Losas en una dirección	1
Losas en dos direcciones	
Elementos que no tengan mecanismos de transferencia de cortante normal a la dirección de la luz	

Figura 4.18: Factor de reducción de carga viva.
Fuente: Capítulo 1: Cargas No Sísmicas, de la NEC.

Para calcular la nueva carga viva se toma la siguiente fórmula:

$$L = 0,25 \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{k_{LL}A}} \right) \quad (4.16)$$

Carga axial debido a la Carga Muerta y Viva

$$P_D = (w_{piso} + w_{cubier}) \times A \quad (4.17)$$

$$P_L = (w_{piso} + w_{cubier}) \times A \quad (4.18)$$

Mayoración de cargas

Se tomarán las Combinaciones de Carga 1 y 2 y se escogerá la mayor entre estas; estas combinaciones para el diseño por última resistencia son tomadas del Capítulo 1: Cargas No Sísmicas, de la NEC.

$$P_u = 1,4P_D \quad (4.19)$$

$$P_u = 1,2P_D + 1,6P_L \quad (4.20)$$

Cálculo de la sección de la columna

Se toma el valor de α para el tipo de columna que se está pre-dimensionando y se calcula el área que requiere la columna.

$$A_c = \frac{P_u}{\alpha \phi f'_c} \quad (4.21)$$

Usando una sección cuadrada tenemos que el ancho de la columna es:

$$b = \sqrt{A_c} \quad (4.22)$$

Según el criterio sismo-resistente, la mínima dimensión de una columna es de 30 cm.

Tabla XXXI: Dimensiones de pre diseño de columnas

Columna	Dimensión Calculada	Dimensión Asumida Alternativa 2
Cubierta Esquinera	20 x 20 cm	30x30 cm
Cubierta de Borde	12x12 cm	30x30 cm
Piso Esquinera	10x10 cm	-
Piso de Borde	24x24cm	-

4.2.12. Modelo Estructural Programa SAP 2000

Para el modelado estructural de las alternativas del proyecto, se usará el programa SAP 2000, en el que se considerará lo siguiente:

- Las cargas gravitacionales (carga viva y muerta) se las asignarán a las vigas cargadoras, que son las que se encuentran en la dirección "X", serán cargas uniformemente distribuidas, se consideró un ancho de influencia de 3,50 m.
- Las cargas sísmicas se las ubicarán en el centro de gravedad de cada piso como cargas puntuales. Cuando se modelen las cargas, se considerará un 30% de la fuerza que actúa en la otra dirección.
- Se asignarán materiales como el hormigón con una resistencia a la compresión de 350 kg/cm^2 , un peso volumétrico de 2400 kg/cm^3 .
- Para el acero de refuerzo de la estructura se considerará un esfuerzo de fluencia de 4200 kg/cm^2 .
- Se considerará que el programa calcule el peso propio de los elementos estructurales, por lo que se ingresará un valor "1" al definir las cargas.

Capturas de SAP2000

En la viga de piso del eje 3 se presentan los momentos flectores más críticos, en la dirección del eje X.

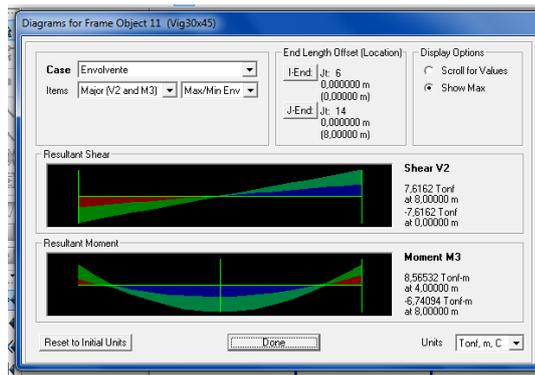


Figura 4.19: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga A-B eje 3.

Fuente: Autores.

En la viga del eje B se presentan los momentos flectores más críticos, en la dirección del eje Y para los vanos exteriores e interiores.

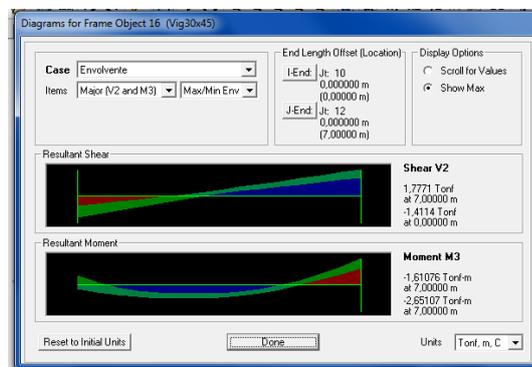


Figura 4.20: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga 1-2 eje B.

Fuente: Autores.

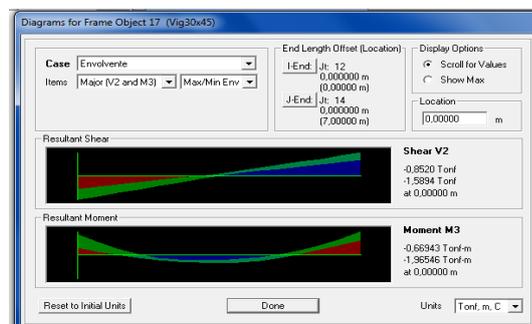


Figura 4.21: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga 2-3 eje B.

Fuente: Autores.

Para el diseño de las columnas se tomó la columna con la carga más crítica.

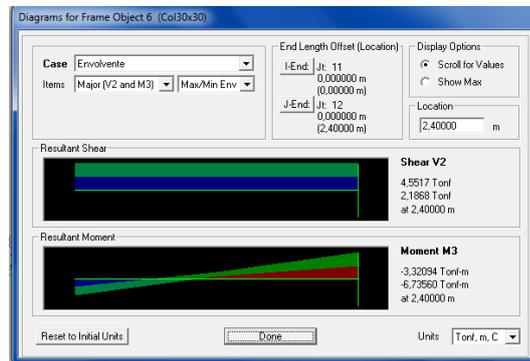


Figura 4.22: Diagrama de momento flector de la columna de piso del eje Y.
Fuente: Autores.

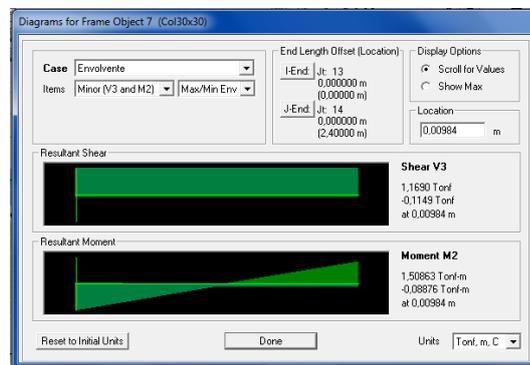


Figura 4.23: Diagrama de momento flector de la columna de piso del eje x.
Fuente: Autores.

4.2.13. Derivas

La verificación de las derivas se realizará en base a las secciones 4.2.2 y 6.1.6 del NEC 2011, en las cuales estipulan los límites permisibles de las derivas de piso y de los factores de reducción de los elementos para determinar las derivas de piso respectivamente.

Estructuras de:	Δ_M máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Figura 4.24: Valores máximos para verificar las derivas.
Fuente: Capítulo 2: Cargas Sísmicas, de la NEC.

Para el cálculo de las derivas los factores de reducción para el cálculo de las rigideces de los elementos estructurales son:

Vigas: $0,5 I_g$

Columnas $0,8 I_g$

Del modelado de las estructuras en el programa SAP2000, se obtuvieron los desplazamientos para determinar las derivas y compara con las máximas

Tabla XXXII: Comprobación de derivas

Alternativa Hormigón (Horizontal)						
Piso	Deformación x (cm)	Deformación y (cm)	Altura entre piso (cm)	Deriva de piso x	Deriva de piso y	Deriva permisible
1	0,13546	0,12555	240	0,000564	0,000523	0,02

4.2.14. Diseño Estructural

Para el Diseño Estructural, se tomará en cuenta las consideraciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). A partir del pre-dimensionamiento que se realizó y del modelado de la estructura en el programa SAP 2000, se realizarán los diferentes diseños y armados para las estructuras.

Diseño de vigas

Para el diseño de las vigas, se necesitan los datos del pre-diseño que se realizó anteriormente, como la altura y la base de la viga. Se necesita saber la luz entre centro de columnas para los dos ejes que se diseñarán, para el diseño de la viga, se tendrán las siguientes consideraciones:

Tabla XXXIII: Datos de diseño

f_c	3500 kg/cm ²
f_y	4200 kg/cm ²
Recubrimiento	4 cm

Revisión de sección

$$P_u < \frac{A_g f'c}{10} \quad (4.23)$$

$$b_w = \text{Base de Viga} > 25 \text{ cm} \quad (4.24)$$

$$b_w = \text{Base de Viga} > 0,3h \quad (4.25)$$

Determinación del refuerzo requerido a flexión

Área de acero requerido

$$A_s = \frac{M_u}{\phi j d f_y} = \frac{M_u}{0,9 * 0,9 * d * 4200} = \frac{M_u}{3,4 d} \quad (4.26)$$

Revisión de cuantía

$$\rho_{min} = \frac{14}{f_y} \quad (4.27)$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{4200} = 0,33\%$$

$$\rho_{min} = \frac{0,8\sqrt{f'c}}{f_y} \quad (4.28)$$

$$\rho_{min} = \frac{0,8\sqrt{350}}{4200} = 0,35\%$$

Del Programa SAP 2000, se tomaron los Momentos últimos de cada apoyo en cada vano de la viga. Para calcular el momento nominal se usó la siguiente fórmula:

$$\phi M_n = 0,9 f'c * b * d^2 * w(1 - 0,59w) \quad (4.29)$$

$$w = \rho \frac{f_y}{f'c} \quad (4.30)$$

La siguiente tabla muestra el cálculo realizado para las vigas, el área de acero requerida para cada sección.

Diseño Flexión

Tabla XXXIV: Tabla de resultado de diseño a flexión, eje x

Pórtico X									
			Mu (Ton.m)	Acero (cm)	As (cm ²)	ØMn (Ton.m)	ØMn >Mu	M+ > 0.5M-	Mcontinuo > Mmax/4
Viga	Apoyo Externo	M-	6,6	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok		
		M+	1,8	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok	Ok	Ok
	Centro del vano		8,56	6 Ø 1,2	6,8	9,64	Ok		Ok
	Apoyo interior	M-	6,74	5 Ø 1,2	5,7	8,09	Ok		
		M+	3,1	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok	Ok	Ok

Tabla XXXV: Tabla de resultado de diseño a flexión, eje x

Pórtico Y									
			Mu (Ton.m)	Acero (cm)	As (cm ²)	ØMn (Ton.m)	ØMn>Mu	M+ > 0.5M-	Mcontinuo> Mmax/4
Viga Exterior	Apoyo Externo	M-	0,9	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok		
		M+	0,45	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok	Ok	Ok
	Centro del vano		1,4	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok		Ok
	Apoyo interior	M-	2,65	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok		
		M+	1,61	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok	Ok	Ok
	Viga Interior	Apoyo Externo	M-	2,65	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok	
M+			1,61	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok	Ok	Ok
Centro del vano			0,79	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok		Ok
Apoyo interior		M-	2,26	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok		
		M+	1,42	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok	Ok	Ok

Cálculo de longitud requerida de anclaje del refuerzo a flexión

Refuerzo superior e inferior para un $\Phi = 1,2 \text{ cm}$

Para la longitud de desarrollo de los ganchos se escogerá el máximo valor de entre

$$l_{dh} = \frac{f_y d_b}{17,2\sqrt{f'c}} \quad (4.31)$$

$$l_{dh} = 8 d_b \quad (4.32)$$

o $l_{dh} = 15 \text{ cm}$.

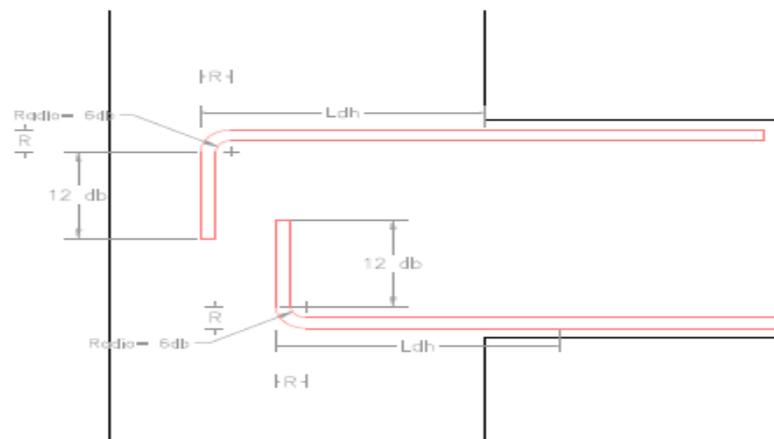


Figura 4.25: Dimensiones de las varillas en la zona de anclaje.
Fuente: Autores.

Detalle de refuerzo zona de anclaje

Tabla XXXVI: Tabla de resultado de zona anclaje

Eje	Refuerzo	Longitud de desarrollo (cm)	Radio de giro (cm)	Longitud de anclaje (cm)
X, Y	Superior	20	5	15
	Inferior	20	5	15

Determinación del refuerzo requerido al cortante

Cálculo de Momentos M_{pr}

Sismo de izquierda a derecha y Sismo de derecha izquierda

$$a^- = \frac{A_s (1,25 f_y)}{0,85 f'_c b} \quad (4.33)$$

$$M_{pr}^- = A_s (1,25 f_y) \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (4.34)$$

$$a^+ = \frac{A_s (1,25 f_y)}{0,85 f'_c b} \quad (4.35)$$

$$M_{pr}^+ = A_s (1,25 f_y) \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (4.36)$$

Cálculo de fuerzas cortantes de diseño

Tabla XXXVII: Tabla de fórmulas, cálculo de fuerzas cortantes

Carga gravitacionales	$V_g = w_g \frac{l}{2}$
Carga debido al sismo	$V_{EQ} = \frac{M_{pr}^- + M_{pr}^+}{l}$
Cortante Gravitacional + Sismo	$V_e = V_u = V_g - V_{EQ}$ $V_e = V_u = V_g + V_{EQ}$

Determinación de V_s

Se considera que $V_c > 0$, para el diseño sismo-resistente; esto según ACI 318 -11

Sección 21, debido a que no se cumplen las siguientes condiciones:

$$P_u < \frac{A_g f'_c}{20}$$

$$\frac{V_u}{2} < V_g$$

La resistencia a la fuerza cortante del concreto es:

$$V_c = 0,53 b d \sqrt{f'_c} \quad (4.37)$$

$$V_s = \frac{V_u}{\Phi} - V_c \quad (4.38)$$

$$V_{s,max} = 2,2 b d \sqrt{f'c} \quad (4.39)$$

$$V_s < V_{s,max}$$

Determinación de separación entre estribos en la zona de articulaciones plásticas

Se asume un Φ para los estribos, cuya área es A_v .

$$S = \frac{A_{vt} f_y d}{V_s} \quad (4.40)$$

La separación máxima entre los estribos no debe ser mayor de entre: $\frac{d}{4}$,

$6 d_{b,min}$, $24 \phi_{estr}$ o 20 cm .

Se tomará una separación de estribos según lo estimado.

La longitud en la cual se empleará esta separación será:

$$L_{estrib} = 2h$$

Determinación de separación entre estribos en el resto de la viga

$$S = \frac{d}{2}$$

Diseño Cortante

Tabla XXXVIII: Tabla de separación de estribos para viga

Sección	Acero (cm)	Separación (cm)	Longitud de diseño (cm)
Rotulas plásticas	1,2	7	90
Resto de viga	1,2	20	-

Diseño de columnas

Diseño de Columna de Cubierta

Para dicha columna tenemos los siguientes datos:

Tabla XXXIX: Datos de diseño

Datos	
h (cm)	50
b (cm)	50
Luz efectiva de columnas (cm)	240
Fuerza axial Pu (Ton)	9,50

Revisión de sección

La menor dimensión de la columna debe ser mayor a 30 cm

La relación entre las dimensiones de la columna debe ser mayor a 0,4

Determinación del refuerzo longitudinal requerido

Momento de último de diseño (columna fuerte – viga débil)

Momento requerido en la columna

El momento requerido en la columna es el que se obtiene del programa SAP 2000.

Factor de sobre - resistencia

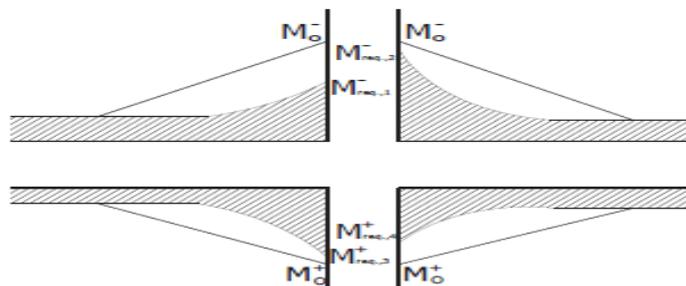


Figura 4.26: Análisis de sobre resistencia para el diseño de columnas.

Fuente: Capítulo 4, Estructuras de Hormigón Armado, NEC

$$\phi^0 = \frac{M_0^+ + M_0^-}{M_{req}^+ + M_{req}^-} \quad (4.41)$$

Factor de amplificación dinámica para flexión

El coeficiente de ductilidad se tomara igual a R/2, es decir $\mu = 4$

$$\omega_f = 1,15 + 1,13 \left(\frac{\mu}{1,8} - 1 \right) \quad (4.42)$$

$$S_{cp} = \phi^0 * \omega_f * S_E \quad (4.43)$$

Cálculo de refuerzo longitudinal

Para el diseño del refuerzo longitudinal se usará el mayor momento de entre la dirección "X" y "Y".

Del diagrama de interacción de una columna, se obtiene la cuantía para poder diseñar y obtener el área de acero requerida.

$$\frac{P_u}{A_g f'c} \quad (4.44)$$

$$\frac{M_u}{A_g f'c h} \quad (4.45)$$

La cuantía correspondiente es la del diagrama de interacción como se mencionó.

$$A_g = b h \quad (4.46)$$

$$A_{st} = A_g \rho \quad (4.47)$$

Se asume el diámetro que se desea colocar para las varillas en la columna y se calcula el área de acero por cada varilla necesaria; para luego calcular el número de varillas necesarias para la columna.

$$A_s = \frac{\pi d^2}{4} \quad (4.48)$$

$$\#_{varillas} = \frac{A_{st}}{A_s} \quad (4.49)$$

$$A_{st} = A_s * \#_{varillas} \quad (4.50)$$

$$\rho_{diseño} = \frac{A_{st}}{A_g} \quad (4.51)$$

Determinación del refuerzo transversal

Refuerzo de confinamiento

El refuerzo transversal para confinamiento debe suministrarse en una longitud l_0 , éste debe ser el mayor de entre:

$$\frac{1}{6} \text{ luz libre}$$

45 cm

$Dimension_{mayor}$

El espaciamiento máximo permitido de estribos rectangulares será:

$Dimension_{menor}$

$$6\phi_{long} \quad (4.52)$$

$$S_x = 10 + \frac{35 - h_x}{3} \quad (4.53)$$

$$h_x = \frac{h - 2 \left(recubr + \phi_{estrib} + \frac{\phi_{long}}{2} \right)}{2} + 2 \left(\frac{\phi_{estrib}}{2} + \frac{\phi_{long}}{2} \right) \quad (4.54)$$

Por lo que se tomará una separación de estribos en la zona de confinamiento necesaria, con un número de ramales requeridos.

Comprobación de separación correcta, por medio del cálculo de A_{sh} y será el mayor de:

$$h_0 = b - 2 \left(recub - \frac{\phi_{estrib}}{2} \right) \quad (4.55)$$

$$A_{ch} = (b - 2recub)^2 \quad (4.56)$$

$$A_{sh,max} = 0,3 s h_c \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'c}{fy} \quad (4.57)$$

$$A_{sh,max} = 0,09 s h_c \frac{f'c}{fy} \quad (4.58)$$

$$A_{sh,max} \leq A_{sh}$$

Refuerzo transversal para cortante

La máxima resistencia a flexión que puede soportar la columna corresponde al punto de balance de la columna del diagrama de interacción (M_b).

$$V_{ub} = \frac{2 M_b}{l} \quad (4.59)$$

Dirección "X" y "Y"

Se realizará el cálculo del momento por sismo en ambas direcciones y se calcularán los cortantes últimos, de entre ellos el mayor se escogerá.

El momento por el sismo en la columna será:

$$M_{pr} = M_{pr} - \left(\frac{l_2}{l_1 + l_2} \right) \quad (4.60)$$

El cortante último será:

$$V_u = \frac{M_{pr} + M_b}{(h_{col} - h_{vig})} \quad (4.61)$$

$$V_u > \frac{V_{ub}}{2}$$

Cálculo del cortante

$$d = h - \text{recub} - \phi_{\text{estrib}} - \frac{\phi_{\text{long}}}{2} \quad (4.62)$$

$$V_c = 0,53 b_w d \sqrt{f'c} \left(1 + \frac{Nu}{140 A_g} \right) \quad (4.63)$$

Se emplearán estribos de 1,2 cm de diámetro, cuya área es de 1,13 cm² con un número de ramales por estribo.

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{S} \quad (4.64)$$

$$\phi(V_c + V_s) \geq V_u \quad (4.65)$$

Cálculo del cortante en el resto de la columna

El cortante actuante en la columna es menor que el cortante otorgado por el hormigón, entonces se adoptará la mínima separación entre estribos de entre:

$$S_{max} = 15 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 6 * d_b$$

Se tomará una separación entre estribos de 15 cm.

Se colocarán estribos con $\phi = 1,2 \text{ cm} @ 10 \text{ cm}$, a lo largo de 50 cm desde los extremos de la columna y $\phi = 1,2 \text{ cm} @ 15 \text{ cm}$ en el resto de la columna.

Cálculo de longitud de traslape para barras verticales de columnas

Se emplearán traslapes a tensión "CLASE B"

$$l_d = \left[\frac{fy}{1,3 f'c} \frac{\alpha \beta \gamma \lambda}{\left(\frac{c + k_r}{d_b}\right)} \right] d_b \quad (4.66)$$

Factor de ubicación del reforzamiento $\alpha=1$

Factor de recubrimiento $\beta=1$ (refuerzo sin recubrimiento)

Factor del tamaño del reforzamiento $\gamma=1$ (barras # 7 o mayores)

Factor de concreto con agregados liviano $\lambda=1$ (concreto de peso normal)

El valor de c debe ser el mayor de entre

$$c = \frac{1}{2} \left(\frac{h - 2(\text{recubr} + \phi_{\text{Estribo}}) - \phi_{\text{long}}}{2} \right) \quad (4.67)$$

$$c = \text{recubr} + \frac{\phi_{\text{long}}}{2} + \phi_{\text{Estribo}} \quad (4.68)$$

$$K_{tr} = \frac{A_{st} f_{yt}}{105 S n} \quad (4.69)$$

$$\frac{c + k_r}{d_b} \quad (4.70)$$

Si es mayor al límite, entonces usar 2,5

Para el resto de columnas se realizó el mismo procedimiento, dando los siguientes resultados:

Diseño Flexo-Compresión

Tabla XL: Tabla de reforzo de acero

Columna	Cuántía requerida (%)	Acero (cm)	As (cm ²)	Cuántía disponible (%)
Piso	1,8	12 Ø 2	37,7	1,9

Diseño Cortante

Tabla XLI: Tabla de separación de estribos para columna

Columna	Rotulas plásticas			Resto de columna	
	Número de estribos	Separación (cm)	Longitud de diseño	Número de estribos	Separación (cm)
Piso	2	10	45	1	12

Diseño de cimentación

Cálculo del dimensionamiento de la zapata

Se analizarán dos casos, para los cuales se escogerá la mayor sección requerida para el plinto; se adoptará un factor de 1,1 de mayoración el cual se aplicará a la carga muerta por efecto del peso propio del plinto y del material sobre el mismo.

Caso # 1: Cargas sin sismo (D + L)

$$P = 1,1P_D + P_L \quad (4.71)$$

$$M = 1,1M_D + M_L \quad (4.72)$$

$$A_{req} = \frac{P}{\sigma_{adm\ suelo}} \quad (4.73)$$

Caso # 2: Carga con sismo (D + L + E)

$$P = 1,1P_D + P_L + P_E \quad (4.74)$$

$$M = 1,1M_D + M_L + M_E \quad (4.75)$$

$$A_{req} = \frac{9,63}{1,33 * 20} \quad (4.76)$$

Como la cimentación será cuadrada las dimensiones requeridas para soportar son:

$$L_x = L_y = \sqrt{A_{req}} \quad (4.77)$$

Chequeo de las excentricidades del plinto

La excentricidad máxima para el plinto es

$$e_{max} = \frac{L}{6} \quad (4.78)$$

Caso # 1: Cargas sin sismo (D + L)

$$e = \frac{M}{P} \quad (4.79)$$

$$e \leq e_{max}$$

Caso # 2: Carga con sismo (D + L + E)

$$e = \frac{M}{P} \quad (4.80)$$

$$e \leq e_{max}$$

Chequeo de la presión de contacto máximo (q_{max})

Caso # 1: Cargas sin sismo (D + L)

$$q_{max} = \frac{P}{A} \left(1 + \frac{6e}{L} \right) \quad (4.81)$$

$$q_{max} \leq \sigma_{adm \text{ suelo}}$$

Caso # 2: Carga con sismo (D + L + E)

$$q_{max} = \frac{P}{A} \left(1 + \frac{6e}{L} \right) \quad (4.82)$$

$$q_{max} \leq \sigma_{adm \text{ suelo}}$$

Cálculo estructural del plinto

Caso # 1: Cargas sin sismo (D + L)

$$P_u = 1,4P_D \quad (4.83)$$

$$P_u = 1,2P_D + 1,6P_L \quad (4.84)$$

$$M_u = 1,4M_D \quad (4.85)$$

$$M_u = 1,2M_D + 1,6M_L \quad (4.86)$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} \quad (4.87)$$

$$q_{max} = \frac{P_u}{A} \left(1 + \frac{6e}{L} \right) \quad (4.88)$$

$$q_{min} = \frac{P_u}{A} \left(1 - \frac{6e}{L} \right) \quad (4.89)$$

Caso # 2: Cargas sin sismo (D + L + E)

Para las cargas sísmicas se emplearan las ecuaciones 4.83, 4.84 para la carga axial y para el momento flector 4.85, 4.86 además de las siguientes ecuaciones

$$P_u = 0,9P_D + P_E \quad (4.90)$$

$$M_u = 0,9M_D + M_E \quad (4.91)$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} \quad (4.92)$$

$$q_{max} = \frac{P_u}{A} \left(1 + \frac{6e}{L} \right) \quad (4.93)$$

$$q_{min} = \frac{P_u}{A} \left(1 - \frac{6e}{L} \right) \quad (4.94)$$

Diseño a cortante por punzonamiento

La sección crítica de punzonamiento se indica en la imagen a continuación:

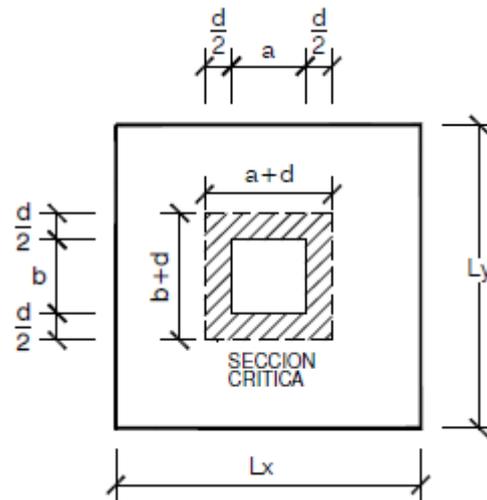


Figura 4.27: Dimensiones de la sección crítica en la zapata.

Fuente: Anzules, 2008.

$$q_u = \frac{P}{A} \quad (4.95)$$

Se asumirá un peralte mínimo de 15 cm

$$V_u = q_u[(A) - (a + d)(b + d)] \quad (4.96)$$

$$b_0 d = 2[(a + d)(b + d)]d \quad (4.97)$$

$$v_u = \frac{V_u}{0,85 b_0 d} \quad (4.98)$$

El esfuerzo cortante por punzonamiento es:

$$V_c = \sqrt{f'c} \quad (4.99)$$

$$V_c \geq v_u$$

Diseño a flexión

Teniendo q_{max} y q_{min} obtenemos q_{med} , el cual lo obtenemos por medio de relaciones de triángulos de los esfuerzos antes mencionados

El área para la cual se diseña a flexión es igual:

$$A_2 = \frac{(L_x - a)}{2} \quad (4.100)$$

Con esta área que es en donde se realizara el momento a flexión tenemos que:

$$M_{diseño} = \left[\left(\frac{q_{med} A_2^2}{2} \right) + \left(\frac{(q_{max} - q_{med}) A_2^2}{2} \right) \right] * L \quad (4.101)$$

Por lo tanto el área requerida a flexión es:

$$A_{st} = \frac{0,85 f'c L d}{fy} \left[1 - \sqrt{\frac{2 M_{diseño}}{0,723 f'c L d^2}} \right] \quad (4.102)$$

$$A_{st,min} = \frac{1,4 L d}{fy} \quad (4.103)$$

Si A_s es menor a $A_{st,min}$, por lo tanto el diseño a flexión será con A_{st} .

$$\#_{varillas} = \frac{A_{st}}{A_s} \quad (4.104)$$

Para la separación entre varillas es:

$$C_{sep} = \frac{L - 2r}{\#_{varillas} - 1} \quad (4.105)$$

Se usarán n varillas de \emptyset , espaciadas cada una longitud.

Revisión de conexión columna – plinto

La relación entre el área de la sección de la columna y el área de la zapata es:

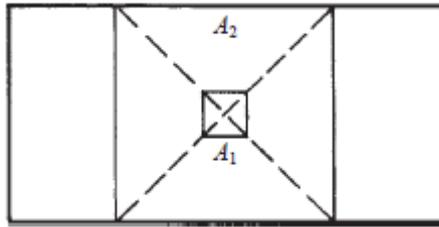


Figura 4.28: Relación de áreas de columna y zapata.
Fuente: Anzules, 2008.

$$\frac{A_2}{A_1} \quad (4.106)$$

Si la relación entre las áreas de la zapata y de la columna es mayor a dos entonces usaremos 2 para dicha relación. La fuerza admisible de apoyo en el concreto de la zapata es:

$$\phi P = \phi 0,85 f'c A_1 (2) \quad (4.107)$$

Si la fuerza de apoyo es menor que la fuerza axial mayorada, entonces se debe reforzar la unión con el área de refuerzo mínima

$$A_s = 0,005A_1 \quad (4.108)$$

Para de determinar el número de varillas requeridas en la zona de anclaje se usara la ecuación (4.104)

Diseño de cimentación

Tabla XLII: Resultados de diseño de cimentación

	Área requerida (cm ²)	Acero (cm)	Área diseño (cm ²)	Separación del refuerzo (cm)
Zapata	12,5	4 Ø 2	12,6	80
Conexión Zapata-Columna	10,13	4 Ø 2	12,6	Distribuidas alrededor de la columna

4.3. Alternativa 3: Edificación Vertical de Hormigón y Madera

4.3.1. Diseño Arquitectónico

Para esta alternativa que consiste en una edificación de dos plantas de hormigón en su parte estructural y de madera en las paredes, consta de 6 diferentes habitaciones con sus respectivos baños y la escalera, que se detallan a continuación:

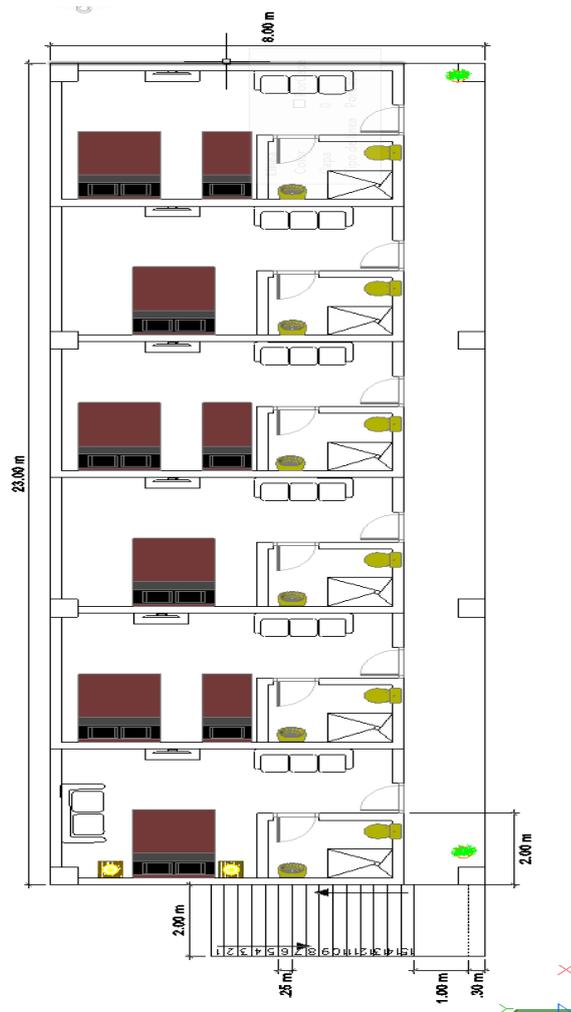


Figura 4.29: Plano arquitectónico de edificación vertical de hormigón y madera.

Fuente: Autores.

4.3.2. Análisis Estructural

El presente proyecto “*Diseño de un paradero con fines turísticos basado en un diseño sustentable en Puerto Engabao*”, tendrá un diseño estructural que será basado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015).

4.3.3. Cálculo de Cargas

Para el diseño de las diferentes estructuras se tomarán en cuenta las cargas vivas y muertas, que son las cargas gravitacional, de igual manera las cargas sísmicas serán consideradas para el pre-diseño, diseño y modelado de la estructura.

Cargas gravitacionales

Carga Muerta

Para la carga muerta que se considerará en la estructura, se tomarán en cuenta las diferentes consideraciones:

Para la losa tendrá una altura de 30 cm, basándose el cálculo en la tabla 9.5 del ACI-318, también se empleará una viga secundaria para disminuir la luz de la viga al estimar la altura de la losa, dicha luz será de 7 metros.

$$h = \frac{7}{24} \approx 0,3 \text{ m}$$

Para una losa de altura de 0,3 m se tendrá que la carga muerta es de 240 Kg/m²

Para las vigas y columnas se estimará una carga muerta de 350 Kg/m²

Para las vigas en la cubierta tendrá un peso de 200 Kg/m²

La cubierta tendrá un peso de 50 Kg/m²

Con un área total de 184 m²

Tabla XLIII: Carga muerta de diseño

Nivel	Elemento	Peso (Kg/m ²)
Piso	Losa	240
	Vigas y columnas	350
	Pared	150
Cubierta	Viga	200
	Armadura	50

Para la alternativa de la edificación horizontal de hormigón, se considerará la carga de cubierta.

Carga Viva

Para la estimación de la carga viva se tomó el dato de la Tabla 9: *Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas, L_0 , y concentradas P_0* , de la NEC del Capítulo 1: *Cargas No Sísmicas*, en la que se considera una ocupación de la estructura del tipo Residencia: Hotel y se tomó el dato de las habitaciones.

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Hospitales		
Sala de quirófanos, laboratorios	2.90	4.50
Sala de pacientes	2.00	4.50
Corredores en pisos superiores a la planta baja	4.00	4.50
Instituciones penales		
Celdas	2.00	
Corredores	4.80	
Pasamanos, guardavías y agarraderas de seguridad	Véase sección 4.5 ASCE/SEI 7-10	
Pasarelas y plataformas elevadas (excepto rutas de escape)	3.00	
Pacios y terrazas peatonales	4.80	
Pisos para cuarto de máquinas de elevadores (áreas de 2600 mm²)		1.40
Residencias		
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00	
Hoteles y residencias multifamiliares	2.00	
Habitaciones	2.00	
Sobrecargas de uso público y sus variantes	4.80	

Figura 4.30: Tabla de Sobrecargas uniformemente distribuidas.

Fuente: NEC CAP. 1

4.3.4. Cargas Sísmicas

Para poder calcular las cargas sísmicas, se hallará el espectro de respuesta elástico de aceleraciones (S_a), que está expresado en función de la gravedad.

Espectro de respuesta sísmica

El riesgo sísmico será muy importante considerar al momento de diseñar una edificación, por lo que un diseño sismo-resistente tiene que realizarse para poder reducir alguna vulnerabilidad en las construcciones. Para el diseño sismo-resistente se ha tomado en cuenta y basado en las normas, fórmulas y especificaciones del Capítulo 2: Peligro Sísmico de la NEC.

El proyecto se realizará en Puerto Engabao, que se encuentra en la Provincia del Guayas, para este lugar se debe de tomar un valor **Z**, que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, por lo que según el mapa **Z** será de 0.40, que se encuentra en una zona sísmica V, siendo un lugar con una caracterización de peligro sísmico alto; el valor fue obtenido de la Tabla 1: *Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada*, del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

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

Figura 4.31: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.
Fuente: Capítulo 2: Peligro Sísmico de la NEC.

El tipo de perfil de suelo en donde se realizará el proyecto será considerado como Tipo C, debido a observaciones realizadas en sitio, teniendo una velocidad

estimada (V_s) de $400 \frac{m}{s}$; estos datos son de la Tabla 2: *Clasificación de los perfiles de suelo*, del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$

Figura 4.32: Tabla de velocidad de roca.
Fuente: Capítulo 2: Peligro Sísmico de la NEC.

El valor del coeficiente de amplificación del suelo en la zona de período corto (F_a) es de 1.2 para la zona V y tipo de perfil del subsuelo C; este dato es de la Tabla 3: *Tipo de suelo y Factores de sitio F_a* , del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Figura 4.33: Tabla de factores de sitio F_a .
Fuente: Capítulo 2: Peligro Sísmico de la NEC.

El valor del coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos en roca (F_d) es de 1.11 para la zona V y tipo de perfil del subsuelo C; este dato es de la Tabla 4: *Tipo de suelo y Factores de sitio F_d* , del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

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

Figura 4.34: Tabla de Factores de sitio F_d .
Fuente: Capítulo 2: Peligro Sísmico de la NEC.

El valor del coeficiente del comportamiento no lineal de los suelos (F_s) es de 1.11 para la zona V y tipo de perfil del subsuelo C; este dato es de la Tabla 5: *Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s* , del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

Siendo la relación entre la aceleración espectral (η) = 1.80 para la provincia de la Costa y el factor usado en el espectro de diseño elástico (r) para el tipo de suelo C, que es donde se encuentra la edificación.

El valor del factor de importancia (I) es 1, que entra en la categoría de otras estructuras; este dato es de la Tabla 6: *Tipo de uso, destino e importancia de la estructura*, del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

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

Tabla 6: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

Figura 4.35: Tabla de factor de importancia.
Fuente: Capítulo 2: Peligro Sísmico de la NEC

El coeficiente de regularidad en planta $\phi_p = 1$, debido a la fórmula $\phi_p = \phi_{PA} * \phi_{PB}$.

El factor de reducción de resistencia (R) es 8; este dato es de la Tabla 15:

Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles, del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

La siguiente figura muestra las fórmulas usadas para graficar los espectros de respuestas; corresponde a la figura 3: *Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño*, del Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

4.3.5. Periodo de vibración (T)

El periodo de vibración o periodo fundamental de una estructura es el mayor tiempo que transcurre dentro un movimiento ondulatorio, cuando experimenta una vibración no forzada.

El periodo de vibración de la estructura se ha determinado usando el método 1 descrito en la NEC-2015 Capítulo 2: *Peligro Sísmico*. Se considera una altura de la edificación de 5,5 metros; mientras que los parámetros usados en dicho método están tabulados en la misma sección.

$$T = C_t h_n^\alpha$$

En donde

C_t es un coeficiente que depende del tipo de edificio

h_n es la altura máxima de la edificación, medida desde la base de la estructura en (m).

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

Figura 4.36: Tabla de coeficientes para estimar el periodo.
Fuente: Capítulo 2: *Peligro Sísmico* de la NEC.

$$T = 0,255 \text{ s}$$

4.3.6. Peso Sísmico (W)

Para la determinación del peso sísmico para la alternativa vertical se considerará que:

Para la losa se consideró una altura de 30 cm, basándose el cálculo en la tabla 9.5 del ACI-318, se empleara una viga secundaria para disminuir la luz de la viga para estimar la altura de la losa, dicha luz será de 7 metros.

$$h = \frac{7}{24} \approx 0,3 \text{ m}$$

Para una losa de altura de 0,3 m, la carga muerta es de 240 Kg/m²

Para las vigas y columnas se estima una carga muerta de 350 Kg/m²

Con un área total de 184 m²

Para las vigas en la cubierta tenemos un peso de 200 Kg/m²

Mientras que para la cubierta existe un peso de 50 Kg/m²

Para esta alternativa se considerara un peso de pared de 100 Kg/m². Por lo tanto la carga debida al peso de los elementos es:

Por lo tanto el peso sísmico de la estructura de esta alternativa es:

$$W_{piso} = (240 + 100 + 350) \times (184) = 126960 \text{ Kg}$$

$$W_{cubierta} = (200 + 50) \times (184) = 46000 \text{ Kg}$$

El peso sísmico total de la estructura será

$$W = 126960 + 46000 = 172960 \text{ Kg}$$

4.3.7. Cortante basal (V)

El cortante basal es la fuerza sísmica total en la base de la edificación que se podrían experimentar.

A partir del espectro elástico se tiene que para un periodo de $T = 0,255 \text{ S}$ existe una aceleración de $S_a = 0,864 \text{ g}$; y de la NEC-2015 Capítulo 2: *Peligro Sísmico*, tenemos los siguientes parámetros:

$$I = 1$$

$$\phi_P = \phi_E = 1$$

$$R = 8$$

$$V = \frac{1 \times 0,864 \times 172960}{8 \times 1 \times 1} = 18680 \text{ Kg}$$

Al ser una estructura que en ambas direcciones se ha diseñado como un pórtico de hormigón armado resistente a momentos, el cortante basal es igual en ambas direcciones “X” y “Y”.

4.3.8. Distribución de fuerza vertical

La distribución vertical de las fuerzas sísmicas que actúan en el edificio, se lo realizará con el fin de obtener las fuerzas que actuarán en las vigas para el pre-diseño y también para ingresar dichas fuerzas en el modelado de la estructura en programa Sap2000.

Se realizará este análisis para las alternativa 3, para la alternativa 2 como las cargas de la cubierta son similares a las de la alternativa 3, se adoptarán dichos valores para la distribución vertical.

Para hallar la distribución de fuerzas, se utilizará la siguiente fórmula:

$$V = \sum_{i=1}^n F_t$$

$$V_X = \sum_{i=x}^n F_t$$

$$F_X = \frac{w_X h_X^k}{\sum_{i=1}^n w_t h_t^k} V$$

En donde K, se tomará de:

Tabla XLIV: Coeficiente K para diferentes intervalos de periodo

$T \leq 0,5s$	$K = 1,0$
$0,5s < T \leq 2,5s$	$K = 0,75 + 0,50T$
$T > 2,5 s$	$K = 2,0$

Debido a las cargas aplicadas calculadas anteriormente, la alternativa 3 cuenta un peso sísmico de 18,68 Ton. El periodo de la estructura es de 0,864 segundos

Eje x

La dirección x la estructura cuenta con cuatro ejes, cada eje cuenta con un área de 56 m².

Cargas de cada piso por eje

$$w_{piso} = A * w_D = 56 * 0,69 = 38,64 \text{ Ton}$$

$$w_{cubierta} = A * w_D = 56 * 0,25 = 14 \text{ Ton}$$

Coeficiente K

$$K = 0,75 + 0,5 T = 0,75 + 0,5 * 0,864 = 1,182$$

Fuerza sísmica por eje

$$V_x = \frac{V_t}{\#ejes} = \frac{18,68}{2} = 4,67 \text{ Ton}$$

En la siguiente tabla se muestra la distribución de la fuerza sísmica

Tabla XLV: Tabla de distribución de fuerza vertical, eje x

Nivel	h _i (m)	h _x (m)	w _x (m)	w _x (h _x)K	C _v	F _x (ton)	V _x (ton)
2	2,4	4,8	14,00	89,4	0,45	2,11	2,11
1	2,4	2,4	38,64	108,8	0,55	2,56	4,67

198,2

Eje X

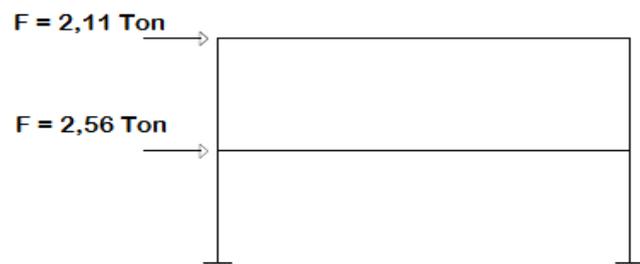


Figura 4.37: Distribución de fuerza vertical, eje x.

Fuente: Autores.

Eje y

La dirección x la estructura cuenta con dos ejes, cada eje cuenta con un área de 84 m^2 .

Cargas de cada piso por eje

$$w_{\text{piso}} = A * w_D = 84 * 0,69 = 57,96 \text{ Ton}$$

$$w_{\text{cubierta}} = A * w_D = 84 * 0,25 = 21 \text{ Ton}$$

Coefficiente K

$$K = 0,75 + 0,5 T = 0,75 + 0,5 * 0,864 = 1,182$$

Fuerza sísmica por eje

$$V_x = \frac{V_t}{\#_{\text{ejes}}} = \frac{18,68}{2} = 9,34 \text{ Ton}$$

En la siguiente tabla se muestra la distribución de la fuerza sísmica

Tabla XLVI: Tabla de distribución de fuerza vertical, eje y

Nivel	hi (m)	hx (m)	wx (m)	wx(hx)K	Cv	Fx (ton)	Vx (ton)
2	2,4	4,8	21,00	134,1	0,45	4,21	4,21
1	2,4	2,4	57,96	163,1	0,55	5,13	9,34

297,2

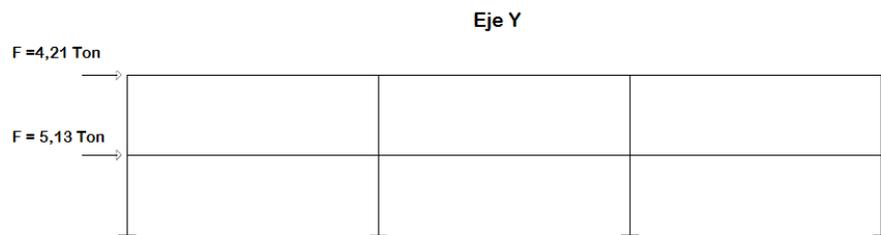


Figura 4.38: Distribución de fuerza vertical, eje y.

Fuente: Autores.

4.3.9. Método del portal para reacciones hiperestáticas

Por medio del método del portal se obtuvieron las reacciones hiperestáticas en los elementos estructurales. Se procedió a realizar un análisis de equilibrio de fuerzas en los nodos viga-columna.

Alternativa 3

Eje x

Tabla XLVII: Tabla de análisis método del portal, eje x

Nivel	Columna	Viga		Columna
	Fuerza Axial (Ton)	Fuerza Axial (Ton)	Fuerza Cortante (Ton)	Fuerza Axial (Ton)
Cubierta	0,32	1,06	0,32	0,32
Piso	1,34	1,26	1,02	1,34

Eje y

Tabla XLVIII: Tabla de análisis método del portal, eje y

Nivel		Cubierta	Piso
Columna	Fuerza Axial (Ton)	0,24	1,01
Viga	Fuerza Axial (Ton)	3,51	4,27
	Fuerza Cortante (Ton)	0,24	0,77
Columna	Fuerza Axial (Ton)	0	0
Viga	Fuerza Axial (Ton)	2,11	2,56
	Fuerza Cortante (Ton)	0,24	0,77
Columna	Fuerza Axial (Ton)	0	0
Viga	Fuerza Axial (Ton)	0,71	0,85
	Fuerza Cortante (Ton)	0,24	0,77
Columna	Fuerza Axial (Ton)	0,24	1,01

4.3.10. Combinaciones de Carga

Las combinaciones de Carga que se usarán, son las que se encuentran en la NEC 2015 en el Capítulo 1: *Cargas No Sísmicas*, lo que asegurará que el diseño cumpla con los requerimientos de resistencia, las combinaciones son:

Tabla XLIX: Combinaciones de carga

Combinación 1	1,4 D
Combinación 2	1,2 D + 1,6 L + 0,5 máx. (Le; S; R)
Combinación 3	1,2 D + 1,6 max (Le; S; R) + max (L; 0,5W)
Combinación 4	1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 max (Le; S; R)
Combinación 5	1,2 D + 1,0 E + L + 0,2 S
Combinación 6	0,9 D + 1,0 W
Combinación 7	0,9 D + 1,0 E

Las combinaciones de carga en donde se tomen en cuenta las cargas de granizo o viento, no se las considerará. Para las combinaciones donde se encuentre la carga sísmica, se tomará en cuenta un valor positivo y otro negativo, esto debido a que el sismo puede actuar en ambas direcciones.

4.3.11. Pre diseño estructural

Para el Pre-diseño estructural de las estructuras de hormigón armado, se tomará en cuenta las consideraciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), para garantizar un pre-dimensionamiento de los elementos estructurales adecuado y seguro.

Pre diseño de vigas

Para el pre-dimensionamiento de las vigas, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

Tabla L: Datos de pre diseño de vigas

f_c	280 kg/cm ²
f_y	4200 kg/cm ²
L_n	7,40 m para el eje x; 7,00 m para el eje y
W_d	0,69 Ton/m ² para piso 0,25 Ton/m ² para cubierta
W_l	0,20 Ton/m ² para piso 0,07 Ton/m ² para cubierta

Se calculará el momento flector y fuerza cortante debido a las cargas muertas, vivas y sísmicas.

$$q_{D, \text{ piso}} = w_{D, \text{ piso}} * l_n$$

$$q_{L, \text{ piso}} = w_{L, \text{ piso}} l_n$$

Se emplearán los coeficientes de la tabla 6.5.4 ACI 3-18-14 y se realizará el análisis para el caso más crítico.

Tabla LI: Tabla de ecuaciones para fuerza cortante y momento flector

Fuerzas Cortantes	Momento Flector
$V_D = \frac{1,15 l_n q_{D, \text{ piso}}}{2}$	$M_D = \frac{l_n^2 q_{D, \text{ piso}}}{9}$
$V_L = \frac{1,15 l_n q_{L, \text{ piso}}}{2}$	$M_L = \frac{l_n^2 q_{L, \text{ piso}}}{9}$
V_E	$M_E = \frac{l V_E}{2}$

Mayoración de las cargas

Para determinar los Momentos Últimos (M_u) y Cortantes Últimos (V_u), se usarán las siguientes combinaciones:

Tabla LII: Combinaciones de carga para fuerza cortante y momento flector

Cortantes Últimos (V_u)	Momentos Últimos (M_u)
$V_u = 1,4V_D$	$M_u = 1,4M_D$
$V_u = 1,2V_D + 1,6V_L$	$M_u = 1,2M_D + 1,6M_L$
$V_u = 1,2V_D + 0,5V_L + V_E$	$M_u = 1,2M_D + 0,5M_L + M_E$

De cada combinación se escogerá la mayor para realizar los cálculos siguientes.

Verificación de la cuantía

Para la revisión de la cuantía se calcularán 3 valores, de los cuales 2 son cuantías mínimas y la otra cuantía será la balanceada, la cuantía que se tome de diseño deberá estar entre estos valores.

Tabla LIII: Formulas para cuantía de refuerzo

Cuantía Balanceada	Cuantía Mínima
$\rho_t = \frac{0,319 \beta_c f_c'}{f_y}$	$\rho_{min} = \frac{0,8 \sqrt{f_c'}}{f_y}$
	$\rho_{min} = \frac{14}{f_y}$

$$0,333\% \leq \rho \leq 1,81\%$$

$$R_n = \rho f_y \left(1 - \frac{0,5 \rho f_y}{0,85 f_c'} \right)$$

Según el diseño sismo resistente el ancho mínimo para una viga es de 25 cm.

Se calcula el peralte y la altura y se asume un recubrimiento.

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{\phi R_n b}}$$

$$h = d + \text{recubrimiento}$$

Revisión de cortante

Se revisará si la viga calculada cumple el diseño por cortante.

$$V_c = 0,53 b d \sqrt{f_c'}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s,max} = 2,2 b d \sqrt{f_c'}$$

$$V_s \leq V_{s,max} \Rightarrow \text{Si cumple}$$

Para todas las vigas se realizó el mismo procedimiento, teniendo los siguientes resultados:

Tabla LIV: Dimensiones de pre diseño de vigas

Vigas	Dimensiones Alternativa 3
Viga Eje X de Cubierta	30x45 cm
Viga Eje X de Piso	30x70 cm
Viga Eje Y de Cubierta	30x45 cm
Viga Eje Y de Piso	30x70 cm
Viga Eje Y Secundaria	30x60 cm

Pre diseño de columnas

Para el pre-dimensionamiento de las columnas, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

Tabla LV: Datos de pre diseño de columnas

f_c	280 kg/cm ²
f_y	4200 kg/cm ²
A_t	14m ² para la columna esquinera; 28 m ² para la columna de borde
α	0,2 para la columna esquinera; 0.28 para la columna de borde

Reducción de la carga viva

Se procede a una reducción de la carga viva, según indicaciones de la NEC, en donde se toma el valor de $k_{LL} = 4$, debido a que se pre-dimensionará columnas;

dato de la Tabla 2: *Factor de sobrecarga del elemento de soporte k_{LL}* , del Capítulo 1: *Cargas No Sísmicas*, de la NEC.

Elemento	K_{LL}^a
Columnas	
Columnas interiores	4
Columnas exteriores sin losas en volado	4
Columnas de borde con losas en volado	3
Columnas esquineras con losas en volado	2
Vigas de borde sin losas en volado	2
Vigas interiores	2
Todos los demás elementos no identificados incluyendo:	
Vigas de borde con losas en volado	
Vigas en volado	
Losas en una dirección	1
Losas en dos direcciones	
Elementos que no tengan mecanismos de transferencia de cortante normal a la dirección de la luz	

Figura 4.39: Factor de reducción de carga viva.
Fuente: Capítulo 1: Cargas No Sísmicas, de la NEC.

Para calcular la nueva carga viva se toma la siguiente fórmula:

$$L = 0,25 \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{k_{LL}A}} \right)$$

Carga axial debido a la Carga Muerta y Viva

$$P_D = (w_{piso} + w_{cubier}) \times A$$

$$P_L = (w_{piso} + w_{cubier}) \times A$$

Mayoración de cargas

Se tomarán las Combinaciones de Carga 1 y 2 y se escogerá la mayor entre estas; estas combinaciones para el diseño por última resistencia son tomadas del Capítulo 1: Cargas No Sísmicas, de la NEC.

$$P_u = 1,4P_D$$

$$P_u = 1,2P_D + 1,6P_L$$

Cálculo de la sección de la columna

Se toma el valor de α para el tipo de columna que se está pre-dimensionando y se calcula el área que requiere la columna.

$$A_c = \frac{P_u}{\alpha \phi f'_c}$$

Usando una sección cuadrada tenemos que el ancho de la columna es:

$$b = \sqrt{A_c}$$

Según el criterio sismo-resistente, la mínima dimensión de una columna es de 30 cm.

Tabla LVI: Dimensiones de pre diseño de columnas

Columna	Dimensión Calculada	Dimensión Asumida Alternativa 3
Cubierta Esquinera	20 x 20 cm	30x30 cm
Cubierta de Borde	12x12 cm	30x30 cm
Piso Esquinera	10x10 cm	30x30 cm
Piso de Borde	24x24cm	30x30 cm

4.3.12. Modelo Estructural Programa SAP 2000

Para el modelado estructural de las alternativas del proyecto, se usará el programa SAP 2000, en el que se considerará lo siguiente:

- Las cargas gravitacionales (carga viva y muerta) se las asignarán a las vigas cargadoras, que son las que se encuentran en la dirección "X", serán cargas uniformemente distribuidas, se consideró un ancho de influencia

de 3,50 m. para las cargas muertas se tendrá en consideración el peso de la losa.

- Las cargas sísmicas se las ubicarán en el centro de gravedad de cada piso como cargas puntuales. Cuando se modelen las cargas, se considerará un 30% de la fuerza que actúa en la otra dirección.
- Se asignarán materiales como el hormigón con una resistencia a la compresión de 350 kg/cm^2 , un peso volumétrico de 2400 kg/cm^3 .
- Para el acero de refuerzo de la estructura se considerará un esfuerzo de fluencia de 4200 kg/cm^2 .
- Se considerará que el programa calcule el peso propio de los elementos estructurales, por lo que se ingresará un valor "1" al definir las cargas.
- En el piso de las edificaciones se asignarán los diafragmas, para que la estructura actúe en conjunto y exista el mismo desplazamiento lateral en los nudos.

Capturas de SAP2000

En la viga de cubierta del eje 4 se presentan los momentos flectores más críticos, en la dirección del eje X.

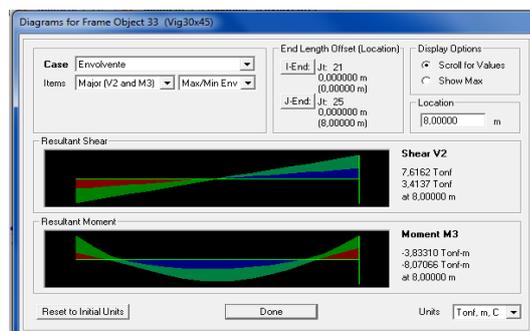


Figura 4.40: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga A-B eje 3.

Fuente: Autores.

En la viga del eje B se presentan los momentos flectores más críticos, en la dirección del eje Y para los vanos exteriores e interiores

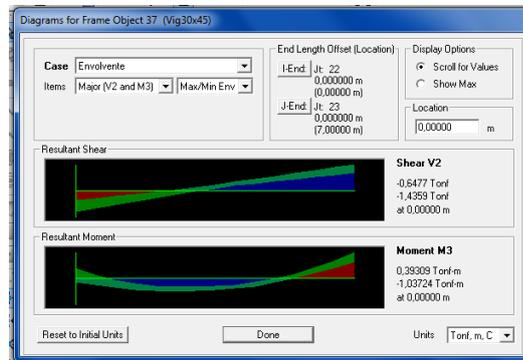


Figura 4.41: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga 1-2 eje B.

Fuente: Autores.

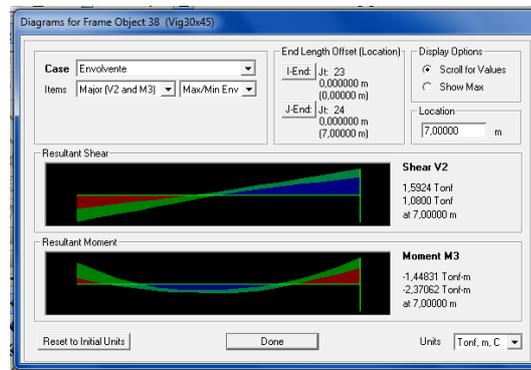


Figura 4.42: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga 2-3 eje B.

Fuente: Autores.

En la viga de piso del eje 2 se presentan los momentos flectores más críticos, en la dirección del eje X

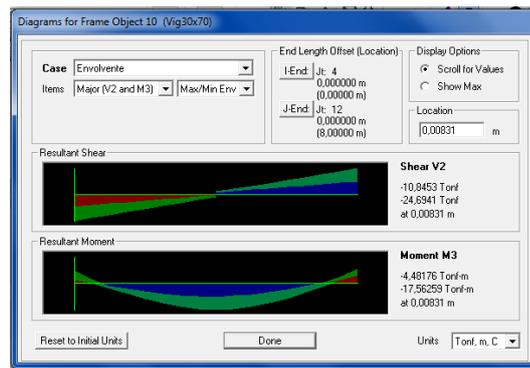


Figura 4.43: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga A-B eje 2.
Fuente: Autores.

En la viga del eje B se presentan los momentos flectores más críticos, en la dirección del eje Y para los vanos exteriores e interiores

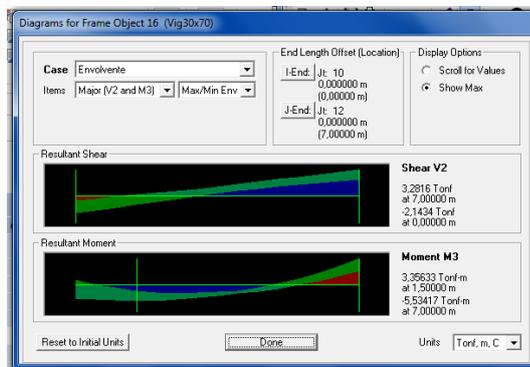


Figura 4.44: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga 1-2 eje B.
Fuente: Autores.

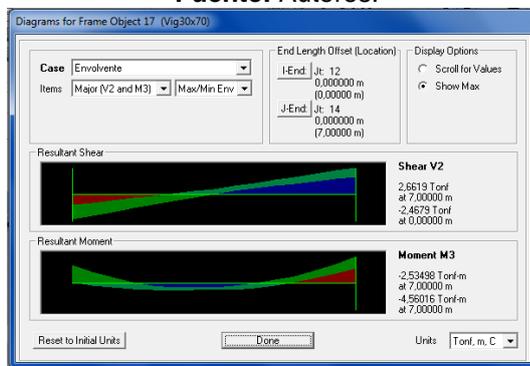


Figura 4.45: Diagrama de momento flector de la envolvente de las combinaciones correspondientes a la viga 2-3 eje B.
Fuente: Autores.

En la viga secundaria de piso se presentan los momentos flectores más críticos, en la dirección del eje Y para los vanos exteriores e interiores

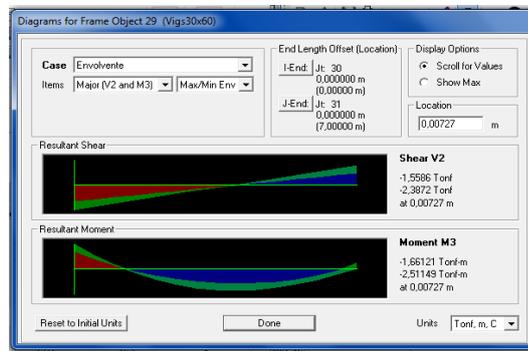


Figura 4.46: Diagrama de momento flector de la envoltente de las combinaciones correspondientes a la viga secundaria del vano exterior.

Fuente: Autores.

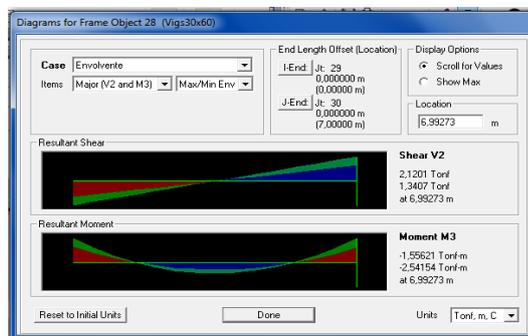


Figura 4.47: Diagrama de momento flector de la envoltente de las combinaciones correspondientes a la viga secundaria del vano interior.

Fuente: Autores.

Para el diseño de las columnas se tomó la columna con la carga más crítica

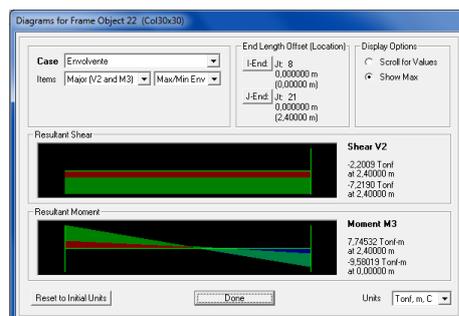


Figura 4.48: Diagrama de momento flector de la columna de cubierta del eje Y.

Fuente: Autores.

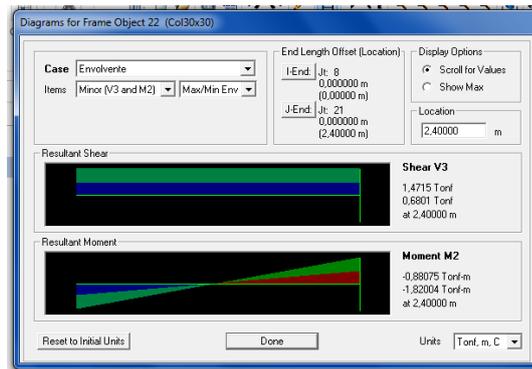


Figura 4.49: Diagrama de momento flector de la columna de cubierta del eje x.
Fuente: Autores.

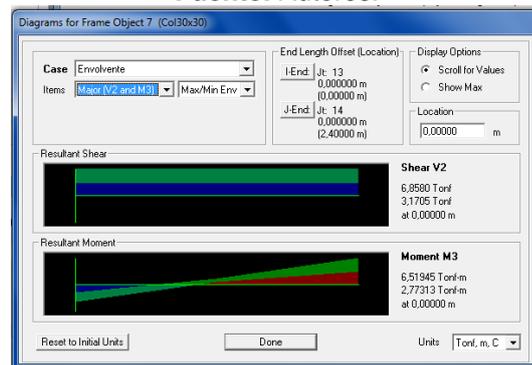


Figura 4.50: Diagrama de momento flector de la columna de cubierta del eje x.
Fuente: Autores.

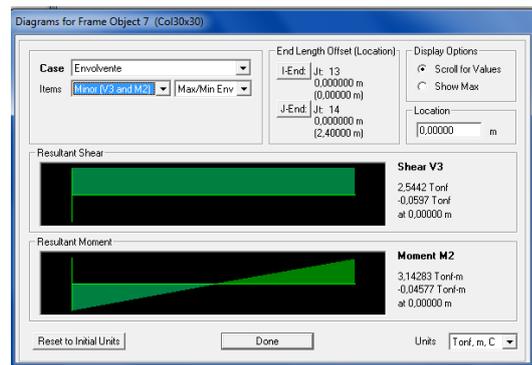


Figura 4.51: Diagrama de momento flector de la columna de cubierta del eje x.
Fuente: Autores.

4.3.13. Derivas

La verificación de las derivas se realizará en base a las secciones 4.2.2 y 6.1.6 del NEC 2011, en las cuales estipulan los límites permisibles de las derivas de piso y de los factores de reducción de los elementos para determinar las derivas de piso respectivamente.

Estructuras de:	Δ_M máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Figura 4.52: Valores máximos para verificar las derivas.
Fuente: NEC.

Para el cálculo de las derivas los factores de reducción para el cálculo de las rigideces de los elementos estructurales son:

Vigas: $0,5 I_g$

Columnas $0,8 I_g$

Del modelado de las estructuras en el programa SAP2000, se obtuvieron los desplazamientos para determinar las derivas y compara con las máximas

Tabla LVII: Comprobación de derivas

Alternativa Hormigón y Madera (Vertical)						
Piso	Deformación x (cm)	Deformación y (cm)	Altura entre piso (cm)	Deriva de piso x	Deriva de piso y	Deriva permisible
1	0,2361	0,2033	240	0,0009 8	0,0008 5	0,02
2	0,4331	0,39	240	0,0008 2	0,0007 8	0,02

4.3.14. Diseño estructural

Para el Diseño Estructural, se tomará en cuenta las consideraciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). A partir del pre-dimensionamiento que se

realizó y del modelado de la estructura en el programa SAP 2000, se realizarán los diferentes diseños y armados para las estructuras.

Diseño de losa

El diseño de la losa será el de una losa nervada y en una sola dirección, en la dirección "X".

Sección de Losa Nervada

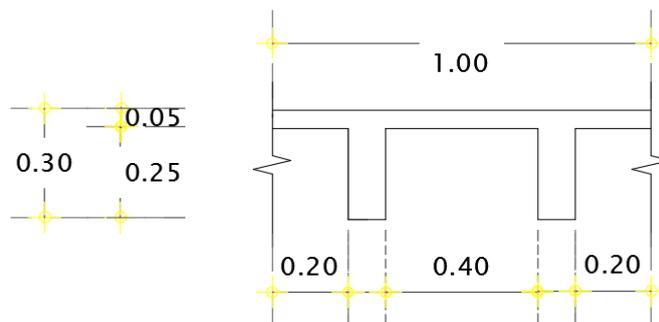


Figura 4.53: Sección transversal de losa aligerada.
Fuente: Autores.

Cálculo de Carga muerta Uniformemente repartida

$$w_{\text{Loseta}} = e * \rho_H \quad (4.109)$$

$$w_{\text{nervio}} = \frac{(b_{\text{nervio}} * h_{\text{nervio}}) \rho_H}{\text{Ancho}} \quad (4.110)$$

$$q_{\text{Loseta}} = w_{\text{Loseta}} * b \quad (4.111)$$

$$q_{\text{nervio}} = w_{\text{nervio}} * b \quad (4.112)$$

$$q_d = q_{\text{Loseta}} + q_{\text{nervio}} \quad (4.113)$$

La carga viva será la misma que se utilizó para el modelado de la estructura

Cálculo de momento flector y fuerza cortante debido a la carga muerta y viva

Para determinar los momentos y fuerza cortante de la carga muerta y viva se emplearán los coeficientes del ACI 318-2011

Mayoración de cargas

Tabla LVIII: Combinaciones de carga

M_u	V_u
$1,4M_D$	$1,4V_D$
$1,2M_D + 1,6M_L$	$1,2V_D + 1,6V_L$

Peralte efectivo asumido

$$d_{asumido} = h - recub - \phi_{asumido} \quad (4.114)$$

El cálculo de área de acero se realizará para los nervios de losa, al igual que para la malla por temperatura que se debe colocar en la losa. El modelado de la losa será como una viga continua, que tendrá las cargas uniformemente distribuidas.

Diseño a flexión

El cálculo de área de acero para flexión se realizara por medio de:

Determinación del refuerzo requerido a flexión

Área de acero requerida

$$A_s = \frac{M_u}{\phi j d f_y} = \frac{M_u}{0,9 * 0,9 * d * 4200} = \frac{M_u}{3,4 d}$$

$$\phi = 0,9, J = 0,9$$

Revisión de cuantía

$$\rho_{min} = \frac{14}{f_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{0,8\sqrt{f'c}}{f_y}$$

Diseño a cortante

Determinación de V_c

La resistencia al cortante que proporciona el hormigón a la viga es:

$$V_c = 0,53 b d \sqrt{f'c}$$

En donde V_c sea mayor que V_u , entonces se adoptará el refuerzo para cortante

Refuerzo por Temperatura

Se emplearán barras corrugadas grado 420, por lo que existirá un refuerzo mínimo de 0,0018. El diámetro de las varillas de refuerzo serán de 1 cm.

Diseño de vigas

Para el diseño de las vigas, se necesitan los datos del pre-diseño que se realizó anteriormente, como la altura y la base de la viga. Se necesita saber la luz entre centro de columnas para los dos ejes que se diseñarán, para el diseño de la viga, se tendrán las siguientes consideraciones:

Tabla LIX: Datos de diseño

f_c	3500 kg/cm ²
f_y	4200 kg/cm ²
Recubrimiento	4 cm

Revisión de sección

$$P_u < \frac{A_g f'c}{10} = 0$$

$$b_w = \text{Base de Viga} > 25 \text{ cm}$$

$$b_w = \text{Base de Viga} > 0,3h$$

Determinación del refuerzo requerido a flexión

Área de acero requerido

$$A_s = \frac{M_u}{\phi j d f_y} = \frac{M_u}{0,9 * 0,9 * d * 4200} = \frac{M_u}{3,4 d}$$

Revisión de cuantía

$$\rho_{min} = \frac{14}{f_y} = \frac{14}{4200} = 0,33\%$$

$$\rho_{min} = \frac{0,8\sqrt{f'_c}}{f_y} = \frac{0,8\sqrt{350}}{4200} = 0,35\%$$

Del Programa SAP 2000, se tomaron los Momentos últimos de cada apoyo en cada vano de la viga. Para calcular el momento nominal se usó la siguiente fórmula:

$$\phi Mn = 0,9 f'_c * b * d^2 * w(1 - 0,59w)$$

$$w = \rho \frac{f_y}{f'_c}$$

La siguiente tabla muestra el cálculo realizado para las vigas para las que se realizó el diseño de acero requerido por flexión.

Tabla LX: Tabla de resultado de diseño a flexión, eje x

Pórtico X									
			Mu (Ton.m)	Acero (cm)	As (cm ²)	ØMn (Ton.m)	ØMn>Mu	M+ > 0.5M-	Mcontinuo> Mmax/4
Viga Cubierta	Apoyo Externo	M-	8,07	4 Ø 1,4	4,5	8,76	Ok		
		M+	3,83	3 Ø 1,4	4,5	6,64	Ok	Ok	Ok
	Centro del vano		7,2	3 Ø 1,4	6,8	8,76	Ok		Ok
	Apoyo interior	M-	8,07	3 Ø 1,4	5,7	8,76	Ok		
		M+	3,83	3 Ø 1,4	4,5	6,64	Ok	Ok	Ok

Tabla LXI: Tabla de resultado de diseño a flexión, eje y

Pórtico Y									
			Mu (Ton.m)	Acero (cm)	As (cm ²)	ØMn (Ton.m)	ØMn>Mu	M+ > 0.5M-	Mcontinuo> Mmax/4
Viga Exterior Cubierta	Apoyo Externo	M-	1,04	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok		
		M+	0,4	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok	Ok	Ok
	Centro del vano		1,33	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok		Ok
	Apoyo interior	M-	2,67	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok		
		M+	1,6	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok	Ok	Ok
	Viga Interior Cubierta	Apoyo Externo	M-	2,67	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok	
M+			1,6	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok	Ok	Ok
Centro del vano			0,84	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok		Ok
Apoyo interior		M-	2,37	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok		
		M+	1,43	4 Ø 1,2	4,5	6,52	Ok	Ok	Ok

Vigas de piso

Tabla LXII: Tabla de resultado de diseño a flexión, eje x

Pórtico X									
			Mu (Ton.m)	Acero (cm)	As (cm ²)	ØMn (Ton.m)	ØMn>Mu	M+ > 0.5M-	Mcontinuo> Mmax/4
Viga Piso	Apoyo Externo	M-	8,12	4 Ø 1,6	8	18,82	Ok		
		M+	2,07	4 Ø 1,6	8	18,82	Ok	Ok	Ok
	Centro del vano		16,35	4 Ø 1,6	19,6	44,22	Ok		Ok
	Apoyo interior	M-	8,9	5 Ø 1,6	10,1	23,38	Ok		
		M+	4,56	5 Ø 1,6	10,1	23,38	Ok	Ok	Ok

Tabla LXIII: Tabla de resultado de diseño a flexión, eje y

		Pórtico Y							
			Mu (Ton.m)	Acero (cm)	As (cm ²)	ØMn (Ton.m)	ØMn>Mu	M+ > 0.5M-	Mcontinuo> Mmax/4
Viga Exterior Piso	Apoyo Externo	M-	1,02	5 Ø 1,4	7,7	6,52	Ok		
		M+	0,7	5 Ø 1,4	7,7	6,52	Ok	Ok	Ok
	Centro del vano		3,32	5 Ø 1,4	7,7	6,52	Ok		Ok
	Apoyo interior	M-	5,53	5 Ø 1,4	7,7	6,52	Ok		
M+		2,89	5 Ø 1,4	7,7	6,52	Ok	Ok	Ok	
Viga Interior Piso	Apoyo Externo	M-	5,53	5 Ø 1,4	7,7	6,52	Ok		
		M+	2,89	5 Ø 1,4	7,7	6,52	Ok	Ok	Ok
	Centro del vano		1,24	5 Ø 1,4	7,7	6,52	Ok		Ok
	Apoyo interior	M-	4,56	5 Ø 1,4	7,7	6,52	Ok		
M+		2,54	5 Ø 1,4	7,7	6,52	Ok	Ok	Ok	

Cálculo de longitud requerida de anclaje del refuerzo a flexión

Refuerzo superior e inferior para un $\Phi = 1,2$ cm

Para la longitud de desarrollo de los ganchos se escogerá el máximo valor de entre

$$l_{dh} = \frac{f_y d_b}{17,2\sqrt{f'_c}}, \quad l_{dh} = 8 d_b \quad \text{o} \quad l_{dh} = 15 \text{ cm.}$$

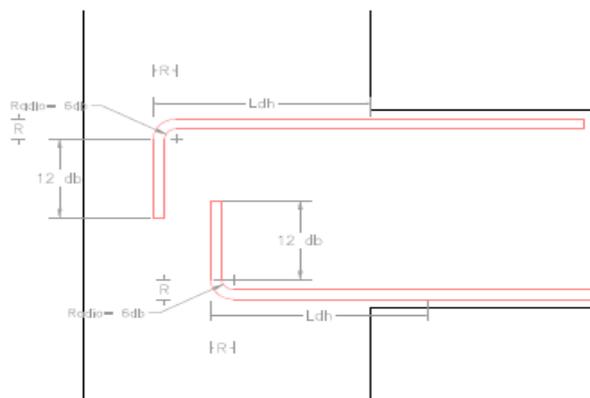


Figura 4.54: Dimensiones de las varillas en la zona de anclaje.

Fuente: Autores.

Detalle de refuerzo zona de anclaje

Tabla LXIV: Tabla de resultado de zona anclaje

Eje	Refuerzo	Longitud de desarrollo (cm)	Radio de giro (cm)	Longitud de anclaje (cm)
X, Y	Superior	20	5	15
	Inferior	20	5	15
X (Piso)	Superior	20	10	15
	Inferior	20	10	15
Y (Piso)	Superior	20	5	15
	Inferior	20	5	15

Determinación del refuerzo requerido al cortante

Cálculo de Momentos M_{pr}

Sismo de izquierda a derecha y Sismo de derecha izquierda

$$a^- = \frac{A_s (1,25 f_y)}{0,85 f' c b}$$

$$M_{pr}^- = A_s (1,25 f_y) \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$a^+ = \frac{A_s (1,25 f_y)}{0,85 f' c b}$$

$$M_{pr}^+ = A_s (1,25 f_y) \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Cálculo de fuerzas cortantes de diseño

Tabla LXV: Tabla de fórmulas, cálculo de fuerzas cortantes

Carga gravitacionales	$V_g = w_g \frac{l}{2}$
Carga debido al sismo	$V_{EQ} = \frac{M_{pr}^- + M_{pr}^+}{l}$
Cortante Gravitacional + Sismo	$V_e = V_u = V_g - V_{EQ}$ $V_e = V_u = V_g + V_{EQ}$

Determinación de V_s

Se considera que $V_c > 0$, para el diseño sismo-resistente; esto según ACI 318 -11

Sección 21, debido a que no se cumplen las siguientes condiciones:

$$P_u < \frac{A_g f'_c}{20}$$

$$\frac{V_u}{2} < V_g$$

La resistencia a la fuerza cortante del concreto es:

$$V_c = 0,53 b d \sqrt{f'_c}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s,max} = 2,2 b d \sqrt{f'_c}$$

$$V_s < V_{s,max}$$

Tabla LXVI: Tabla de separación de estribos para viga

Sección	Acero (cm)	Separación (cm)	Longitud de diseño (cm)
Rótulas plásticas (cubierta)	1,2	7	90
Resto de viga de cubierta	1,2	20	
Rótulas plásticas (piso)	1,2	9	140
Rótulas de viga de piso	1,2	35	

Determinación de separación entre estribos en la zona de articulaciones plásticas

Se asume un ϕ para los estribos, cuya área es A_v .

$$S = \frac{A_{vt} f_y d}{V_s}$$

La separación máxima entre los estribos no debe ser mayor de entre: $\frac{d}{4}$,

$6 d_{b,min}$, $24 \phi_{estr}$ o 20 cm .

Se tomará una separación de estribos según lo estimado.

La longitud en la cual se empleará esta separación será:

$$L_{estrib} = 2h$$

Determinación de separación entre estribos en el resto de la viga

$$s = \frac{d}{2}$$

Se adoptará una separación de estribos de 20 cm.

Vigas secundarias del eje y

Para las vigas secundarias del eje x tenemos los siguientes datos:

Datos	
h (cm)	60
b (cm)	30

Determinación del refuerzo requerido a flexión

Acera de acero requerido

$$A_s = \frac{M_u}{\phi j d f_y} = \frac{M_u}{0,9 * 0,9 * d * 4200} = \frac{M_u}{3,4 d}$$

Revisión de cuantía

$$\rho_{min} = \frac{14}{f_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{0,8\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

Cálculo de longitud requerida de anclaje del refuerzo a flexión en la columna exterior.

Refuerzo superior e inferior, $\Phi = 1,4$ cm

$$l_{dh} = \frac{fy d_b}{17,2\sqrt{f'c}}$$

$$l_{dh} = 8 d_b$$

$$12d_b$$

$$4d_b$$

Determinación del refuerzo requerido al cortante

La fuerza cortante que actúa en la viga es 2,05 Ton. La resistencia a la fuerza cortante del concreto es

$$\phi V_c = 0,53 \phi b d \sqrt{f'c}$$

Cuando se cumpla que $V_u < \phi V_c$, el diseño al cortante será el mínimo

$$\frac{A_v}{S_{min}} = \frac{0,2 b d \sqrt{f'c}}{fy}$$

$$\frac{A_v}{S_{min}} = \frac{3,5 b}{fy}$$

$$S = \frac{A}{\frac{A_v}{S_{min}}}$$

El espaciamiento máximo entre estribos es:

$$S_{max} = 60 \text{ cm}$$

$$S_{max} = \frac{d}{2}$$

Tabla LXVII: Tabla de resultado de diseño a flexión, eje y

Pórtico Y									
			Mu (Ton.m)	Acero (cm)	As (cm ²)	ØMn (Ton.m)	ØMn >Mu	M+ > 0.5M-	Mcontinuo > Mmax/4
Viga Exterior Piso	Apoyo Externo	M-	2,51	3 Ø 1,6	6	11,94	Ok		
		M+	1,67	3 Ø 1,6	6	11,94	Ok	Ok	Ok
	Centro del vano		2,19	3 Ø 1,6	6	11,94	Ok		Ok
	Apoyo interior	M-	2,51	3 Ø 1,6	6	11,94	Ok		
		M+	1,67	3 Ø 1,6	6	11,94	Ok	Ok	Ok
	Viga Interior Piso	Apoyo Externo	M-	2,51	3 Ø 1,6	6	11,94	Ok	
M+			1,67	3 Ø 1,6	6	11,94	Ok	Ok	Ok
Centro del vano			1,17	3 Ø 1,6	6	11,94	Ok		Ok
Apoyo interior		M-	2,56	3 Ø 1,6	6	11,94	Ok		
		M+	1,56	3 Ø 1,6	6	11,94	Ok	Ok	Ok

Diseño Cortante

Tabla LXVIII: Tabla de separación de estribos para viga

Sección	Acero (cm)	Separación (cm)	Longitud de diseño (cm)
Rotulas plásticas	1,2	15	Toda la viga

Detalle de refuerzo zona de anclaje

Tabla LXIX: Tabla de resultado de zona anclaje

Eje	Refuerzo	Longitud de desarrollo (cm)	Radio de giro (cm)	Longitud de anclaje (cm)
Y	Superior	20	5	20
	Inferior	20	5	20

Diseño de columnas

Diseño de Columna de Cubierta

Para dicha columna tenemos los siguientes datos:

Tabla LXX: Datos de diseño

Datos	
h (cm)	50
b (cm)	50
Luz efectiva de columnas (cm)	240
Fuerza axial Pu (Ton)	9,50

Revisión de sección

La menor dimensión de la columna debe ser mayor a 30 cm

La relación entre las dimensiones de la columna debe ser mayor a 0,4

Determinación del refuerzo longitudinal requerido

Momento de último de diseño (columna fuerte – viga débil)

Momento requerido en la columna

El momento requerido en la columna es el que se obtiene del programa SAP 2000.

Factor de sobre - resistencia

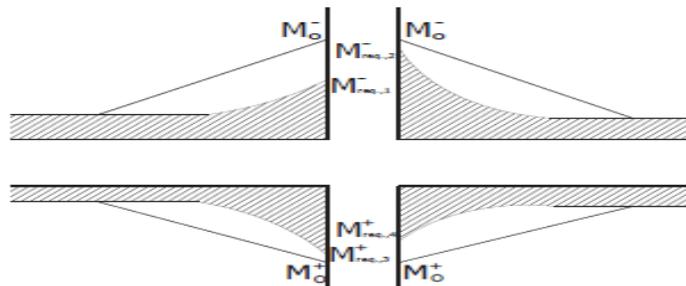


Figura 4.55: Análisis de sobre resistencia para el diseño de columnas.

Fuente: Capítulo 4, Estructuras de Hormigón Armado, NEC

$$\phi^0 = \frac{M_0^+ + M_0^-}{M_{req}^+ + M_{req}^-}$$

Factor de amplificación dinámica para flexión

El coeficiente de ductilidad se tomara igual a R/2, es decir $\mu = 4$

$$\omega_f = 1,15 + 1,13 \left(\frac{\mu}{1,8} - 1 \right)$$

$$S_{cp} = \phi^0 * \omega_f * S_E$$

Cálculo de refuerzo longitudinal

Para el diseño del refuerzo longitudinal se usará el mayor momento de entre la dirección "X" y "Y".

Del diagrama de interacción de una columna, se obtiene la cuantía para poder diseñar y obtener el área de acero requerida.

$$\frac{P_u}{A_g f'c} , \frac{M_u}{A_g f'c h}$$

La cuantía correspondiente es la del diagrama de interacción como se mencionó.

$$A_g = b h$$

$$A_{st} = A_g \rho$$

Se asume el diámetro que se desea colocar para las varillas en la columna y se calcula el área de acero por cada varilla necesaria; para luego calcular el número de varillas necesarias para la columna.

$$A_s = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\#_{varillas} = \frac{A_{st}}{A_s}$$

$$A_{st} = A_s * \#_{varillas}$$

Diseño Flexo-Compresión

Tabla LXXI: Tabla de refuerzo de acero

Columna	Cuantía requerida (%)	Acero (cm)	As (cm ²)	Cuantía disponible (%)
Cubierta	2	12 Ø 2,5	58,91	2,4
Piso	1,75	12 Ø 2,2	45,62	1,8

Determinación del refuerzo transversal

Refuerzo de confinamiento

El refuerzo transversal para confinamiento debe suministrarse en una longitud l_0 ,

éste debe ser el mayor de entre:

$$\frac{1}{6} \text{ luz libre}$$

$$45 \text{ cm}$$

$$\text{Dimension}_{\text{mayor}}$$

El espaciamiento máximo permitido de estribos rectangulares será:

$$\text{Dimension}_{\text{menor}}$$

$$6\phi_{\text{long}}$$

$$S_x = 10 + \frac{35 - h_x}{3}$$

$$h_x = \frac{h - 2 \left(\text{recubr} + \phi_{\text{estrib}} + \frac{\phi_{\text{long}}}{2} \right)}{2} + 2 \left(\frac{\phi_{\text{estrib}}}{2} + \frac{\phi_{\text{long}}}{2} \right)$$

Por lo que se tomará una separación de estribos en la zona de confinamiento necesaria, con un número de ramales requeridos.

Comprobación de separación correcta, por medio del cálculo de A_{sh} y será el mayor de:

$$h_0 = b - 2 \left(recub - \frac{\phi_{estrib}}{2} \right)$$

$$A_{ch} = (b - 2recub)^2$$

$$A_{sh,max} = 0,3 s h_c \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'c}{fy}$$

$$A_{sh,max} = 0,09 s h_c \frac{f'c}{fy}$$

$$A_{sh,max} \leq A_{sh}$$

Refuerzo transversal para cortante

La máxima resistencia a flexión que puede soportar la columna corresponde al punto de balance de la columna del diagrama de interacción (M_b).

$$V_{ub} = \frac{2 M_b}{l}$$

Dirección "X" y "Y"

Se realizará el cálculo del momento por sismo en ambas direcciones y se calcularán los cortantes últimos, de entre ellos el mayor se escogerá.

El momento por el sismo en la columna será:

$$M_{pr} = M_{pr} - \left(\frac{l_2}{l_1 + l_2} \right)$$

El cortante último será:

$$V_u = \frac{M_{pr} + M_b}{(h_{col} - h_{vig})}$$

$$V_u > \frac{V_{ub}}{2}$$

Cálculo del cortante

$$d = h - \text{recub} - \phi_{\text{estrib}} - \frac{\phi_{\text{long}}}{2}$$

$$V_c = 0,53 b_w d \sqrt{f'c} \left(1 + \frac{Nu}{140 A_g} \right)$$

Se emplearán estribos de 1,2 cm de diámetro, cuya área es de 1,13 cm² con un número de ramales por estribo.

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{S}$$

$$\phi(V_c + V_s) \geq V_u$$

Cálculo del cortante en el resto de la columna

El cortante actuante en la columna es menor que el cortante otorgado por el hormigón, entonces se adoptará la mínima separación entre estribos de entre:

$$S_{\text{max}} = 15 \text{ cm}$$

$$S_{\text{max}} = 6 * d_b$$

Se tomará una separación entre estribos de 15 cm.

Se colocarán estribos con $\phi = 1,2 \text{ cm} @ 10 \text{ cm}$, a lo largo de 50 cm desde los extremos de la columna y $\phi = 1,2 \text{ cm} @ 15 \text{ cm}$ en el resto de la columna.

Diseño Cortante

Tabla LXXII: Tabla de refuerzo de acero

Columna	Rótulas plásticas			Resto de columna	
	Número de estribos	Separación (cm)	Longitud de diseño	Número de estribos	Separación (cm)
Cubierta	2	10	50	1	15
Piso	2	10	50	1	13

Cálculo de longitud de traslape para barras verticales de columnas

Se emplearán traslapes a tensión "CLASE B"

$$l_d = \left[\frac{f_y}{1,3 f'_c} \frac{\alpha \beta \gamma \lambda}{\left(\frac{c + k_r}{d_b} \right)} \right] d_b$$

Factor de ubicación del reforzamiento $\alpha=1$

Factor de recubrimiento $\beta=1$ (refuerzo sin recubrimiento)

Factor del tamaño del reforzamiento $\gamma=1$ (barras # 7 o mayores)

Factor de concreto con agregados liviano $\lambda=1$ (concreto de peso normal)

El valor de c debe ser el mayor de entre

$$c = \frac{1}{2} \left(\frac{h - 2(\text{recubr} + \phi_{\text{Estribo}}) - \phi_{\text{long}}}{2} \right)$$

$$c = \text{recubr} + \frac{\phi_{\text{long}}}{2} + \phi_{\text{Estribo}}$$

$$K_{tr} = \frac{A_{st} f_{yt}}{105 S n}$$

$$\frac{c + k_r}{d_b}$$

Si es mayor al límite, entonces usar 2,5

Diseño de cimentación

Cálculo del dimensionamiento de la zapata

Se analizarán dos casos, para los cuales se escogerá la mayor sección requerida para el plinto; se adoptará un factor de 1,1 de mayoración el cual se aplicará a la carga muerta por efecto del peso propio del plinto y del material sobre el mismo.

Caso # 1: Cargas sin sismo (D + L)

$$P = 1,1P_D + P_L$$

$$M = 1,1M_D + M_L$$

$$A_{req} = \frac{P}{\sigma_{adm\ suelo}}$$

Caso # 2: Carga con sismo (D + L + E)

$$P = 1,1P_D + P_L + P_E$$

$$M = 1,1M_D + M_L + M_E$$

$$A_{req} = \frac{9,63}{1,33 * 20}$$

Como la cimentación será cuadrada las dimensiones requeridas para soportar son:

$$L_x = L_y = \sqrt{A_{req}}$$

Chequeo de las excentricidades del plinto

La excentricidad máxima para el plinto es

$$e_{max} = \frac{L}{6}$$

Caso # 1: Cargas sin sismo (D + L)

$$e = \frac{M}{P}$$

$$e \leq e_{max}$$

Caso # 2: Carga con sismo (D + L + E)

$$e = \frac{M}{P}$$

$$e \leq e_{max}$$

Chequeo de la presión de contacto máximo (q_{max})

Caso # 1: Cargas sin sismo (D + L)

$$q_{max} = \frac{P}{A} \left(1 + \frac{6e}{L} \right)$$

$$q_{max} \leq \sigma_{adm \text{ suelo}}$$

Caso # 2: Carga con sismo (D + L + E)

$$q_{max} = \frac{P}{A} \left(1 + \frac{6e}{L} \right)$$

$$q_{max} \leq \sigma_{adm \text{ suelo}}$$

Cálculo estructural del plinto

Caso # 1: Cargas sin sismo (D + L)

$$P_u = 1,4P_D$$

$$P_u = 1,2P_D + 1,6P_L$$

$$M_u = 1,4M_D$$

$$M_u = 1,2M_D + 1,6M_L$$

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

$$q_{max} = \frac{P_u}{A} \left(1 + \frac{6e}{L} \right)$$

$$q_{min} = \frac{P_u}{A} \left(1 - \frac{6e}{L} \right)$$

Caso # 2: Cargas sin sismo (D + L + E)

$$P_u = 1,4P_D$$

$$P_u = 1,2P_D + 1,6P_L$$

$$P_u = 0,9P_D + P_E$$

$$M_u = 1,4M_D$$

$$M_u = 1,2M_D + M_L + M_E$$

$$M_u = 0,9M_D + M_E$$

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

$$q_{max} = \frac{P_u}{A} \left(1 + \frac{6e}{L} \right)$$

$$q_{min} = \frac{P_u}{A} \left(1 - \frac{6e}{L} \right)$$

Diseño a cortante por punzonamiento

La sección crítica de punzonamiento se indica en la imagen a continuación:

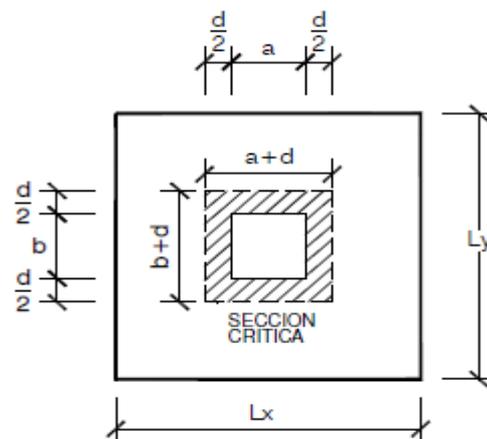


Figura 4.56: Dimensiones de la sección crítica en la zapata.

Fuente: Anzules, 2008.

$$q_u = \frac{P}{A}$$

Se asumirá un peralte mínimo de 15 cm

$$V_u = q_u[(A) - (a + d)(b + d)]$$

$$b_0 d = 2[(a + d)(b + d)]d$$

$$v_u = \frac{V_u}{0,85 b_0 d}$$

El esfuerzo cortante por punzonamiento es:

$$V_c = \sqrt{f'c}$$

$$V_c \geq v_u$$

Diseño a flexión

Teniendo q_{max} y q_{min} obtenemos q_{med} , el cual lo obtenemos por medio de relaciones de triángulos de los esfuerzos antes mencionados

El área para la cual se diseña a flexión es igual:

$$A_2 = \frac{(L_x - a)}{2}$$

Con esta área que es en donde se realizara el momento a flexión tenemos que:

$$M_{diseño} = \left[\left(\frac{q_{med} A_2^2}{2} \right) + \left(\frac{(q_{max} - q_{med}) A_2^2}{2} \right) \right] * L$$

Por lo tanto el área requerida a flexión es:

$$A_{st} = \frac{0,85 f'c L d}{f_y} \left[1 - \sqrt{\frac{2 M_{diseño}}{0,723 f'c L d^2}} \right]$$

$$A_{st,min} = \frac{1,4 L d}{f_y}$$

Si A_s es menor a $A_{st, \min}$, por lo tanto el diseño a flexión será con A_{st} .

$$\#_{varillas} = \frac{A_{st}}{A_s}$$

Para la separación entre varillas es:

$$C_{sep} = \frac{L - 2r}{\#_{varillas} - 1}$$

Se usarán n varillas de \emptyset , espaciadas cada una longitud.

Revisión de conexión columna – plinto

La relación entre el área de la sección de la columna y el área de la zapata es:

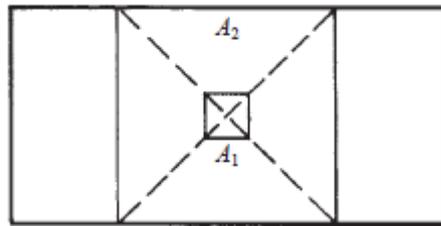


Figura 4.57: Relación de áreas de columna y zapata.

Fuente: Anzules, 2008

$$\frac{A_2}{A_1}$$

Si la relación entre las áreas de la zapata y de la columna es mayor a dos entonces usaremos 2 para dicha relación. La fuerza admisible de apoyo en el concreto de la zapata es:

$$\emptyset P = \emptyset 0,85 f'c A_1 (2)$$

Si la fuerza de apoyo es menor que la fuerza axial mayorada, entonces se debe reforzar la unión con el área de refuerzo mínima

$$A_s = 0,005A_1$$

$$\#_{varillas} = \frac{A_{st}}{A_s}$$

Tabla LXXIII: Resultados de diseño de cimentación

	Area requerida (cm ²)	Acero (cm)	Area diseño (cm ²)	Separación del refuerzo (cm)
Zapata	8,94	3 Ø 2	9,42	70
Conexión Zapata-Columna	12,5	4 Ø 2	12,6	Distribuidas alrededor de la columna

Pórtico Escalera

Viga

Para el diseño de las vigas del pórtico, se emplearán estribos con un diámetro de 1,2 cm; la resistencia a la compresión del hormigón será de 350 Kg/cm², y se utilizará un acero de refuerzo con un esfuerzo de fluencia de 4200 Kg/cm². El recubrimiento en las vigas será de 4 cm.

Para la viga tenemos los siguientes datos:

Tabla LXXIV: Datos de diseño

Datos	
h (cm)	50
b (cm)	30
Momento Torsor (Ton m)	0

Determinación del refuerzo requerido a flexión

Área de acero requerido

$$A_s = \frac{M_u}{\phi j d f_y} = \frac{M_u}{0,9 * 0,9 * d * 4200} = \frac{M_u}{3,4 d}$$

Revisión de cuantía

$$\rho_{min} = \frac{14}{f_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{0,8\sqrt{f'c}}{fy}$$

Cálculo de longitud requerida de anclaje del refuerzo a flexión en la columna exterior

Refuerzo superior e inferior, $\Phi = 1,4$ cm

$$l_{dh} = \frac{fy d_b}{17,2\sqrt{f'c}}$$

$$l_{dh} = 8 d_b$$

$$l_{dh} = 15 \text{ cm}$$

$$12d_b$$

$$4d_b$$

Diseño a cortante

Determinación de V_c

La resistencia al cortante que proporciona el hormigón a la viga es:

$$V_c = 0,53 b d \sqrt{f'c}$$

Como V_c es mayor que V_u , entonces se adoptará el refuerzo mínimo para cortante

Determinación de separación entre estribos en la zona de articulaciones plásticas

Se asume un $\Phi = 1$ cm para los estribos, cuya área es $A_v = 0,78 \text{ cm}^2$

$$\frac{A_s}{S} = \frac{0,2 b d \sqrt{f'c}}{fy}$$

$$\frac{A_s}{S} = \frac{3,5 b}{fy}$$

La separación máxima entre los estribos no debe ser mayor de

$$\frac{d}{2}$$

60 cm

Columnas

Para dicha columna tenemos los siguientes datos:

Tabla LXXV: Datos de diseño

Datos	
h (cm)	35
b (cm)	35
Luz efectiva de columnas (cm)	240
Fuerza axial P_u (Ton)	11,46

Cálculo de refuerzo longitudinal

Para el diseño del refuerzo longitudinal se usará el mayor momento de entre la dirección x y y.

Del diagrama de interacción de una columna, tenemos que para el siguiente par ordenado de las cargas requeridas, se hallará la cuantía necesaria.

$$\frac{P_u}{A_g f'c} , \frac{M_u}{A_g f'c h}$$

Asumimos un diámetro de varilla y se calcula el área de acero requerida, para luego determinar el número de varillas necesarias.

$$A_s = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\#_{varillas} = \frac{A_{st}}{A_s}$$

Por lo tanto se adoptarán 8 varillas $\Phi = 2 \text{ cm}$

$$A_{st} = A_s * \#_{varillas}$$

$$\rho_{diseño} = \frac{A_{st}}{A_g}$$

Diseño por cortante

$$d = h - recub - \phi_{estrib} - \frac{\phi_{long}}{2}$$

$$V_c = 0,53 b_w d \sqrt{f'_c} \left(1 + \frac{Nu}{140 A_g} \right)$$

Se emplearán estribos de 1,2 cm de diámetro, cuya área es de 1,13 cm² con 2 ramales por estribos.

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{S}$$

Diseño de escalera

Para el diseño de la escalera, se la analizará como una viga y se tendrán las siguientes consideraciones:

$$f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$\text{Sobrecarga Escalera} = 480 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = \text{kg/m}^2$$

$$\rho_{\text{Hormigón}} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ancho Escalera (b)} = 2,00 \text{ m}$$

$$\text{Huella (h)} = 0,25 \text{ m}$$

$$\text{Contrahuella (ch)} = 0,20 \text{ m}$$

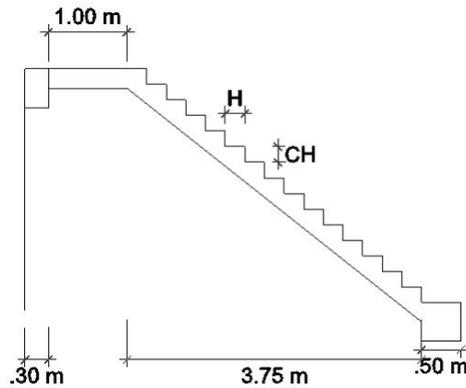


Figura 4.58: Sección transversal de la escalera.

Fuente: Autores.

Pre-dimensionamiento

$$l_n = 1,00 + 3,75 = 4,75 \text{ m}$$

Espesor de la Escalera

Para determinar su espesor, se la considerará como una losa maciza, por lo que se puede estimar mediante:

$$e = l_n/24 \quad (4.115)$$

$$e = l_n/25 \quad (4.116)$$

Se tomará un espesor de 25 cm

Cargas

Tramo Descanso (q_{u1})

Carga Muerta

$$\text{Peso Propio} = e * (\rho_{\text{hormigón}}) * b$$

$$\text{Peso Acabados} = e * (\text{Peso}_{\text{acabados}})$$

$$q_d = \text{Peso Propio} + \text{Peso Acabados}$$

Carga Viva

$$q_l = \text{Sobrecarga Escalera} * b$$

Mayoración de Carga

$$q_{u1} = 1,2 * q_d + 1,6 * q_l \quad (4.117)$$

Tramo Pasos (q_{u2})

Carga Muerta

$$\text{Peso Propio} = e * (\rho_{\text{hormigón}}) * \left(\frac{e}{\cos\theta} + \frac{CH}{2} \right)$$

$$\text{Peso Acabados} = e * (\text{Peso}_{\text{acabados}})$$

$$q_d = \text{Peso Propio} + \text{Peso Acabados}$$

Carga Viva

$$q_l = \text{Sobrecarga Escalera} * b$$

Mayoración de Carga

$$q_{u2} = 1,2 * q_d + 1,6 * q_l$$

Cálculo de momento

El momento máximo se dará en la sección que posea el cortante=0

$$V_x = 0 \rightarrow x = \frac{Rb}{q_{u2}}$$

$$M_{uMAX} = Rb * x - q_{u2} * \frac{x^2}{2}$$

$$M_{u\text{Diseño}} = 0,8 * M_{uMAX}$$

Cálculo del Área de Acero

Para el área de acero necesaria, se considerará una cuantía mínima de 0,0018.

Un área de acero mínima de 8 cm² se ha estimado para un $\phi = 1,6$ cm.

Para determinar el área requerida se utilizará la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{M_{uDiseño}}{(0,9 * 4200 * (d - a/2))} \quad (4.118)$$

Para las diferentes secciones se necesitará lo siguiente:

Tabla LXXVI: Refuerzo de acero flexión

	Varillas	Diámetro (cm)	Espaciamiento (cm)
Momento Positivo	9	1,6	30
Momento Negativo	6	1,4	40
As de temperatura		1,0	35

4.4. Diseño de armadura de madera para cubierta

El diseño de la armadura se realizará bajo los criterios del Capítulo 8: Estructuras de Madera de la NEC, que se refiere al libro “Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, 4ta Edición Preliminar, Lima - Perú, 1984”.

Para efectos del sismo, se diseñarán conexiones flexibles, por medio de pernos y de riostras en los elementos de la armadura. Se considerará una luz entre apoyos de 8 metros, y volados de 1,5 metros para generar aleros, que son una de las consideraciones del diseño sustentable que se ha planteado para este proyecto.

El tipo de armadura que se utilizara será una tipo W, esta armadura tendrá una pendiente de ¼ debido a que en ella descansarán los paneles solares, que se

mencionan en el diseño sustentable de este proyecto. El tipo de madera que se empleará para esta armadura será Chanul.

Cargas aplicadas a la armadura

Tabla LXXVII: Carga muerta de diseño

Carga Muerta	Cuerda superior, w_p (kg/m ²)	Cuerda Inferior, w_a (kg/m ²)
Peso de la armadura	10	0
Cobertura planchas de asbesto-cemento de 5 mm espesor	13	0
Correas, cabios y otros elementos	5	0
Cielo raso	0	30
Panel solar	12	0
Tejas	30	0

Tabla LXXVIII: Carga viva de diseño

Carga Viva	Cuerda superior, w_p (kg/m ²)	Cuerda Inferior, w_a (kg/m ²)
Viva	70	0

Cálculo de cargas uniformemente distribuida en la armadura

Carga muerta en cuerda superior q_p (Kg/m)

$$w_{pd} = 10 + 12 + (30 + 5)\cos(14) = 58 \text{ Kg/m}^2$$

$$q_{pd} = w_{pd} * l \quad (4.119)$$

Carga muerta en cuerda inferior q_p (Kg/m)

$$q_{qd} = w_{qd} * l \quad (4.120)$$

Carga viva en cuerda superior q_p (Kg/m)

$$q_{ql} = w_{ql} * l \quad (4.121)$$

Mayoración de cargas

Se usarán las combinaciones de carga con las cargas muertas en la cuerda superior e inferior y la carga viva en la cuerda superior.

$$q_{pu} = 1,4q_{pd} \quad (4.122)$$

$$q_{pu} = 1,2q_{pd} + 1,61,4q_{pl} \quad (4.123)$$

Cálculo de cargas uniformemente distribuida en la armadura

Para la estimación de la longitud de los elementos pertenecientes a la armadura, se empleará la Tabla 11.3 del libro “Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, 4ta Edición Preliminar, Lima - Perú, 1984”, en la que se especifican los coeficientes “CI” para determinar las longitudes de los elementos de la armadura para la pendiente con la que se está diseñando.

Tabla LXXIX: Dimensión de elementos de cubierta

Dimensión de los elementos		
Elemento	CI	Long (m)
A	0,258	2,06
B	0,258	2,06
C	0,208	1,66
D	0,104	0,83
E	0,333	2,66
F	0,333	2,66

Determinación de cargas puntuales aplicadas a los nodos de la armadura

Cuerda superior

$$P = w_{pu} * \frac{L}{4} \quad (4.124)$$

Cuerda inferior

$$Q = w_{qu} *$$

Estimación de fuerza axiales actuantes en los elementos de la armadura

Para la estimación de las fuerzas axiales en la armadura se empleará la Tabla 11.3 del libro "Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, 4ta Edición Preliminar, Lima - Perú, 1984", en las cuales se redactan los coeficientes "Cp" y "Cq" para determinar las fuerzas axiales en los elementos.

Tabla LXXX: Fuerzas axiales actuantes en elementos de cubierta

Fuerzas Axiales					
Elemento	Cp	Cq	Np = P*Cp	Nq = Q*Cq	N=Np+Nq (Kg)
A	6,185	4,123	2247	462	2709
B	5,154	4,123	1873	462	2335
C	-1,25	-1,667	-454	-187	-641
D	1,25	0	454	0	454
E	-6	-4	-2180	-448	-2628
F	-4	-2,667	-1453	-299	-1752

Diseño de los elementos

Elementos sometidos a flexo-compresión

Los elementos A, B, A' y B' son los elementos que están sometidos a flexo-compresión, por lo que tendrán la misma sección transversal. La sección que se adoptará para dichos elementos será de 4x14 cm.

Longitud efectiva

$$l_f = 0,4(l_1 + l_2) \quad (4.125)$$

La longitud para el momento aplicado en dichos elementos será de 2 metros

$$M = \frac{w * l^2}{10} \quad (4.126)$$

Las propiedades mecánicas de este elemento cuyas dimensiones son 4x14 cm

$$A = b * h \quad (4.127)$$

$$I_x = \frac{b * h^3}{12} \quad (4.128)$$

$$Z_x = \frac{b * h^2}{6} \quad (4.129)$$

Relación de esbeltez

$$\lambda_x = \frac{l_f}{d} \quad (4.130)$$

Se debe verificar cómo se comporta la columna.

Cálculo de N_{adm}

$$N_{adm} = f_c * A \left(1 - \frac{(\lambda_x)^4}{3(C_x)^4} \right) \quad (4.131)$$

Cálculo de N_{cr}

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E_{min} I}{(l_f)^2} \quad (4.132)$$

Cálculo de k_m

$$k_m = \frac{1}{1 - 1,5 \frac{N}{N_{cr}}} \quad (4.133)$$

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{k_m \|M\|}{Z f_m} < 1 \quad (4.134)$$

Elementos sometidos a flexo-tracción

Los elementos E, F y E' son los elementos que están sometidos a flexo-tracción, por lo que tendrán la misma sección transversal. La sección que se adoptará para dichos elementos será de 4x16,5 cm.

Longitud efectiva

$$l_f = 0,4(l_1 + l_2)$$

La longitud para el momento aplicado en dichos elementos será de 2,66 metros

$$M = \frac{w * l^2}{8} \quad (4.135)$$

$$M = \frac{w * l^2}{8}$$

$$A = b * h$$

$$Z_x = \frac{b * h^2}{6}$$

$$\frac{N}{f_t A} + \frac{\|M\|}{Z f_m} < 1$$

Elementos sometidos a compresión

Los elementos D y D' están sometidos a compresión, por lo que la sección que se adoptará para dichos elementos será de 4x9 cm.

Longitud efectiva

$$l_f = 0,8(l_d) \quad (4.136)$$

Las propiedades mecánicas de este elemento cuyas dimensiones son 4x14 cm

$$A = b * h$$

Relación de esbeltez

$$\lambda = \frac{l_f}{b} \quad (4.137)$$

Cálculo de N_{adm}

$$N_{adm} = \frac{0,329 E_{min} A}{(\lambda)^2} \quad (4.138)$$

Elementos sometidos a tracción

Los elementos C y C' están sometidos a tracción, por lo que la sección que se adoptará para dichos elementos será de 4x9 cm.

Las propiedades mecánicas de este elemento cuyas dimensiones son 4x9 cm

$$A = b * h$$

Cálculo de N_{adm}

$$N_{adm} = f_t A \quad (4.139)$$

Tabla LXXXI: Tabla de sección transversal

Elemento	Seccion (cm)
A - A'	4 x 16,5
B - B'	4 x 16,5
C - C'	4 x 16,5
D - D'	4 x 16,5
E - E'	6,5 x 16,5
F	6,5 x 16,5

Cálculo de deflexiones

$$\delta = \frac{1}{E} \sum N_i \frac{n_i L_i}{A_i} \quad (4.140)$$

Tabla LXXXII: Tabla de deflexión del a cubierta

Elemento	L (cm)	N (F axial)	n (F axial)	A (cm ²)	N n L/A
A	206	2709	2,749	66	23246
B	206	2335	2,749	66	20031
C	166	-641	-1,667	66	2687
D	0,83	454	0	66	0
E	2,66	-2628	-2,667	156	11952
F	2,66	-1752	-1,333	156	3983
A''	206	2709	1,374	66	11619
B''	206	2335	1,374	66	10012
C''	166	-641	0	66	0
D''	0,83	454	0	66	0
E''	2,66	-2628	-2,667	156	11952
Total					95482

La deformación de la cuerda inferior se determina por medio de la siguiente fórmula

$$\delta_f = 1,75 \left(1,15 * \delta + \frac{wl^4}{EI} \right) \quad (4.141)$$

La máxima deformación permisible es

$$\delta_{max} = \frac{L}{300} \quad (4.142)$$

$$\delta_f \leq \delta_{max}$$

Diseño de conexión de los elementos de la armadura

Para la conexión de los elementos de la armadura, se emplearán perno de ½ pulgada

Nudo uno, elementos A y E

Como la carga axial en el elemento A es mayor que la del elemento E, la conexión se realizará para la carga más crítica; el espesor de menor dimensión de los elementos es de 4 cm. El ángulo con respecto a horizontal del elemento A es de 14°.

De la Tabla 12.7, obtenemos las cargas admisibles P y Q que actuarían en el elemento, y reemplazamos en la siguiente ecuación para hallar la carga de diseño que actúa en los pernos. Se emplearán dos pernos por línea, por lo que el factor de reducción por línea será de 1.

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \theta + Q \cos^2 \theta} g \quad (4.143)$$

El número de pernos se obtiene de:

$$\#_{\text{pernos}} = \frac{F}{N} \quad (4.144)$$

Por lo tanto, se adoptarán los pernos calculados. Cada elemento tendrá N pernos para soportar la carga aplicada. Para el alero se empleara 2 pernos para su conexión.

Para los demás nudos se realizó el mismo procedimiento, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla LXXXIII: Número de perno por elemento

Nudo	Conexión	# de Pernos	Pulgadas
1	Elementos A y E	6	0,5
2	Elementos A, B y D	6	0,5
2	Elemento D a A y B	3	0,5
3	Elemento E y F	6	0,5
3	Elemento D a E y F	3	0,5
3	Elemento C a E y F	3	0,5
4	Elemento B y C (B al C)	7	0,5
4	Elemento B y C (C al B)	2	0,5

Para la conexión del elemento B y B' se usarán 9 pernos, mientras que para los elementos C y C' conectados a los elementos B y B' respectivamente se usaran 9 pernos.

En todos los elementos se adoptarán las siguientes distancias y separaciones entre los ejes de los mismos.

Tabla LXXXIV: Tabla de separación de pernos

Distancias y separación de los pernos		
Descripción	Cálculo	Adoptar
Separación entre pernos (4d)	5,08	5
Distancia al borde superior (2d)	2,54	3,5
Distancia al borde inferior (2d)	2,54	3

Arriostramiento

Cuerda superior

Correas: Se colocarán correas separadas a 15 cm entre los ejes de las mismas; las secciones transversales de estas correas serán de 4x9 cm.

Riostras diagonales: se colocarán riostras diagonales continuas cada 6 m; cuyas secciones serán de 4x9 cm.

Cuerda inferior

Riostras longitudinales: se adoptarán riostras longitudinales de sección 4x9 cm espaciadas cada 2.5 m.

4.5. Instalaciones hidrosanitarias

4.5.1. Sistema de redes de Agua Potable

La comuna de Engabao ha dado apertura a la inversión a entidades privadas con fines de mejorar el destino turístico de Puerto Engabao, para que se pueda dar un crecimiento de los ingresos en las personas que viven en Puerto Engabao. Por lo que el proyecto de una Hostería Sustentable cumple con esta política y tiene fines de proteger el ambiente, usar energía “verde” y usar la menor cantidad de agua posible.

Diseño de Redes de Agua Potable

El diseño de las redes de distribución de Agua Potable se la realizó bajo la norma INEN: *Instituto Ecuatoriano de Normalización* en el Capítulo: *Diseño de Instalaciones Sanitarias*, según los parámetros especificados.

La red del sistema de Agua Potable se conectará con la red existente en Puerto Engabao que si cuenta con este servicio público que es suministrado por la Empresa Pública de Agua Potable Hidroplayas, se conectará directamente en la vía pública, en donde existe una tubería de PVC.

Población

Para el diseño de sistema de distribución de agua potable se usarán como datos de los habitantes una población futura, se estimaron para las diferentes edificaciones los siguientes datos:

Tabla LXXXV: Tabla de número de habitantes por edificación

Edificación	Habitantes
Recepción	2
Restaurant	5
Conjunto habitacional (Dos edificaciones)	20

Dotación

Los datos de diseño de dotación se adoptarán los datos de la TABLA 3 Dotación Recomendada, de la Sección 4.1.4.2, de la Norma INEN 005-9-1 (1992)

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

Figura 4.59: Dotación para cada tipo de edificación.

Fuente: INEN

De la que se tomó para Hoteles hasta 3 estrellas un caudal de 170 (lt/huésped/día) y para la edificación de la recepción, se disminuyó el caudal.

Tabla LXXXVI: Dotación diaria por estructura

Edificación	Caudal (lt/huésped/día)
Recepción	100
Restaurant	170
Conjunto habitacional (Dos edificaciones)	170

Caudales de diseño

Para el diseño del sistema de Agua Potable, se estiman dos valores.

Caudal Medio diario

$$Q_m = Pf * D \frac{(f + 1)}{86400} \quad (4.145)$$

$$Q_m = ((100 * 2) + (170 * 5) + (170 * 40)) \frac{(0 + 1)}{86400} = 0,09 \text{ l/seg}$$

$Pf = Población$

$D = Dotación$

$f = 0$ por usar tubería PVC

Caudal Máximo Diario

Para estimar el caudal máximo horario se empleará la siguiente formula

$$Q_{max,diario} = K_{Md} * Q_m \quad (4.146)$$

En donde el K_{Md} es un factor de mayoración máximo diario, dicho valor posee un valor de 1,25

$$Q_{max,diario} = 1,25 * 0,09 = 0,113 \text{ l/seg}$$

Caudal Máximo Horario

El caudal máximo horario se calculara con la siguiente ecuación:

$$Q_{max,horario} = K_{Mh} * Q_m \quad (4.147)$$

En donde el K_{Mh} es un factor de mayoración máximo diario, dicho valor posee un valor de 3

$$Q_{max,horario} = 3 * 0,09 = 0,27 \text{ l/seg}$$

El Caudal de diseño será 0,27 l/seg

El sistema de abastecimiento de agua potable estará constituido por diferentes partes que son: Captación, Conducción, Almacenamiento y Distribución.

El agua potable de la red pública ingresará al sistema de almacenamiento que será la cisterna, mediante un sistema de bombeo el agua será impulsada a las diferentes habitaciones para todos los usos. El sistema contará con medidores para poder controlar el agua que está siendo utilizada, así como con válvulas para regular los caudales y usar lo necesario como es lo ideal.

Captación

Para el Proyecto que se está planteando, el abastecimiento de agua potable se daría, como se mencionó en la vía pública con la red existente mediante un empate en la calle de principal acceso al lugar del Proyecto que cuenta la red de agua potable de Hidroplayas con una tubería de PVC-P E/C de 63 mm (2 pulgadas).

Conducción

Para el diseño de las redes de conducción se tendrán en cuenta las condiciones topográficas, el tipo de suelo mediante los ensayos que se realizaron y sus características, para poder determinar el tipo de tubería y que calidad sería la indicada para este proyecto. Cuando el agua potable se capte de la red de Hidroplayas, se conectará a una tubería de tipo PVC-P E/C de 63 mm (2 pulgadas) con una longitud de 15 metros, que conducirá a la cisterna. Las dimensiones de la cisterna se detallarán a continuación.

Almacenamiento

Para el proyecto se realizará la construcción de una cisterna con el fin de que pueda servir como almacenamiento del agua que será captada de las redes públicas, el agua potable no será tratada, al cumplir con las especificaciones necesarias para el uso sin problemas. El diseño de esta reserva tendrá un volumen que sea equivalente al 100% del consumo en un día de demanda, esto asegurará que la distribución del agua potable no sufra de cierto tipo de discontinuidad en su servicio, más que todo cuando las demandas sean máximas.

Cálculo del volumen de la cisterna

$$V_{reserva} = ((100 \text{ litros /huesped / día} * 2) + (170 \text{ litros /huesped / día} * 5) + (170 \text{ litros /huesped / día} * 40))$$

$$V_{reserva} = 7850 \text{ litros/día}$$

$$V_{reserva} = 7,85 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen de reserva para 1 y 2 días

$$V_{reserva} = 7,85 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 1 \text{ día} = 7,85 \text{ m}^3$$

$$V_{reserva} = 7,85 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 2 \text{ días} = 15,70 \text{ m}^3$$

Se adoptará un volumen de almacenamiento de 20 m³, se toma este volumen por cuestiones de reservas para incendios. La cisterna se tomará una de PVC para que pueda almacenar el agua requerida.

Bomba Eléctrica

El equipo de la bomba eléctrica estará ubicado a un costado de la edificación del Restaurant, contará con una pequeña habitación que permitirá aislar el ruido y será de fácil acceso para el mantenimiento.

Para poder estimar la potencia necesaria de la bomba, se necesita conocer la presión necesaria en el punto más lejano respecto a donde se impulsará el agua potable, por lo que se realizarán los respectivos cálculos:

Pérdida de Carga en Tuberías

Para el cálculo de pérdidas, se usará la fórmula de *Fair-Whipple-Hsiao*:

$$j = \frac{869500 * Q^{1,75}}{D^{4,75}} \quad (4.148)$$

En donde, el Caudal (Q) en (l/seg) y el Diámetro (D) en (mm).

Pérdida de Carga por Accesorios

Para calcular la pérdida de carga por accesorios, se utiliza el método de longitudes equivalentes, con la siguiente fórmula:

$$Le = \left(A * \left(\frac{d}{25,4} \right) \pm B \right) * \left(\frac{120}{C} \right)^{1,8519} \quad (4.149)$$

En donde:

La longitud equivalente (Le) en (m)

A y B son factores que dependen del tipo de accesorio, se encuentran en el Capítulo 16: *Instalaciones Hidrosanitarias* de la NEC en la Tabla 16.5: *Factores para el cálculo de longitudes equivalentes*.

El diámetro (d) en (mm)

C es el coeficiente según material de tubería

Accesorio	Factor A	Factor B
Codo de 45°	0.38	+ 0.02
Codo radio largo 90°	0.52	+ 0.04
Entrada normal	0.46	- 0.08
Reducción	0.15	+ 0.01
Salida de tubería	0.77	+ 0.04
Tee paso directo	0.53	+ 0.04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1.56	+ 0.37
Tee con reducción	0.56	+ 0.33
Válvula de compuerta abierta	0.17	+ 0.03
Válvula de globo abierta	8.44	+ 0.50
Válvula de pie con criba	6.38	+ 0.40
Válvula de retención	3.20	+ 0.03

Figura 4.60: Factores de para el cálculo de longitud equivalente.
Fuente. Capítulo 1, Norma Hidrosanitaria Agua, NEC 2011

Caudal de bombeo (Q_b)

Para determinar el Caudal que maneja la bomba se debe estimar el Caudal Máximo Probable de agua que se pueda dar en las instalaciones, conocer el valor de este caudal es necesario para realizar el cálculo de la bomba que se necesita para abastecer de agua potable al lugar, se considera lo siguiente:

$$Q_b = k_s * \Sigma q_i \quad (4.150)$$

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F * (0,04 + 0,04 * \log(\log(n))) \quad (4.151)$$

En donde

Σq_i es la sumatoria de caudales en la edificación

k_s es el coeficiente de simultaneidad

n es el número de aparatos servidos en la edificación

F es 3, que es para hoteles

$$Q_b = 1,5 \text{ L/seg}$$

Potencia de la bomba (P)

Para estimar la potencia necesaria para la bomba, se realizará el siguiente cálculo:

$$P = \frac{Qb * Pd}{76 * eficiencia} \quad (4.152)$$

En donde

Qb es el Caudal que maneja la bomba en (l/seg)

Pd es la presión dinámica

La eficiencia se tomará entre 60% y 70%

P= 1, 68 HP

La bomba tendrá una potencia de 4 HP para poder impulsar el agua potable, teniendo la cisterna un tiempo aproximado de almacenamiento de 2 días al poder almacenar 25 m³.

4.5.2. Sistema de Alcantarillado Sanitario

El proyecto contará con un diseño del Sistema del Alcantarillado Sanitario, que podrá conducir todos los desechos sólidos y líquidos que se generen en el Paradero Turístico a la planta de tratamiento.

Para el período de diseño se tomarán en cuenta lo siguiente:

- Posible construcción de una edificación más
- Vida útil de las estructuras
- Comportamiento de la proyecto en el comienzo

Se mencionó anteriormente que el diseño se realizara para considerando una población futura, es decir, para una ampliación del proyecto con respecto a número

de huéspedes. El diseño de las Redes de Agua Potable será para 25 años, tomando en consideración la calidad y duración de materiales y equipos que se vayan a utilizar. Las tuberías para la transportación de aguas residuales hasta la planta de tratamiento serán de PVC.

Caudal de diseño

Para calcular el caudal de diseño asumirá un factor de retorno de 0,8; para estimar el caudal de diseño se empleara de la siguiente formula:

$$Q_{ar} = Q_{max,horario} * Factor\ Retorno \quad (4.153)$$

$$Q_{ar} = 0,27 * 0,8 = 0,216 \text{ lt/s}$$

Dimensionamiento de las tuberías de cajas de registro y del colector

Para el pre-dimensionamiento del colector el cual transporte las aguas residuales hasta la planta de tratamiento se asumirá una velocidad mínima de 0,6 m/s.

$$A = \frac{Q}{v} \quad (4.154)$$

$$A = \frac{0,000216 \text{ m}^3/\text{s}}{0,6 \text{ m/s}} = 3,6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad (4.155)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 3,6 \times 10^{-4}}{\pi}} = 0,0214 \text{ m} = 21 \text{ mm}$$

Por lo tanto se adoptara un colector cuyo diámetro será de 250 mm, de PVC cuya marca será NOVAFORT. La pendiente que se adoptara para el colector será de 0,2%. De la tabla de “Cálculo de capacidad Hidráulica de las tuberías NOVAFORT”, tenemos los siguientes:

Tabla LXXXVII: Tabla de diseño para colector

Pendiente	V (m/s)	Q (lt/s)
0,2%	0,73	29,7

Con lo cual vemos que se cumplen todos los requerimientos de velocidad mínima y de caudal.

Para las conexiones de las cajas de registros, se adoptara un diámetro de 200 mm de PVC y de la misma manera de los colectores serán de la marca NOVAFORT. La pendiente que se adoptará para la tubería será de 0,4%, y de la tabla de “*Cálculo de capacidad Hidráulica de las tuberías NOVAFORT*”, tenemos los siguientes:

Tabla LXXXVIII: Tabla de diseño de caja de registro

Pendiente	V (m/s)	Q (lt/s)
0,4%	0,90	23,3

Con dicha tubería se cumplirá los requerimientos mínimos de velocidad y de caudal

Dimensionamiento de cajas de registro y pozo de inspección

Para las cajas de registros se empleará una sección transversal cuadrada de 70x70 cm

Cimentación de las cajas de registro

Por medio de los ensayos de suelos se determinó que el suelo que predomina en el sector del proyecto es “Arena arcillosa”; según de las especificaciones de para

las tuberías que se emplearan para el sistema de alcantarillado de este proyecto, este material puede ser usado para el encamado de la tuberías, soporte lateral y de relleno inicial de la misma. El proceso de compactación se realizara con equipo

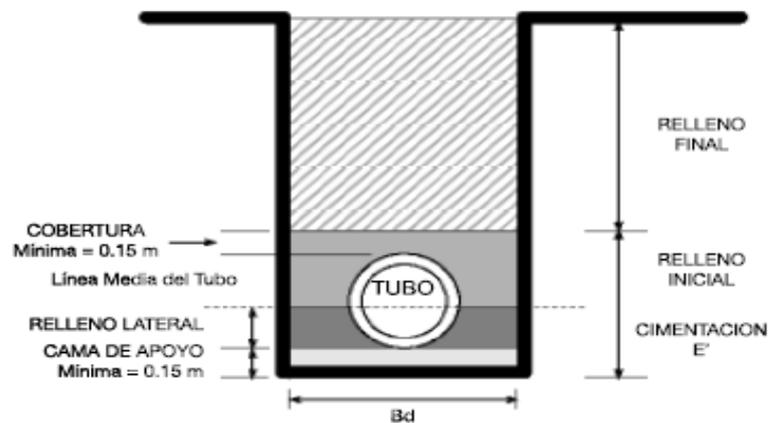


Figura 4.61: Cimentación de tubería para cajas de registro.

Fuente: Autores.

Para la cimentación de las cajas de registro de este proyecto se emplearán las siguientes especificaciones:

Cama de apoyo: se adoptara una altura de 15 cm

Relleno lateral: el relleno lateral alcanzara una altura que llegue hasta la mitad de la tubería

Cobertura: la cobertura tendrá una altura desde la mitad de la tubería hasta 15 cm medidos desde el borde superior de la tubería

4.6. Sistema de tratamiento de agua residual

4.6.1. Planta de Tratamiento

El proyecto “*Diseño de un paradero basado en un diseño sustentable con fines turísticos en Puerto Engabao*” contará con una planta de tratamiento para que las

aguas residuales que se generen dentro del área del proyecto no tengan que conectarse a las redes de alcantarillado de Puerto Engabao, sino que puedan ser tratadas y aprovechadas.

Como se conoce el tratamiento de aguas residuales consiste en la remoción de los contaminantes físicos, químicos y biológicos o las características que no son las apropiadas, como en el caso del proyecto las “aguas negras”. Consiste en diferentes procesos que permitirán que el agua pueda ser apta para el consumo humano.

Al tener un diseño sustentable el proyecto, se ha pensado en todas las alternativas que se puedan aprovechar para poder minimizar los impactos que se generen en el medio ambiente, como en este caso al recurso agua y también poder hacer el menor uso de agua potable, al darle al agua tratada nuevas funciones como serán la reutilización del agua para los inodoros y para poder ser regada en las diferentes áreas verdes que existirán dentro del proyecto.

Para el presente proyecto se ha estimado un caudal de Q. Se usará una planta de tratamiento AQUAmax PROFESSIONAL® GZ (Gastro) de la compañía *ATB Umwelttechnologien GmbH* que es de procedencia alemana, las especificaciones técnicas fueron obtenidas del documento: *Small wastewater treatment plants with wastewater aeration, made from concrete; activated sludge plants operated in storage function, types AQUAmax BASIC®, AQUAmax CLASSIC®, AQUAmax PROFESSIONAL® for 4 to 53 PT Discharge Class D.*

En la planta no se puede descargar tipos de agua como: aguas de enfriamiento, agua de piscina o agua lluvia, por lo que en la cocina se colocará una trampa de grasa para que no exista aguas con grasas que sean tratadas en la planta.

Una parte muy importante es que si durante el ciclo de 6 horas, no ha entrado agua residual en el depósito de pre-tratamiento, el sistema se pasa automáticamente a un modo de ahorro energético, hasta que de nuevo se llene el decantador primario, lo que hace que sea muy eficiente este proceso.

Todo el proceso consta de 4 tanques en donde se dan los diferentes procesos para tratar el agua residual, teniendo las siguientes características:

Tabla LXXXIX: Especificaciones técnicas de planta de tratamiento

# Personas		53
Entrada	Qd (m ³ /d)	7,95
	Vdz (m ³)	2,65
	Bd (kg/d)	3,18
	Q10 (m ³ /h)	0,80
Diámetro (m)	d1	2x2,50
	d2	
	d3	3,00
Área (m ²)	Ap	
	As	9,82
	Ar	7,07
Volumen (m ³)	Vr	15,90
	Vr máx.	17,23
	Vr min	14,58
	Vs	13,25
	Vp	3,18
Altura (m)	Hw máx.	2,44
	Hw min	2,06
	Hs	1,35
	Hp	

Las plantas de tratamiento AQUAMAX completan el tratamiento en 5 fases, que se describen a continuación:

Fase de alimentación

Como acción principal, luego de llegar las aguas residuales al depósito de tratamiento

Fase de tratamiento

La fase de tratamiento dura unas 6 horas, en donde se depura las aguas residuales. Las fases de mezcla, oxigenación y decantación se dan durante este ciclo. Luego de la alimentación empieza la fase de mezcla: las aguas se mezclan a través de cortos impulsos de los aireadores. En este proceso sucede la depuración biológica. En unos ciclos definidos, tras el suministro, se da una recirculación (desvitrificación), se airea (supresión del carbono y nitrificación).

Fase de decantación

Durante la fase de decantación, los fangos activos del reactor se irán decantando hacia el fondo del depósito. Durante la fase de tratamiento, los fangos se acumulan también en la bomba de extracción. Para que ésta no los bombee, el proceso cuenta con un sistema de auto limpieza, que hace que la bomba se limpie sola con 3 cortos impulsos durante la fase de decantación.

Fase de extracción

En la fase de extracción, se extraen las aguas tratadas de la parte superior del reactor SBR y son trasladadas a la cisterna donde se almacenará el agua que ya haya sido tratada para ser reutilizadas luego.

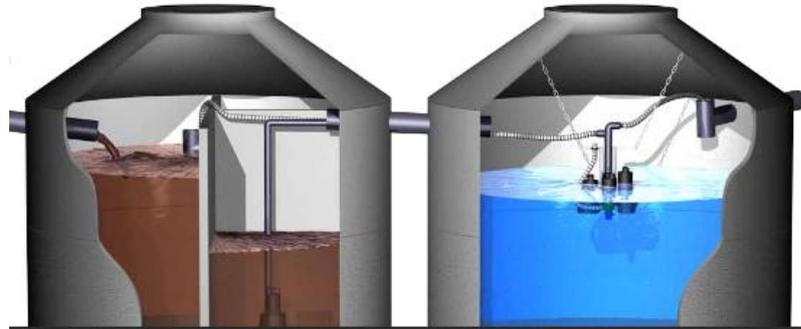


Figura 4.62: Esquema de funcionamiento de planta de tratamiento.
Fuente: <http://aquamax.ro/aquamax-classic.html>

Para el agua de la planta de tratamiento, se diseñó de igual manera que el agua potable para que sea impulsada hasta el lugar más lejano dentro del proyecto donde sea necesario el uso de esta agua. Por lo que se usará una bomba de igual manera con una potencia de 1 HP.

4.7. Sistema fotovoltaico

El dimensionamiento del sistema fotovoltaico para las edificaciones de los huéspedes se realizará por habitación, para la Alternativa 2: Edificación horizontal de hormigón y la Alternativa 3: Edificación vertical de hormigón y madera, se empleará el mismo dimensionamiento; para la Alternativa 1: Contenedores, el diseño se lo realizará para habitaciones individuales; para la recepción y el restaurant el dimensionamiento será para la estructura.

Los paneles estarán ubicados en la cubierta de las edificaciones, la cubierta posee una inclinación de 14° con respecto a la horizontal.

En las siguientes tablas se muestran los artefactos que se utilizarán, así como también de la cantidad de los mismos y de las horas de funcionamiento durante el día para cada edificación. Se dividirá el consumo de los equipos en según los artefactos que utilizan corriente continua (DC) y los que utilicen corriente alterna (AC).

Para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico se tendrán en cuenta los siguientes datos:

Tabla XC: Datos de diseño sistema fotovoltaico

Datos de equipo	
Eficiencia Batería (η_{bat})	95%
Eficiencia Inversor (η_{inv})	90%
Max. Profundidad de descarga (P_p)	60%
Días autonomía (N)	1
Tensión Nominal de la Batería (V)	12

Datos del Panel	
Tipo panel	I-110
Potencia (W) (P_p)	140
Isc (A)	8,25
Voc (V)	22,3
I _{max} (A)	8,26
V _{mas} (V)	17,4

Tabla XCI: Tablas de consumo de artefactos eléctrico

Alternativa 1: Contenedores		
Habitación normal		
UNIDADES	ARTEFACTO	T ENERGIA MAY (Wh)
4	Foco LED (DC)	345,6
1	Teléfono (DC)	12
1	Cargador (DC)	36
	TOTAL DC	393,6
1	Televisor (AC)	576
1	Ventilador Techo (AC)	432
1	Otros (AC)	1200
	TOTAL CUARTO	2208

Habitación grande		
UNIDADES	ARTEFACTO	T ENERGIA MAY (Wh)
5	Foco LED (DC)	432
1	Teléfono (DC)	12
1	Cargador (DC)	36
	TOTAL CUARTO	480
1	Televisor (AC)	576
1	Ventilador Techo (AC)	432
1	Otros (AC)	1200
	TOTAL CUARTO	2208

Alternativa 2: Construcción horizontal de hormigón y Alternativa 3: Construcción vertical mixta		
UNIDADES	ARTEFACTO	Total ENERGIA MAY (Wh)
3	Foco LED (DC)	259,2
1	Teléfono (DC)	12
1	Cargador (DC)	36
	TOTAL CUARTO	307,2
1	Televisor (AC)	576
1	Ventilador Techo (AC)	432
1	Otros (AC)	1200
	TOTAL CUARTO	2208

Edificación usada para la recepción		
UNIDADES	ARTEFACTO	T ENERGIA MAY (Wh)
7	Foco LED (DC)	604,8
2	Teléfono (DC)	24
2	Cargador (DC)	72
	TOTAL	700,8
2	Televisor (AC)	1152
2	Ventilador Techo (AC)	864
1	Otros (AC)	300
	TOTAL	2316

Edificación usada para el restaurant		
UNIDADES	ARTEFACTO	T ENERGIA MAY (Wh)
10	Foco LED (DC)	864
2	Teléfono (DC)	24
2	Cargador (DC)	72
	TOTAL	960
2	Televisor (AC)	1152
4	Ventilador Techo (AC)	1728
1	Cafetera (AC)	1800
1	Microondas (AC)	3000
1	Centro musical (AC)	144
1	Nevera (AC)	2400
1	Otros (AC)	1200
	TOTAL	11424

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de energía requerida para el sistema fotovoltaico para cumplir la demandas establecidas; para ello se empleara la siguiente formula

$$E_t = \left(\frac{E_{DC}}{\eta_{bat}} \right) + \left(\frac{E_{ac}}{\eta_{bat} * \eta_{inv}} \right) \quad (4.156)$$

Tabla XCII: Tabla de consumo total de artefactos eléctricos

	Alternativa: Construcción horizontal de hormigón y vertical mixta	Alternativa: Contenedores		Edificación usada para la recepción	Edificación usada para el restaurant
		Habitación normal	Habitación grande		
E_t [Wh/día]	2905,82	2996,77	3087,72	3446,46	14371,93

Una vez obtenida la energía que se requiere para los artefactos establecidos, se procede a calcular la radiación incidente media mensual que recibirían los paneles. Para estimar la radiación incidente se empleara el siguiente programa “NASA Surface meteorology and Solar Energy – Location”.

Para usar los datos de la página solo es necesario conocer las coordenadas geográficas del sitio en estudio; con fines prácticos se asumirá una inclinación de

17 grados con respecto a la horizontal de los paneles en la cubierta. Se empleará este sitio web puesto que es una fuente confiable.

Tabla XCIII: Tabla de radiación solar sobre un superficie inclinada

$G_{d\beta} \left[\frac{kWh}{m^2 \text{ dia}} \right]$	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inclinación 17	6,08	5,69	5,79	6,23	6,09	5,3	4,58	4,59	4,94	4,99	5,76	6,14

El dimensionamiento del sistema fotovoltaico se lo realizará para el mes más crítico, para ello se obtiene el cociente entre el “Consumo/Radiación”, el cálculo se muestra a continuación:

Tabla XCIV: Relación $E_t/G_{d\beta}$

	$E_t/G_{d\beta}$				
	Alternativa: Construcción horizontal de hormigón y vertical mixta	Alternativa: Contenedores		Edificación usada para la recepción	Edificación usada para el restaurant
		Habitación normal	Habitación grande		
Enero	0,478	0,4929	0,508	0,57	2,364
Febrero	0,511	0,5267	0,543	0,61	2,526
Marzo	0,502	0,5176	0,533	0,6	2,482
Abril	0,466	0,481	0,496	0,553	2,307
Mayo	0,477	0,492	0,507	0,566	2,360
Junio	0,548	0,565	0,583	0,650	2,712
Julio	0,634	0,654	0,674	0,753	3,138
Agosto	0,633	0,653	0,673	0,751	3,131
Septiembre	0,588	0,6066	0,625	0,7	2,909
Octubre	0,582	0,6006	0,619	0,69	2,88
Noviembre	0,504	0,5203	0,536	0,6	2,495
Diciembre	0,473	0,4881	0,503	0,56	2,341

De la tabla anterior se obtiene que el mes crítico para el dimensionamiento del sistema, se tomará el mes de Julio, por lo que la radiación que se tomará para el sistema será de $4,58 \frac{kWh}{m^2 \text{ dia}}$.

Se asumirá un factor de pérdidas del 75% en todo el sistema; por lo tanto el número de paneles será determinado por la siguiente ecuación:

$$N_t = \frac{E_t}{P_p * G_{d\beta} * P_g} \quad (4.157)$$

Para calcular el número de panel que trabajen en serie y en paralelo se tienen las siguientes formulas:

$$N_s = \frac{V_{bat}}{V_m} \quad (4.158)$$

$$N_p = \frac{N_t}{N_s} \quad (4.159)$$

Por tanto, se tiene la siguiente tabla que muestra el número de paneles fotovoltaicos, así como también cuantos trabajarán en serie y en paralelo

Tabla XCV: Dimensionamiento de paneles solares del sistema

		# Paneles	Conectados Serie	Conectados Paralelo
Alternativa: Construcción horizontal de hormigón y vertical mixta		6	2	3
Alternativa: Contenedores	Habitación normal	8	2	4
	Habitación grande	8	2	4
Edificación usada para la recepción		8	2	4
Edificación usada para la restaurant		30	2	15

Para determinar el tipo de batería necesaria para el sistema, se debe tener en cuenta máxima profundidad de descarga y el número de días que el sistema tendrá energía sin que este reciba radiación solar. Para ello se emplean las siguientes formulas:

$$C_n[Wh] = \frac{N * E_t}{P_d} \quad (4.160)$$

$$C_n[Ah] = \frac{C_n}{V_{bat}} \quad (4.161)$$

Tabla XCVI: Dimensionamiento de batería

		$C_n[Wh]$	$C_n[Ah]$
Alternativa 1: Contenedores	4994,62	416,22	624,33
	5146,20	428,85	643,27
Alternativa2: Edificación horizontal de hormigón y Alternativa 3: Edificación Vertical de Hormigón y Madera		4843,04	403,59
Edificación para la recepción		5744,09	478,67
Edificación para el restaurant		23953,22	1996,10

El regulador necesario para el sistema será determinado por el máximo valor de entre I_r y I_c , para el regulador se asumirá un rendimiento del regulador 75%.

$$I_r = P_p * \eta_{reg} / V_m \quad (4.162)$$

$$I_g = I_r * N_p \quad (4.163)$$

$$I_c = \frac{P_{DC}}{V_{bat}} + \frac{P_{AC}}{220} \quad (4.164)$$

Tabla XCVII: Tabla de dimensionamiento de regulador

		I_r [A]	I_g [A]	I_c [A]	I_{reg} [A]
Alternativa1:	12,73	50,91	6,26	50,91	54,10
Contenedores	12,73	50,91	6,26	50,91	67,62
Alternativa2: Edificación horizontal de hormigón y Alternativa 3: Edificación Vertical de Hormigón y Madera		12,73	38,18	6,26	38,18
Edificación para la recepción		12,73	50,91	6,26	50,91
Edificación para el restaurant		12,73	190,91	16,53	190,91

Para dimensionar el inversor de debe determinar la potencia de los artefactos que emplean corriente alterna. Dicha potencia se verá afectada por el factor de funcionamiento, para este proyecto se usará un factor de 75%.

Tabla XCVIII: Tabla de dimensionamiento del inversor

		P_{inv} [W]
Alternativa:	510	510
Contenedores	510	510
Alternativa2: Edificación horizontal de hormigón y Alternativa 3: Edificación Vertical de Hormigón y Madera		510
Edificación para la recepción		510
Edificación para el restaurant		2205

Con estos resultados se usarán los siguientes equipos para el sistema fotovoltaico:

- Modulo solar poli cristalino SIMAX 156 de 140 W
- Batería ULTACELL UCGD150-12 gel de
- Regulador Morningstar Tristar 60 A
- Inversor POWERSTAR 1000W
- Inversor para carga grande de onda senoidal PST3000-48

CAPÍTULO 5

5. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Como se conoce al realizar obras civiles se generan diferentes cambios en el entorno e impactos ambientales, los que no son buenos para el ecosistema en el que se pueden encontrar los diferentes proyectos, por lo que es muy importante tratar de reducir el impacto que se genere y realizar planes para poder mitigar lo que sea necesario.

En el presente capítulo se detalla la evaluación del impacto que generará el proyecto “Diseño de un paradero con fines turísticos basado en un diseño sustentable en Puerto Engabao” en el medio ambiente. Principalmente lo que sería la construcción del paradero turístico en el que conlleva la construcción de las diferentes edificaciones y las consecuencias que acarrearán el realizar una obra como la que se presenta en el proyecto.

Los planes de mitigación para reducir los riesgos que se puedan presentar a los diferentes recursos que existen en Puerto Engabao en las fases de construcción, operación y fin de la vida útil del proyecto.

5.1. Descripción de Línea Base

Puerto Engabao es un lugar ubicado en la Provincia del Guayas, que tiene como principal actividad económica la pesca, secundado por el turismo que se genera en el sector debido a las playas, su vía de acceso no se encuentra en buen estado y las vías dentro de la población eran lastradas. El lugar cuenta con Agua Potable

de las redes de Hidroplayas y también de tanqueros, pero no con el servicio de alcantarillado sanitario ni pluvial.

El turismo en el sector no es explotado de la manera adecuada para poder generar recursos y tener una mejor economía para los habitantes, por lo que se ha propuesto la construcción de un paradero turístico con un enfoque sustentable.

5.2. Actividades a realizar

Las obras civiles tienen 3 diferentes fases que son: Fase de Construcción, Fase de Operación y la Fase de Desmontaje. En cada fase se realizarán diferentes actividades que se detallan a continuación:

Fase de Construcción

- Desbroce y limpieza
- Movimiento de tierra
- Relleno
- Compactación
- Figurado y armado de hierro
- Encofrado
- Hormigonado
- Instalación redes tuberías
- Instalación cajas y pozos
- Colocación de contenedores
- Colocación árboles y áreas verdes
- Instalación planta de tratamiento

- Instalación reservorios
- Instalación sistema fotovoltaico

Fase de Operación

- Mantenimiento sistema de tuberías
- Mantenimiento planta de tratamiento
- Mantenimiento sistema fotovoltaico
- Limpieza caja de registro
- Limpieza de pozo de inspección
- Limpieza de edificaciones
- Limpieza zonas aledañas
- Generación de abono
- Mantenimiento áreas verdes
- Manejo lodos de residuos de planta de tratamiento

Fase de Desmontaje

- Desinstalación redes tuberías
- Desinstalación planta tratamiento
- Desinstalación sistemas fotovoltaico
- Transporte equipos de demolición
- Traslado de contenedores
- Demolición de estructura

- Extracción de hierro con maquinaria
- Movimiento del material extraído
- Limpieza del área y alrededores
- Colocación árboles y áreas verdes
- Generación de gases invernaderos
- Desinstalación de pozos y cajas de registro

5.3. Recursos afectados

En las diferentes fases de la construcción de la obra civil se verán afectados diferentes recursos, los cuales son:

Agua

Este recurso es muy afectado en las diferentes etapas de una obra civil, al usarse para diferentes actividades y ser un recurso al que no se lo puede descartar y no se puede cambiar por otro material, por lo que es importante tratar de causar el menor impacto.

Al encontrarse el proyecto muy cerca de la playa se debe tener cuidado de donde se dejen los desechos, ya que podrían ir a parar al mar, por lo que es un poco complicado limpiar esto; se debe tener en cuenta la disposición de los desechos.

Aire

El aire al igual que los demás recursos se verá afectado, esto no solo involucrará a las personas que residen en Puerto Engabao, sino también a los turistas que visitan de manera frecuente el lugar, de tal manera que se debe de ser muy

cuidadosos para evitar que el ruido que generen las maquinarias pesadas no complique tanto.

El polvo y gases que se produzca al momento de realizar las excavaciones de diferentes tipos o en el transporte de los diferentes equipos y materiales, provocan que existan muchas partículas en el aire de polvo normalmente, y las vías de acceso al lugar no se encuentran en un estado bueno, por lo que sería aún más.

Suelo

Las características Mecánicas y Físicas podrían verse alteradas en las inmediaciones del lugar del recurso suelo, por lo que se debe tener muy en consideración todas las actividades que se puedan realizar y que involucren este recurso desde lo más mínimo.

Flora

La flora son las especies vegetales que se encuentran en el ecosistema de Puerto Engabao, aunque no se encuentre gran variedad en el lugar, se debe tomar en consideración no afectar este recurso.

Fauna

En el lugar del proyecto no existen tantos animales terrestres, ciertos reptiles que habría que tener en consideración, probablemente los animales como los cangrejos puedan verse afectados, ya que si existen varios lugares cerca del proyecto en donde habitan.

Factores Socio-económicos

Un beneficio muy grande de los proyectos es que crean nuevas plazas para trabajos y un desarrollo económico en los alrededores del proyecto, que está ubicado en Puerto Engabao, lo que es un objetivo muy importante, mejorar el turismo con una obra civil en la que se vea beneficiada la economía del sector.

5.4. Matrices de Impacto Ambiental

Para poder evaluar la magnitud y la valoración del impacto ambiental, se elaborarán diferentes matrices, las cuales son:

Matriz Intensidad (I)

Se evalúa del 1 al 10 la intensidad del impacto por cada actividad a los diferentes recursos.

Matriz Extensión (E)

Se evalúa la extensión a la que afecta el proyecto: 1 para impactos puntuales, 5 para extensión local y 10 para impactos regionales.

Matriz Duración (D)

Se evalúa la duración en años de afectación: 1 para < 5 años, 5 para +5 años y < a 10 años y 10 para > 10 años.

Matriz Signo

Se evalúa +1 para actividades positivas y -1 para actividades negativas

Matriz Magnitud (M)

Se evalúa esta matriz con las 4 matrices calculadas anteriormente y los factores de las matrices I (Fi), D (Fd) y E (Fe) que suman 1.

$$M = \pm (I * Fi + E * Fe + D * Fd)$$

Matriz Reversibilidad (Rv)

Se evalúa del 1 al 10 la probabilidad de que el recurso pueda regresar a su estado original.

Matriz de Riesgo (Rg)

Se evalúa del 1 al 10 la probabilidad que ocurra cada impacto.

Matriz de Valoración de Impacto Ambiental

Se evalúa esta matriz con las matrices M, Rg y Rv, cada matriz con su respectivo factor que suman 1.

$$VIA = RvFRg * RgFRg * |M|FM$$

Matriz de Significancia de Impacto Ambiental

Se evalúa el nivel de impacto que las actividades tendrán en los recursos ambientales.

5.5. Evaluación de Impactos

Fase de Construcción

La fase de construcción comprende todas las actividades que se realizarán mientras se esté construyendo el proyecto, se detallará como las diferentes

actividades afectarán al medio ambiente de las inmediaciones del proyecto en Puerto Engabao, Guayas.

Tabla XCIX: Análisis de impacto ambiental fase de construcción

<p>Agua</p>	<p>Al realizar las excavaciones podrían infiltrarse líquidos o material contaminado, lo que afectaría en gran medida.</p> <p>Cuando exista el movimiento de tierras pueden ocurrir alteraciones en el curso de los escurrimientos.</p> <p>Desechos podrían ir a la playa al y afectaría la calidad de agua del mar.</p>
<p>Aire</p>	<p>Cuando se transporten los diferentes materiales, podría haber un gran aumento de partículas en el aire de polvo.</p> <p>Las maquinarias emitirían una cantidad de gases que no son habituales en el sector.</p> <p>Las baterías sanitarias podrían generar olores desagradables en lugares o cercanos a la playa o donde residen los habitantes.</p> <p>El ruido que se genere cuando se transporten los equipos, materiales o contenedores afectará a la vida cotidiana de los habitantes de Puerto Engabao.</p>
<p>Suelo</p>	<p>Al existir movimiento de tierra, esto afectaría las características fisio-mecánicas.</p> <p>La extracción del material vegetal, las excavaciones y también el movimiento de materiales, podrían hacer que exista una erosión del suelo.</p>

Flora	No existe diversa variedad de vegetación en el lugar, por lo que no se verá tan afectado, pero se debe tener en consideración que no pase la maquinaria pesada por lugares con vegetación.
Fauna	En el lugar del proyecto no existen tantos animales terrestres, ciertos reptiles que habría que tener en consideración, probablemente los animales como los cangrejos puedan verse afectados, ya que si existen varios lugares cerca del proyecto en donde habitan. Y esto podría verse afectado cuando se realice la limpieza y desbroce en el lugar de la obra.
Factores Socio-económicos	<p>Al momento de construirse la obra, puede generar un impacto negativo en los turistas al ver la maquinaria y equipos.</p> <p>Las vías de acceso podrían verse afectadas por la maquinaria pesada que va a transitar por el lugar.</p> <p>Se generarían plazas de trabajo para la construcción, así como demanda de insumos para el personal, esto sería un efecto positivo.</p>

Fase de Operación

En la fase de operación constan todas las actividades que se realizarán durante el tiempo en que el proyecto esté funcionando, se detallará como las diferentes actividades afectarán al medio ambiente de las inmediaciones del proyecto en Puerto Engabao, Guayas.

Tabla C: Análisis de impacto ambiental fase de operación

Agua	<p>El proyecto contará con una planta de tratamiento, por lo que las aguas residuales no serán un inconveniente al momento de ser descargadas.</p> <p>Las instalaciones de tuberías podrían sufrir pérdidas e infiltrarse en aguas subterráneas, lo que sería negativo.</p>
Aire	<p>No se permitirá fumar en las inmediaciones del lugar para evitar contaminación en el ambiente. El ruido que emitan las bombas en el lugar no será de gran magnitud, ya que se contará con sus respectivos cuartos de bombas.</p>
Suelo	<p>Los turistas podrían generar desechos en lugares cerca del proyecto o dentro del área del proyecto, lo que afectaría este recurso.</p>
Flora	<p>La creación de áreas verdes con plantas endémicas, será importante y tendrá un impacto positivo.</p>
Fauna	<p>El hábitat natural de los animales podría ser interrumpido por las personas que frecuenten el lugar.</p>
Factores Socio-económicos	<p>Cuando entre en funcionamiento el proyecto, generará mayor número de turistas que acudan a Puerto Engabao, lo que será un impacto positivo para las personas que viven en el lugar, al mejorar la economía</p>

	y se generen más recursos, al haber también plazas de trabajo en el lugar.
--	--

Fase de Desmontaje

En la fase de montaje se detallan las actividades que se realizarán durante el tiempo en que el proyecto ya no se encuentre en operación, como se verá afectado al medio ambiente en el lugar del proyecto en Puerto Engabao, Guayas.

Tabla CI: Análisis de impacto ambiental fase de desmontaje

Agua	Cuando la vida útil del proyecto llegue a su fin generará una afectación a los cuerpos hídricos que existan, debido a que las tuberías llegarían al fin de su vida útil, lo que generaría una contaminación en el área subterránea y llegar al mar.
Aire	Al no realizarse un mantenimiento de la planta de tratamiento, comenzará a emanar olores de los lodos que no han sido removidos
Suelo	Los contenedores al no ser tratados con un material para evitar su corrosión, podrían afectar este recurso.
Flora	Las áreas verdes no se verían tan afectadas, ya que serían las plantas endémicas que están aclimatadas a ese ambiente aunque no tengan un mantenimiento permanente.

Fauna	No se vería afectada la fauna del lugar, por lo que existirá un impacto nulo en este recurso.
Factores Socio-económicos	Podría haber una disminución del turismo en Puerto Engabao, así como también en la economía, al no existir la misma demanda de insumos y menos plazas de trabajo para los habitantes.

5.6. Plan de Manejo ambiental

En el Plan de Manejo Ambiental se detallarán las acciones requeridas para prevenir, mitigar y controlar los efectos que se generen en las fases que se darían en el proyecto “Diseño de un paradero con fines turísticos basado en un diseño sustentable en Puerto Engabao” y que puedan afectar al medio ambiente en las inmediaciones de Puerto Engabao.

5.7. Objetivos

Objetivo General

- Identificar todos los impactos ambientales que pueden ocasionar las actividades que se realicen en la ejecución del proyecto e implementar parámetros ambientales para la mitigación de la misma.

Objetivos Específicos

- Elaborar un documento técnico de gestión que permita facilitar e incorporar el manejo ambiental de las actividades del proyecto.
- Desarrollar un Plan de Manejo Ambiental adecuado para poder disminuir los efectos que pueden ser generados en las diferentes actividades del proyecto.
- Definir las medidas técnicas y procedimientos para disminuir los impactos negativos.

5.8. Diseño del PMA

Para el Plan de manejo ambiental se tomaran las actividades ambientales que se detallan en la estructura del PMA.

Plan de Prevención y Mitigación de impactos

Se establecerán las medidas necesarias para prevenir y disminuir los impactos negativos que han sido previamente identificados durante la duración de las diferentes etapas.

Plan de Contingencia

Se detallarán las acciones y actividades para poder controlar alguna acción que pueda terminar en un accidente o emergencia.

Plan de Capacitación

Se emplearán capacitaciones para el personal que laborará en el proyecto, sobre los diferentes elementos de gestión ambiental, para poder desarrollar una eficiente prevención.

Plan de Manejo de desechos sólidos y líquidos

Se detallarán las medidas que se apliquen para tratar de una manera apropiada los desechos sólidos que se produzcan, así como los desechos líquidos que serán tratados de una manera adecuada en una planta.

5.9. Plan de Prevención y Mitigación de impactos.

Las medidas tomadas en el Plan de Prevención y Mitigación de impactos, permiten garantizar que se pueda alcanzar los beneficios que se han trazado, por lo que en las diferentes fases de Construcción, Operación y de Desmontaje se podrá evitar eventos negativos que puedan causar impactos en el medio ambiente del lugar del proyecto.

1° Medida de Prevención y Mitigación de Impactos

Actividad: Limpieza y desbroce (Fase de Construcción)

Afectación: 25,82 (Alta)

Medidas a tomar:

Cuando se proceda a retirar el material del desbroce, se debe tener cuidado que no haya infiltración hacia las aguas subterráneas, tener en cuenta un correcto traslado del material.

La vegetación existente en las inmediaciones del lugar, será readecuada con la creación de las nuevas áreas verdes dentro del proyecto.

Evitar la erosión del suelo al dejar desprotegido de su capa vegetal, por lo que habrá que colocar material de relleno para evitarlo.

2° Medida de Prevención y Mitigación de Impactos

Actividad: Instalación redes de tuberías (Fase de Construcción)

Afectación: 14,06 (Alta)

Medidas a tomar:

Cuando se proceda a retirar el material por donde irán ubicadas las redes de tuberías, se debe tener cuidado que no haya infiltración hacia las aguas subterráneas.

El suelo que ha sido removido de su estado natural, usarlo para el relleno de otras áreas, así como el área de la tubería luego de su correcta instalación.

Controlar el polvo que se genere cuando se realicen las excavaciones, al echar agua de manera adecuada para evitarlo.

3° Medida de Prevención y Mitigación de Impactos

Actividad: Mantenimiento redes de tuberías (Fase de Operación)

Afectación: 15,31 (Alta)

Medidas a tomar:

Cuando se proceda a retirar los desechos que se generen en las redes de tuberías, se debe tener cuidado que no haya infiltración hacia las aguas subterráneas.

El suelo que ha sido removido de su estado natural, usarlo para el relleno de otras áreas, así como el área de la tubería luego de su correcta instalación.

Realizar el mantenimiento frecuentemente para evitar fallas en el sistema.

4° Medida de Prevención y Mitigación de Impactos

Actividad: Demolición de estructuras (Fase de Desmontaje)

Afectación: 14,92 (Alta)

Medidas a tomar:

Controlar la generación de polvo en lugares cercanos al área del proyecto.

Realizar la demolición en días y horarios en donde no exista gran cantidad de turistas.

Colocar la señalización adecuada sobre la demolición que se realizará en lugares cercanos al proyecto.

Trasladar el acero extraído a lugares donde pueda ser reutilizado y no generar más desechos.

Proveer del EPP necesario al personal que se encuentre en el lugar de demolición.

5° Medida de Prevención y Mitigación de Impactos

Actividad: Generación de gases (Fase de Desmontaje)

Afectación: 16,71 (Alta)

Medidas a tomar:

Controlar la generación de polvo en lugares cercanos al área del proyecto.

Contar con maquinaria en buen estado para evitar la generación de combustión en exceso.

Controlar el número de maquinaria pesada que transite en las vías, y optimizar el uso de estas.

5.10. Plan de Contingencia

En el presente Plan de Contingencia se presentarán diferentes acciones para poder controlar y enfrentar alguna acción que pueda terminar en algún accidente en la infraestructura y durante los procesos.

Para cualquier situación de emergencia se podrá tener una respuesta de manera rápida y eficiente, para poder prevenir posibles contingencias, proteger a la comunidad y minimizar los efectos negativos en el medio ambiente.

Tabla CII: Plan de contingencia

<p>Fase de Construcción</p>	<p>Contar con equipo de primeros auxilios en caso de algún accidente.</p> <p>Diseñar las rutas de evacuación.</p> <p>Reuniones de seguridad para enfrentar alguna contingencia, en las que participen los trabajadores.</p>
<p>Fase de Operación</p>	<p>Colocar la señalización respectiva de todas las áreas donde podría generarse algún incidente.</p> <p>Contar con el equipo necesario en caso de algún incendio.</p> <p>Vías de evacuación y punto de encuentro, en caso de siniestros</p> <p>Realizar las inspecciones frecuentes en los puntos de control para evitar fallas.</p>

Fase de Desmontaje	Colocar la respectiva señalización en las áreas donde pueda generarse algún accidente. Vías de evacuación en caso de derrumbes. Determinar los riesgos en las actividades que se realicen.
-------------------------------	--

5.11. Plan de Capacitación

El Plan de Capacitación estará basada en aspectos muy importantes como la protección y cuidado del medio ambiente, se lo realizará para todos los trabajadores que se encuentren en el proyecto, para que todos puedan concientizar sobre los impactos eventuales de las actividades que se realicen durante las diferentes fases.

Tabla CIII: Plan de capacitación

Fase De Construcción	Capacitar a los obreros sobre la señalización que se encuentra en el lugar. Capacitar a los obreros sobre los accidentes que se pueden generar sino se emplean los materiales y equipos adecuados. Capacitar al personal sobre el correcto uso del equipo de protección personal y posibles multas por la falta de seguridad.

<p>Fase de Operación</p>	<p>Charlas sobre el mantenimiento adecuado de las áreas verdes.</p> <p>Capacitar a las personas que laboran en la hostería sobre cómo actuar en caso de emergencias.</p> <p>Contar con recursos didácticos que puedan utilizar los huéspedes, en donde se detalle información sobre las seguridades y que hacer en caso de alguna eventualidad.</p>
<p>Fase de Desmontaje</p>	<p>Charlas de seguridad al personal en obra sobre la demolición y posibles accidentes.</p> <p>Capacitar al personal sobre el correcto uso del equipo de protección personal y posibles multas por la falta de seguridad.</p>

5.12. Plan de desechos sólidos y líquidos

En el Plan de desechos sólidos se crearán medidas para poder tener un manejo adecuado para los desechos que se generen en las diferentes fases y así no incumplir la normativa ambiental.

Tabla CIV: Plan de desechos sólidos y líquidos

<p>Fase de Construcción</p>	<p>Contar con un sistema adecuado de clasificación de desechos sólidos que se generen en obra, en un lugar apropiado.</p>
------------------------------------	---

	<p>Colocar una batería sanitaria en un lugar apropiado y limpiar frecuentemente.</p> <p>Trasladar los desechos que se generen a un lugar que previamente ha sido acordado con las autoridades.</p>
Fase de Operación	<p>Realizar el correcto mantenimiento de la planta de tratamiento.</p> <p>Entregar al personal de limpieza el equipo necesario para poder manipular los desechos.</p> <p>Trasladar los residuos obtenidos en el mantenimiento y limpieza de tuberías, pozos y cajas de registro a lugares autorizados, donde se puedan tratar los desechos.</p>
Fase de Desmontaje	<p>Contar con un sistema adecuado de clasificación de desechos sólidos que se generen en obra, en un lugar apropiado.</p> <p>Colocar una batería sanitaria en un lugar apropiado y limpiar frecuentemente.</p> <p>Trasladar los desechos que se generen a un lugar que previamente ha sido acordado con las autoridades.</p> <p>Entregar al personal el EPP necesario.</p>

CAPÍTULO 6

6. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

6.1. Restricciones del proyecto

Para el proyecto *“Diseño de un paradero con fines turísticos basado en un diseño sustentable en Puerto Engabao”*, existirán diferentes consideraciones que se deben tomar en cuenta al momento que pueda entrar en operación.

Esto se evaluará en fin de tener en cuenta las posibles restricciones y ver la viabilidad del proyecto, se tendrán en cuenta varios criterios y se detallará sobre cada uno.

6.1.1. Entorno

El sitio del proyecto se encuentra en Puerto Engabao, cuyas vías de acceso no se encuentran en un buen estado, lo que no permitiría un fácil acceso para las personas y podría resultar en una no aceptación de los futuros huéspedes que se puedan alojar.

En las calles existe bastante polvo lo que podría resultar un poco molesto para las personas que se trasladen al lugar de proyecto. En época de lluvias se podría producir lodos en las vías lo que sería un inconveniente más grande, ya que podría dificultar aún más el acceso.

6.1.2. Medio Ambiente

El proyecto tiene un enfoque de sustentabilidad, por lo que se haría todo lo posible para disminuir el impacto en el medio ambiente y de usar en lo más mínimo posible los recursos existentes. Aun así, en la fase de construcción de los proyectos si existirán cambios en el medio ambiente, cambios en los recursos que habitualmente se consumen en un lugar, aunque sean muy pocos, habría que tomarlos en cuenta.

Al momento de traer al país ciertos equipos como serían la planta de tratamiento o los paneles solares, eso crearía que exista una contaminación cuando se importen, y esto es algo en que se podría afectar al medio ambiente de igual manera.

6.1.3. Economía

Tener una inversión para un proyecto con un enfoque sustentable, es un poco más costoso en sus inicios que un proyecto convencional, aunque a largo plazo se refleja por qué se hace una inversión al comienzo, ya que se reducen los gastos por consumos de agua o de energía eléctrica.

Se necesitaría una inversión de empresas privadas para que se pueda financiar el proyecto, esto puede resultar algo complicado, al no existir muchos proyectos sustentables y el desconocimiento de las personas sobre esto. Aparte la difícil situación económica por la que está atravesando el país sería de tomar en cuenta de todas maneras.

El pago de aranceles por la importación de varios equipos, podría resultar muy costoso. Esto sería un factor para que el proyecto se encarezca y no se pueda financiar todo lo que se necesitaría traer para que el diseño del proyecto sea el que se espera.

6.1.4. Aceptación del proyecto

Como se ha mencionado los proyectos con un enfoque sustentable, son muy escasos en el Ecuador, no se han construido muchas edificaciones con fines de buscar un equilibrio con el medio ambiente.

Esto claramente podría crear una desconfianza en las personas por el desconocimiento de nuevas técnicas que son necesarias en el diseño del proyecto, como son: la reutilización del agua de la planta de tratamiento o el uso de energía solar. Y podría no atraer muchas personas al lugar de la hostería por lo que no tendría aceptación el lugar, pero se necesitaría de implementar charlas para dar a conocer los beneficios de todo esto.

6.1.5. Épocas turísticas

En todos los lugares existen épocas en las que los turistas buscan asiduamente la costa para pasar sus vacaciones, el resto de los días no existe una gran demanda en los lugares costeros, esto puede ser un inconveniente para poder obtener ingresos y mejorar el turismo en Puerto Engabao.

No habría un constante número de huéspedes en la hostería en esas épocas “no playeras”. Se tendría que buscar mejorar y encontrar nuevos clientes, ya que

frecuentemente van personas que van a practicar el surf en Puerto Engabao, esto podría resultar beneficioso para captar clientes.

6.1.6. Selección de las alternativas

Para la elección de la alternativa que se escogerá y se procederá a analizar, se evaluarán diferentes aspectos como: Aspecto socio-económico del sitio, Diseño sustentable, Tipo de construcción (materiales), Área de construcción y el Aspecto turístico (visual, número de turistas alojados). Se considerarán estos aspectos los más importantes para escoger la alternativa, basándose en el enfoque que tiene el proyecto.

6.2. Descripción de los criterios

Para la elección de la alternativa que se escogerá y se procederá a analizar, y se evaluarán diferentes aspectos como: Aspecto socio-económico del sitio, Diseño sustentable, Tipo de construcción (materiales), Área de construcción y el Aspecto turístico (visual, número de turistas alojados). Se considerarán estos aspectos los más importantes para escoger la alternativa, basándose en el enfoque que tiene el proyecto.

Diseño sustentable

Como el proyecto tiene un enfoque sustentable, en el que se busca optimizar todos los recursos que se dispongan, no sólo en el lugar del proyecto, sino de los recursos que sean necesarios para poder minimizar el impacto en el medio ambiente y en las personas que habiten en el sector. Por lo que será importante este aspecto al momento de elegir la alternativa.

Tabla CV: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio de diseño sustentable

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Al usar contenedores para las habitaciones, se considera muy importante esta alternativa, por el reciclaje que involucraría. Aunque los contenedores tendrían que ser trasladados al lugar del proyecto, esto serviría para poder transportar otros materiales necesarios. Se usaría un aislante térmico para que no existan altas y bajas temperaturas dentro de los cuartos.	Al ser una edificación de hormigón, se trasladaría desde el DISENSA que se encuentra en Engabao, lo que no generaría mucha polución. Se usarían paneles solares para generar la energía eléctrica, que sería una energía limpia, como en las otras alternativas.	Como se usaría madera como paredes, esto generaría polución desde el lugar desde donde se transporte. La planta de tratamiento será importante para el agua residual, esto existirá en todas las alternativas. La madera además es un aislante térmico que permitiría tener un mejor ambiente dentro de los cuartos.

Diseño estructural

Considerar el diseño estructural de las edificaciones será un aspecto que se tenga en cuenta, ya que se debe de brindar un lugar que sea seguro para las personas que vayan al sitio y no se sientan en riesgo por cualquier sismo o algún evento de carácter peligroso para las vidas.

Tabla CVI: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio de diseño estructural

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Debido a que la estructura es liviana, si existiera la posibilidad de colapsar, no habría un mayor peligro. Los contenedores contarían con una cimentación adecuada, en cualquier caso.	El diseño estructural de esta alternativa se basó en un diseño sismo-resistente, lo que asegura que no existan riesgos de gran magnitud por cualquier evento sísmico.	El diseño estructural de esta alternativa se basó en un diseño sismo-resistente, lo que asegura que no existan riesgos de gran magnitud por cualquier evento sísmico.

Aspecto turístico

Este aspecto es muy importante al poder generar mayores recursos para las personas que residen en Puerto Engabao si se genera un gran impacto en los turistas, por lo que es necesario tener muy en cuenta que todo lo que se pueda observar en el proyecto sea agradable y la idea de generar recursos limpios también.

Tabla CVII: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio de aspecto turístico

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Los cuartos de los contenedores existen unos que no son tan grandes lo que podría crear inconvenientes, al igual que no es algo común y podría haber un rechazo de parte de las personas. Idea innovadora.	Esta alternativa cuenta con las paredes de hormigón, lo que es muy común y no llamaría tanto la atención en personas que buscan un ambiente más agradable.	Al contar con paredes de madera, esto podría generar un ambiente más costero y sería ideal para las personas que buscan ese fin.

Tipo de construcción

El uso de los materiales en el proyecto, será un aspecto a considerar, principalmente al encontrarse en un ambiente costero, donde existe salinidad en el ambiente y podría dañar lo que se puede construir, si es que no se toman las medidas necesarias.

Tabla CVIII: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio de tipo de construcción

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Los contenedores son metálicos y habría que protegerlo de la salinidad en el ambiente con pintura, al igual que a las estructuras que se han construido de hormigón con un aditivo.	Se usaría hormigón para la construcción de elementos estructurales y mampostería, que es lo convencional para las edificaciones.	Se usaría hormigón para los elementos estructurales y madera como mampostería, se colocaría aditivo para la protección del hormigón al estar ubicado en un ambiente marino.

Aspecto socio-económico del sitio

Una manera muy importante y favorable es usar mano de obra de las personas que viven en Puerto Engabao en lugar de ciertas maquinarias para que se pueda aprovechar toda fuente de empleo que se genere al momento de construir las edificaciones.

Tabla CIX: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio de aspecto socio-económico del sitio

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Se contrataría personas para que realicen las adecuaciones de los contenedores y las instalaciones que tendrían las habitaciones del proyecto, al igual que las otras edificaciones.	Personas que residan en Puerto Engabao serían la mano de obra para poder construir todas las edificaciones que corresponden.	Personas que residan en Puerto Engabao serían la mano de obra para poder construir todas las edificaciones que corresponden, incluyendo la edificación de dos plantas.

Área de construcción

El área de construcción en la que se encontrarán la recepción, el restaurant y las edificaciones para alojar a los turistas, se tomarán en cuenta para poder ver cual alternativa es más viable para las áreas verdes que existirían en el proyecto y poder generar un mejor lugar.

Tabla CX: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio de área de construcción

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Los contenedores no ocuparían mucho espacio en el lugar del proyecto, y sería posible trasladarlos una vez que ya cuente con las instalaciones, si es que se piensa en un futuro alojar más personas.	Esta alternativa consta de dos edificaciones para alojar a las personas. Esto representa un área mayor de construcción y menor área para colocar árboles. Además limitaría para poder alojar mayor personas en un futuro.	Esta alternativa consta de una edificación de dos plantas que alojaría la misma cantidad de personas que la Alternativa 2 en la mitad de área de construcción y se podría aprovechar para tener áreas verdes o también para en un futuro construir otra edificación.

Tiempo de Construcción

Este criterio se tomará en cuenta para poder escoger la alternativa correcta, es importante por el hecho de que en un menor tiempo que se construya el proyecto, se generaría menor impacto al medio ambiente, al tener que usar maquinarias, aparte de la emanación de gases y polución al aire y medio ambiente.

Tabla CXI: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio de tiempo de construcción

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Al usar los contenedores, esto no requeriría más que ser transportados al lugar del proyecto y de la construcción de la cimentación que no sería mucho tiempo, por lo que el tiempo que se pueda usar no sería tanto.	Al ser una construcción en su totalidad de hormigón, esto haría que el tiempo de construcción del proyecto sea mucho más que el de la Alternativa 1.	Al ser una construcción con elementos estructurales de hormigón y de dos plantas, esto haría que el tiempo de construcción del proyecto sea mucho más que el de la Alternativa 1.

6.3. Evaluación de las alternativas

Luego de evaluar los diferentes criterios que se tomaron en consideración para escoger la alternativa indicada, se ha realizado una puntuación basado en nuestro criterio, por lo que se han presentado los siguientes resultados:

Tabla CXII: Tabla de evaluación de alternativas según el criterio para la selección de la alternativa

Criterios	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Diseño Sustentable	50%	20%	30%
Diseño Estructural	30%	35%	35%
Aspecto Turístico	40%	20%	40%
Tipo de Construcción	40%	25%	35%
Aspecto Socio-económico	30%	35%	35%
Área de Construcción	40%	20%	40%
Tiempo de Construcción	70%	20%	10%
TOTAL	44%	24%	32%

De los resultados que se han obtenido, se menciona que para el diseño sustentable se consideró el doble al momento de ponderar que del resto de criterios, al tener el proyecto un enfoque sustentable.

En los resultados se aprecia que la Alternativa 1 es la que tiene un mayor porcentaje, al revisar y valorar los criterios. Por lo que es la alternativa de los contenedores que se seleccionará para el proyecto.

6.4. Ventajas de la alternativa seleccionada

El uso de contenedores presenta diferentes ventajas como lo son:

6.4.1. Ecológicas.

La reutilización de los contenedores es muy conveniente para el medio ambiente, por lo que reduce el uso de otros materiales, existe un menor impacto ambiental en el lugar que se usarán, ocasionan menor gasto, aminoran la polución auditiva.

6.4.2. Rapidez constructiva.

Existe una rapidez para la construcción de los contenedores, ya que pueden ser traslados de una manera fácil, tienen un montaje y desmontaje rápido, luego las

instalaciones y adecuaciones dentro de los contenedores, las respectivas cimentaciones en el área del proyecto, usando menores recursos para la construcción de éstas.

6.4.3. Antisísmica.

Han existido estudios para diferentes movimientos horizontales y verticales que han dado buenos resultados, por lo que tiene un buen comportamiento antisísmico.

6.4.4. Innovadoras.

Pueden acondicionarse de diferentes maneras, el uso de contenedores constituye nuevas técnicas de construcción, por el hecho de que no hay muchas construcciones de esta clase.

6.4.5. Seguras.

Los contenedores han sido creados para poder resistir climas de diferentes comportamientos, diferentes tipos de movimientos, por lo que ofrecen una seguridad adecuada.

6.5. Presupuesto

El presupuesto se realizó en base a la alternativa seleccionada, la alternativa de Los contenedores, en aquel presupuesto se incluye toda la infraestructura que tendrá el proyecto.

Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1		Actividades Preliminares				
1,1	1001	Caseta de bodega y oficina	U	1,00	45,77	45,77
1,2	1002	Cerramiento provisional de obra	ml	300,00	31,87	9.560,44

Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1,3	1003	Instalación eléctrica provisional	U	1,00	880,93	880,93
1,4	1004	Instalación AA.PP. provisional	U	1,00	722,70	722,70
1,5	1005	Servicio higiénico y vestidor para obreros	Mes	5,00	768,00	3.840,00
1,6	1006	Limpieza y desbroce	m2	50,00	424,49	21.224,40
1,7	1007	Guardianía	Mes	5,00	1.144,80	5.724,00
1,8	1008	Trazado y Replanteo	m2	3600,00	11,74	42.275,52
2		SUBESTRUCTUA				
2,1	2001	Excavación manual para cimientos	m3	92,15	5,48	505,21
2,2	2002	Hormigón de Obra f'c= 140 Kg/cm2 (Replanteo)	m3	9,64	7,52	72,54
2,3	2003	Hormigón de Obra f'c= 350 Kg/cm2 (Cimentación recepción y restaurant)	m3	19,77	233,44	4.615,20
2,4	2004	Acero de Refuerzo fy= 4200 Kg/cm2 (Cimentación recepción y restaurant)	Kg	742,00	32,54	24.144,26
2,5	2005	Hormigón de Obra f'c= 210 Kg/cm2 (Cimentación contenedores)	m3	4,65	238,60	1.109,48
3		SUPERESTRUCTURA				
3.1	3001	Hormigón f'c= 350 Kg/cm2 (Columna)	m3	6,80	304,39	2.069,88
3.2	3002	Hormigón f'c= 350 Kg/cm2 (Viga)	m3	10,00	290,47	2.904,71
3.3	3003	Acero de Refuerzo fy= 4200 Kg/cm2 (Columna)	Kg	3656,00	3,91	14.301,88
3.4	3004	Acero de Refuerzo fy= 4200 Kg/cm2 (Viga)	Kg	2511,47	3,32	8.348,48
3.5	3005	Contrapiso hormigón simple e= 10cm acabado rayado	m2	305,60	80,65	24.647,23
3.6	3006	Cubierta	U	109,00	285,06	31.071,69
3.7	3007	Contenedores de 6x2,4x2,6 m (incluye traslado)	U	14,00	2188,80	30.643,20
3.8	3008	Fijación de contenedores	U	8,00	42,46	339,67
3.9	3009	Unión de contenedor cimentación	U	48,00	13,67	656,38
4		Mampostería y acabados				
4.1	4001	Cielo raso tipo Gypsum	m2	305,60	10,15	3.100,41
4.2	4002	Mampostería de bloque 20 cm	m2	192,86	13,29	2.562,42
4.3	4003	Filo de ventana	ml	103,20	3,15	325,47
4.4	4004	Enlucido de mampostería (paleteado)	m2	192,86	7,48	1.443,46
4.5	4005	Cerámica para paredes	m2	93,60	20,25	1.895,11
4.6	4006	Porcelanato para piso (Alto tráfico)	m2	305,60	30,27	9.251,10
4.7	4007	Pintura de caucho látex vinyl acrílico (2 manos)	m2	363,33	7,11	2.583,89

Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
4.8	4008	Pintura de caucho látex vinyl acrílico (2 manos, exteriores)	m2	263,87	7,44	1.963,64
4.9	4009	Pintura contenedor (2 manos)	m2	420,70	7,98	3.355,37
4.10	4010	Mampostería de bloque 15 cm	m2	67,87	12,54	850,85
4.11	4011	Revestimiento térmico (Paredes de contenedor)	m2	400,00	4,50	1.799,26
4.12	4012	Revestimiento piso de madera (Entarimado tradicional sobre rastrel)	m2	185,98	72,86	13.549,64
4.13	4013	Instalación de techo (Alutecho)	m2	504	20,26	10209,78
5		PERFILERIA METALICA				
5.1	5001	Ventana corrediza de Aluminio + Vidrio 6 mm	m2	56,42	110,12	6.213,01
5.2	5002	Puerta de tool 0,9x2,10 m	U	16,00	430,50	6.888,05
5.3	5003	Puerta de tool 0,5x2,10 m (Baños Habitaciones)	U	10,00	338,98	3.389,76
5.4	5004	Puerta de tool 0,7x1,6 m (Baños Recepción y Restaurant)	U	8,00	143,33	1.146,65
6		DISEÑO SUSTENTABLE				
6.1	6001	Sistema fotovoltaico (Contenedor)	U	10,00	4704,13	47.041,32
6.2	6002	Sistema fotovoltaico (Recepción)	U	1,00	5321,53	5.321,53
6.3	6003	Sistema fotovoltaico (Restaurant)	U	1,00	19571,05	19.571,05
6.4	6004	Transporte alternativo (adquisición de bicicletas)	U	20,00	438,00	8.760,00
6.5	6005	Colocación de áreas verdes	m2	600,00	7,58	4.550,48
6.6	6006	Planes de capacitación gestión sustentable	U	1,00	636,00	636,00
6.7	6007	Plan de capacitación de funcionamiento de los equipos en las instalaciones del proyecto	U	1,00	1416,00	1.416,00
6.8	6008	Plan de mantenimiento	U	1,00	675,00	675,00
6.9	6009	Recipientes para reciclado de desechos	U	18,00	48,00	864,00
6.10	6010	Capacitación para generar abono	U	1,00	420,00	420,00
6.11	6011	Rótulos	U	20,00	9,60	192,00
7		SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE				
7.1	7001	Suministro e instalación de sistema de tubería de PVC presión roscable D=1" + accesorios para baños restaurant	U	1,00	184,61	184,61

Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
7.2	7002	Suministro e instalación de sistema de tubería de PVC presión roscable D=3/4" + accesorios para cocina y bar restaurant	U	1,00	31,76	31,76
7.3	7003	Suministro e instalación de sistema de tubería de PVC presión roscable D=3/4" + accesorios por contenedor	U	10,00	76,26	762,55
7.4	7004	Suministro e instalación de sistema de tubería de PVC presión roscable D=1" + accesorios para baño recepción	U	1,00	308,01	308,01
7.5	7005	Suministro e instalación de tubería de PVC presión roscable D=1" + accesorios	ml	82,21	9,38	771,41
7.6	7006	Excavación a mano tubería de PVC D=3/4"	ml	36,20	6,85	248,08
7.7	7007	Excavación a mano tubería de PVC D=1"	ml	82,21	6,40	525,84
7.8	7008	Prueba hidráulica y desinfección de tubería para AAPP	ml	118,41	6,15	727,72
7.9	7009	EXCAVACIÓN A MANO EN SUELO SIN CLASIFICAR, PROFUNDIDAD ENTRE 0 Y 2,5 m; Cisterna AAPP	m3	39,27	13,01	511,08
7.10	7010	EXCAVACIÓN A MANO EN SUELO SIN CLASIFICAR, PROFUNDIDAD ENTRE 2,51 Y 4,5 m; Cisterna AAPP	m3	49,10	5,94	291,62
7.11	7011	Suministro e instalación de tanque PVC 20000 Lt Plastigama	U	1,00	3982,77	3.982,77
7.12	7012	Suministro e instalación de bomba Potencia 2 Hp	U	1,00	507,30	507,30
7.13	7013	Mampostería de ladrillo liviano de 10 cm, con mortero 1:3	m2	7,50	19,06	142,98
8		REDES DE AGUAS SERVIDAS				
8.1	8001	Suministro e instalación de tubería PVC de desagüe normal D=50 mm	ml	35,95	17,77	638,91
8.2	8002	Suministro e instalación de tubería PVC de desagüe normal D=1000 mm	ml	41,16	21,66	891,57
8.3	8003	Suministro e instalación de tubería PVC de desagüe normal D=1200 mm	ml	45,50	21,90	996,49
8.4	8004	Suministro e instalación de accesorios para tubería PVC de desagüe (contenedores)	U	10,00	5,32	53,20

Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
8.5	8005	Suministro e instalación de accesorios para tubería PVC de desagüe (Restaurant)	U	1,00	115,57	115,57
8.6	8006	Suministro e instalación de accesorios para tubería PVC de desagüe (recepción)	U	1,00	85,80	85,80
9		SISTEMA DE MANEJO DE AGUA RESIDUAL				
9.1	9001	INSTALACION DE CAJA DOMICILIARIA PREFABRICADA DE H.S. CUADRADA, INCLUYE TAPA F'C=280 Kg/CM2 D= 200 mm	U	4,00	20,13	80,50
9.2	9002	EXCAVACIÓN A MANO EN SUELO SIN CLASIFICAR, PROFUNDIDAD ENTRE 0 Y 2,5 M (Tanque de planta de tratamiento)	m3	58,67	13,01	763,56
9.3	9003	EXCAVACIÓN A MANO EN SUELO SIN CLASIFICAR, PROFUNDIDAD ENTRE 2,51 Y 4,5 m; (Tanque de planta de tratamiento)	m3	21,13	5,94	125,50
9.4	9004	TUBO PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 200 mm,	ml	72,73	6,75	490,75
9.5	9005	TUBO PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 250 mm,	ml	32,22	7,36	237,12
9.6	9006	CAJA DOMICILIARIA PREFABRICADA DE H.S. Ø 200MM. H = 0.00 - 1.25 M	U	4,00	123,05	492,19
9.7	9007	TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D= 250 mm. PARA COLECTOR	U	1,00	2,18	2,18
9.8	9008	TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 200mm. PARA RAMAL DOMICILIARIO	U	12,00	1,32	15,78
9.9	9009	Acero de Refuerzo fy= 4200 Kg/cm2 (Pozo inspección)	Kg	202,50	3,91	792,16
9.10	9010	Hormigón f'c=280 Kg/cm2 para reservorio (Tanque de planta de tratamiento y pozo inspección)	m3	10,25	180,54	1.850,53

Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
9.11	9011	Suministro e instalación de Trampa de Grasas	U	1,00	181,26	181,26
9.12	9012	Suministro e instalación de tanque PVC 5000 Lt Plastigama	U	1,00	998,61	998,61
9.13	9013	Suministro e instalación de accesorios para sistema de distribución de agua tratada de tubería de PVC presión roscable D=3/4"	U	1,00	37,72	37,72
9.14	9014	Suministro e instalación de sistema de tubería de PVC presión roscable D=3/4" para sistema de distribución de agua tratada	ml	185,20	28,91	5.353,32
9.15	9015	Suministro e instalación de bomba Potencia 1 Hp	U	1,00	348,90	348,90
9.16	9016	Suministro e instalación de planta de tratamiento AQUAmax PROFESSIONAL GZ	U	1,00	13684,82	13.684,82
10		PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				
		SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN				
		SEGURIDAD INDUSTRIAL				
10.1	10001	PANTALON JEAN AZUL DE 6 BOLSILLOS (S.I.)	U	15,00	18,88	283,20
10.2	10002	CALZADO DE SEGURIDAD DE CUERO CON PUNTA DE ACERO (S.I.)	U	15,00	59,00	885,00
10.3	10003	BOTA PANTANERA DE CAUCHO (S.I.)	U	15,00	18,88	283,20
10.4	10004	FAJA ANTILUMBAGO REFLECTIVA (S.I.)	U	5,00	20,06	100,30
10.5	10005	CASCO DE SEGURIDAD BLANCO (S.I.)	U	15,00	7,08	106,20
10.6	10006	ENCAUCHADOS - ESTÁNDAR CON CAPUCHA	U	8,00	17,70	141,60
10.7	10007	CHALECO REFLECTIVO (S.I.)	U	8,00	5,90	47,20
10.8	10008	DELANTAL PARA SOLDADOR	U	5,00	23,60	118,00
10.9	10009	CORDONES PARA GAFAS DE SEGURIDAD (S.I.)	U	20,00	0,30	6,00
10.10	10010	GAFAS DE SEGURIDAD TRANSPARENTES (S.I.)	U	20,00	5,90	118,00

Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
10.11	10011	GUANTES DE CUELLO LARGO PARA SOLDADOR (S.I.)	U	5,00	10,27	51,35
10.12	10012	CARETA PARA SOLDAR (S.I.)	U	3,00	29,50	88,50
10.13	10013	GUANTES DE CUERO (S.I.)	U	5,00	5,31	26,55
10.14	10014	TAPONES AUDITIVOS (S.I.)	U	10,00	1,77	17,70
10.15	10015	OREJERAS (S.I.)	U	10,00	9,44	94,40
10.16	10016	MASCARILLA DESCARTABLE PARA POLVO 3 M (S.I.)	U	10,00	0,59	5,90
		SEÑALIZACION				
10.17	10017	CARTELES DE ADVERTENCIA (200 M) (SV015) (20 usos) (S.I.)	U	6,00	147,50	885,00
10.18	10018	CARTELES DE PRECAUCIÓN (100 M) (SV016) (20 USOS) (S.I.)	U	6,00	147,50	885,00
10.19	10019	CARTELES (S.I.)	U	6,00	76,70	460,20
10.20	10020	VALLAS DE DESVIO (S.I.)	U	6,00	59,00	354,00
10.21	10021	VÍA CERRADA (S.I.)	U	6,00	59,00	354,00
10.22	10022	CINTAS DE PELIGRO (B0001 A B0005).	M	500,00	0,11	55,00
10.23	10023	PALETAS DE PARE (S.I.)	U	5,00	41,30	206,50
10.24	10024	CONOS REFLECTIVOS (20 USOS) (S.I.)	U	8,00	10,62	84,96
10.25	10025	TANQUES DE 55 GALONES PARA BARRICADAS (S.I.)	U	8,00	259,60	2.076,80
10.26	10026	BARRERAS DE HORMIGÓN TIPO NEW JERSEY (S.I.)	U	8,00	330,40	2.643,20
10.27	10027	PASOS PEATONALES (S.A.)	U	2,00	100,30	200,60
10.28	10028	ILUMINACIÓN (BALDES ROJOS) (S.A.)	U	10,00	23,60	236,00
10.29	10029	BATERÍAS SANITARIAS (S.I.)	MES	6,00	177,00	1.062,00
		PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				
		PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS				
10.30	10030	MITIGACIÓN DE IMPACTOS COMUNES	U	2,00	800,00	1.600,00

Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
10.31	10031	MITIGACIÓN Y CONTROL DE RUIDOS	HORA	12,00	53,10	637,20
		PLAN DE CONTINGENCIAS				
10.32	10032	ANÁLISIS DE RIESGOS	U	1,00	3000,00	3.000,00
10.33	10033	DIFUSIÓN DEL PLAN	U	1,00	1000,00	1.000,00
10.34	10034	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	U	1,00	2000,00	2.000,00
10.35	10035	CAPACITACIÓN	U	1,00	1000,00	1.000,00
		PLAN DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL				
10.36	10036	CAPACITACIÓN INTERNA PMA	U	5,00	290,00	1.450,00
10.37	10037	TALLERES VARIOS	U	2,00	250,00	500,00
		PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS				
10.38	10038	IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN	U	1,00	500,00	500,00
10.39	10039	MANEJO DE RESIDUOS	U	1,00	1000,00	1.000,00
10.40	10040	MANEJO DE EFLUENTES	U	1,00	500,00	500,00
10.41	10041	CONTROL DE EMISIONES	U	1,00	1000,00	1.000,00
TOTAL					452.974,55	

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- 1) Debido a que se plantearon tres alternativas para las edificaciones que contenían las habitaciones, se logró comprobar cuál de ellas es la óptima por diferentes criterios, teniendo en gran consideración la sustentabilidad. La alternativa de los contenedores fue la ideal por tener un menor impacto en el medio ambiente y en el uso de menos recursos en las diferentes fases que abarca el proyecto.

- 2) Las estrategias de diseño que se adoptaron para el proyecto fueron elegidas en base a los recursos naturales que están presentes en el lugar, los cuales pueden ser aprovechados para el desarrollo del proyecto.

- 3) Como se mencionó anteriormente Puerto Engabao es una comunidad que no cuenta con un sistema de alcantarillado, por lo cual, la idea de usar una planta de tratamiento para el manejo de las aguas residuales es una solución que ayudará a disminuir no solo en los impactos ambientales que se generen al emplear letrinas o pozos sépticos en el lugar del proyecto sino que también, se disminuirá el consumo de agua potable. Una ventaja que hay que resaltar del empleo de la planta de tratamiento, es que durante

su etapa de funcionamiento se generan lodos provenientes de las aguas residuales, los mismos que pueden ser aprovechados como abono para la vegetación presente en el proyecto luego de haber recibido su debido tratamiento

- 4) Con el sistema de riego empleado en el proyecto, se podrá beneficiar a la población al incentivar la recolección de botellas de plásticos para la ejecución de este tipo de riego el cual es beneficioso tanto ambiental, como económicamente para la población.
- 5) La ubicación del proyecto es una ventaja debido a que por estar ubicado en la playa, la brisa del mar es recibida directamente a las edificaciones del proyecto, por lo que dichas edificaciones fueron orientadas de tal forma que la brisa recorra toda la estructura, debido a esto se percibirá un ambiente fresco en el interior de las edificaciones. Además de la brisa del mar, la radiación solar presente en el sitio es otra ventaja, puesto que se cuenta un gran número de horas de sol durante el día, por lo que el sistema fotovoltaico es ideal para sitios que presentan esas características.
- 6) Usar técnicas de diseño sustentable es recomendable para todos los lugares, debido a que no se compromete el medio ambiente ni los recursos existentes, por lo que en Puerto Engabao es muy factible el uso del diseño sustentable, al no existir gran cantidad de recursos y hacer uso de energías

renovables, es lo más adecuado para un lugar que no cuenta con los suficientes recursos.

- 7) Obtener una certificación ambiental para este proyecto no es viable desde el punto de vista económico, por lo que se necesita una mayor inversión por cuestión de documentación que se exigen para estas certificaciones. Se puede usar un diseño sustentable basándose en los criterios de diseño que usan las edificaciones que cuentan con una certificación ambiental, de esta manera se puede obtener un proyecto con el mismo objetivo.
- 8) Los elementos de unión al estar ubicados en las esquinas de los contenedores, reciben gran carga y ayudan a disminuir las tensiones provocadas en las esquinas de los paneles y de los mismos elementos de esquina.

RECOMENDACIONES

- 1) Buscar otras alternativas para generar energía eléctrica para la ejecución del proyecto. Una fuente de energía renovable que se puede emplear en el sitio del proyecto es la energía eólica, debido a que el lugar del proyecto está ubicado cerca de la playa, la brisa del mar puede ser aprovechada para la generación de energía eléctrica.

- 2) Reutilizar madera del encofrado, sería útil para el uso del piso en contenedores, de esa manera se podría optimizar más recursos y minimizar gastos en el presupuesto del proyecto.
- 3) Para el diseño del sistema fotovoltaico se recomienda emplear la asesoría de un Ingeniero Eléctrico, de esta manera se podrá optimizar el sistema y tener un diseño más eficiente.
- 4) Las edificaciones del Bar y la Recepción podrían ser construidas con contenedores, para buscar un menor uso de hormigón, de esta manera se reduce la isla de calor que produce el concreto. De esa manera se puede también reducir el presupuesto, dada la reutilización de los contenedores.
- 5) Hacer estudios para poder ver si es seguro y eficiente que los contenedores puedan ser de 2 pisos, uno encima de otro, de esta manera se crea una mayor densidad poblacional al usar menor área para albergar más personas de las que habitualmente se podrían hospedar con el uso de un solo contenedor.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. I. Molina Maragaño, "INNOVACIÓN EN EL DISEÑO DE VIVIENDAS MODULARES MEDIANTE EL USO DE CONTAINERS", Valdivia, 2014.
- [2] C. I. M. Maragaño, "INNOVACIÓN EN EL DISEÑO DE VIVIENDAS MODULARES MEDIANTE EL USO DE CONTAINERS", Valdivia, 2014.
- [3] Green Building Services, Inc. (GBS), Guía de Estudio de LEED Green Associate del USGBC, Washintong DC, 2009.
- [4] PADT-REFORT, "Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino", Lima, 1984.
- [5] PAVCO, Manual Técnico Tubosistema para alcantarillado, 2014.
- [6] Ecoeficiencia Cia. Ltda., ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL BORRADOR, CONSTRUCCIÓN DEL COMPLEJO KARIBAO EN SUS ETAPAS 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10, Guayaquil, 2014.
- [7] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. (C.E.C) DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS: CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL., Quito, 1997.
- [8] P. L. Y. Mejía, Planificación y diseño del proyecto de urbanización con tipología de conjunto de vivienda, El Portal de La Campiña en la ciudad de Ibarra, Ecuador, Quito, 2015.
- [9] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C. NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES, Quito, 1992.
- [10] F. G. R. CANDO, DISEÑO DE MÓDULOS HABITACIONALES A PARTIR DE CONTENEDORES DE 20 Y 40 PIES PARA CAMPAMENTOS DESMONTABLES Y SU LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" SA., Sangolquí, 2006.
- [11] CONTEMAQ Ltda., CONTENEDORES MODULARES PARA OFICINA, ACOMODACIÓN, SALAS DE JUNTAS, CASINO, BATERÍAS DE BAÑO Y OTROS USOS, Baranquilla.

- [12] M. d. J. L. Camino, "Aplicación de los Métodos de Resistividades en la Exploración de Aguas Subterráneas en la Zona Engabao - Playas", Guayaquil, 1988.
- [13] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. ORDENANZAMUNICIPAL BÁSICA DE CONSTRUCCIONES., Quito, 1884.
- [14] NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, NORMA HIDROSANITARIA AGUA, Quito, 2011.
- [15] O. F. M. MENA, OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS PARA CERTIFICACIÓN LEED EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO APLICADO A UN EDIFICIO DE OFICINAS, México, 2014.
- [16] L. A. P. O. M. C. S. N. J. M. A. A. L. F. A. Bernardo, «USE OF REFURBISHED SHIPPING CONTAINERSFOR THE CONSTRUCTION OF HOUSING BUILDINGS: DETAILSFOR THE STRUCTURAL PROJECT,» Covilha, 2011.
- [17] J. D. I. Páez, «ELEMENTO DE UNIÓN PARA CONTENEDORES DE CARGA MARITIMOS,» Barcelona, 2014.
- [18] M. G. Anzules, «Cimentaciones Superficiales,» Guayaquil, 2008.

ANEXOS

ANEXO I

MEMORIA DE CÁLCULO

ANEXO II

PLANOS

ANEXO III

TABLA DE AAPP

ANEXO IV

MATRICES DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEXO V

FOTOS

ANEXO VI

APUS

