



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

**“ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE  
UNA CASA COMUNAL, PARQUE COMUNITARIO Y OBRAS ADICIONALES  
EN SAN ELOY, MONTECRISTI”**

### **PROYECTO DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

### **INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

**JUAN XAVIER GALARZA CUADROS**

**ALIXON YAEL OCAMPO VÉLEZ**

GUAYAQUIL-ECUADOR

2017

## **DEDICATORIA**

A mis Padres, que, con su infinito amor, siempre han estado y estarán conmigo. A toda mi familia, amigos, a todas aquellas personas que me han ayudado a ser una mejor persona cada día y me han brindado su apoyo incondicional.

Juan Xavier Galarza Cuadros

## DEDICATORIA

A Dios por ser el motor de mi vida y concederme la fortaleza y sabiduría que han hecho posible culminar esta etapa de mi formación académica. A mis padres por ser ese apoyo incondicional y soporte que han motivado cada una de mis metas, aunque esto haya implicado muchos sacrificios inclusive silenciosos, a mis hermanos por enseñarme a ver la vida desde otra perspectiva su cariño y constante motivación también forman parte de este día. A todas aquellas personas que son parte y han contribuido de una u otra forma a la elaboración de este trabajo. Finalmente, a mis amigos que han hecho de este camino una grata e inolvidable experiencia.

Alixon Yael Ocampo Vélez

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral y a todos los profesores de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra que han contribuido en nuestro proceso de formación académica. De manera especial, al Ing. Miguel Ángel Chávez, PhD., por la orientación y colaboración durante el desarrollo de este trabajo. A la organización Techo y todo su equipo de comunidad por habernos permitido colaborar con el Proyecto San Eloy. A nuestros padres por todo el esfuerzo realizado para culminar nuestros estudios y, finalmente a nuestros amigos y colaboradores especiales por todo su apoyo y conocimientos impartidos.

Alixon Yael Ocampo Vélez

Juan Xavier Galarza Cuadros

# **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

---

**PhD. Hugo Ernesto Egüez Álava**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo**  
**DIRECTOR DE MATERIA INTEGRADORA**

---

**MSc. Luis de Grau**  
**MIEMBRO EVALUADOR**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

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

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL)

---

**Alixon Yael Ocampo Vélez**

---

**Juan Xavier Galarza Cuadros**

## RESUMEN

El presente trabajo comprende la descripción de los estudios preliminares realizados en San Eloy, Montecristi referentes a la topografía, hidráulica, geotecnia y geología de sitio, previo a la elaboración de los diseños definitivos para la implementación de la casa comunal y el parque comunitario del recinto. Se detalla mediante un análisis descriptivo las alternativas de diseño planteadas, el presupuesto referencial de las obras a ejecutar y el cronograma de trabajo en un tiempo estimado de 6 meses para la construcción del proyecto.

El sistema estructural para la casa comunal está compuesto por Pórticos de Acero Resistentes a Momentos (PARM) con celosías. Debido a la baja capacidad del suelo de 6 Ton/m<sup>2</sup> se busca aligerar la estructura y disminuir las cargas sobre el suelo con la alternativa seleccionada, además presenta ventajas constructivas, estructurales y ambientales.

El diseño del sistema de PARM, con celosías se realizó siguiendo la norma AISC 360-10, y la norma NEC 2015, cumpliendo con todas las especificaciones que se detallan para una estructura metálica. La edificación cuenta con un diseño sismo resistente y presenta una deflexión máxima permisible de 2 centímetros.

El costo total del proyecto es de \$ 416,463.18, comprendido en dos etapas simultáneas la construcción de la casa comunal \$ 63,910.41 y el parque comunitario más las obras

necesarias para el drenaje \$ 352,552.77, teniendo en consideración las soluciones técnicas aportadas y los requerimientos solicitados por la comunidad San Eloy.

**Palabras Clave:** casa comunal, parque comunitario, obras de drenaje, estudios preliminares, diseños definitivos.

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	I
DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN .....	IV
DECLARACIÓN EXPRESA .....	V
RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL .....	VIII
ABREVIATURAS .....	XIV
SIMBOLOGÍA .....	XVII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XXII
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>28</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>28</b>
1.1 Antecedentes.....	30
1.2 Ubicación Geográfica.....	32
1.2.1 Historia .....	33
1.3 Descripción del Problema .....	34

1.4	Objetivos.....	35
1.4.1	Objetivo General.....	35
1.4.2	Objetivos Específicos.....	35
1.5	Justificación .....	36
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>		<b>38</b>
<b>ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS .....</b>		<b>38</b>
2.1	Parámetros de influencia .....	39
2.1.1	Ubicación.....	39
2.1.2	Arquitectura .....	41
2.1.3	Estructura .....	43
2.2	Selección de Alternativas.....	55
2.2.1	Restricciones .....	55
2.2.2	Matriz de Decisión .....	56
2.2.3	Ventajas de Alternativa Seleccionada.....	59
2.2.4	Conclusiones .....	60
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>		<b>61</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA Y ESTUDIOS PREVIOS.....</b>		<b>61</b>
3.1	Estudios Topográficos .....	62
3.1.1	Objetivo y Alcance .....	62
3.1.2	Fase de Observación.....	62
3.1.3	Fase de cálculo.....	63

3.1.4 Plano de Levantamiento .....	63
3.1.5 Reporte de levantamiento .....	64
3.2 Estudios Geotécnicos .....	65
3.2.1 Objetivo y Alcance .....	65
3.2.2 Características Geológicas .....	65
3.2.3 Características Geotécnicas .....	66
3.3 Estudios Hidrológicos e Hidráulicos .....	78
3.3.1 Objetivo y Alcance .....	78
3.3.2 Hidrografía .....	78
3.3.3 Hidrología .....	79
3.3.4 Descripción de la Cuenca .....	80
3.3.5 Datos de Precipitación .....	89
3.3.6 Periodo de Retorno .....	95
3.3.7 Estimación de Escorrentía Superficial .....	95
Uso y Tratamiento del Suelo .....	98
Condiciones Antecedentes de Humedad .....	99
3.3.8 Estimación de Precipitación Efectiva .....	100
3.3.9 Selección del Caudal de Diseño .....	107
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>108</b>
<b>DISEÑOS DEFINITIVOS</b> .....	<b>108</b>
4.1 Diseño Arquitectónico .....	109

4.1.1	Generalidades .....	109
4.1.2	Criterio Formal .....	111
4.2	Diseño Estructural .....	112
4.2.1	Descripción de la Estructura .....	112
4.2.2	Filosofía de Diseño .....	113
4.2.3	Objetivos del Diseño .....	114
4.2.4	Metodología de Diseño .....	115
4.2.5	Análisis y Diseño estructural Sismo Resistente.....	123
4.2.6	Seguridad de Daño Estructural .....	124
4.2.7	Conclusiones y Recomendaciones .....	125
4.3	Diseño Eléctrico.....	126
4.3.1	Descripción del Proyecto .....	126
4.3.2	Suministro de Energía .....	127
4.3.3	Acometida en Baja tensión .....	127
4.3.4	Tableros y Paneles .....	127
4.3.5	Circuitos alimentadores .....	129
4.3.6	Sistema de puesta a tierra .....	129
4.3.7	Circuitos Derivados.....	129
4.3.8	Estudio de demanda de Energía eléctrica.....	129
4.4	Diseño Hidrosanitario.....	130
4.4.1	Objetivo y Alcance .....	130

4.4.2	Diseño Hidráulico.....	130
4.4.3	Diseño Red de Distribución de Agua Potable .....	135
4.4.4	Diseño Red de Evacuación de Aguas Negras .....	136
4.5	Diseño hidráulico del canal .....	140
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>		<b>142</b>
<b>ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>		<b>142</b>
5.1	Antecedentes.....	143
5.2	Descripción del aspecto físico del área de estudio.....	143
5.3	Procedimientos generales que se deben seguir según la constitución de la república. ....	143
5.4	Descripción general de impactos .....	144
5.4.1	Recurso suelo.....	144
5.4.2	Recurso agua .....	145
5.4.3	Recurso aire .....	145
5.4.4	Factor socioeconómico .....	145
5.4.5	Fauna y Flora.....	146
5.5	Descripción de las actividades a evaluar .....	146
5.6	Metodología de evaluación de impacto ambiental.....	147
5.7	Plan de manejo ambiental .....	156
5.7.1	Encargado de la obra.....	157
5.7.2	Obreros.....	157
5.7.3	Perímetro de Obra .....	158

5.7.4 Descripción de actividades en fase de construcción: .....	158
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	162
<b>PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA</b> .....	162
6.1 Factor de sobrecosto .....	163
6.2 Análisis de Precios Unitarios.....	163
6.3 Presupuesto Referencial.....	164
6.3.1 Casa comunal.....	164
6.3.2 Parque Comunitario.....	166
6.4 Principales Rubros.....	170
6.4.1 Casa Comunal.....	170
6.4.2 Parque Comunitario.....	171
6.5 Duración y Cronograma.....	172
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	179
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	179
7.1 Conclusiones .....	180
7.2 Recomendaciones .....	185

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Association for Testing Materials
AISC	American Institute of Steel Construction
ASCE	American Society of Civil Engineers
ACI	American Concrete Institute
CAD	Dibujo Asistido por Computadora (Computer Assisted Drawing)
NEC	Norma ecuatoriana de la Construcción
PRM	Pórticos Resistentes a Momento

PCRM	Pórticos de Concreto Resistentes a Momento
PARM	Pórticos de Acero Resistentes a Momento
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INECEL	Instituto ecuatoriano de Electrificación
NEC	Código eléctrico Norteamericano
AMC	Condiciones Antecedentes de Humedad
NRCS	National Resources Conservation Services

TDP	Tablero de Distribución Principal
DBF	Diseño Basado en Fuerzas
TULSMA	Texto Unificado de la Ley Secundaria del Medio Ambiente
MGA	Manual de Gestión Ambiental
PMA	Plan de Manejo Ambiental
VIA	Valoración de Impacto Ambiental
APU	Análisis de precios unitarios

## SIMBOLOGÍA

°	Grados
'	Minutos
“	Segundos
msnm	Metros sobre el nivel del mar
Kg/cm <sup>2</sup>	Kilogramo por centímetro cuadrado
Ton/m <sup>2</sup>	Tonelada por metro cuadrado
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m	Metro
mm	Milímetro
Km	Kilometro
Kg	Kilogramo
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
%	Porcentaje
I	Factor de importancia
R	Factor de reducción de resistencia sísmica

Z	Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como la fracción de la aceleración de la gravedad
$f'c$	Resistencia especificada a la compresión del concreto
$f_y$	Esfuerzo de fluencia del acero
Kg/cm <sup>2</sup>	Kilogramo por centímetro cuadrado
LL	Carga Viva
DL	Carga Muerta
WL	Carga de Viento

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> Ubicación de Montecristi .....	30
<b>Figura 1.2</b> Ubicación de San Eloy .....	31
<b>Figura 1.3</b> Límites de San Eloy .....	32
<b>Figura 1.4</b> Ubicación del Proyecto.....	33
<b>Figura 2.1</b> Límites de San Eloy .....	39
<b>Figura 2.2</b> Distribución Arquitectónica Inicial .....	43
<b>Figura 2.3</b> Vista 3D del Modelo Estructural 1 .....	45
<b>Figura 2.4</b> Vista en Planta de Modelo Estructural 1 .....	46
<b>Figura 2.5</b> Vista 3D del Modelo Estructural 2 .....	48
<b>Figura 2.6</b> Vista en Planta Modelo Estructural 2.....	49
<b>Figura 2.7</b> 3D del Modelo Estructural 3 .....	51
<b>Figura 2.8</b> Vista en Planta Modelo Estructural 3.....	51
<b>Figura 3.1</b> Planimetría del Sitio del Proyecto.....	64
<b>Figura 3.2</b> Mapa Geológico de Montecristi .....	66
<b>Figura 3.3</b> Ubicación de Calicatas .....	69
<b>Figura 3.4</b> Presencia de Erosión .....	70
<b>Figura 3.5</b> Planimetría del Sitio del Proyecto.....	71
<b>Figura 3.6</b> Vista de Calicata .....	71

<b>Figura 3.7</b> Toma de mediciones y muestras en calicata.....	72
<b>Figura 3.8</b> Perfil Estratigráfico Calicata 1 .....	76
<b>Figura 3.9</b> Perfil Estratigráfico Calicata 2 .....	77
<b>Figura 3.10</b> Perfil Estratigráfico Calicata 3 .....	78
<b>Figura 3.11</b> Perfil Estratigráfico Calicata 4 .....	78
<b>Figura 3.12</b> Cuencas Hidrográficas de Montecristi .....	79
<b>Figura 3.13</b> Topografía expandida para diseños del proyecto.....	81
<b>Figura 3.14</b> Direcciones de Esgurrimiento, la seña roja marca el inicio de la trayectoria.....	82
<b>Figura 3.15</b> Límite de Cuenca.....	83
<b>Figura 3.16</b> Valores Puntuales de la Pendiente.....	86
<b>Figura 3.17</b> Estaciones Hidrometeorológicas en Manabí, cercanas a San Eloy.....	90
<b>Figura 3.18</b> Área Residencial dentro de la Cuenca, mostrado de color amarillo.....	98
<b>Figura 3.19</b> Curvas de Precipitación Efectiva para distinto CN.....	101
<b>Figura 3.20</b> Hidrográma Unitario Triangular de NRSC.....	102
<b>Figura 3.21</b> Hidrograma Triangular de la Cuenca, para 26 mm de precipitación.....	104
<b>Figura 3.22</b> Hidrograma para San Eloy a partir del adimensional de NRSC....	105
<b>Figura 4.1</b> Planta Arquitectónica de la.....	110
<b>Figura 4.2</b> Implantación General del Parque Comunitario .....	111
<b>Figura 4.3</b> Ecuador, zonas sísmicas para propósito de .....	118

<b>Figura 4.4</b> Espectro de Respuesta Elástica de Diseño.....	123
<b>Figura 4.5</b> Diagrama Unifilar del Proyecto.....	128
<b>Figura 4.6</b> Implantación de Diseño Distribución de Agua de los Baños .....	136
<b>Figura 4.7</b> Implantación de Diseño Distribución de Agua en la Casa Comunal	136
<b>Figura 4.8</b> Implantación de Diseño Evacuación de Aguas Servicias .....	139
<b>Figura 4.9</b> Canal diseñado para el perímetro del terreno. ....	141
<b>Figura 6.1</b> Principales Rubros Casa Comunal.....	170
<b>Figura 6.2</b> Principales Rubros Parque Comunitario.....	172

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I.</b> Materiales y Secciones empleadas en el Modelo Estructural 1	44
<b>Tabla II.</b> Materiales y Secciones empleadas en el Modelo Estructural 2	47
<b>Tabla III.</b> Materiales y Secciones empleadas en el Modelo Estructural 3	50
<b>Tabla IV.</b> Presupuesto Referencial para estructura Modelo Estructural 1	52
<b>Tabla V.</b> Presupuesto Referencial para estructura Modelo Estructural 2	52
<b>Tabla VI.</b> Presupuesto Referencial para estructura Modelo Estructural 3	53
<b>Tabla VII.</b> Calificación de Parámetros, ubicación	56
<b>Tabla VIII.</b> Calificación de Parámetros, estructural.	57
<b>Tabla IX.</b> Coordenadas de las Calicatas	67
<b>Tabla X.</b> Ensayos geotécnicos realizados	73
<b>Tabla XI.</b> Caracterización de Parámetros Geomecánicos de la Calicata 1	74
<b>Tabla XII.</b> Caracterización de Parámetros Geomecánicos de la Calicata 2	74
<b>Tabla XIII.</b> Caracterización de Parámetros Geomecánicos de la Calicata 3	74
<b>Tabla XIV.</b> Caracterización de Parámetros Geomecánicos de la Calicata 4	74
<b>Tabla XV.</b> Propiedades mecánicas de los suelos estratificados	75
<b>Tabla XVI.</b> Área y Perímetro de la Cuenca	83
<b>Tabla XVII.</b> Datos de Forma de la Cuenca	85
<b>Tabla XVIII.</b> Datos de Forma de la Cuenca	87

<b>Tabla XIX.</b> Longitud de Cuenca	87
<b>Tabla XX.</b> Tiempo de Concentración de la Cuenca	89
<b>Tabla XXI.</b> Coordenadas de Estaciones Cercanas al Proyecto	90
<b>Tabla XXII.</b> Datos de Precipitación Ponderados para el punto de interés	93
<b>Tabla XXIII.</b> Precipitación de Diseño Horaria	95
<b>Tabla XXIV.</b> Uso de Suelos según NRSC	99
<b>Tabla XXV.</b> Resultados para la Cuenca en análisis	104
<b>Tabla XXVI.</b> Cálculo de C, con primera referencia que se brinda.	106
<b>Tabla XXVII.</b> Cálculo de C, con segunda referencia que se brinda.	106
<b>Tabla XXVIII.</b> Cálculo de Escorrentía con método racional.	107
<b>Tabla XXIX.</b> Síntesis de la Filosofía de Diseño	114
<b>Tabla XXX.</b> Tipo de uso, destino e importancia de la estructura	117
<b>Tabla XXXI.</b> Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada	119
<b>Tabla XXXII.</b> Clasificación de los perfiles de suelo	119
<b>Tabla XXXIII.</b> Tipo de suelo y factores de sitio Fa	121
<b>Tabla XXXIV.</b> Tipos de Suelo y Factores de Sitio Fd	121
<b>Tabla XXXV.</b> Tipos de Suelo y Factores de Sitio Fs	122
<b>Tabla XXXVI.</b> Parámetros para	123
<b>Tabla XXXVII.</b> Cálculo de la Demanda de Energía Eléctrica	130
<b>Tabla XXXVIII.</b> Dotaciones aplicables al proyecto.	131
<b>Tabla XXXIX.</b> Demandas de consumo para los aparatos sanitarios del proyecto.	132

<b>Tabla XL.</b> Criterios de Diseño de la Bomba.	134
<b>Tabla XLI.</b> Resultados de diseño hidroneumático.	135
<b>Tabla XLII.</b> Resultados de diseño hidroneumático.	137
<b>Tabla XLIII.</b> Unidades de descarga requeridas en baño.	138
<b>Tabla XLIV.</b> Parámetros de Diseño de Canal Perimetral.	140
<b>Tabla XLV.</b> Escala de valoración de la extensión.	148
<b>Tabla XLVI.</b> Escala de valoración de la duración en años de impactos ambientales.	148
<b>Tabla XLVII.</b> Escala de valoración de reversibilidad de impactos ambientales.	150
<b>Tabla XLVIII.</b> Escala de valoración de probabilidades de ocurrencia de impactos ambientales.	150
<b>Tabla XLIX.</b> Escala de valoración de probabilidades de ocurrencia de impactos ambientales.	151
<b>Tabla L.</b> Matriz de Magnitud	152
<b>Tabla LI.</b> Valoración de Impacto Ambiental	153
<b>Tabla LII.</b> Valoración de Impacto Ambiental	154
<b>Tabla LIII.</b> Matriz de Magnitud	154
<b>Tabla LIV.</b> Valoración de Impacto Ambiental	155
<b>Tabla LV.</b> Valoración de Impacto Ambiental	156
<b>Tabla LVI.</b> Presupuesto Referencial Casa Comunal	164
<b>Tabla LVII.</b> Presupuesto Referencial Parque Comunitario	166
<b>Tabla LVIII.</b> Duración estimada por cada rubro de la Casa Comunal	173



## ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1** Ubicación del Proyecto
- PLANO 2** Topografía del Terreno
- PLANO 3** Ubicación de Sondeos Geotécnicos
- PLANO 4** Implantación General del Proyecto
- PLANO 5** Implantación General 3D del Proyecto
- PLANO 6** Implantación Casa Comunal y Planta de Cubierta
- PLANO 7** Instalaciones Sanitarias e Hidráulicas Casa Comunal
- PLANO 8** Planta de Puertas, Ventanas y Pisos – Casa Comunal
- PLANO 9** Juegos Infantiles
- PLANO 10** Detalle Cancha Multiusos y Gimnasio al Aire Libre
- PLANO 11** Detalle Baterías Sanitarias, Basurero, Luminarias
- PLANO 12** Instalaciones Sanitarias e Hidráulicas, Batería Sanitaria
- PLANO 13** Detalle Teatro Aire Libre y Bancas
- PLANO 14** Plano Estructural de Cubierta
- PLANO 15** Cercha Estructural
- PLANO 16** Cercha Estructural #2
- PLANO 17** Obra Complementaria: Canal Aguas Lluvias
- PLANO 18** Cimentación

**PLANO 19** Planilla de Hierro y Notas Constructivas

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

El hábitat popular abarca una compleja realidad que atiende diversas problemáticas, características tales como la ilegalidad en la tenencia de tierras, deficiencia de servicios básicos, degradación ambiental y social, entre otras, muestran una visión generalizada del espacio barrio, el cual se distingue por su precariedad y segregación, tanto social como espacialmente. El gran desafío de los gobiernos a nivel mundial es combatir la pobreza, trabajar en pro de un desarrollo sostenible y que todos los niveles sociales alcancen una calidad de vida digna, propiciando vías para la plena incorporación urbana de estos entornos.

Con el potencial crecimiento urbano de la actualidad, el fenómeno de los asentamientos populares y la vivienda informal, ha crecido significativamente. En Latinoamérica más del 75% de la población vivía en ciudades en 2001 y se estimaba que más del 30% (128 millones de personas) de la población urbana del continente, estaba viviendo en condiciones definidas por las Naciones Unidas para los asentamientos humanos, como asentamientos informales.

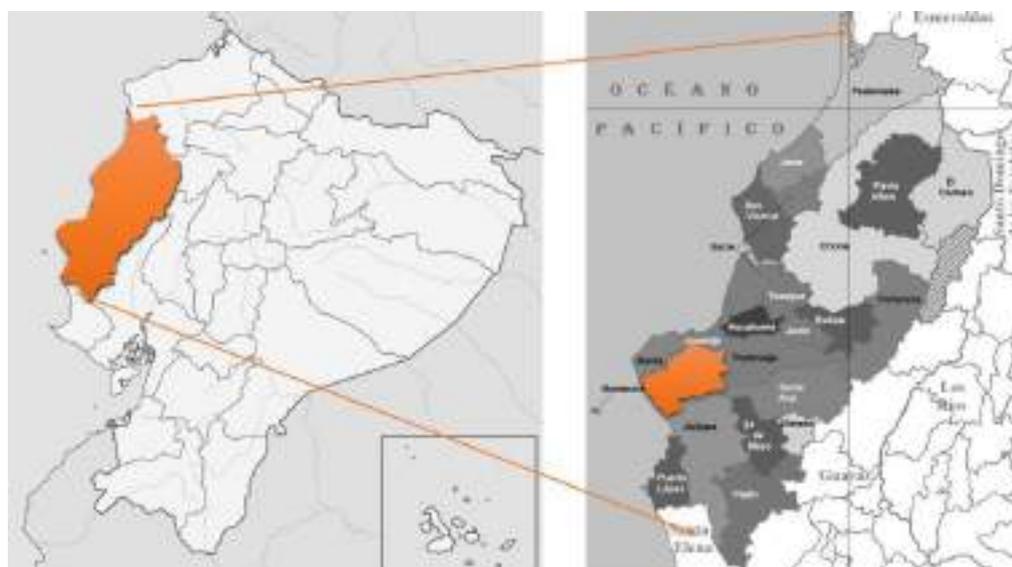
El Ecuador es uno de los países de la región con mayor desigualdad en asuntos de salud, la falta de servicios básicos es uno de los mayores percances que afrontan las comunidades rurales del país. Otro de los problemas asociados a los asentamientos informales, es la falta de los espacios públicos como parques, explanadas, coliseos, que son lugares destinados a la recreación, y expresión artística, deportiva y cultural de los habitantes de una comunidad (OPS;, 2002).

El presente trabajo comprende un análisis de las condiciones en que se encuentra el barrio "San Eloy", problemas que afronta en cuanto a creación de espacios comunitarios y posibles soluciones ingenieriles de los mismos. Se plantea la construcción de una casa comunal y el parque comunitario, a fin de disponer de áreas e infraestructura que

permitan su consolidación como barrio. El trabajo desarrollado se compone de estudios previos, diseños definitivos para la implementación del proyecto, plan de manejo ambiental, presupuesto y cronograma valorado para su ejecución.

## 1.1 Antecedentes

El Cantón Montecristi se encuentra localizado al centro oeste de la Provincia de Manabí, su ubicación lo ha convertido en el eje articulador de las actividades comerciales y económicas entre las poblaciones de Manta y Portoviejo.



**Figura 1.1** Ubicación de Montecristi  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

De acuerdo con la división política-administrativa está compuesto por cinco parroquias urbanas: General Eloy Alfaro, Leónidas Proaño, Colorado, Montecristi y Aníbal San Andrés; y adicionalmente una parroquia rural; La Pila. Además, cuenta con 29 comunas que se encuentran organizadas, a las cuales se ha dotado de algunos servicios para contribuir con el desarrollo local. (GAD MONTECRISTI, 2016).

El recinto San Eloy, ubicado en la parroquia Leónidas Proaño es considerado un asentamiento precario ya que carece de servicios básicos como el acceso al agua potable, alcantarillado, vías de comunicación en buen estado, espacios de recreación y la recolección de desechos sólidos municipales, sin embargo, la parroquia a la cual pertenece consta como urbana. San Eloy contiene alrededor de 120 familias y se estima una población de 450 habitantes, comprendidos entre niños, jóvenes, adultos y adultos mayores.



**Figura 1.2** Ubicación de San Eloy  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

La principal actividad económica de esta población es el comercio, por lo cual la mayoría de los moradores se desplazan hasta Montecristi y Manta que son ciudades potencialmente activas para este tipo de tarea, otros trabajan de jornaleros o se dedican a la pesca artesanal, estas son otras de las actividades que, aunque en menor escala desarrolla la población, carecen de producción agrícola debido a su clima seco.

## 1.2 Ubicación Geográfica

El proyecto integrador, será implementado en el recinto San Eloy de la parroquia urbana Leónidas Proaño perteneciente al cantón Montecristi. Limita al norte con la Ciudad de Manta, al sur con “Bajo Grande”, al este con el Cerro de Montecristi al oeste con la urbanización “Si Vivienda”, otros asentamientos cercanos son “Cielito Lindo”, “Ceibo Renacer”, Santa Isabel y “Tierra Santa”.



**Figura 1.3** Límites de San Eloy  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

San Eloy tiene una altitud promedio de 143 m.s.n.m y se encuentra a 9 km al oeste de la ciudad de Montecristi, tomando la vía circunvalación que va hacia Manta.



**Figura 1.4** Ubicación del Proyecto  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

El área destinada para el proyecto se muestra en la Figura 1.5, comprende 1.0127 ha de superficie y presenta terreno semi escarpado. Las coordenadas geográficas del proyecto son Latitud 1°00'29.7"S, Longitud 80°42'52.7"W.

### 1.2.1 Historia

El recinto San Eloy empieza a poblarse por los años 2002 a 2006, junto a los barrios “Tierra Santa” y “Santa Isabel” siendo considerados en primera instancia como invasiones. Luego de varias administraciones en el GAD de Montecristi, se comienza a desarrollar proyectos de infraestructura en el territorio de los tres barrios, siendo prioritariamente atendidos “Tierra Santa” y “Santa Isabel”, que en la actualidad disponen de calles asfaltadas y como único equipamiento urbano la Escuela Tierra Santa, en la cual se educan los niños y jóvenes del sector.

San Eloy no tuvo mayor beneficio en dicha intervención, y fue quedado relegado del proceso de desarrollo. Al momento cuentan con una vía de

acceso lastrada y carece de un ordenamiento que permita implementar proyectos comunitarios.

Posterior a los fatídicos sucesos ocurridos en Abril del año pasado, junto a San Eloy se construye el barrio “Ceibo Renacer” respondiendo a la emergencia de los damnificados del terremoto. En consecuencia, después de esa fecha el número de habitantes aumentó, debido a que muchas familias se desplazaron a este poblado buscando asentar sus viviendas en terrenos más elevados, este incremento de población en el sector contribuye aún más a la necesidad de una inminente planificación urbana.

Se desconoce el origen del nombre “San Eloy” pero se cree que proviene, porque así lo bautizaron los primeros moradores del sector. San Eloy es un asentamiento humano, en donde sus habitantes usufructúan con consentimiento del dueño de las tierras. Sus moradores pueblan una llanura de clima cálido seco, gracias a los vientos del mar y del cerro cercanos al sector, en este lugar se dice haber encontrado varias piezas de barro enterradas, pertenecientes a la cultura manteña.

### **1.3 Descripción del Problema**

El problema asociado a la gran mayoría de los asentamientos urbano marginales y rurales, es que estos no poseen una estructura, su formación es una consolidación caótica sin planificación, lo que resulta en infraestructura insuficiente y deficiencia o carencia de servicios básicos como agua potable, alcantarillado, vías de acceso en buen estado, sistema de recolección de desechos, espacios de recreación, etc. De tal manera que se evidencia pobreza y contaminación, lo cual genera un ambiente poco sustentable para el desarrollo de la población.

Este es el escenario que se puede observar en el recinto San Eloy, los pobladores experimentan entre otros inconvenientes, la falta de ordenamiento espacial que mejore las condiciones del sitio, esto incluye; carencia de espacios públicos, áreas verdes, mobiliario espacial, áreas de recreación, evidenciando la falta de planificación y el mal uso de los espacios públicos. Este es un problema con el cual se ha convivido desde la creación del recinto San Eloy.

Al no disponer de un espacio comunitario adecuado, las asambleas de la organización barrial son realizadas en casa de uno de los pobladores, además, los niños no tienen un espacio que promueva la recreación deportiva ni el desarrollo de sus habilidades y destrezas. Las condiciones del recinto señalan que este sector no ha sido intervenido por parte de las autoridades, pero conforme al paso del tiempo y al crecimiento de la comunidad este factor ha demandado primordial atención por parte de sus habitantes, con la finalidad de evitar que se convierta en obstáculo para el progreso social de los mismos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Elaborar los estudios de factibilidad y diseños definitivos para la ejecución de la casa comunal, el parque comunitario y obras de drenaje; del recinto San Eloy localizado en el cantón Montecristi perteneciente a la provincia de Manabí, Ecuador.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Realizar los estudios topográficos, geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos que garanticen la funcionalidad del diseño estructural planteado.

- Determinar soluciones técnicas a los problemas encontrados durante la fase de estudios.
- Plantear tres alternativas para el diseño de la casa comunal.
- Realizar un análisis costo beneficio a fin de seleccionar la alternativa más favorable para la ejecución del proyecto.
- Entregar diseños arquitectónicos para el parque y la casa comunal.
- Diseñar el sistema estructural de la casa comunal, rigiéndose a la AISC 360-10 y la NEC 2015.
- Diseñar el sistema de contención de aguas lluvia del proyecto.
- Elaborar los diseños eléctricos y sanitarios, para que la casa comunal sea funcional.
- Elaborar el presupuesto referencial para la construcción de la obra.
- Realizar un cronograma de trabajo para las actividades de construcción de las dos etapas del proyecto.
- Realizar el plan de manejo ambiental y de mitigación de impactos de la alternativa propuesta.

## **1.5 Justificación**

El espacio público y comunitario son necesidades esenciales para mejorar la calidad de vida y, constituye uno de los componentes urbanos fundamentales para lograr la consolidación del barrio y su integración a la ciudad. Esto implica crear espacios que proporcionen a los pobladores ambientes de socialización, lugares de descanso y recreación, permitiendo el desarrollo, acondicionamiento y percepción

del entorno, lo cual depende en gran medida, de la organización y la capacidad desplegada por una comunidad.

En este sentido, las autoridades gubernamentales y otras instituciones competentes deberán establecer mecanismos, instrumentos y medios que permitan disponer de áreas cuyo potencial como futuro espacio público esté acorde a las preferencias y necesidades manifestadas por la mayoría de los habitantes, contribuyendo así, a crear una estructura urbana acorde al proceso de crecimiento y desarrollo de estos asentamientos.

En este contexto, el presente proyecto integrador, plantea la implementación de una casa o sede comunal junto con el parque comunitario, áreas que tienen como finalidad fomentar un ambiente propicio de integración y mejora continua para el desarrollo de la comunidad.

En caso de no implementarse un proyecto atendiendo estas necesidades, el pronóstico indica que la calidad de vida de los habitantes no mejorará y el desarrollo físico del sitio, afectará las actividades cotidianas del sector.

# **CAPÍTULO 2**

## **ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS**

En esta sección se plantearán las alternativas de diseño para la construcción de la casa comunal, el parque y las obras de drenaje, teniendo como restricciones principales los factores que controlan la resistencia del suelo y los requerimientos de drenaje planteados en el capítulo siguiente. La selección de las mejores alternativas se fundamenta con la construcción de dos matrices de decisión, con el propósito de cumplir los objetivos del proyecto, tales como la economía y el sistema de drenaje.

## 2.1 Parámetros de influencia

### 2.1.1 Ubicación

En la etapa inicial del proyecto, se disponía de tres posibles ubicaciones para la construcción del mismo, por lo cual se utilizó criterios sociales e ingenieriles con la finalidad de determinar la mejor ubicación. Estos sitios son presentados en la Figura 2.1.



**Figura 2.1** Límites de San Eloy  
**Fuente:** Google Earth, 2017

### **2.1.1.1 Criterios Sociales**

Se buscó que la mayor cantidad de personas de la comunidad se vean beneficiadas con la ejecución del proyecto. Particularmente, el proyecto busca mejorar la calidad de vida del recinto de San Eloy; sin embargo, la cercanía de otras comunidades como Tierra Santa y Ceibo Renacer, lo convierte en un proyecto integrador que logra beneficiar también a estos poblados, para ello la localización del proyecto es un eje fundamental ya que determinará la pertenencia o no de los usuarios al mismo.

### **2.1.1.2 Criterios Ingenieriles**

A diferencia del anterior, este es un criterio técnico y busca priorizar las alternativas con mayor viabilidad para el desarrollo del proyecto.

En las visitas de campo realizadas, se evidenció la acción de la escorrentía superficial sobre el terreno, por lo que en primera instancia se determinó la necesidad de una obra de protección pluvial, para mantener la funcionalidad de la obra a lo largo de su vida útil. Esta obra abarcaría un canal de intercepción para desviar aquellas aguas cuya dirección natural se dirija hacia la ubicación del proyecto. Por lo tanto, es posible utilizar un camino existente para construir dicho canal de intercepción o en su defecto, construir un nuevo canal, en caso de que el terreno no haya tenido una intervención previa.

Los sitios 1 y 2 presentaron la desventaja de encontrarse en terrenos poco o nada intervenidos, lo cual dificultaba el ingreso para realizar los sondeos de campo, además presentaban configuraciones muy escarpadas y su ubicación relegaba a algunas de las comunidades vecinas que podían ser parte de los beneficiarios directos del proyecto.

El sitio 3, tiene la ventaja de contar con más accesos, está más intervenido y sin trabajarlo mucho ya se puede ingresar y realizar sondeos primarios de este.

Más adelante con la ayuda de una matriz de decisión, con parámetros ponderados por importancia, se determina la mejor opción.

### **2.1.2 Arquitectura**

Para el arranque de los estudios preliminares del proyecto, se contaba con una propuesta de diseño inicial para la casa comunal, sin embargo, no se tenía información acerca del parque. Por esto, se realizó una visita a la comunidad con el objetivo de socializar la arquitectura disponible y receptar ideas para el diseño del parque comunitario y, posibles modificaciones al diseño original de la casa comunal.

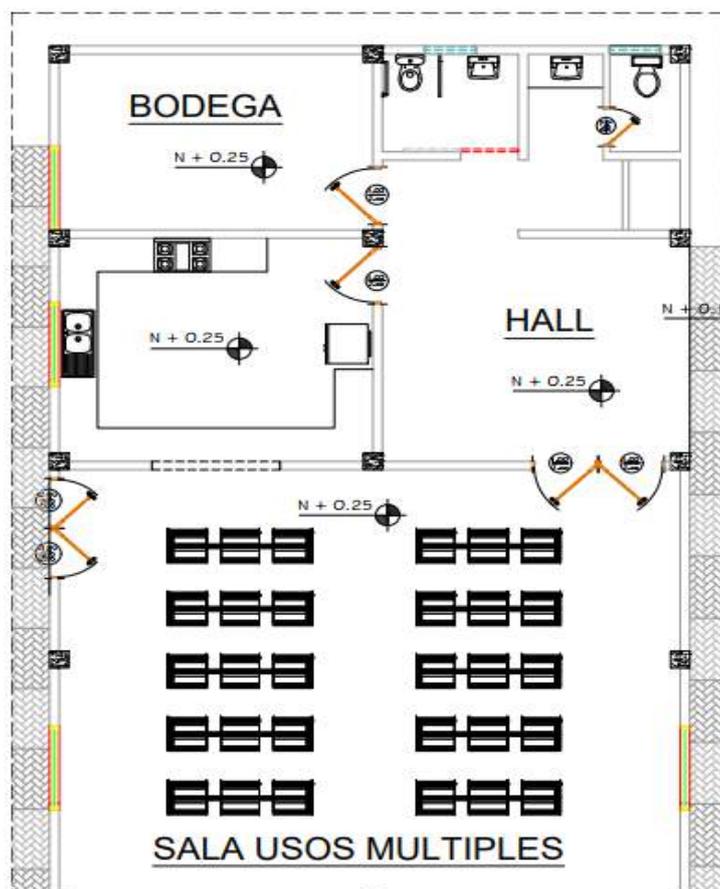
La distribución arquitectónica que se tenía inicialmente se muestra en la Figura 2.2. Esta distribución se encontraba lista para ser socializada con los beneficiarios, por lo que se aprovechó la misma reunión para discutir las necesidades y requerimiento en general tanto para la casa comunal como para el parque.

Para la casa comunal se solicitaron los siguientes cambios:

- Reubicar las baterías sanitarias hacia el exterior de la casa, para optimizar espacio e integrarlas al parque y a su vez se solicitó aumentar la cantidad, es decir; dos para hombres y dos para mujeres.
- Reubicar la cocina e unificarla con la bodega, con la finalidad de aprovechar el espacio de las baterías sanitarias.
- Desaparecer el Hall y ganar espacio a la sala de usos múltiples.

Mientras que para el parque se obtuvieron los requerimientos siguientes:

- Zona de juegos Lúdicos
- Área de Picnic
- Espacio para Bicicletas
- Área de Ejercicios
- Área de Puestos Comerciales
- Cancha de uso múltiple
- Espacio para presentaciones
- Espacios para caminar



**Figura 2.2** Distribución Arquitectónica Inicial de la Casa Comunal

**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

### 2.1.3 Estructura

Se planteó tres alternativas para la construcción del sistema estructural de la casa comunal, ya que el parque comunitario no comprende mayormente estructura solo detalles constructivos menores. La variación se fundamenta en el tipo de materiales a utilizar para lo cual se elaboró un modelo estructural con la ayuda del software SAP 2000, buscando que cada alternativa cumpla con las condiciones de servicio, resistencia y durabilidad de acuerdo a los límites permisibles según la norma ecuatoriana de la construcción (NEC 2015). Finalmente se realizó un análisis costo beneficio, para seleccionar el tipo de estructura más idóneo a implementar en el proyecto.

### 2.1.3.1 Descripción de los Modelos Estructurales

#### Modelo Estructural 1

Esta alternativa estructural propone columnas de hormigón y vigas metálicas de celosía comprendidas en pórticos resistentes a momento. El material utilizado es acero estructural ASTM A36 con un  $f_y=2530 \text{ kg/cm}^2$  para las vigas, y concreto armado con  $f'_c= 280 \text{ kg/cm}^2$  para las columnas. La estructura de la cubierta se conforma de correas Tipo G ubicadas longitudinalmente y equidistantes, además para proporcionar rigidez se ha colocado varillas lisas de contra vientos. La Tabla I resume los materiales y secciones empleadas para el modelo en cuestión.

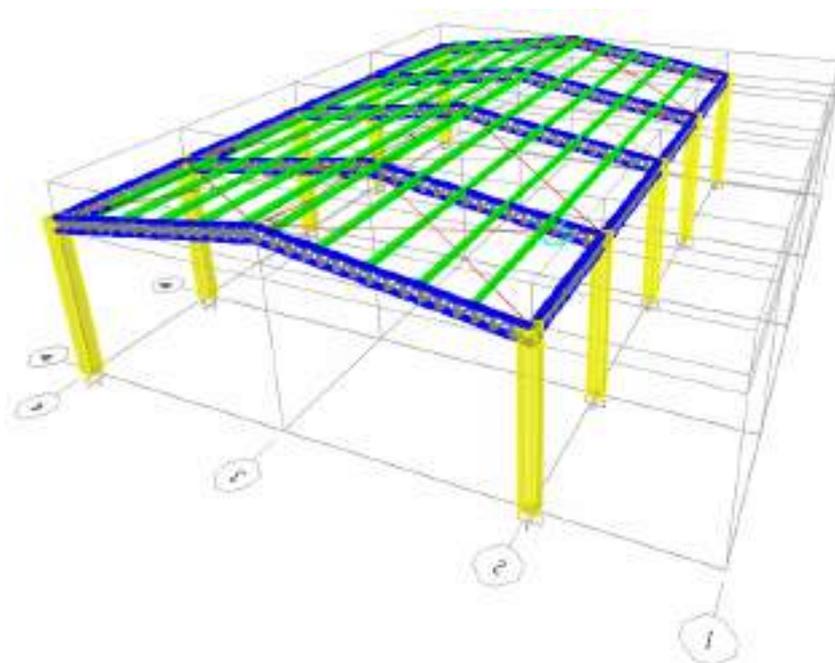
**Tabla I.** Materiales y Secciones empleadas en el Modelo Estructural 1

<b>ELEMENTO ESTRUCTURAL</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>SECCIÓN</b>
Columnas	Hormigón $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$	30x30 cm
Vigas de Celosía	ASTM A36	2C100X50X3 mm
Correas Cubierta	ASTM A36	G125x50x15x3 mm
Varilla Contra viento	ASTM A615 GR 60	Ø16

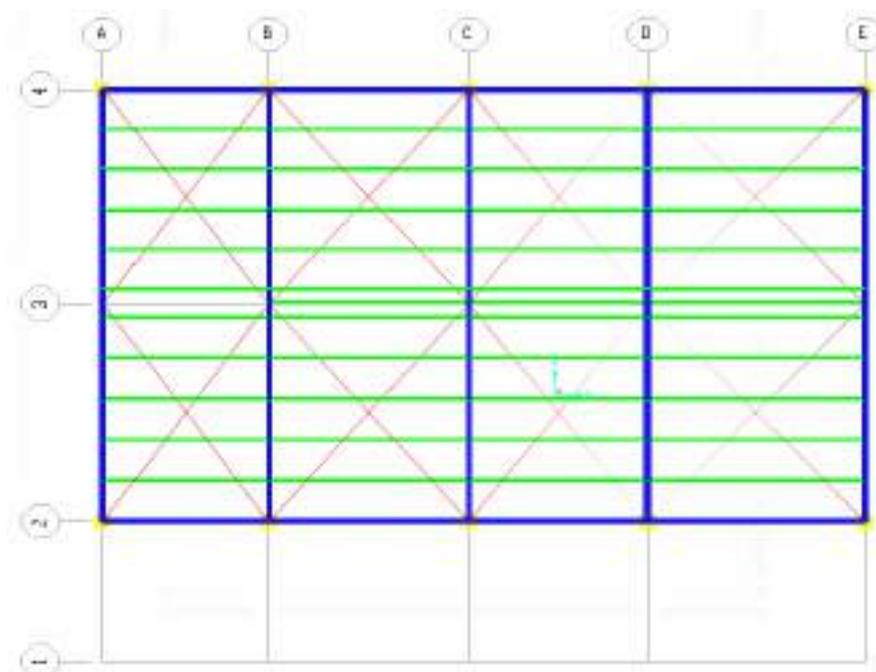
**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

El sistema estructural es de tipo dual y consistirá en pórticos resistentes a momento (PRM). En la dirección X se presenta cinco pórticos (A-E) con luces de 9.35m y una distancia de separación entre pórticos de acuerdo al plano estructural mostrado en el anexo, mientras que en la dirección Y se presenta vigas de celosía

que conectan los pórticos. Las figuras 2.3 y 2.4 muestran una vista 3D y en planta del modelo empleado en esta sección.



**Figura 2.3** Vista 3D del Modelo Estructural 1  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017



**Figura 2.4** Vista en Planta de Modelo Estructural 1  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

## Modelo Estructural 2

Esta alternativa estructural propone columnas y vigas de hormigón, comprendidas en pórticos resistentes a momento. El material utilizado es concreto armado con un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ . Se utiliza la misma estructura de cubierta presentada en el modelo uno, sin embargo, se omiten los contravientos debido a la gran rigidez que presenta la estructura de concreto en comparación con la estructura metálica. La Tabla II resume los materiales y secciones empleadas en este modelo.

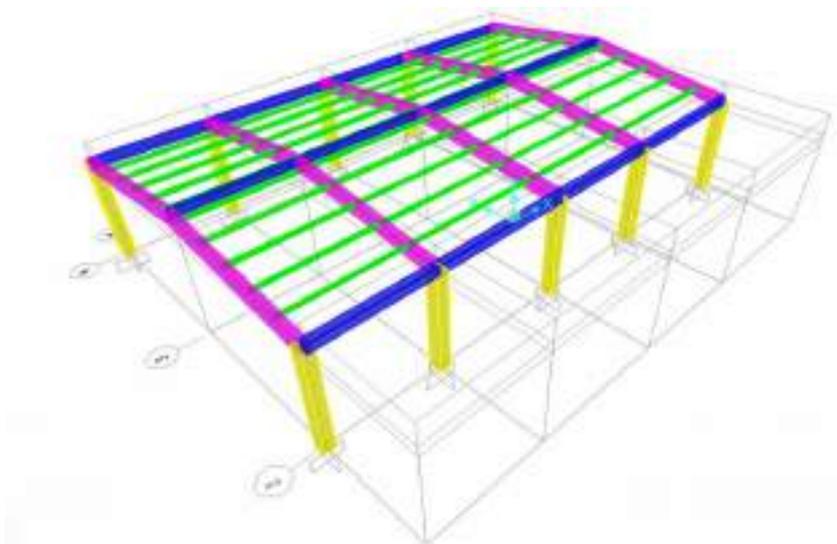
**Tabla II.** Materiales y Secciones empleadas en el Modelo Estructural 2

<b>ELEMENTO ESTRUCTURAL</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>SECCIÓN</b>
Columnas	Hormigón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	30x35 cm
Vigas		
V1	Hormigón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	20x40 cm
V2	Hormigón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	20x30 cm
Correas Cubierta	ASTM A36	G125x50x15x3 mm

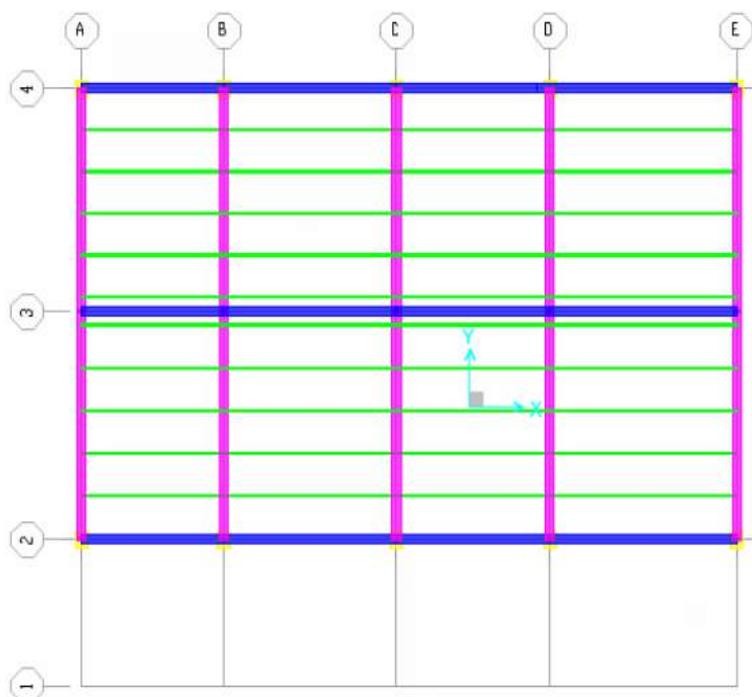
**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

El sistema estructural consistirá en pórticos de concreto resistentes a momento (PCRM). En la dirección X se tiene cinco pórticos (A-E) con luces de 9.35m y una distancia de separación entre pórticos variable de acuerdo al plano arquitectónico mostrado en la sección de anexos. Para este modelo se ha considerado dos secciones de viga V1: 20x40cm (magenta) y V2: 20x30cm (azul), debido a las

solicitaciones de carga. Las figuras 2.5 y 2.6 muestran una vista 3D y en planta del modelo empleado en esta sección.



**Figura 2.5** Vista 3D del Modelo Estructural 2  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017



**Figura 2.6** Vista en Planta Modelo Estructural 2  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

### Modelo Estructural 3

Esta alternativa estructural propone columnas metálicas y vigas de celosía, comprendidas en pórticos de acero resistentes a momento. El material utilizado es acero estructural ASTM A36 con un  $f_y=2530 \text{ kg/cm}^2$ . La estructura de cubierta tiene las mismas definiciones que la presentada en el modelo uno, es decir correas longitudinales G con varillas lisas de contraviento. La Tabla III resume los materiales y secciones empleadas para el modelo analizado.

**Tabla III.** Materiales y Secciones empleadas en el Modelo Estructural 3

<b>ELEMENTO ESTRUCTURAL</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>SECCIÓN</b>
Columnas	ASTM A36	100X100X3 mm
Vigas	ASTM A36	2C100X50X3 mm
Correas Cubierta	ASTM A 36	G125x50x15x3 mm
Varillas de Contra viento	ASTM A615 GR 60	Ø16

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

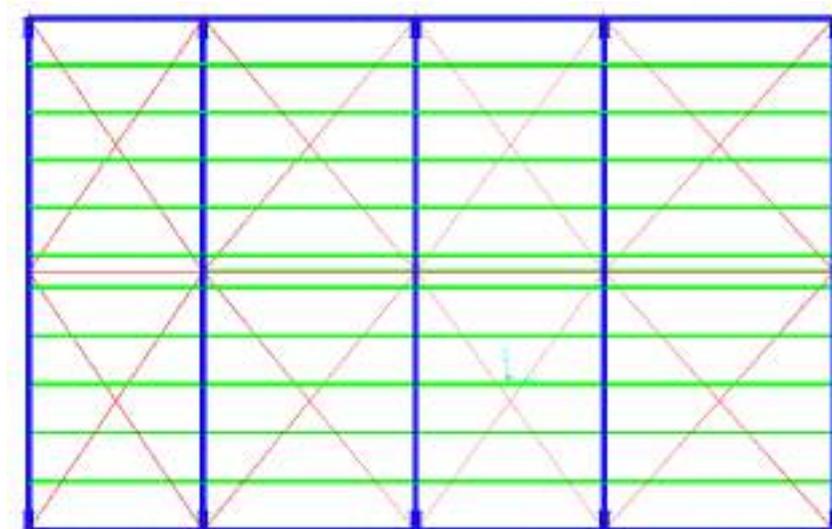
El sistema estructural consistirá en pórticos de acero resistentes a momento (PARM). En la dirección X se tiene cinco pórticos (A-E) con luces de 9.35m y una distancia de separación variable de acuerdo a la planta arquitectónica, mientras que en la dirección Y se dispone de vigas de celosía que conectan los pórticos entre sí. Las figuras 2.7 y 2.8 muestran una vista 3D y en planta del modelo empleado en esta sección.

El sistema de celosías trabaja con dos canales C100x50x3mm conectados mediante dos ángulos de L30x30x3mm, espaciados de tal manera que la inercia del sistema cumpla con los momentos actuantes que generan las cargas impuestas sobre la estructura.



**Figura 2.7 3D del Modelo Estructural 3**

**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017



**Figura 2.8 Vista en Planta Modelo Estructural 3**

**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

### 2.1.3.2 Análisis Costo Beneficio

#### Modelo Estructural 1

**Tabla IV.** Presupuesto Referencial para estructura Modelo Estructural 1

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>ESTRUCTURA EN GENERAL</b>				
1.1	HORMIGÓN PARA CIMIENTOS	M3	22.30	179.91	4,011.99
1.2	HORMIGÓN PARA COLUMNAS	M3	2.52	150.00	378.00
1.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2	KG	2,251.92	1.75	3,940.86
1.4	ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36	KG	4,900.00	3.15	15,435.00
1.5	PERNOS DE ANCLAJE	KG	150.00	1.22	183.00
<b>2</b>	<b>ENLUCIDOS</b>				
2.1	ENLUCIDO DE COLUMNAS	M	248.00	9.11	2,259.28
<b>3</b>	<b>PINTURA</b>				
3.1	EMPASTE Y PINTURA ESTRUCTURA	M2	33.60	14.88	499.97
3.2	PINTURA ANTICORROSIVA	M2	46.53	4.73	220.07
<b>TOTAL</b>					<b>26,928.17</b>

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

Para el modelo uno se tiene que el costo total de la estructura es de US\$26 928.17, siendo el rubro más significativo el acero estructural con un valor de US \$15 435.00 comprendiendo el 57.32% del presupuesto, seguido por el hormigón de los cimientos que representa el 12.07% del coste total, es decir; US\$4 011.99. Para efectos del diseño de la cimentación se consideró una zapata corrida a lo largo de los dos ejes con 1.20 m de ancho, debido a las condiciones del suelo y la demanda de cargas impuestas al sistema.

#### Modelo Estructural 2

**Tabla V.** Presupuesto Referencial para estructura Modelo Estructural 2

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
--------	-------------	--------	----------	------------	-------

<b>1</b>	<b>ESTRUCTURA EN GENERAL</b>				
1.1	HORMIGÓN PARA CIMIENTOS	M3	22.30	179.91	4,011.99
1.2	HORMIGÓN PARA COLUMNAS	M3	2.94	150.00	441.00
1.3	HORMIGÓN PARA VIGAS	M3	14.89	150.00	2,233.92
1.4	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2	KG	3,896.14	1.75	6,818.24
<b>2</b>	<b>ENLUCIDOS</b>				
2.1	ENLUCIDO DE COLUMNAS	M	250.00	9.11	2,277.50
2.2	ENLUCIDO DE VIGAS	M	232.63	9.11	2,119.26
<b>3</b>	<b>PINTURA</b>				
3.1	EMPASTE Y PINTURA ESTRUCTURA	M2	110.86	14.88	1,649.66
<b>TOTAL</b>					<b>19,551.57</b>

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

Para el modelo dos se tiene que el costo total de la estructura es de US\$19 551.57, siendo el rubro más significativo el acero de refuerzo con un valor de US \$6 818.24 comprendiendo el 34.87% del presupuesto referencial, seguido por el hormigón de los cimientos que representa el 20.52% del coste total, es decir; US \$4 011.99 .Para efectos del diseño de la cimentación se consideró una zapata corrida a lo largo de los dos ejes con 1.20 m de ancho, debido a las condiciones del suelo y la demanda de cargas impuestas al sistema.

### Modelo Estructural 3

**Tabla VI.** Presupuesto Referencial para estructura Modelo Estructural 3

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>ESTRUCTURA EN GENERAL</b>				
1.1	HORMIGÓN PARA CIMIENTOS	M3	9.96	179.91	1,791.90
1.2	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2	KG	903.67	1.75	1,581.42
1.3	ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36	KG	6,498.48	3.15	20,470.21
1.4	PERNOS DE ANCLAJE	KG	150.00	1.22	183.00
<b>2</b>	<b>PINTURA</b>				
2.1	PINTURA ANTICORROSIVA	M2	46.53	4.73	220.07
<b>TOTAL</b>					<b>24,246.61</b>

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

Para el modelo tres se tiene que el costo total de la estructura es de US\$24 246.61, siendo el rubro más significativo el acero estructural con un valor de US \$20 470.21 comprendiendo el 84.43% del presupuesto referencial, seguido por el hormigón de los cimientos que representa el 7.39% del coste total, es decir; US \$1 791.90 .Para el diseño de la cimentación se consideró el uso de zapatas aisladas de 1.80x1.20x0.35m, que se unirán mediante las vigas riostras proyectadas de 0.20x0.35m.

Debido a que el sistema estructural necesario para la construcción de la casa comunal es relativamente sencillo y dado que se tiene un suelo de baja capacidad, lo ideal es tratar con una estructura ligera, que es una de las ventajas que presenta el acero estructural. Si bien es cierto la construcción en acero es más costosa que el concreto armado ya que se requiere mano de obra especializada en este material, sin embargo, de acuerdo al sistema estructural planteado los perfiles de acero resultarán mucho más económicos porque el costo se compensa con el criterio técnico de aligerar la estructura, con esto se logra reducir las dimensiones de la cimentación, evitando sobre cargar el suelo para limitar las posibles deformaciones.

## **2.2 Selección de Alternativas**

Con los criterios antes expuestos, se determinó varios parámetros de evaluación, que servirán para valorar la alternativa más ideal y viable para la ejecución del proyecto, analizando previamente las restricciones del mismo. Con esta información se construyó una matriz de decisión para cada factor de influencia que presenta el proyecto, es decir; la ubicación y el sistema estructural, en donde a cada parámetro se le asigna una calificación de entre 1 y 10, que luego de acuerdo al nivel de importancia del mismo se relaciona con una ponderación para obtener una puntuación final que representa la factibilidad de cada opción.

### **2.2.1 Restricciones**

- Dada la baja capacidad de carga del suelo determinada según el estudio geotécnico realizado para el lugar, cuyos resultados se muestran en el Capítulo 3 y en la sección de Anexos, se quiere imponer la menor cantidad de carga posible a la cimentación.
- La edificación se construirá como parte de una regeneración de la zona de influencia, a fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores. Por lo que la construcción debe ser rápida y sin generar molestias, para que los usuarios puedan beneficiarse de la misma.
- Necesidad de protección por vulnerabilidad ante eventos sísmicos, recordando que la provincia de Manabí se vió severamente afectada con el Terremoto de Pedernales del 16 de abril del 2016 y, el proyecto se encuentra ubicado en una zona de alto riesgo sísmico.
- El agua no es de fácil acceso en la zona, ya que no se dispone del sistema de agua potable, el suministro se realiza por tanqueros.

- Necesidad de mano de obra especializada, en el caso de estructuras metálicas y un control de calidad riguroso en los procesos de soldadura.
- El factor costo que involucra no solo el suministro de los materiales, si no también criterios técnicos que pueden encarecer o disminuir el coste de la obra, para ello se ha realizado un análisis costo beneficio mostrado en la sección anterior.

## 2.2.2 Matriz de Decisión

### 2.2.2.1 Ubicación

**Tabla VII.** Calificación de Parámetros, ubicación

Parámetros	Opciones	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Importancia
Acceso Actual		4	6	8	0,17
Aceptación de las Comunidades		5	7	5	0,17
Facilidad para obra complementaria		3	6	9	0,17
Beneficio a Comunidades		7	5	10	0,17
Configuración Topográfica		8	6	8	0,17
Facilidad de Donación		10	10	10	0,17
<b>TOTAL</b>		<b>6,17</b>	<b>6,67</b>	<b>8,33</b>	

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

De acuerdo con los valores obtenidos, correspondientes a la viabilidad de cada ubicación, la tercera ubicación de la Figura 2.1 es la adecuada para ejecutar el proyecto, esto debido a que se encuentra en un espacio céntrico y estratégico entre las tres

comunidades vecinas, además la configuración del terreno es en su mayoría regular, posee una vía de acceso en uno de sus lados perimetrales y tiene proyectadas otras tres. En este terreno ya ha existido una intervención humana y posee vegetación mediana, lo cual lo convierte en fácilmente accesible para realizar los trabajos preliminares de campo, además se realizó una socialización con la comunidad y se obtuvo la aprobación de dichos beneficiarios para desarrollar el proyecto en esta ubicación.

### 2.2.2.2 Sistema Estructural

**Tabla VIII.** Calificación de Parámetros, estructural.

<b>Parámetros</b>	<b>Opciones</b>	<b>Opción 1</b>	<b>Opción 2</b>	<b>Opción 3</b>	<b>Importancia</b>
Preferencia de la Comunidad		6	6	8	0,25
Presupuesto		4	7	4	0,25
Tiempo de Construcción		5	5	8	0,25
Beneficios Estructurales (Cargas en general, peso)		7	6	9	0,25
<b>TOTAL</b>		<b>5,50</b>	<b>6,00</b>	<b>7,25</b>	

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

Luego de realizar el análisis de los diferentes factores que influyen en la selección de los modelos estructurales presentados, se decidió utilizar el sistema estructural con pórticos de acero resistentes a momentos, es decir; el modelo 3. La Tabla V muestra los parámetros utilizados y la ponderación asignada a los mismos

para la selección final de la alternativa estructural, que garantice la economía, funcionalidad y seguridad del diseño estructural para la casa comunal.

Es importante mencionar que las tres alternativas presentadas mediante los modelos estructurales, son diseñados para resistir todos los eventos posibles sea en concreto armado o en acero estructural, es decir; se tiene diseños distintos pero cada uno de ellos cumple el mismo propósito que es resistir las cargas requeridas ya sea por sismo, viento o cualquier otro evento dinámico, bajo deflexiones controladas.

Por lo antes mencionado ya que los tres diseños mostrados cumplen con las solicitaciones de carga, se realizó un análisis costo beneficio considerando el material y mano de obra necesarios para el sistema estructural. Las condiciones del sitio se mantienen, al igual que la carga viva, siendo la principal diferencia el peso propio de la estructura, en volumen el concreto es más pesado y se conoce que el acero permite aliviar la estructura, en consecuencia la carga total de servicio que va a la cimentación no resulta tan alta como si la estructura fuese de concreto, por ende la cimentación empleando el sistema de acero es más controlada, lo cual reduce sus dimensiones y en consecuencia disminuye el costo global de la estructura.

### **2.2.3 Ventajas de Alternativa Seleccionada**

En base a lo mencionado del análisis costo beneficio, la estructura metálica tiene una notoria ventaja frente a las otras dos alternativas, cabe destacar algunos aspectos en que las edificaciones metálicas tienen mejores resultados que otras como se indica a continuación. (Velez, 2004)

#### **Ventajas constructivas**

- Se puede construir en terrenos de poca capacidad de soporte.
- Se reduce notoriamente el tiempo de construcción respecto a las otras alternativas.
- Facilidad para reformar o ampliar la edificación en el futuro.
- Requiere poco espacio en patio de operaciones.

#### **Ventajas Estructurales**

- En caso de un sismo ofrece mejor respuesta a este tipo de cargas ocasionales.
- El clima no afecta mayormente las condiciones de montaje.

#### **Ventajas Ambientales**

- Construcción seca.
- Bajo nivel de ruido y polvo.
- Bajo nivel de escombros y desechos.

#### **Ventajas en el costo**

- La rapidez del montaje de la estructura y la mecanización hacen que la edificación se ejecute en menos tiempo que estructuras de hormigón

reforzado, lo que induce a que los costos financieros y de operación se reduzcan.

- Su poco peso influye a que la cimentación sea de menor tamaño que con otras estructuras.

#### **Ventajas en la vida del edificio**

- Gran flexibilidad como resultado de un número limitado de soportes.
- Son capaces de absorber y disipar energía en presencia de un sismo, lo que implica un mejor comportamiento.
- Adaptabilidad a los cambios de uso y destinación, y como consecuencia incremento en la vida útil del edificio.
- Fácil demolición o desmantelamiento.

#### **2.2.4 Conclusiones**

En relación al análisis realizado, se escoge la alternativa tres tanto en ubicación como en lo referente al sistema estructural, que comprende a una edificación compuesta por Pórticos de Acero Resistentes a Momentos (PARM). Donde las ventajas económicas, estructurales, geotécnicas y ambientales se adaptan al lugar de implantación de la obra.

Un aspecto importante para la selección de esta alternativa es el peso propio de la estructura y el tiempo de ejecución de la obra que será menor con relación a las demás alternativas, aunque el costo de esta alternativa sea significativamente mayor.

# **CAPÍTULO 3**

## **DESCRIPCIÓN DEL ÁREA Y ESTUDIOS PREVIOS**

En esta sección se muestra el análisis de los diferentes estudios realizados, con el objetivo de establecer las directrices principales que permitirán elaborar los diseños definitivos del proyecto y la selección de las mejores alternativas fundamentadas en su viabilidad.

### **3.1 Estudios Topográficos**

#### **3.1.1 Objetivo y Alcance**

La topografía incluye la totalidad del predio asignado, y se orienta a reflejar la planimetría y altimetría del mismo.

Para el cumplimiento del objetivo se desarrolló una taquimetría del lugar. Con la idea de generar una secuencia lógica de los trabajos realizados, el proceso se ha dividido en dos fases, claramente definidas, que se lista a continuación y se detalla en las siguientes secciones:

- Fase de observación
- Fase de cálculo

#### **3.1.2 Fase de Observación**

El levantamiento topográfico se realizó empleando, procedimientos de método clásico por estación total.

Realizando desde varios puntos una radiación del terreno, en los Anexos se adjunta la información resultante de los trabajos realizados, así como los datos de campo, cálculos, listado de coordenadas y los archivos en formato CAD (.dwg).

### **3.1.3 Fase de cálculo**

A partir de los puntos de observación, se radió en campo todos los elementos planimétricos y altimétricos suficientes para la elaboración de un taquimétrico a escala, que represente fielmente el terreno en las zonas requeridas para la implementación del proyecto.

Se consideró además, los cambios de pendiente en las alineaciones y se registró suficientes puntos para definir los elementos exigidos para el desarrollo completo del proyecto.

### **3.1.4 Plano de Levantamiento**

Una vez finalizadas todas las observaciones, ajustes y cálculos, se obtuvo una nube de puntos geoméricamente estable y dentro del entorno de precisión requerido para la obtención del plano resultante. Así mismo, y dada la complejidad por el acceso en algunas zonas del levantamiento, se complementó la nube de puntos original con puntos restituidos con la ayuda de GPS.

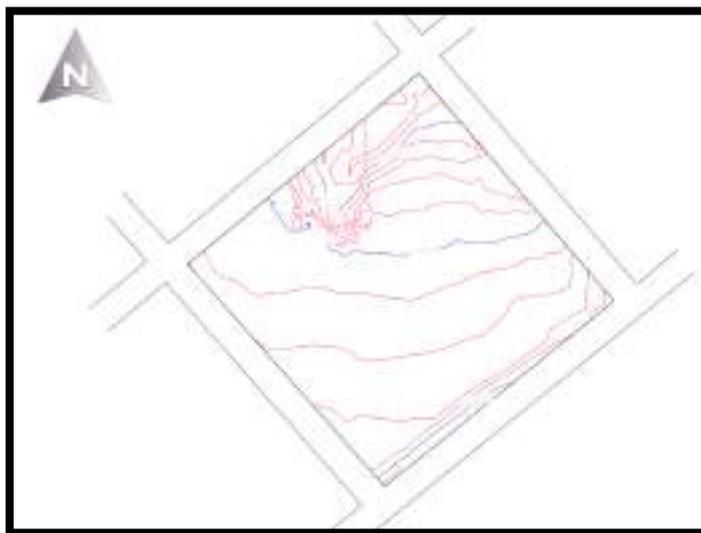
De acuerdo con lo anterior y teniendo como producto final una nube de puntos homogénea y con cobertura espacial de todo el ámbito designado, se procede a su dibujo, mediante los programas de software AUTOCAD.

Para fines de presentación se anexa en el juego de planos el conjunto de trabajos topográficos realizados.

### 3.1.5 Reporte de levantamiento

Sobre la base del levantamiento realizado se obtiene el detalle de áreas en la zona de implantación del proyecto, teniendo como resultado un total de 10127 m<sup>2</sup> para la implementación del proyecto y 14903.41 m<sup>2</sup> como área externa de incidencia pluvial, esta última es necesaria para el control de aguas lluvias que se propone en los capítulos siguientes.

En la Figura 3.1 se muestra el fraccionamiento del sitio del proyecto, así como también, se marca puntos característicos que delimitan el contorno de la propiedad a intervenir, esta figura y cuadro deberá ser considerado como un reporte de las condiciones actuales de ocupación del sitio y no constituye un informe de linderación de la propiedad.



**Figura 3.1** Planimetría del Sitio del Proyecto  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

## **3.2 Estudios Geotécnicos**

### **3.2.1 Objetivo y Alcance**

Estos estudios tienen como objetivo fundamental la obtención de parámetros del suelo de fundación con el fin de establecer el tipo de cimentación y se garantice la estabilidad desde el punto de vista de resistencia y compresibilidad (asentamientos).

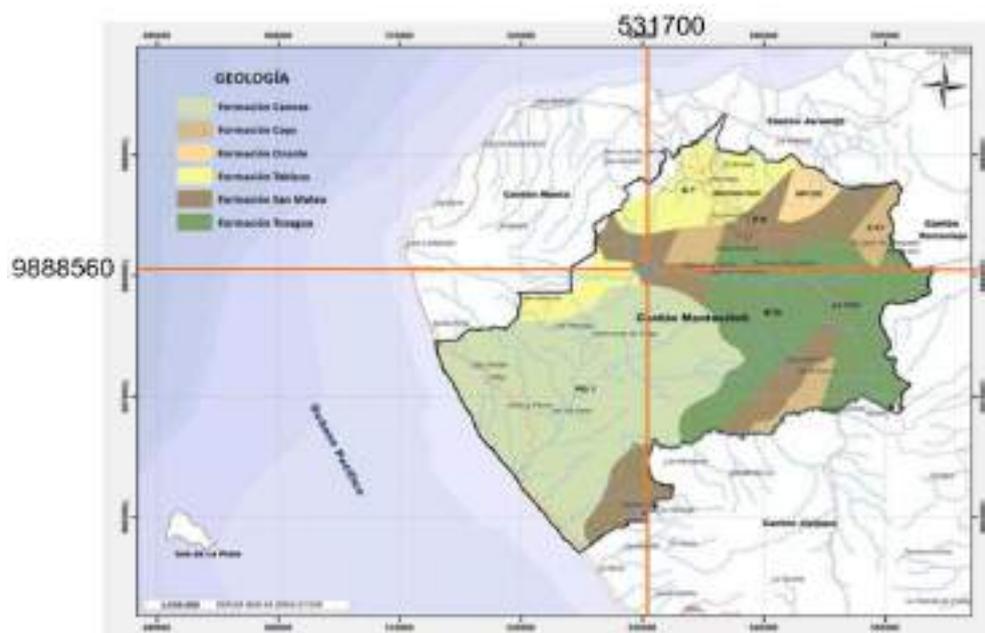
### **3.2.2 Características Geológicas**

El cantón Montecristi presenta dos paisajes, uno relacionado con relieves montañosos, que se sitúan entre los 200 y 600 msnm, constituidos generalmente con materiales volcánicos y sedimentarios, correspondientes a las formaciones Piñón y San Mateo, con pendientes escarpadas, vegetación arbórea dominante y donde sus partes más altas reciben la humedad atmosférica proveniente del Pacífico; este paisaje representa el pilar tectónico del cantón. (GAD MONTECRISTI, 2016)

El resto del cantón posee un paisaje relativamente bajo, con relieves semi escarpados con diferente grado de desecamiento que corresponden a las formaciones Tosagua (lutitas laminadas color café chocolate con presencia de vetillas de yeso, Vilingota (lutitas blancas algo calcáreas y arcillositas), Canoa (arenas limosas con presencia de arcilla) y Tablazo (areniscas calcáreas). Los valles y terrazas aluviales, playas, acantilados y coluvialuviales, de topografía plana a ondulada, se relacionan con la formación San Mateo. (GAD MONTECRISTI, 2016)

Las principales formaciones geológicas encontradas del cantón agrupan rocas esencialmente de edad Terciario, cubiertas localmente por sedimentos cuaternarios; dispuestos sobre un basamento de rocas volcánicas del Cretácico. Los materiales sedimentarios que predominan en la zona son lutitas, limolitas, arcillas, arcillolitas, areniscas calcáreas, se encontró también materiales volcánicos del cual forma parte el Cerro Montecristi.

Como se puede observar en la Figura 3.2 dadas las coordenadas geográficas del sitio de implantación del proyecto y de acuerdo con la división del Mapa Geológico del cantón, el recinto San Eloy se identifica como parte de la formación San Mateo.



**Figura 3.2** Mapa Geológico de Montecristi

**Fuente:** GAD Montecristi, 2016

### 3.2.3 Características Geotécnicas

Se realizó dos visitas al sitio de estudio, la primera fue de reconocimiento del terreno en donde se apreciaron las características y condiciones físicas del

sitio, y la segunda fue para establecer las condiciones geológicas y geotécnicas del terreno.

El estudio de mecánica de suelos, se efectuó a través de calicatas, y ensayos de laboratorio estándar, en base a los cuales se define los perfiles estratigráficos, desplante de la cimentación, capacidad portante admisible, asentamiento y las recomendaciones generales.

### 3.2.3.1 Trabajos de Campo

Se realizó una inspección al sitio de estudio mediante cuatro (4) calicatas o pozos de exploración a cielo abierto, distribuidos en la superficie del terreno disponible, con profundidad suficiente de acuerdo con la carga estimada en promedio 4 metros, el nivel freático no fue encontrado hasta las profundidades de muestreo. Las coordenadas de las exploraciones geotécnicas se presentan a continuación en la Tabla VI.

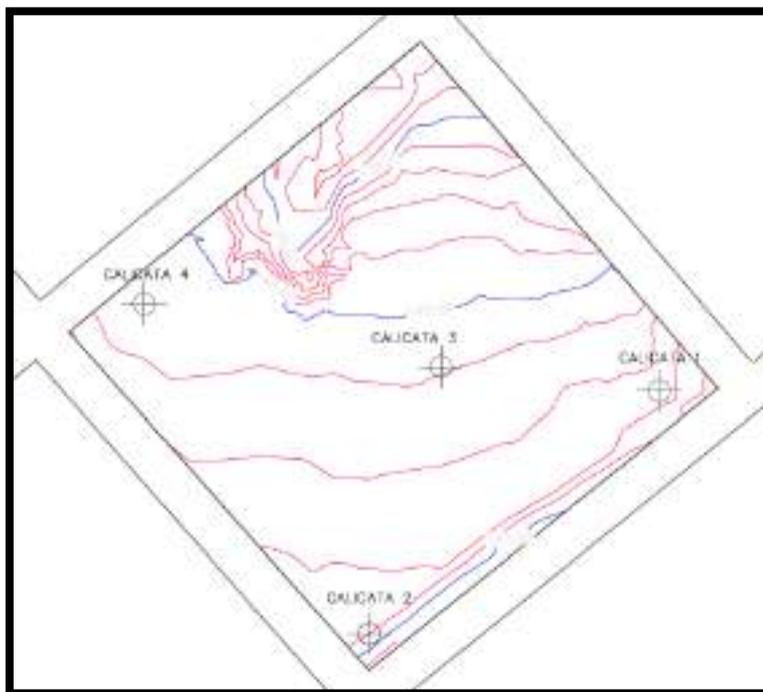
**Tabla IX.** Coordenadas de las Calicatas

CALICATA	COORDENADAS UTM		NIVEL FREÁTICO (m)	PROFUNDIDAD (m)
	NORTE	ESTE		
<b>C1</b>	531827	9888551	No	4
<b>C2</b>	531763	9888497	No	4
<b>C3</b>	531779	9888557	No	4
<b>C4</b>	531713	9888571	No	4

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

Las calicatas son necesarias para obtener una caracterización estratigráfica del lugar, de tal forma que mediante softwares y métodos empíricos o exactos se verifique la estabilidad del terreno, y por consiguiente se cumpla con los factores de seguridad

mínimos permisibles en los diseños de la cimentación para la estructura. En la Figura 3.3 se indica la ubicación de las calicatas analizadas, y las figuras 3.4, 3.5 y 3.6 corresponden a las fotografías de las mismas.



**Figura 3.3** Ubicación de Calicatas  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

Una preclasificación visual permitió identificar al material como arena ya que más de la mitad de las partículas gruesas eran menores a 0,50 cm y predominaba un solo tamaño de partículas por lo que se dice son mal gradadas. No se encontró mezcla con otros materiales ni presencia de suelo orgánico, la capa vegetal del terreno tuvo un espesor de 10 cm-30 cm, y, no existe nivel freático en los sitios de las excavaciones.

Los suelos superficiales son ligeramente erosivos, por lo que se prevé controlar dichos efectos, mediante soluciones técnicas. Esto se puede observar en la Figura 3.4. Además, se deduce que los suelos no son colapsibles dado que al construir las calicatas no se produjo desmoronamiento, y estas se comportaron de manera

estable frente al talud proporcionado, como se puede apreciar en la Figura 3.6.



**Figura 3.4** Presencia de Erosión  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017



**Figura 3.5** Planimetría del Sitio del Proyecto  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017



**Figura 3.6** Vista de Calicata  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017



**Figura 3.7** Toma de mediciones y muestras en calicata.

**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

### **3.2.3.2 Ensayos de Laboratorio**

Con las muestras obtenidas de cada calicata, se realizó ensayos de identificación y estado natural. En esta sección no se describirán los ensayos de laboratorio, debido a que estos se encuentran claramente indicados en las normas ASTM, los cuales se siguieron según la designación de la Tabla VII.

**Tabla X.** Ensayos geotécnicos realizados

<b>ENSAYO</b>	<b>NORMA</b>
Contenido de Agua (Humedad)	ASTM D-2216
Granulometría	ASTM D-1140
Límite Líquido y Límite Plástico	ASTM D-4318
Clasificación de suelos (SUCS)	ASTM D-2487
Clasificación de suelos (AASHTO)	ASTM D-3282

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

Según la información de las exploraciones ejecutadas, se realizó una caracterización de las propiedades físicas y mecánicas más importantes de los estratos de suelos subyacentes a la cimentación de la estructura, esta información se empleó para realizar los análisis de estabilidad del terreno, capacidad de carga y asentamientos.

Los resultados de las calicatas y ensayos de laboratorio presentan a manera de resumen los parámetros geotécnicos para cada unidad estratigráfica, los cuales se muestran con mayor detalle en los anexos y las Tablas VIII, IX, X y XI presentan una síntesis de los mismos. Los valores de humedad natural, límite líquido, límite plástico, granulometría y clasificación fueron realizados en laboratorio según los ensayos previamente mencionados; mientras que, para determinar el ángulo de fricción " $\phi$ " y cohesión del suelo "C" se utilizó ecuaciones empíricas propuestas por varios autores.

A continuación, se muestran las tablas con el resumen de los parámetros mecánicos y físicos de la exploración geotécnica realizada:

**Tabla XI.** Caracterización de Parámetros Geomecánicos de la Calicata 1

PERFORACION A CIELO ABIERTO- CALICATA 1				PROPIEDADES ÍNDICE			
Profundidad [m]	Zo [m]	Clasificación		W [%]	W <sub>L</sub> [%]	W <sub>P</sub> [%]	γ [T/m <sup>3</sup> ]
		SUCS	AASHTO				
1,50	0,5	SP-SM	A-3	4	NP	NP	1,63
3,00	2	SW-SM	A-3	6	NP	NP	1,70

Fuente: Galarza J., Ocampo A., 2017

**Tabla XII.** Caracterización de Parámetros Geomecánicos de la Calicata 2

PERFORACION A CIELO ABIERTO- CALICATA 2				PROPIEDADES ÍNDICE			
Profundidad [m]	Zo [m]	Clasificación		W [%]	W <sub>L</sub> [%]	W <sub>P</sub> [%]	γ [T/m <sup>3</sup> ]
		SUCS	AASHTO				
1,50	0,5	SP	A-3	4	NP	NP	1,60
3,00	2	SW-SM	A-3	6	NP	NP	1,70

Fuente: Galarza J., Ocampo A., 2017

**Tabla XIII.** Caracterización de Parámetros Geomecánicos de la Calicata 3

PERFORACION A CIELO ABIERTO- CALICATA 3				PROPIEDADES ÍNDICE			
Profundidad [m]	Zo [m]	Clasificación		W [%]	W <sub>L</sub> [%]	W <sub>P</sub> [%]	γ [T/m <sup>3</sup> ]
		SUCS	AASHTO				
1,50	0,5	CL	A-6	4	32	17	1,70
3,00	2	CL	A-6	6	30	18	1,70

Fuente: Galarza J., Ocampo A., 2017

**Tabla XIV.** Caracterización de Parámetros Geomecánicos de la Calicata

4

PERFORACION A CIELO ABIERTO- CALICATA 4				PROPIEDADES ÍNDICE			
Profundidad [m]	Zo [m]	Clasificación		W [%]	W <sub>L</sub> [%]	W <sub>P</sub> [%]	γ [T/m <sup>3</sup> ]
		SUCS	AASHTO				
1,50	0,5	SM	A-2-5	6	NP	NP	1,65
3,00	2	CL	A-6	12	30	18	1,70

Fuente: Galarza J., Ocampo A., 2017

**Tabla XV.** Propiedades mecánicas de los suelos estratificados

<b>Estrato</b>	<b>Ángulo de fricción <math>\phi</math>[°]</b>	<b>Cohesión [kPa]</b>	<b><math>\gamma</math> [kN/m<sup>3</sup>]</b>
<b>Arena Mal Gradada (SP)</b>	27	19.00	16.00
<b>Arena bien Gradada (SW)</b>	29	20.00	17.00
<b>Arena Limosa (SM)</b>	28	19.00	16.50
<b>Acilla de baja plasticidad (CL)</b>	22	8.00	17.00

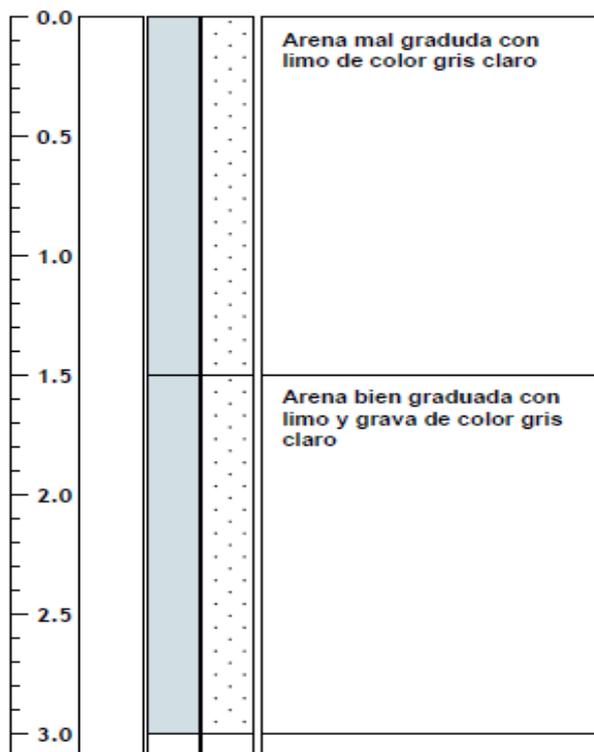
**Fuente:** Budhu M., 2010

El suelo que se encuentra es originado por la descomposición de la roca subyacente perteneciente a la formación San Mateo, encontrándose la capa rocosa a poca profundidad, cuya capacidad portante será siempre mayor de 10 kg/cm<sup>2</sup>, sobre todo si se tiene en cuenta que el espesor de la capa de suelo vegetal es mínimo.

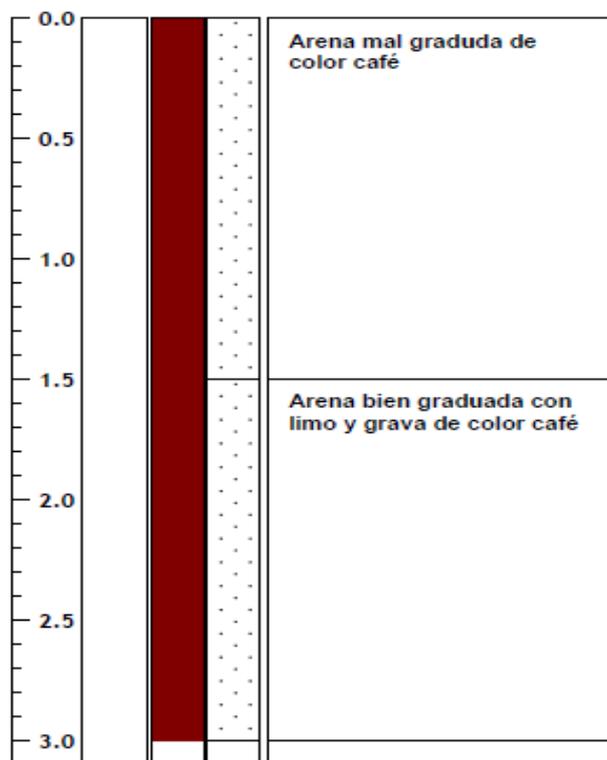
Los suelos analizados no son expansivos, esto se deduce a partir de la muy baja plasticidad determinada en los ensayos y en ciertas muestras nula, por lo tanto, no existirán problemas de expansión una vez ejecutado el proyecto. Debido a que en el sector de Manta se detectaron varios sitios en donde se produjo el efecto de licuefacción debido al sismo del 16 de abril del 2016, se analizó la posibilidad de que dicho fenómeno también se produzca en el área del proyecto sin embargo los estudios geotécnicos realizados demuestran que a muy poca profundidad se encuentran los estratos rocosos de la formación San Mateo.

A partir de la diversidad de datos geotécnicos que se obtuvo de las muestras analizadas correspondientes a cada calicata, con criterio profesional se determinó valores representativos para los parámetros que más adelante, se emplean para el diseño de la cimentación. Finalmente estos valores fueron: Densidad de 1,65 Ton/m<sup>3</sup>, Cohesión de 19,66 kPa y Ángulo de fricción de 28°.

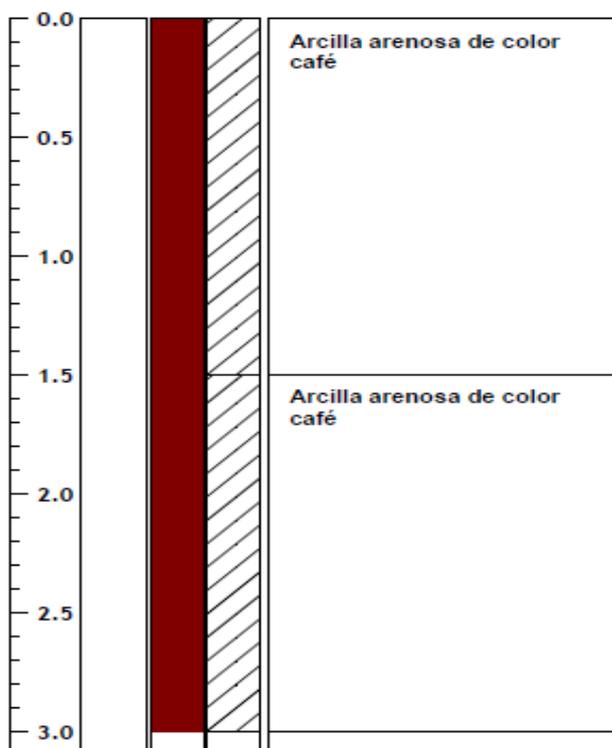
Las figuras 3.8, 3.9, 3.10 y 3.11 representan la estratigrafía encontrada para cada pozo a cielo abierto respectivamente, y señalan la caracterización de suelo encontrado a la profundidad indicada en las mismas.



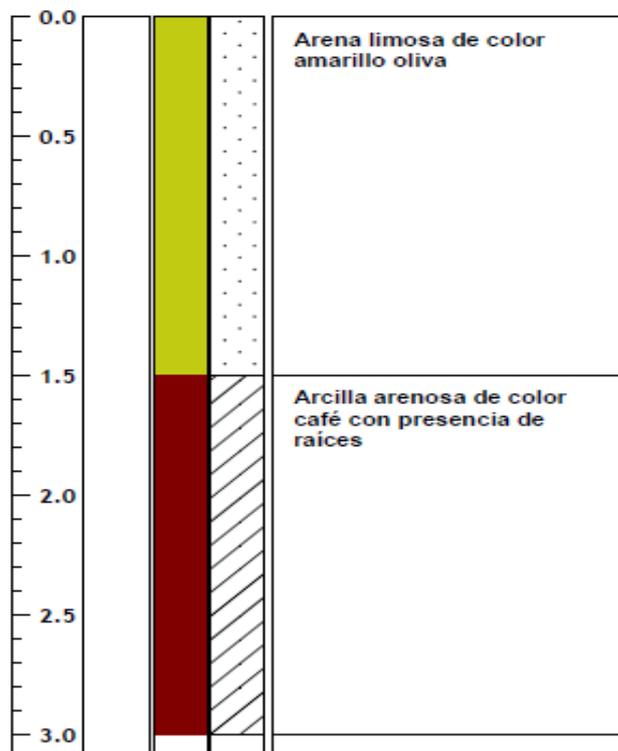
**Figura 3.8** Perfil Estratigráfico Calicata 1  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017



**Figura 3.9** Perfil Estratigráfico Calicata 2  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017



**Figura 3.10** Perfil Estratigráfico Calicata 3  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017



**Figura 3.11** Perfil Estratigráfico Calicata 4  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

### 3.3 Estudios Hidrológicos e Hidráulicos

#### 3.3.1 Objetivo y Alcance

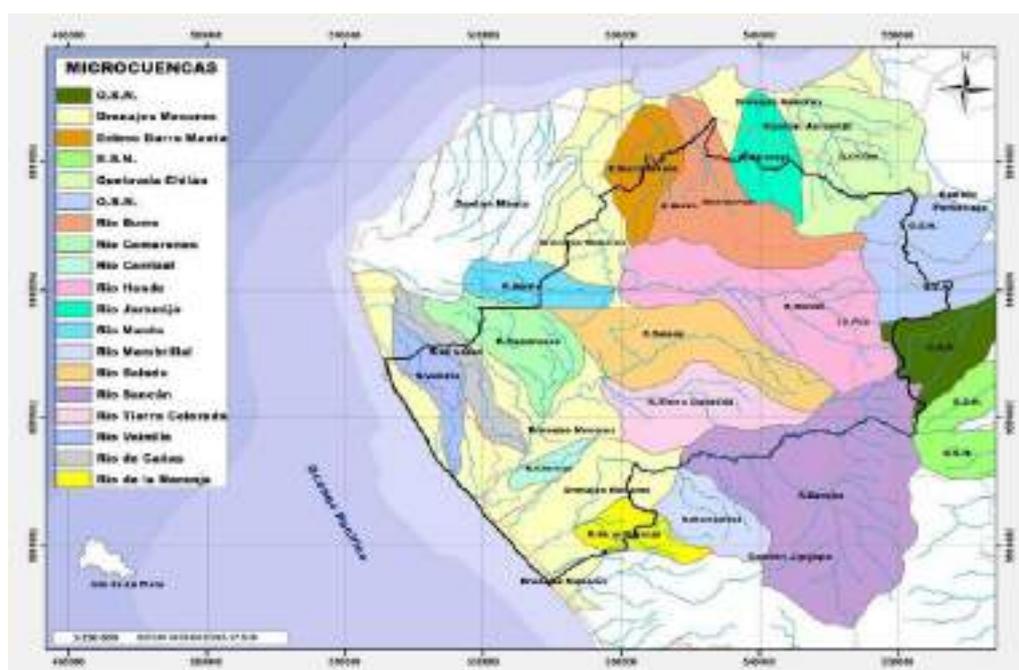
Estos estudios tienen como finalidad describir la cuenca de análisis y estimar los caudales máximos para el periodo de recurrencia seleccionado, de manera que permitan diseñar las obras de drenaje y protección que se requieran.

#### 3.3.2 Hidrografía

El Sistema hidrográfico de Montecristi se compone de los ríos: Burro, Camarones, Carrizal, Río Hondo, Jaramijó, Manta, Membrillal, Salado,

Sancán, Tierra Colorada, Vainillas, Ríos de Cañas y Río de la Naranja, drenajes menores, quebradas y esteros.

La mayoría de los ríos del cantón Montecristi permanecen secos la mayor parte del año y la magnitud de su caudal depende de la intensidad de las precipitaciones y de la geomorfología de la Cuenca.



**Figura 3.12** Cuencas Hidrográficas de Montecristi  
**Fuente:** GAD Montecristi, 2016

### 3.3.3 Hidrología

El área de drenaje del Cantón Montecristi, pertenece a las cuencas de los ríos: Jaramijó, Portoviejo, Manta, San Mateo, Canas y río Bravo, donde se delimitaron 19 microcuencas, las quebradas y drenajes menores alimentan al río Portoviejo, la quebrada de Chilán y la microcuenca del Río Jaramijó alimenta la subcuenca del río Jaramijó.

Los ríos: Hondo, Manta y Burro alimentan la subcuenca del río Manta, las microcuencas de drenajes menores alimentan las cuencas del río San Mateo, las microcuencas de los ríos Camarones, Colorada, Cañas, Salado y otra de drenajes menores alimentan la Cuenca del río Cañas. Por último, la microcuenca del río de la Naranja, Sancán y otra de drenajes menores alimentan al río Bravo.

Durante la estación invernal, se identifica que de la parte alta del cerro de Montecristi baja una fuerte escorrentía que baja por la cabecera cantonal y llega hasta la parte más baja, desembocando en la parroquia Aníbal San Andrés ocasionando inundaciones. (GAD MONTECRISTI, 2016)

### **3.3.4 Descripción de la Cuenca**

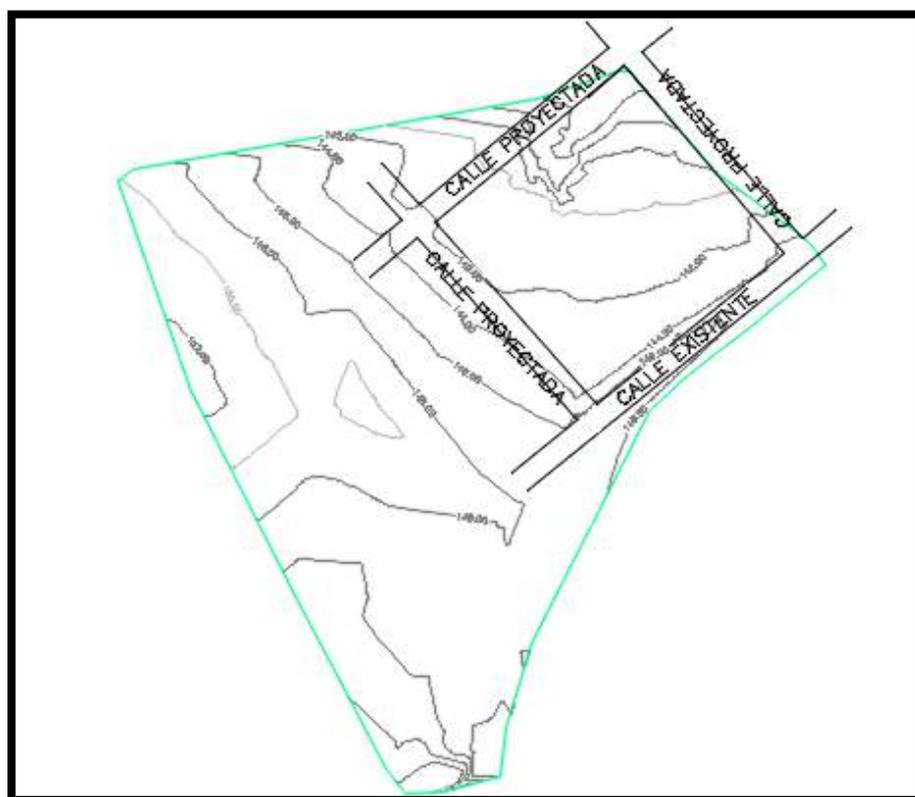
A continuación, se enlistarán una serie de parámetros, que permiten conocer y caracterizar la cuenca en análisis, estos son obtenidos del procesamiento de la información recopilada en campo a través de la observación directa del sitio.

#### **3.3.4.1 Superficie de la Cuenca**

Los datos geográficos fueron directamente recopilados en campo con instrumentos de topografía. Los trabajos topográficos anteriormente descritos fueron expandidos para cubrir las necesidades del proyecto. Por esta razón fue necesario realizar otro levantamiento de los alrededores del terreno, especialmente en la zona noroeste, dada las configuraciones del terreno. Los alrededores del sureste, no tiene incidencia de escurrimiento

hacia el sitio donde se implementará el parque, por lo que no fue necesario levantar ese sector.

La superficie modelada, de todo el levantamiento se puede observar en la figura siguiente:

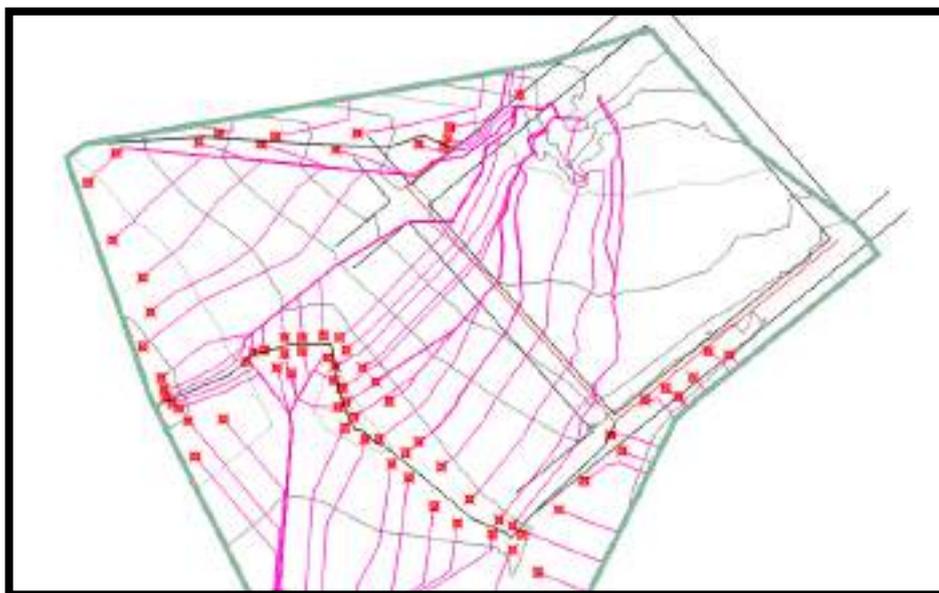


**Figura 3.13** Topografía expandida para diseños del proyecto.  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

#### 3.3.4.2 Delimitación de la Cuenca

Consiste en definir la línea llamada *divortium Aquarium* o Divisoria de Aguas, que es una línea imaginaria que define los límites en que una gota de agua drena hacia un cauce de salida específico u otro. Esta tarea se realizó con la asistencia del software digital Autocad Civil 3d, donde se digitalizó la superficie y con una herramienta que

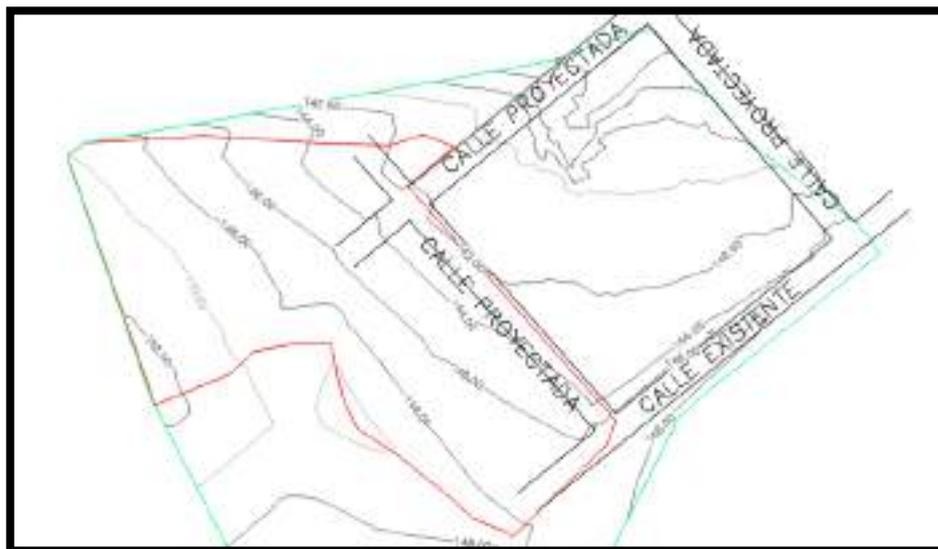
traza el camino que una supuesta gota recorrería, se pudo determinar el área de incidencia para los diseños que se requieren. La imagen siguiente muestra los escurrimientos dentro de la cuenca.



**Figura 3.14** Direcciones de Escurrimiento, la seña roja marca el inicio de la trayectoria.

**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

A partir de esa muestra que el software permite observar, se delimita la divisoria de aguas de la siguiente manera:



**Figura 3.15** Límite de Cuenca.

Fuente: Galarza, J., Ocampo, A., 2017

### 3.3.4.3 Área y Perímetro de la Cuenca

Dos parámetros geomorfológicos que caracterizan una cuenca. La superficie se define por el área interna de la delimitación roja adicionando el área interna del proyecto. Sin embargo, se van a realizar dos estudios distintos, por lo que se hará énfasis únicamente en el área externa hasta que posteriormente se empiece a analizar el drenaje interno del proyecto.

Normalmente el área se expresa en kilómetros cuadrados, o en hectáreas si esta no es muy grande, la longitud de la línea divisoria de aguas viene a ser el perímetro de la cuenca, a continuación, dichos resultados.

**Tabla XVI.** Área y Perímetro de la Cuenca

Área (Ha)	Perímetro (m)
1.49	598.16

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

#### 3.3.4.4 Forma de la Cuenca

Para tener una idea de la forma de la cuenca, se han desarrollado coeficientes o factores, que con su valor numérico representan características geométricas de la cuenca, a continuación, se presentan el factor de forma (calculado con la Ecuación No. 1) y coeficiente de compacidad (calculado con la Ecuación No. 2). El primero de estos hace expresa la forma redondeada o alargada que se puede tener, se define como la relación entre el área y el máximo recorrido al cuadrado; también su valor hace tendencia a las crecidas, si mayor es este significa que tendremos crecidas más rápidas. El segundo coeficiente, describe la geometría de la cuenca, relacionando el perímetro de esta con el perímetro de un círculo de igual área; y su importancia radica en la relación que tiene con el tiempo de concentración, comparándolo con una cuenca redondeada, estas poseen tiempos de concentración cortos y caudales picos fuertes a diferencia de las cuencas alargadas que tienen tiempos de concentración más largos y caudales picos más atenuados.

$$K_s = \frac{A}{L^2} \quad \text{Coeficiente de Forma}$$

$$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \text{Coeficiente de Compacidad}$$

**Tabla XVII.** Datos de Forma de la Cuenca

<b>Coefficiente de Forma</b>	<b>Coefficiente de Compacidad</b>
0.36	1.37

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

El Coeficiente de forma tiende a 1 a medida que la cuenca tiene una forma parecida a la de un cuadrado, y para el coeficiente de compacidad, este adopta el mismo valor anterior si la cuenca tiene forma circular. La cuenca tendría un comportamiento más cercano al de una con característica circular, por lo que tenemos que tener en cuenta que vamos a tener tiempos de concentración relativamente cortos.

Por lo general, las precipitaciones se relacionan con las masas de aire húmedo que vienen del Océano Pacífico estas pierden el mayor contenido de agua a través de una expansión adiabática, llamada así cuando el terreno comienza a ser escarpado. La mayoría de las lluvias se presentan como chubascos intensos, pero de corta duración y en el verano caen en forma de garúa o lloviznas ocasionales. Existe un periodo de lluvioso comprendido entre enero y abril, un periodo con menor precipitación en el resto de meses del año; los meses más secos son agosto, septiembre y octubre.

#### **3.3.4.5 Sistema de Drenaje**

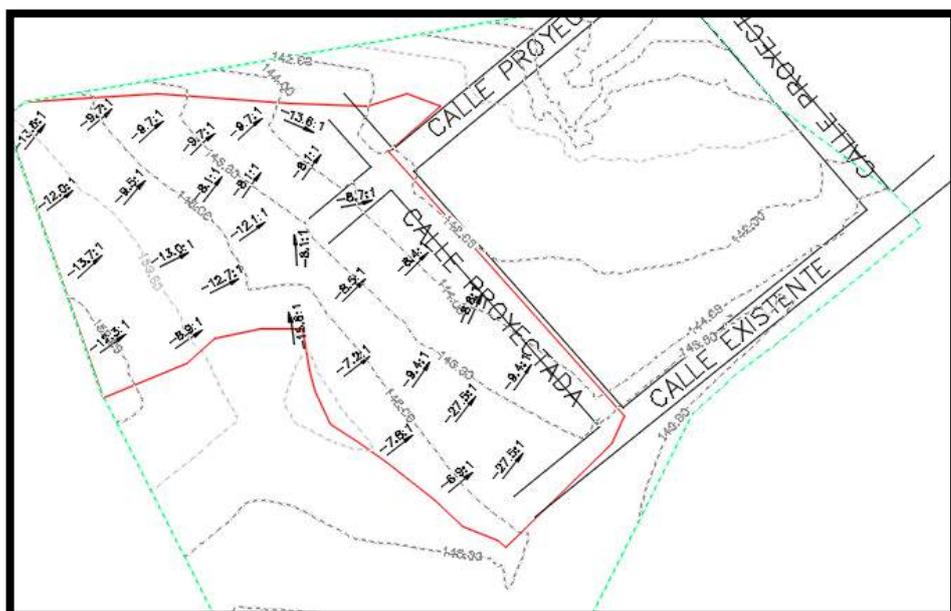
Se pudo observar en campo y con la topografía que lo ratifica, que no hay flujos perennes dentro del sistema. Existiría flujo superficial

cuando precipite en la zona, que se direcciona hacia la esquina superior o norte del terreno del proyecto

### 3.3.4.6 Pendiente Media de la Cuenca

Es un valor de suma importancia, básico para determinar varios de los parámetros con que se hace los análisis hidrológicos, como el tiempo de concentración, y otros que depende de forma indirecta de este.

Para su cálculo, con el software Autocad y la herramienta de etiquetas, se procedió a mostrar el valor de la pendiente en distintos puntos de la cuenca. Como se observa en la figura a continuación, en total fueron 30 valores que se obtuvieron para posterior promediarlos y obtener una pendiente media, a partir de un muestreo general y representativo del área de interés.



**Figura 3.16** Valores Puntuales de la Pendiente.  
**Fuente:** Galarza, J., Ocampo, A., 2017

Se presenta los valores de pendiente media para el terreno con influencia pluvial sobre el proyecto en cuestión.

**Tabla XVIII.** Datos de Forma de la Cuenca

<b>Pendiente Media de la Cuenca</b>	
-11.45:1	8.73%

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

#### **3.3.4.7 Longitud Máxima del Recorrido**

Es la medida de mayor trayectoria que realizaría una gota, dicho de otra forma es la longitud mayor desde unos de los puntos altos de la cuenca hasta el punto colector común (que es por donde drenaría la totalidad del agua recolectada por la cuenca).

Con la ayuda del proceso realizado en 2.3.42 Delimitación de la cuenca, mostrado en la figura 2-11, se buscó la mayor longitud y se obtuvo la siguiente:

**Tabla XIX.** Longitud de Cuenca

<b>Longitud Máxima de la Cuenca</b>
200.21 metros

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

#### **3.3.4.8 Tiempo de Concentración**

Es el tiempo teórico que una partícula de agua se toma en recorrer la longitud máxima de la cuenca, para los posteriores análisis se supone que la precipitación tiene una duración menor o igual a este valor y se encuentra distribuida uniformemente.

Se encuentra altamente correlacionado con el caudal pico y tiempo de recesión. En general cuando se tienen tiempos de concentración más largos, se refleja con caudales picos más leves, se calcula con la formula desarrollada por Kirpich en 1997.

$$t_c = 0.000325 \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77} \quad \text{Ecuación de Kirpich}$$

**Tabla XX.** Tiempo de Concentración de la Cuenca

---

**Tiempo de Concentración de la Cuenca**

---

2.96 minutos

---

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017**3.3.5 Datos de Precipitación**

Se debe seleccionar una precipitación de diseño, para esto en primer lugar se deben identificar las estaciones meteorológicas más cercanas al sitio en análisis. Para realizar esta tarea se utilizó el mapa de ubicación de la red actual de estaciones hidrometeorológicas por regiones de planificación, elaborado por el Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología y publicado en la página web que proporcionan, en los anexos se puede observar el mapa completo, a continuación, se muestra acercado al sitio de interés.

Se procede a realizar los análisis posteriores con la información brindada por las cuatro estaciones, que se detallan en la tabla siguiente.



**Figura 3.17** Estaciones Hidrometeorológicas en Manabí, cercanas a San Eloy.

**Fuente:** INAHMI., 2012

**Tabla XXI.** Coordenadas de Estaciones Cercanas al Proyecto

Código de Estación	Nombre de Referencia	Ubicación	Cord X	Cord Y	Distancia San Eloy (km)
M005	UTM	Portoviejo	560132	9885319	28.54
M448	Chorrera	La Pila	541566	9872213	19.05
M450	Camarones	Montecristi	524538	9874794	155.52
M453	La Laguna	Montecristi	534367	9883114	6.03

**Fuente:** INAHMI, 2012

Para el cálculo de la distancia se tomó como referencia, la coordenada de CAL3, por encontrarse esta de forma aproximada al centro del terreno.

Posteriormente, se obtuvo los datos de precipitación de las estaciones, procedentes de los Anuario Meteorológicos del INAHMI, los publicados desde 1990 hasta 2012, se obtuvo en primer lugar los datos de precipitación mensual acumulada. Para algunos meses, de las estaciones M448, M450 y M453, no se encontraban datos, para completar aquellos faltantes se procedió de forma iterativa con la siguiente metodología:

1. Se calculó el promedio histórico de precipitaciones mensuales, con los datos existentes.
2. Así mismo, se obtuvo el acumulado anual del año correspondiente (nótese que en este paso se obtiene un dato irreal debido a la falta de datos dentro del mismo año).
3. Con el promedio de precipitación mensual del periodo que hay información, el promedio de precipitaciones anual del periodo y el acumulado correspondiente al año en cuestión; con una regla de tres simple se calculó el dato mensual.
4. Posterior, se calculó el nuevo dato de precipitación anual acumulada.
5. Y con ese, se repetía el procedimiento. En total se realizaron 5 iteraciones hasta que se obtuvo una diferencia promedio (de todos los años en que faltaba al menos un dato) del orden de  $1 \times 10^{-2}$ .

Completados los datos faltantes se pudo continuar con la ponderación entre los datos de las 4 estaciones hacia un punto intermedio en las 4 de ellas.

Se realizó con el método de distancias inversas, de esta forma la estación más cercana posee el mayor peso estadístico. La ecuación mostrada a continuación es la utilizada para la estimación intermedia de precipitación.

$$Precipitación = \frac{\sum \frac{P_i}{D_i^k}}{\sum \frac{1}{D_i^k}}$$

Donde  $P_i$  es el valor de precipitación para una estación en específico,  $D_i$  es la distancia desde la estación al terreno y  $K$  es un valor que mejora la estimación, mientras mayor es este se le dará mayor peso estadístico a las estaciones cercanas y menor para las lejanas, el valor típico para  $k$  es 2.

En los anexos del proyecto se pueden observar los datos de precipitación para los 22 años que se ha estimado. A continuación, se muestra los datos de 1998, puesto que, por la intensidad de las lluvias en ese año, se considera representativa e ideal para tomarla como precipitación de diseño. Es importante resaltar que en ese año el país sufrió intensas lluvias debido a la presencia del fenómeno del Niño, en todas las estaciones se encontraron precipitaciones máximas y esto se continuó reflejando en las ponderaciones posteriores.

**Tabla XXII.** Datos de Precipitación Ponderados para el punto de interés

<b>Mes</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
Enero	310.1
Febrero	438.2
Marzo	356.9
Abril	295.4
Mayo	162.9
Junio	51.5
Julio	10.4
Agosto	5.5
Septiembre	11.4
Octubre	3.5
Noviembre	9.2
Diciembre	2.7
<b>Acumulado</b>	<b>1657.6</b>

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

Es importante continuar desagregando estos datos, ya que una precipitación mensual podría ser no representativa, por la forma en que se distribuiría en el tiempo que se analiza, por ejemplo, no es lo mismo que los 238.1 mm precipiten durante los 31 días, y durante las 24 horas, con esta hipótesis se obtendría una precipitación media diaria de 7.67 mm por día; a que precipiten en una semana y se obtengan lluvias de 34 mm diarios. Seguramente, con el segundo caso se requerirán obras de contención superiores, que se utilizarían durante esa semana y el resto del tiempo podrían pasar si

utilizarse. En el primer caso obras minúsculas se diseñarían, pero quedarían obsoletas al lado del segundo evento explicado.

Lo ideal hubiese sido obtener datos diarios, o mejor aún, horarios de todas las estaciones para ponderar y estimar de manera precisa el correspondiente al punto donde se realizará el proyecto.

Lo más pequeño en mediciones que se puede obtener en nuestro medio, y través de esta vía, son mediciones en intervalos de 6 horas, dado que los operadores tienen especificado tomar mediciones a las 7, 13 y 19 horas de cada día.

Lamentablemente, no de todas las estaciones se pudo obtener las mediciones con esos intervalos, únicamente de la estación M005 había datos desagregados de esta forma y no de todos los años, solamente del intervalo del 2001 al 2005.

En todos los años se pudo observar que en el mes de marzo precipitaba más que ningún otro, esto ayudo a facilitar la extrapolación de los datos del 2001 a 1997, como se continúa detallando.

La intensidad máxima registrada en M005, fue el 7 de marzo del 2001 con 56.7 mm en 6 horas del día, en total 147.9 mm en las 24 horas. Durante ese mes, llovió 301.9 mm en comparación con los 460 mm durante el mismo mes del año 1998.

Con una regla de tres simple se extrapola para el año de análisis y se determina que pudo haber ocurrido una precipitación diaria de 226 mm y

86.7 mm en las 6 horas de medición. Obteniendo finalmente una intensidad diaria de 14.5 mm/h en M005. Con los pesos estadísticos determinados en el proceso anterior se estima que en el punto del proyecto la precipitación obtenida pudo ser la siguiente:

**Tabla XXIII.** Precipitación de Diseño Horaria

<b>Precipitación de Diseño</b>
13.87 mm/hora

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

### 3.3.6 Periodo de Retorno

Dada la información que se tiene, la única forma de calcular el periodo de retorno es con los datos de precipitación mensual, ya que son los únicos que se tienen numerosos registros. Para la máxima precipitación diaria u horaria no cabe.

Se tiene datos desde 1990 a 2012, siendo en total 23 años y solamente en un mes ocurre una precipitación acumulada, como la utilizada para el análisis. Esto significa una ocurrencia de 1 entre 23, con una posibilidad de ocurrencia del 4.34%.

### 3.3.7 Estimación de Escorrentía Superficial

En primer lugar, se va a definir, las variables que se manejan para realizar este análisis. Primero se tiene la lluvia, como la variable principal de entrada, que se encuentra distribuida de manera uniforme en toda la cuenca.

Luego, las intercepciones, evaporación que se convierte en humedad, infiltración a flujos subterráneos y subsuperficiales, son entre otros, los que consumen la precipitación total.

El análisis presentado, permite analizar la variación entre la escorrentía que se genera y la precipitación que entra. Básicamente los procesos presentados estiman la infiltración que ocurre de forma preliminar, para poder hallar una aproximación de la cantidad de agua que se convierte en escurrimiento.

Se han realizado dos métodos de análisis. Posterior al análisis hidrológico (estimación de datos faltantes, triangulación de datos), se realiza un análisis acerca de las condiciones del suelo (características y uso), para continuar con los procesos. Uno de los desarrollado por el anterior Soil Conservation Service (SCS), actualmente National Resources Conservation Service (NRCS) de los Estados Unidos. Y en segundo lugar, el método racional. Para los cálculos correspondientes se utilizó la tormenta de diseño ocurrida en el año 1997, con una estimación de 13.87 mm/hora.

#### **3.3.7.1 Método del National Resources Conservation Service**

El método busca en primer lugar, estimar la cantidad de precipitación que en vez de escurrir se infiltra a través del suelo. La infiltración es el proceso en el cual el agua recorre las capas de suelo, se distingue de la escorrentía por la dirección del movimiento. Este es vertical, hacia abajo y se detiene al encontrarse con el nivel freático o una zona saturada.

Factores que se deben considerar para determinar la capacidad de infiltración que existe:

- Humedad de Suelo
- Permeabilidad del Suelo
- Temperatura del Suelo y Condiciones de Entorno

El método de la NRCS, parte de un análisis del suelo y su uso. Para esto se determina en coeficiente adimensional llamado, número de curva o CN, y puede encontrarse en el intervalo de 1 a 100.

### **Estimación del Número de Escorrentía**

Son 3 condiciones que hay que tener en consideración para realizar este análisis:

- Suelo Hidrológico, que describe el tipo de suelo en el sector.
- Uso de Tierra, que describe el uso de suelo y capa vegetal
- Humedad Antecedente, que toma en cuenta las precipitaciones recientes

### **Clasificación Hidrológica del Suelo**

El método desarrollado por la NRSC, clasifica en cuatro grupos los suelos, teniendo en cuenta las siguientes directrices:

- Nivel Freático en época de lluvias.
- Permeabilidad e Infiltración posterior a humedecimiento de larga duración

- Profundidad hasta el estrato de permeabilidad

De acuerdo con las tablas de clasificación y de acuerdo a las caracterizaciones geotécnicas realizadas in situ, apoyadas con los estudios posteriores que se adjuntan en los anexos, el suelo puede ser catalogado como Tipo A, *Arena profunda, suelos profundos depositado por el viento, manga arenosa.*

### Uso y Tratamiento del Suelo

Para esta clasificación se ayudó con las imágenes satelitales del sitio del proyecto, y complementadas con las visitas realizadas en campo. Por distintas condicionantes, resultó complicado obtener una imagen ortogonal del sitio del proyecto, por lo que se procedió a dibujar sobre la imagen desactualizada las áreas residenciales que actualmente existen el área de la cuenca.



**Figura 3.18** Área Residencial dentro de la Cuenca, mostrado de color amarillo.

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

Dicha área se contabilizó en 4510 m<sup>2</sup>, lo que, reflejado con el área total de la cuenca, representa un 32% de la misma, esta área finalmente se define, según las opciones que la tabla de categorías brinda, como, *Residencial menos a 1 acre, con 20% de impermeabilización*; mientras que el 68% restante queda como *Pastizal de condiciones óptimas*.

Esto es importante para el cálculo preliminar del CN, junto con el parámetro anterior, se determina en número de curva para cada tipo de uso de suelo. Para condiciones de humedad normales.

**Tabla XXIV.** Uso de Suelos según NRSC

<b>Uso de Suelo</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>CN</b>
Pastizal	32%	51
Residencial	68%	39
<b>CN PONDERADO</b>		<b>42.84</b>

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

### **Condiciones Antecedentes de Humedad**

Es importante determinar estas condiciones dadas las diferencias con que se comportaría la escorrentía, hay que advertir que en condiciones húmedas o AMC III, la cantidad de lluvia que escurriría en la superficie fuese mayor que en condiciones normales (AMC II) o secas (AMC I). Puesto que, en tal caso el suelo donde se infiltra se encontraría parcialmente saturado, el nivel freático estaría más cercano; y así otras condiciones van acortándose, generando una

disminución en la capacidad de infiltración de la cuenca y posterior aumento en el flujo de escorrentía.

El sector tiene características áridas y secas, sin embargo, para casos excepcionales como el que se está analizando ahora. Donde las precipitaciones son recurrentes se va a hacer la suposición que las condiciones antecedentes de húmedas son como específica AMC III, dado que así aumentamos la capacidad de las obras de contención pluvial y con este la seguridad en el proyecto.

Para tener en consideración lo recién expuesto existen fórmulas de corrección, pues las tablas del NRCS muestran valores para AMC II, a continuación, la fórmula utilizada:

$$CN_{III} = \frac{23CN_{II}}{10 + 0.13CN_{II}}$$

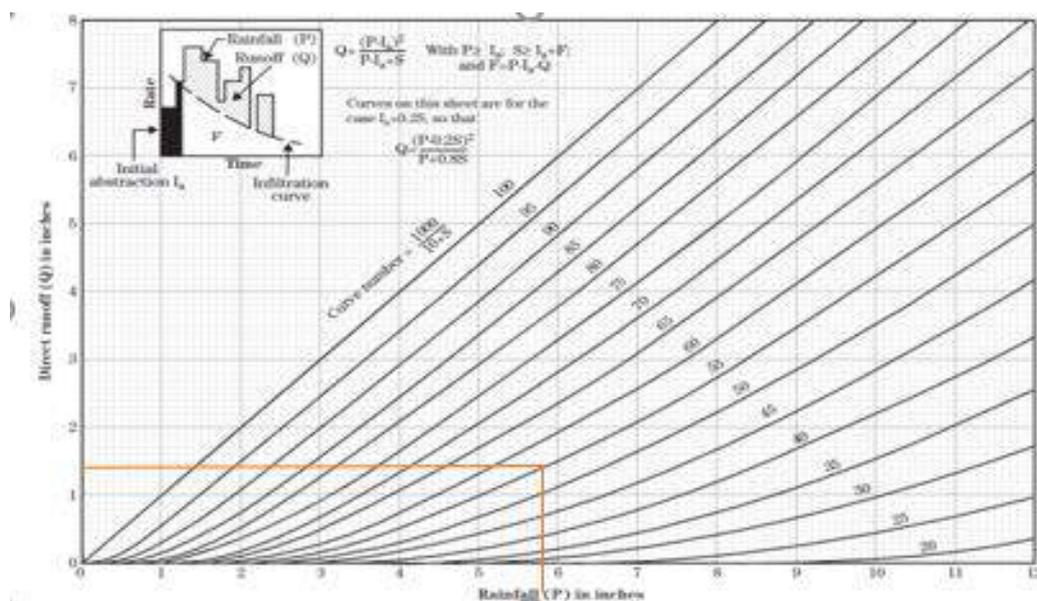
Finalmente se obtiene el número de curva igual a 63.01.

El potencial de infiltración máximo se determina con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

### 3.3.8 Estimación de Precipitación Efectiva

A partir de las consideraciones realizadas anteriormente existen curvas desarrolladas y publicadas por NRSC en 1896, que facilitan este cálculo.



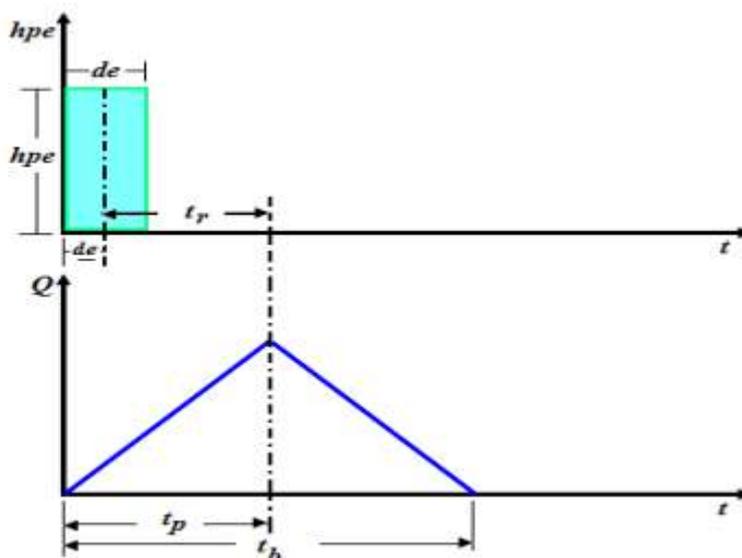
**Figura 3.19** Curvas de Precipitación Efectiva para distinto CN.  
**Fuente:** NRSC (SCS), 1986

Se obtiene una precipitación efectiva de 45.72 mm diarios. Conociendo la forma en que se distribuye la lluvia en nuestra tormenta de diseño, se obtiene un caudal pico de 4.41 mm por hora o 26.51 en 6 horas, de escorrentía.

### 3.3.8.1 Hidrograma Unitario Sintético de NRSC

Hidrograma es una curva de tiempos vs flujo, que muestra el comportamiento del flujo de escorrentía a partir de una precipitación cualquiera (utilizando datos de precipitación efectiva), sin embargo, dada su dependencia de la cantidad de lluvia, la hace muy variable. Para estandarizarla se desarrolló los hidrogramas unitarios, que son la representación de escorrentía para 1mm de intensidad constante. Este método es válido para cuencas pequeñas (< 5000 km<sup>2</sup>) y con el se puede obtener el hidrograma real. (mi libro guía, paginas 178 – 179).

En primer lugar, se utiliza el hidrograma de forma triangular con se observa en la imagen siguiente:



**Figura 3.20** Hidrograma Unitario Triangular de NRSC.

**Fuente:** Mi libro Guía, 2010

A pesar de su simplicidad y de que la distribución de caudal no se vería de la forma que se muestra, la ventaja de este hidrograma es que brinda parámetros de gran importancia como el caudal punta, tiempo base y el tiempo en que se produce la punta. En el gráfico superior de figura 2-17 se observa la precipitación mientras que en la parte inferior se observa lo que sería la distribución de los caudales en el canal de salida, podemos rescatar de esta figura como el caudal pico ocurre tiempo después que ocurrida la precipitación.

Se definen las siguientes variables:

**hp<sub>e</sub>**: Altura de precipitación efectiva, es una representación de la cantidad de lluvia que cae en la cuenca

**t<sub>b</sub>**: tiempo base, es la cantidad de tiempo desde que empieza a precipitar y empieza a escurrir hasta

**Q<sub>p</sub>**: Caudal punta, es el caudal máximo que se genera en el canal de salida

**t<sub>p</sub>**: tiempo en que ocurre el caudal punta, medido desde que empieza a precipitar

**t<sub>r</sub>**: tiempo de retraso, es el desfase de tiempo entre la precipitación y la ocurrencia del caudal pico

**d<sub>e</sub>**: duración del exceso

La NRSC o anterior SCS recomienda las siguientes formulas:

$$Q_p = 0.5555 \frac{hp_e * A}{t_b}$$

Q<sub>p</sub> en m<sup>3</sup>/s, hp<sub>e</sub> en mm, A en km<sup>2</sup> y el t<sub>b</sub> en horas.

$$t_b = 2.67t_p$$

$$t_p = \frac{d_e}{2} + t_r$$

$$t_r = 0.005 \frac{L^{0.64}}{\sqrt{S}}$$

La Ecuación no. 10 propuesta por Chow para el tiempo de retraso utiliza  $L$  en metros y la pendiente en porcentaje.

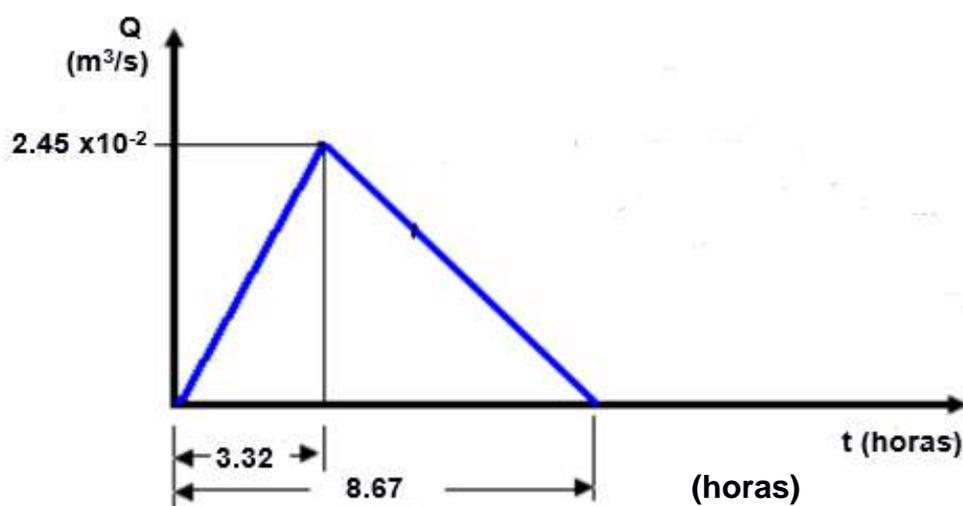
Nuestra tormenta de diseño tendrá una duración de 6 horas y volumen de lluvia de 26.51 mm. Se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla XXV.** Resultados para la Cuenca en análisis

RESULTADOS	
$d_e$	6 horas
$P_e$	26.51 mm
$t_r$	0.32 horas
$t_p$	8.87 horas
<b><math>Q_p</math></b>	<b>0.0245 m<sup>3</sup>/s</b>

Fuente: Galarza J., Ocampo A., 2017

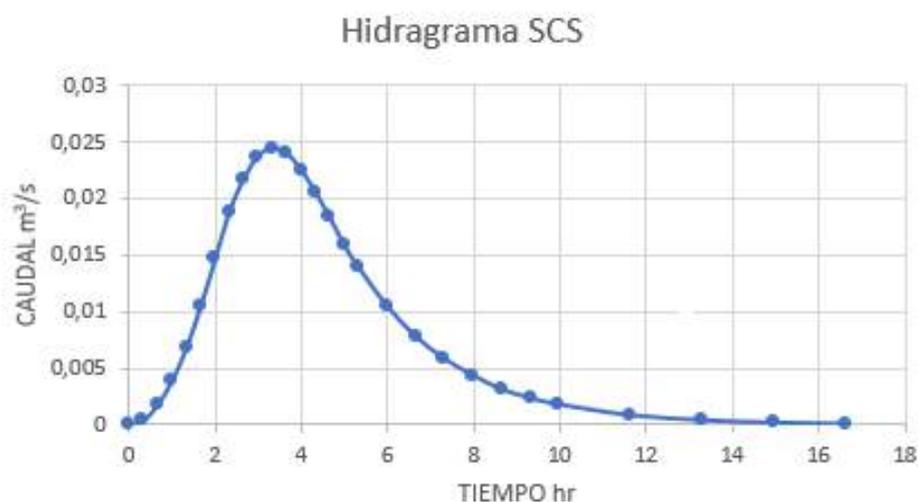
Entonces, se obtiene el siguiente hidrograma triangular:



**Figura 3.21** Hidrograma Triangular de la Cuenca, para 26 mm de precipitación.

Fuente: Galarza J., Ocampo A., 2017

El SCS continuó los análisis de distintas cuencas, y encontró semejanzas con las que se pudieron obtener factores adimensionales para los puntos de la curva, que dependen del caudal pico y tiempo pico y se puede aproximar mejor la curva de comportamiento. Multiplicando dichos factores con los datos obtenidos, aproximamos la curva de descarga de la siguiente manera:



**Figura 3.22** Hidrograma para San Eloy a partir del adimensional de NRSC.

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

### 3.3.8.2 Método Racional

Podría ser uno de los métodos más antiguos del mundo; sin embargo, su utilización sigue siendo numerosa, dada su sencillez y simplicidad. Utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = 0.278 CIA$$

Expresando  $I$  en mm/h,  $A$  en  $\text{km}^2$  y entrega  $Q$  en  $\text{m}^3/\text{s}$ .  $C$  es el coeficiente de escorrentía, se define como la relación entre el volumen total de escorrentía y el volumen precipitado total. Su función es separarla precipitación total de la precipitación efectiva. Para determinarlo procederemos a tablas que lo diferencias de acuerdo al uso y tipo de suelo.

Análisis de acuerdo a Benites et al. (1980), quien facilita dos tablas con distinta clasificación:

**Tabla XXVI.** Cálculo de  $C$ , con primera referencia que se brinda.

<b>Clasificación</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>C</b>
Suelo permeable sin vegetación y pendientes entre 5 – 20 %	18%	0.4
Suelo permeable con Hierba (vegetación media) y pendientes entre 5 – 20 %	82%	0.2
<b>C PONDERADO</b>		<b>0.234</b>

**Fuente:** Benites et al., 1980

**Tabla XXVII.** Cálculo de  $C$ , con segunda referencia que se brinda.

<b>Clasificación</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>C</b>
Suelo arenoso escarpado	68%	0.15 – 0.20
Zona Residencial Unifamiliar	32%	0.3 – 0.5
<b>C PONDERADO</b>		<b>0.198 – 0.296</b>

**Fuente:** Benites et al., 1980

El coeficiente de escorrentía es el parámetro más variable del método y por lo tanto la menos precisa, por eso se procede a

realizar el análisis con las dos tablas citadas en la referencia mencionada.

Para definir el C en el análisis se procede con utilizar el mínimo presentado en la segunda aproximación y el máximo de la primera estimación, para calcular el valor medio de ellos. Se obtiene C de 0.216. Con lo que se calcula el valor de Q.

**Tabla XXVIII.** Cálculo de Escorrentía con método racional.

<b>Caudal de Escorrentía</b>
$3.95 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{h}$

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

### 3.3.9 Selección del Caudal de Diseño

Se tiene dos valores para el caudal de salida de la cuenca, el calculado con el método de NRSC y el obtenido con el método racional. Estos valores difieren bastante entre sí y uno llega a ser seis veces del otro.

Para realizar el diseño siguiente se decide utilizar el mayor de estos, dado que ninguno de los dos requeriría una sección muy grande, ambas demandas son pequeñas y para estar del lado de la seguridad se diseñará con el más demandante.

# **CAPÍTULO 4**

## **DISEÑOS DEFINITIVOS**

## **4.1 Diseño Arquitectónico**

### **4.1.1 Generalidades**

En referencia a los planos arquitectónicos de la edificación en estudio, se contempla un solo nivel para la casa comunal, la misma que se integra al parque comunitario y abarcan la totalidad del área que presenta el terreno disponible para la construcción.

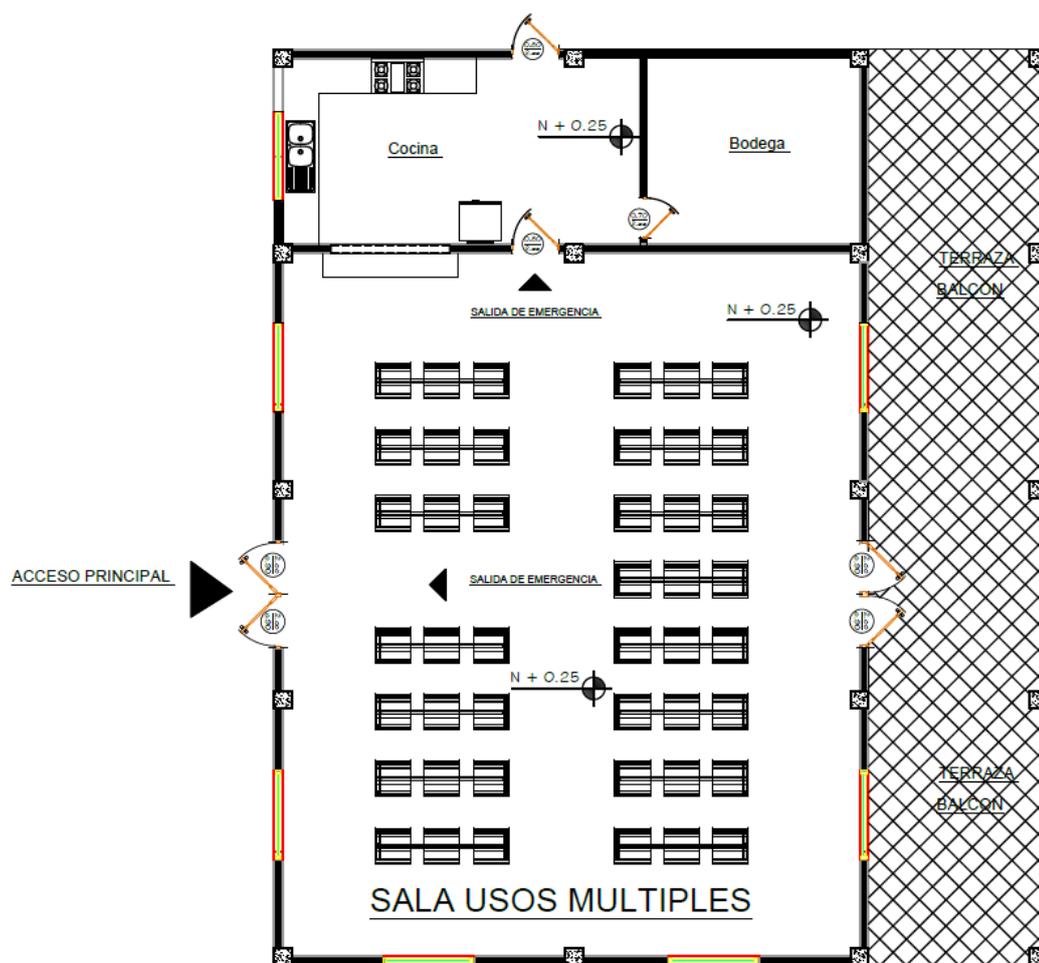
La casa comunal comprende un área principal destinada a la sala de usos múltiples, una cocina y la bodega, mientras que el parque comunitario contará con espacios para fines recreativos como: teatro, área de picnic, camineras, bicicletas, gimnasio al aire libre, juegos infantiles, cancha deportiva y quioscos comerciales.

La casa comunal tendrá una altura aproximada de 3.80 metros por encima del nivel de superficie, es decir la altura de entrepiso será de 2.80 metros, con un área de construcción de 219.18 metros cuadrados. La geometría de la estructura es rectangular y simétrica, por lo que garantiza un adecuado comportamiento ante eventos sísmicos.

En el parque comunitario se pueden apreciar dos entradas, una principal que conduce hacia una caminería en forma de caracol y limita en su lado derecho con el gimnasio al aire libre y al izquierdo con una cancha de uso múltiple, mientras que la secundaria dirige el ingreso hacia el área familiar y el anfiteatro. Se dispone en el área además de juegos lúdicos, espacios para picnic, bailoterapia y parqueadero de bicicletas, existe una amplia gama de

vegetación en todo el parque lo cual aporta según lo establecido por la OMS 14 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante.

A continuación, se muestra un esquema arquitectónico en planta de la distribución de espacios que se propone para la casa comunal y el parque comunitario.



**Figura 4.1** Planta Arquitectónica de la Casa Comunal  
Fuente: Galarza J., Ocampo A., 2017



**Figura 4.2** Implantación General del Parque Comunitario  
**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

#### 4.1.2 Criterio Formal

El estilo arquitectónico empleado para el diseño de la casa comunal se conoce como minimalista, tiene como objetivo destacar lo mínimo bajo el criterio de “menos es más” de esto deriva su nombre y la tendencia de conseguir mucho con lo mínimo indispensable, es decir; reducir a lo esencial sin elementos decorativos sobrantes, para sobre salir por su geometría y su simpleza, utilizando materiales puros texturas simples y colores monocromáticos. El minimalismo se caracteriza por la extrema simplicidad

de sus formas, líneas puras, espacios despejados y colores neutros, en un ambiente con equilibrio y armonía. (Castellanos G., 2010)

Respecto al parque comunitario se respetó las leyes compositivas establecidas para concebir una armonía formal, integrando varios espacios conforme a la necesidad de los usuarios. Desde una vista aérea se puede apreciar los espacios y la forma que estos tomaron en el proceso del diseño, se utilizó la topografía original del terreno para crear una pista de bicicleta y caminería natural, también la zona identificada como erosionable fue incluida en la arquitectura del proyecto a manera de huerto ecológico, y solo en áreas aisladas se realizó el correspondiente cambio de suelo y compactación.

## **4.2 Diseño Estructural**

En esta sección se presentan los requerimientos y metodologías aplicadas para, definir el diseño estructural sismo resistente de la alternativa seleccionada en el Capítulo 2. Se describe la estructura, filosofía y una breve metodología, así como los objetivos planteados y los resultados obtenidos para el diseño. Los cálculos y el desarrollo del diseño estructural se presentan con mayor detalle en la memoria técnica estructural del proyecto adjunta en el Anexo D.

### **4.2.1 Descripción de la Estructura**

La estructura en estudio es una casa comunal que se construirá en la ciudad de Montecristi-Ecuador, cuyo propósito será ser sede de las comunidades aledañas para reuniones y actividades similares. El proyecto arquitectónico planteado es una construcción de 1 planta, la estructura se plantea en acero estructural considerando un sistema de pórticos de acero resistentes a

momentos mediante elementos compuestos de celosías y para la cimentación se proyecta el uso de zapatas aisladas, conectadas con riostras, como proyecto definitivo.

El sistema será de acero estructural ASTM A36 con un  $f_y=2530 \text{ kg/cm}^2$ . Todas las vigas estarán compuestas por celosías o cerchas; mientras que, las columnas se formarán a partir de canales C unidos entre si hasta formar secciones tubulares cuadradas. Para la infraestructura el concreto a utilizar será de resistencia  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$  con acero de refuerzo corrugado ASTM ASTM A615 GR 60 de  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ .

El sistema de celosías trabaja con dos canales C100x50x3mm conectados mediante dos ángulos de L30x30x3mm, espaciados de tal manera que la inercia del sistema cumpla con los momentos actuantes que generan las cargas impuestas sobre la estructura.

#### **4.2.2 Filosofía de Diseño**

Para la elaboración del diseño estructural de la casa comunal San Eloy, se aplicará la filosofía de diseño sismo resistente. La cual busca evitar la pérdida de vidas al imposibilitar el colapso de todo tipo de estructura, además garantiza la funcionalidad y seguridad en mayor medida luego de del sismo de diseño para estructuras de ocupación especial y esencial.

En el capítulo de Peligro Sísmico presentado por la norma NEC-2015, en la sección 4.2 se menciona la filosofía de diseño, como sigue:

“La filosofía de diseño sismo resistente permite comprobar el nivel de seguridad de vida, que debe presentar una estructura frente al sismo de diseño. Evento sísmico que tiene una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años, equivalente a un periodo de retorno de 475 años”.

La Tabla XXVI presenta una síntesis de la filosofía de diseño en estudio. Esta filosofía se alcanza considerando en la etapa de diseño que la estructura:

- Tenga la capacidad para resistir las fuerzas especificadas en la NEC.
- Presente las derivas de piso, ante dichas cargas, inferiores a las admisibles.
- Pueda disipar la deformación inelástica, haciendo uso de las técnicas de diseño por capacidad o mediante la utilización de dispositivos de control sísmico.

**Tabla XXIX.** Síntesis de la Filosofía de Diseño

<b>Nivel de Desempeño estructural (prevención)</b>	<b>Elementos estructurales</b>	<b>Elementos no estructurales</b>	<b>Tasa anual de excedencia</b>
Servicio	Ningún daño	Ningún daño	0.023
Daño	Ningún daño	Daños	0.01389
Colapso	Cierto grado de daños	Daños considerables	0.00211

**Fuente:** NEC, 2015

#### **4.2.3 Objetivos del Diseño**

Para estructuras identificadas como de ocupación normal el objetivo del diseño es:

- Prevenir daños en elementos estructurales y no estructurales, ante terremotos pequeños y frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura. (NEC, 2015)
- Prevenir daños estructurales graves y controlar daños no estructurales, ante terremotos moderados y poco frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura. (NEC, 2015)
- Evitar el colapso ante terremotos severos que pueden ocurrir rara vez durante la vida útil de la estructura, procurando salvaguardar la vida de sus ocupantes. (NEC, 2015)

#### **4.2.4 Metodología de Diseño**

El método empleado para la concepción estructural de la Casa Comunal San Eloy, es el Diseño basado en fuerzas (DBF). En esta metodología, las estructuras deben diseñarse para resistir fuerzas sísmicas provenientes de las combinaciones de las fuerzas horizontales actuantes, para determinar los efectos relacionados. Se asume además, que las fuerzas sísmicas de diseño actúan de manera no concurrente en la dirección de cada eje principal de la estructura. (NEC, 2015)

La metodología DBF emplea factores de reducción de resistencia sísmica  $R$  constantes para cada tipología estructural, lo cual implica que la demanda de ductilidad y la sobre resistencia sean equivalentes para todos los edificios dentro de una misma categoría. Y supone que la rigidez es independiente de la resistencia, por esto la rigidez y el periodo pueden estimarse antes de que

se conozca el refuerzo de las secciones de hormigón armado o el espesor final de las placas de los elementos de acero. (NEC, 2015)

Se sometió la estructura a un análisis riguroso que permitió evaluar el comportamiento y la capacidad de los elementos propuestos en el pre diseño estructural, verificando si las secciones y la geometría planteadas son adecuadas para resistir las condiciones más desfavorables que pueden presentarse dentro de la vida útil de la misma.

Para ejecutar el diseño estructural de la edificación, en base a la información obtenida fue fundamental realizar un análisis geotécnico e hidráulico, debido a que el proyecto está ubicado en un área erosionable lo cual induce a guardar consideraciones especiales para el diseño.

#### **4.2.4.1 Categoría del Edificio**

La estructura a construirse se clasificó en una de las categorías establecidas en la Tabla 6 de la NEC “Tipo de uso, destino e importancia de la estructura”, misma que se presente en la Tabla XXVII del presente documento y con esta clasificación se adoptó el correspondiente factor de importancia I.

El propósito del factor I es incrementar la demanda sísmica de diseño para estructuras, que por sus características ocupación o nivel de importancia deben permanecer operativas o sufrir daños menores durante y después de la ocurrencia del sismo de diseño.

La categoría en la cual se enmarcó la casa comunal corresponde a Otras Estructuras, con un Coeficiente I=1.0. El diseño de las estructuras con factor de importancia 1.0 debe cumplir con todos los requerimientos establecidos en la NEC, 2015

**Tabla XXX.** Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

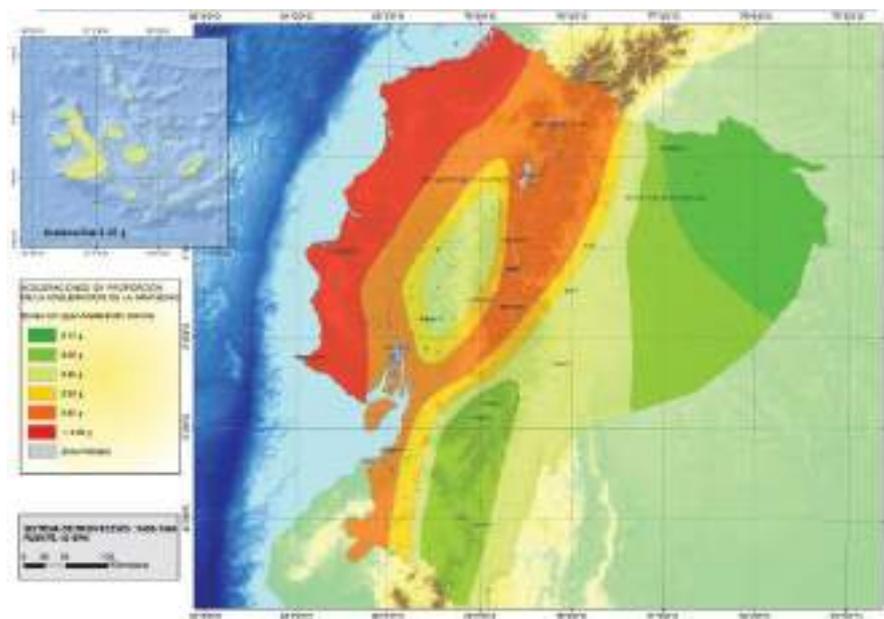
<b>Categoría</b>	<b>Tipo de uso, destino e importancia</b>	<b>Coeficiente I</b>
<b>Edificaciones esenciales</b>	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden 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
<b>Estructuras de ocupación especial</b>	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Edificios públicos que requieran operar continuamente.	1.3

<b>Otras estructuras</b>	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores.	1.0
--------------------------	---	-----

Fuente: NEC, 2015

#### 4.2.4.2 Zonificación Sísmica

Para estructuras de uso normal, se emplea un valor de  $Z$ , que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad. El sitio donde se construirá la edificación determinará una de las seis zonas sísmicas del Ecuador, caracterizada por el valor del factor  $Z$ , de acuerdo con el mapa de la Figura 4.3.



**Figura 4.3** Ecuador, zonas sísmicas para propósito de Diseño y valor del factor de zona  $Z$

Fuente: NEC, 2015

Del mapa de zonificación, se aprecia que existe un mayor peligro sísmico en la región del Litoral, la misma que va disminuyendo progresivamente hacia la región que comprende la Amazonía. El recinto San Eloy perteneciente a la parroquia Leónidas Proaño, provincia de Manabí al ser parte de la región costa se encuentra en una zona sísmica VI, caracterizada como muy alta, por lo que se adoptó un factor de zona sísmica  $Z=0.50$ , dado por la tabla XLVII, tomado de la NEC 2015 en el capítulo de peligro sísmico

**Tabla XXXI.** Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.3	$\frac{0.3}{5}$	0.4	$\geq 0.5$
Caracterización del peligro sísmico	Indeterminada	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Fuente: NEC, 2015

#### 4.2.4.3 Tipo de suelo para el diseño sísmico

Dado el estudio de suelos, la topografía y la geología de sitio, y en conformidad con la estratigrafía encontrada, se catalogó el suelo como tipo "E", en relación a los perfiles de suelo identificados en la Sección 3.2.1 de la NEC-2015.

A continuación, se muestra el cuadro de clasificación según el capítulo NEC-SE-DS, (NEC-2015).

**Tabla XXXII.** Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s

B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los criterios.	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ KPa}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, ó	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ KPa} > S_u \geq 50 \text{ KPa}$
	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, ó	$V_s < 180 \text{ m/s}$
E	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ KPa}$
	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnia. Se contemplan las siguientes subclases:	
	<b>F1</b> - Suelos susceptibles a la falta o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	<b>F2</b> - Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H>3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
F	<b>F3</b> - Arcillas de muy alta plasticidad (H>7.5 m con índice de Plasticidad IP>75)	
	<b>F4</b> - Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H>30m)	
	<b>F5</b> - Suelos con contrastes de impedancia a ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
	<b>F6</b> - Rellenos colocados sin control ingenieril.	

Fuente: "NEC-2015".

#### 4.2.4.4 Coeficientes de perfil de suelo

Luego de obtener los valores de factor de zona sísmica Z y el tipo de suelo, se procede tomar los coeficientes de perfil de suelo Fa, Fd y Fs, de las tablas correspondientes. Estos coeficientes servirán para construir el espectro de respuesta elástica.

- a) Fa: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto.

**Tabla XXXIII.** Tipo de suelo y factores de sitio Fa

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.4	≥0.50
<b>A</b>	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
<b>B</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>C</b>	1.40	1.30	1.25	1.23	1.20	1.18
<b>D</b>	1.60	1.40	1.30	1.25	1.20	1.12
<b>E</b>	1.80	1.40	1.25	1.10	1.00	0.85
<b>F</b>	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

**Fuente:** “NEC-2015”.

- b) Fd: amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.

**Tabla XXXIV.** Tipos de Suelo y Factores de Sitio Fd

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.4	≥0.50
<b>A</b>	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
<b>B</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>C</b>	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
<b>D</b>	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
<b>E</b>	2.10	1.75	1.70	1.65	1.60	1.50
<b>F</b>	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

**Fuente:** “NEC-2015”.

- c) Fs: comportamiento no lineal de los suelos.

**Tabla XXXV.** Tipos de Suelo y Factores de Sitio Fs

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	<b>0.30</b>	<b>0.35</b>	<b>0.4</b>	<b>≥0.50</b>
<b>A</b>	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
<b>B</b>	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
<b>C</b>	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
<b>D</b>	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
<b>E</b>	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.00
<b>F</b>	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

**Fuente:** “NEC-2015”.

#### 4.2.4.5 Relación de amplificación espectral, $\eta$

Varían dependiendo de la región del Ecuador, adoptando los siguientes valores:

- $\eta = 1.80$ : Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas),
- $\eta = 2.48$ : Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos.
- $\eta = 2.60$ : Provincias del Oriente.

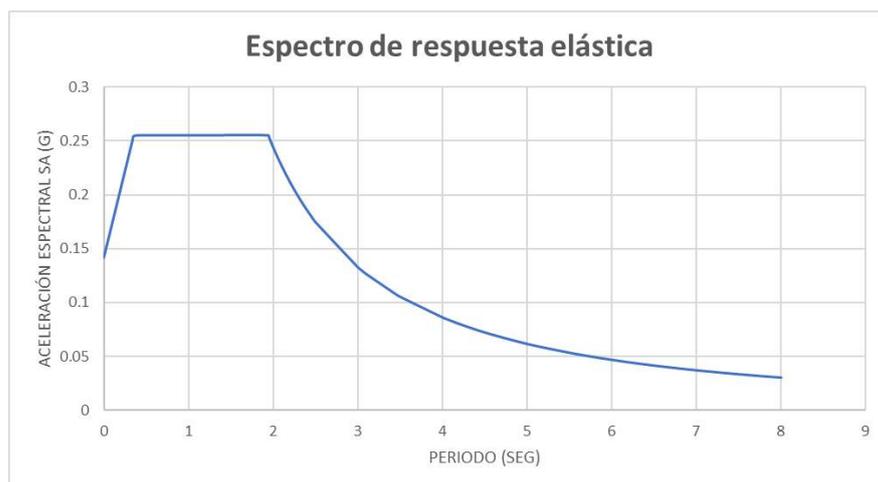
#### 4.2.4.6 Construcción del espectro de respuesta elástica de diseño

Con los parámetros obtenidos de las tablas mostradas en esta sección se elaboró la Tabla XXXVI que resumen lo descrito anteriormente. Con esta información, se procede a construir el espectro de respuesta elástica, presentado en la Figura 4.4, donde se puede apreciar el periodo y la aceleración que presenta la estructura.

**Tabla XXXVI.** Parámetros para  
Espectro de diseño

Parámetros para el espectro de respuesta elástica.	
<b>Tipo de Suelo: E</b>	Fa: 0.85
<b>Zona Sísmica: VI</b>	Fd: 1.50
<b>Factor sísmico Z: 0.5</b>	Fs: 2.00

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017



**Figura 4.4** Espectro de Respuesta Elástica de Diseño  
**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

#### 4.2.5 Análisis y Diseño estructural Sismo Resistente

El análisis y diseño estructural cumple con las especificaciones de la Norma Ecuatoriana De La Construcción NEC 2015, el American Concrete Institute ACI 318-11 y el AISC 360-10. El modelo estructural adoptado son pórticos

espaciales sismo resistentes de acero estructural con vigas compuestas de celosías o cerchas. El análisis se realizó en el programa SAP2000 v19.0.0 con licencia de evaluación.

Se determinó las cargas de servicio, de tal manera que se pueda diseñar geotécnicamente la cimentación adecuada para la edificación. De esta forma, se busca que la alternativa seleccionada cumpla con el estado límite de falla y el estado límite de servicio, ambos estados límites deben cumplir con las normativas vigentes en el Ecuador.

Luego de haber realizados los estudios geotécnicos correspondientes se determinó el tipo de suelo en que se asentaría la estructura, así como su carga admisible. Los resultados obtenidos fueron de un suelo tipo E y una carga de 6 T/m<sup>2</sup>.

En la memoria de cálculo se explica las cargas adoptadas para el sistema, y los elementos considerados en el modelo estructural, así como los resultados y límites permisibles para las secciones empleadas.

#### **4.2.6 Seguridad de Daño Estructural**

Dentro del margen de seguridad esperado para la presente estructura se debe tener en consideración, que muchas veces el daño estructural no se lo puede apreciar puesto que no se observa directamente ya que estos elementos muchas veces son inaccesibles debido a los acabados arquitectónicos.

Para diseño realizado, la estructura pueda disipar energía de daños pequeños, moderados, y extensos, dentro de las definiciones de tipos de daño que se presentan a continuación.

- **Daño estructural pequeño:** Pequeñas fisuras en las esquinas de las puertas, ventanas e intersecciones de los tumbados.
- **Daño estructural moderado:** Grandes fisuras en las esquinas de las puertas y ventanas, pequeñas fisuras diagonales en los paneles de paredes de corte, grandes fisuras en los ladrillos de las chimeneas.
- **Daño estructural extenso:** Grandes fisuras diagonales en los paneles de paredes de corte, permanente movimiento lateral de pisos y tumbados, grietas en los cimientos, colapsos parciales.
- **Daño estructural completo:** La estructura puede tener un desplazamiento lateral permanente, peligro inmediato de colapso debido a fallas del sistema de resistencia para cargas laterales.

#### 4.2.7 Conclusiones y Recomendaciones

- El modelo estructural elegido fue capaz de reproducir el comportamiento estructural dominante, ya que se simula la estructura en forma tridimensional mediante un análisis estático lineal.
- Los diseños ejecutados cumplen con todos los parámetros y verificaciones exigidos en los códigos actuales de diseño y construcción, su buen uso e interpretación culminarán en la ejecución de una funcional obra civil.
- La estructura es segura desde el punto de vista estructural.

- Es necesario el uso de contravientos para controlar la deformación.

### **4.3 Diseño Eléctrico**

El diseño eléctrico del proyecto se lo realizó de acuerdo a las consideraciones técnicas que garantizan la confiabilidad, seguridad y continuidad del servicio de energía eléctrica con el fin de obtener un funcionamiento satisfactorio del sistema y reducir al mínimo los peligros de incendios y accidentes.

Este proyecto cumplirá con las Ordenanzas Municipales de construcción eléctrica vigentes y ha sido realizado de acuerdo a las normas del Código Eléctrico Nacional, normas la Empresa eléctrica local, normas de INECEL, y el Código Eléctrico Norteamericano (NEC).

En el anexo E se adjunta las especificaciones técnicas y normas de construcción para la instalación eléctrica del presente proyecto.

#### **4.3.1 Descripción del Proyecto**

Para la alimentación de los circuitos de alumbrado, tomacorrientes se instalará un panel de distribución, su ubicación se la indica en el plano respectivo. Se utilizará el mismo criterio para la alimentación del sistema de climatización, empleando dos acondicionadores de aire de 18000 BTU.

La acometida desde el transformador hacia el tablero principal de distribución (TDP) será subterránea, se instalará un tablero de medición ubicado en la fachada principal de la obra, el mismo que se encontrará en un lugar accesible para su respectiva inspección.

El tablero de medición a instalar poseerá en su interior, una Base socket clase 200 de 4 terminales monofásica para medición indirecta.

#### **4.3.2 Suministro de Energía**

La energía eléctrica será suministrada por la Unidad Eléctrica de Guayaquil EP mediante líneas de baja tensión a 120/240 V. hasta el tablero de medidor, que se alimentará desde las redes eléctricas que pasan por el sector, según lo indican los planos. Para este efecto se tomará la energía desde las redes existentes, hasta el breaker principal que servirá al proyecto.

#### **4.3.3 Acometida en Baja tensión**

Esta acometida parte de las redes aéreas existentes, hasta los bornes de entrada del breaker principal de 2P-100 Amperios instalado en el tablero del medidor. Desde las barras de distribución se alimenta a cada una de las bases socket CL-200 con su respectivo breaker de protección. Los conductores correrán por tuberías PVC de alta resistencia debidamente instalada, y de las dimensiones adecuadas, cuyo recorrido se indican en el plano respectivo.

#### **4.3.4 Tableros y Paneles**

##### **4.3.4.1 Tablero de medidores**

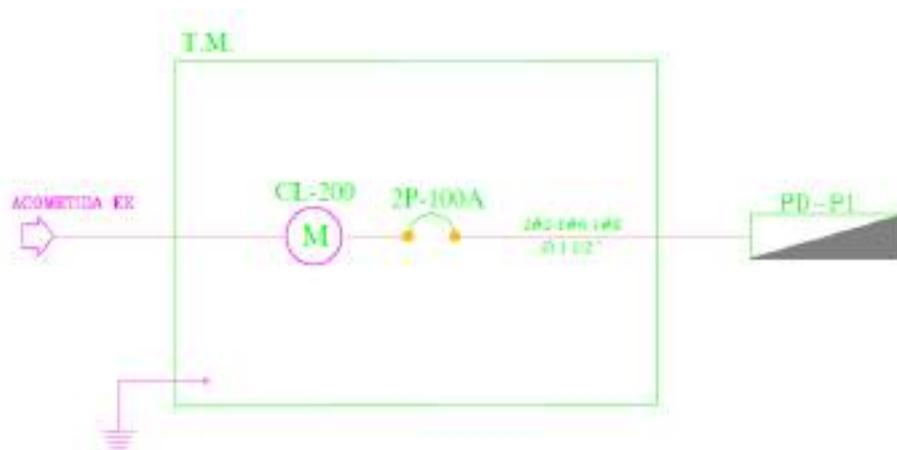
Este tablero será construido con plancha metálica de 1/16" como mínimo, debidamente tratada y pintada con un proceso al horno. En su interior contendrá el breaker principal con las barras de distribución, y las respectivas bases socket, y los breakeres de protección para cada una de las alimentadoras.

La cubierta y tapa metálica será removible, sujeta a la estructura. La cubierta metálica recibirá un acabado de esmalte de primera calidad, puesto sobre una base de anticorrosivo.

#### 4.3.4.2 Paneles

Reciben los circuitos secundarios y distribuyen la energía eléctrica a los diferentes circuitos de iluminación, tomacorrientes normales, tomacorrientes especiales sean estos para refrigeradoras, AA, calentador de agua, etc. derivados para cada una de las áreas a servir.

En la figura siguiente, se presenta el diagrama unifilar donde se indica claramente todos los paneles de distribución considerados para el sistema planteado.



**Figura 4.5** Diagrama Unifilar del Proyecto  
**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

#### **4.3.5 Circuitos alimentadores**

Estos circuitos parten del Tablero de Medidor y reparten la energía a los demás paneles de carga. Los conductores correrán por tuberías con sus accesorios de conexión, y montaje, así como los soportes correspondientes. Para el Cálculo de los conductores se ha considerado una caída de voltaje menor al 3% del voltaje nominal.

#### **4.3.6 Sistema de puesta a tierra**

El sistema de puesta a tierra será a través de varillas conectadas entre si mediante grilletes adecuados para este fin. El número de varillas dependerá de la resistividad del terreno de tal manera que la resistencia a tierra no exceda de 25 OHM.

#### **4.3.7 Circuitos Derivados**

Tomando en consideración los niveles de iluminación y tomas para las diferentes áreas, se han distribuido los puntos de alumbrado, y de tomacorrientes, determinando de esta forma el tipo y cantidad de circuitos derivados, teniendo como estándar circuitos de 20 amperios para alumbrado y tomacorrientes.

El número de puntos para cada uno de los circuitos está claramente indicado en los planos y planillas de circuitos respectivos.

#### **4.3.8 Estudio de demanda de Energía eléctrica**

**Tabla XXXVII.** Cálculo de la Demanda de Energía Eléctrica

PANEL PD-P1		UND	CANT	WATT/UND	WATT/TOTAL
DESCRIPCION					
Aplique exterior	U	4,00	10,00	40,00	
Centro de Luz-120 V	U	3,00	10,00	30,00	
Centro de Luz-120 V-Tipo Dicroico LED	U	12,00	5,00	60,00	
Centro de luz-120 V- Lampara 3x32 W	U	16,00	96,00	1536,00	
Tomacorriente 120 V-polarizado uso general	U	14,00	250,00	3500,00	
Tomacorriente 120 V-Refrigeradora	U	1,00	300,00	300,00	
Tomacorriente 120 V-Proyector	U	1,00	300,00	300,00	
Tomacorriente 240 V- Cocina Inducción	U	1,00	4000,00	4000,00	
Tomacorriente 240 V- Aire Acond. 60000 Btu	U	2,00	6000,00	12000,00	
					<b>21766,00</b>
<b>FACTOR DE DEMANDA</b>					<b>0,85</b>
<b>DEMANDA EFECTIVA PD-P1</b>					<b>18501,10</b>
<b>DEMANDA EFECTIVA PD-P1</b>			<b>18501,10</b>	<b>WATTS</b>	
<b>VOLTAJE</b>			<b>240,00</b>	<b>V</b>	
<b>AMPERIOS</b>			<b>77,09</b>	<b>AMP.</b>	
<b>AMPERIOS DE PROTECCION</b>			<b>96,36</b>		
<b>BREAKER</b>			<b>2P-100 A</b>		
<b>CONDUCTORES</b>			<b>(2#2-1#4-1#6) TUB 1 1/2"</b>		
<b>MEDIDOR</b>			<b>CL-200</b>		

Fuente: **Galarza J., Ocampo A., 2017**

#### 4.4 Diseño Hidrosanitario

##### 4.4.1 Objetivo y Alcance

La presente sección busca presentar los requerimientos de las instalaciones hidráulicas, incluye el sistema hidroneumático, y sanitarias del proyecto.

##### 4.4.2 Diseño Hidráulico

Para determinar los requerimientos siguientes, se siguió el procedimiento del Manual de Diseño Hidrosanitario propuestos por Gallego, Falcón y Erazo en 2001 y los parámetros brindados por el capítulo 16 de la Norma Técnica Ecuatoriana.

#### 4.4.2.1 Reservorio de la Edificación

La base de este cálculo es determinar la dotación necesaria, según la utilización del edificio, para esto nos referimos a la tabla 16.2 Dotaciones para edificaciones de uso específico.

Mismas que para nuestro proyecto, son aplicables las siguientes:

**Tabla XXXVIII.** Dotaciones aplicables al proyecto.

<b>Uso</b>	<b>Dotación</b>
Sala de Fiestas y Casinos (L/m <sup>2</sup> área útil/día)	20 - 40
Servicios Sanitarios Públicos (L/mueble sanitario/día)	300

**Fuente:** NEC Cap.16

Los baños propuestos, tienen una cantidad de 9 muebles sanitarios que demandan en total 2700 litros/día.

Como sala de fiesta se utilizará el valor de 30 L/m<sup>2</sup>área útil/día, y con un área útil de 145 m<sup>2</sup>, se obtiene una demanda de 4350 litros/día por este uso.

En total la demanda de para el proyecto, se estima en 7000 litros diarios. Dada las condiciones de provisión de agua potable del sector (irregular y con tanquero). Según los moradores la distribución de agua la realiza un tanquero pasando un día, por lo que se proyecta un reservorio para aproximadamente 3 días, requiriendo 7000 litros. Cubriéndose fácilmente con un tanque de los existentes en el

mercado o con una cisterna de regular de 2 metros en las tres direcciones.

#### 4.4.2.2 Diseño de Bomba

Aquí debemos adicionar el mueble sanitario de la casa comunal, el fregadero. Con un total 10 muebles sanitarios, se debe determinar el coeficiente de proporcionalidad.

**Coeficiente de Simultaneidad**, el presente coeficiente sirve para tomar en cuenta la posibilidad de que se usen todos los aparatos de manera simultánea. Existen numerosas formulas y gráficos para determinarlo, se usará el grafico proporcionado en el manual anteriormente referido. Resulta de 33%.

Se deben calcular las demandas según cada aparato sanitario, para eso nos referimos a la tabla 16.1 de Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo de la NEC.

**Tabla XXXIX.** Demandas de consumo para los aparatos sanitarios del proyecto.

<b>Aparato Sanitario</b>	<b>Caudal Mínimo Instantáneo (L/s)</b>
Fregadero	0,2
Inodoros con depósito (4)	0,4
Lavabos (4)	0,4
Urinario	0,15
<b>Total</b>	<b>1,15</b>

**Fuente:** NEC Cap.16

**Caudal de Bomba**, en este punto del cálculo se toma en cuenta el total de las demandas y la posibilidad que los aparatos sean usados en simultáneo. Resulta del producto entre el caudal total mínimo instantáneo y el coeficiente de simultaneidad.

**Presión de la Bomba**, con la idea de proporcionar una presión mínima al sistema. Se calcula la presión mínima requerida por el aparato sanitario más desfavorable (presión residual), la pérdida por presión por verticalidad en el sistema (presión estática), y la presión por pérdidas en el sistema por accesorios en la distribución. Agregando un factor de seguridad del 10%.

La presión estática se calcula suponiendo la opción más posible del proyecto, un tanque a nivel de piso, se aproxima la altura desde el fondo del tanque hasta el aparato más alto (fregadero al interior de la casa comunal) de 1,5 metros.

La presión residual se determina de la tabla 16.1 de la Norma Ecuatoriana de Construcción, para el fregadero viene a ser de 7 metros.

Y la presión por accesorios, al ser un proyecto pequeño se determina usando referencias de proyectos similares, para esto se refiere el manual de Gallego, Falcón y Erazo, y, el trabajo de Doménech (2016). Se estiman las pérdidas en 3 metros.

**Tabla XL.** Criterios de Diseño de la Bomba.

<b>Descripción</b>	<b>Requerimiento</b>
Caudal de Bomba (L/s)	0,425
Presión Mínima (m)	12,65
Eficiencia de la Bomba	0,5*

**Fuente:** NEC Cap.16

\*Recomendada entre 0,5 y 0,65 por Doménech

Con los criterios determinados la potencia se calcula con la formula siguiente:

$$Potencia = \frac{Caudal\ de\ Bomba * Presión\ Mínima}{76 * Eficiencia\ de\ Bomba}$$

#### 4.4.2.3 Tanque de Almacenamiento

Para este fin, se usará la ley de Mariotte, proporcionando las siguientes formulas:

$$Vt = \frac{Pmax + 1}{Pmax - Pmin} * Vu$$

$$Vu = Qb * T$$

Siendo Vu el volumen útil, Vt el volumen total del tanque Pmax y Pmin las presiones expresadas en atmosferas, y t el tiempo entre encendido y apagado de la bomba, este se determina a partir de la potencia que se utilizará.

Para mantener una presión uniforme, se define la presión máxima en 16 metros.

Finalmente, los resultados son los siguientes:

**Tabla XLI.** Resultados de diseño hidroneumático.

<b>Descripción</b>	<b>Requerimiento</b>
Reservorio	7000 litros
Bomba	Potencia de 0,38 HP (0,5)
Tanque (litros)	182 (200)

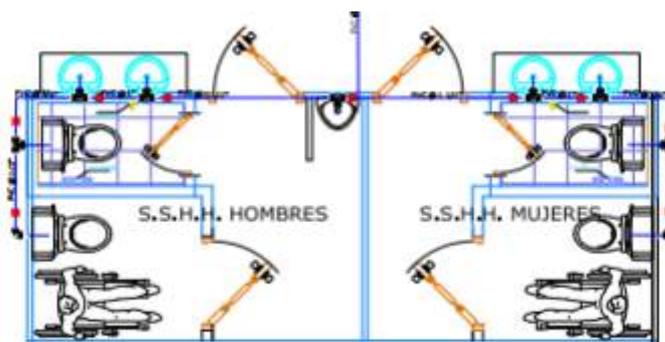
**Fuente:** NEC Cap.16

#### **4.4.3 Diseño Red de Distribución de Agua Potable**

Para diseñar el sistema de distribución de agua, se seguirán los diámetros recomendados en la norma INEN 1369.

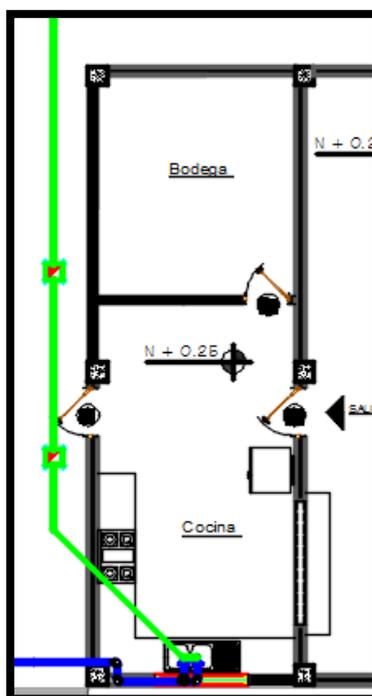
Para arrancar, se define la llegada desde la parte de atrás (donde se recomienda colocar el reservorio y sistema hidroneumático), a partir de allí una tubería perimetral que a los baños que distribuya a cada aparato sanitario, derivado en dos partes.

El diseño prevé la pérdida de flujo, debida a las ramificaciones a medida que pasa por alguna pieza del baño. Para mantener la precisión se disminuye la sección, quedando de la siguiente manera:



**Figura 4.6** Implantación de Diseño Distribución de Agua de los Baños  
**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

Siguiendo el mismo procedimiento para el fregadero al interior de la casa comunal, se tiene lo siguiente:



**Figura 4.7** Implantación de Diseño Distribución de Agua en la Casa Comunal  
**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

#### 4.4.4 Diseño Red de Evacuación de Aguas Negras

Siguiendo las directrices que brinda la norma INEN anteriormente citada, aumentando el requerimiento en un nivel, para mejorar la calidad de

evacuación del sistema. Tomando en cuenta además las unidades de descarga que los aparatos demandan.

**Tabla XLII.** Resultados de diseño hidroneumático.

<b>Aparato</b>	<b>Unidades de Descarga</b>
Lavamanos	1
Inodoro	4
Urinario Vertical	2
Fregadero Vivienda	3
Ducha	2

**Fuente:** Doménech 2016

Se deberá verificar que la instalación del inodoro será directa con la bajante y las demás conexiones se unirán en un ángulo de 45°, para evitar taponamientos estancamientos que causarían inconvenientes desagradables.

La tabla adjunta muestra los requerimientos de unidades de descarga, la pendiente a utilizar y los diámetros de evacuación.

**Tabla XLIII.** Unidades de descarga requeridas en baño.

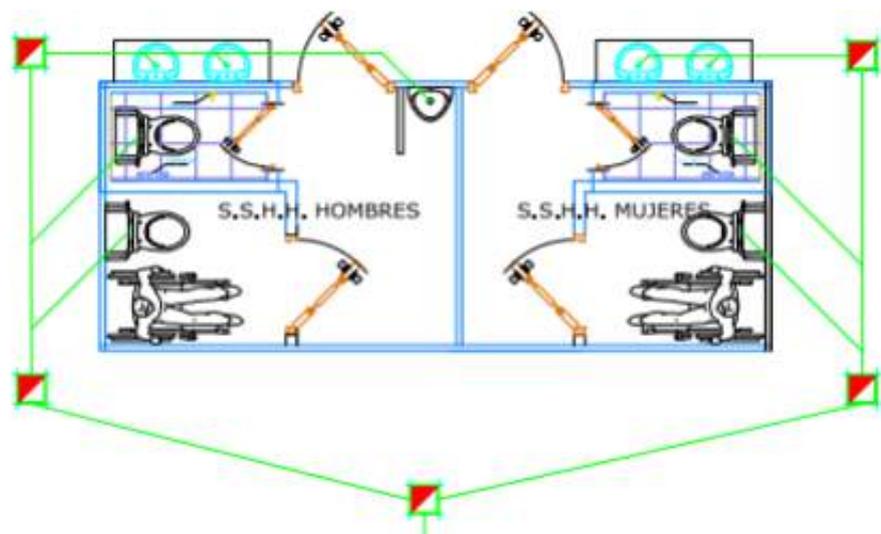
<b>Aparato</b>	<b>Unidades de Descarga</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
Inodoro Discapacitados	4		110
Inodoro	4		110
Lavabo Externo	1		50
Lavabo Interno	1		50
Urinario	2	1%	50
Lavabo Interno	4		50
Lavabo Externo	4		50
Inodoro	1		110
Inodoro Discapacitados	1		110

**Fuente:** Galarza. J., Ocampo. A., 2017

#### 4.4.4.1 Colectores

Los colectores se ubicarán en las afueras de cada sistema sanitario, definiendo 2 sistemas, uno para el baño de hombres, otro para el baño de mujeres, y, un último colector donde se unen los flujos de cada sistema. Se muestra el diseño, en la imagen siguiente. Conectados entre sí de la siguiente con tubería de 150 mm.

Finalmente, los diseños quedan de la siguiente manera:



**Figura 4.8** Implantación de Diseño Evacuación de Aguas Servicias  
**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

#### 4.5 Diseño hidráulico del canal

Para contener el lujo de agua que se dirigiría al sitio del proyecto, complicando su funcionalidad y correcta operación. Lo que se propone en un canal perimetral en los lados por donde se dirigiría el flujo, para interceptarlo y desviarlo, impidiendo que este ingreso al terreno del proyecto.

El diseño se calculará su poniendo una sección trapezoidal, sin embargo, para su construcción se realizará una zanja recubierta con geomembrana de polietileno, pero se deberá buscar que esta se aproxime lo más posible a que recomienda a continuación.

**Tabla XLIV.** Parámetros de Diseño de Canal Perimetral.

<b>Parámetros para diseño</b>	
Caudal	0.0245 m <sup>3</sup> /s
N	0.01
b (ancho de fondo)	20 cm
z (pendiente lateral)	1:1
S (pendiente del canal)	0.15:100

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

Se define el coeficiente de rugosidad de acuerdo al material que recubre el canal, el ancho de fondo y pendiente lateral son valores que típicos recomendados y se los escoge de acuerdo a experiencia, teniendo una idea del canal que se espera. Por último la pendiente longitudinal del canal (S), siempre se busca que esta sean pendientes suaves para que el flujo se mantenga en régimen laminar, esto permite

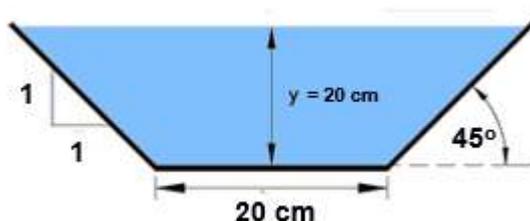
alargar la vida útil del canal. Para nuestro diseño se selecciona una caída de 15 centímetros en 100 metros de canal, o una pendiente de 0,0015%.

De acuerdo al canal que se espera obtener, existen fórmulas para determinar su geometría (área, perímetro, etc). Y estas dependen del ancho de fondo, de la pendiente lateral y el tirante o altura del canal, esta última será nuestra incógnita para terminar de diseñar el canal. Y se utiliza la fórmula de Manning, mostrada a continuación:

$$Q = \frac{1}{n} R_h^{2/3} S^{1/2} A \quad \text{Ecuación No. 12}$$

Siendo  $n$  el coeficiente de rugosidad,  $R_h$  el radio hidráulico de la sección definido como la relación entre el área y el perímetro de la sección,  $S$  la pendiente longitudinal de la sección y  $A$  el área en metros cuadrados.

De dicho análisis se obtiene el tirante mínimo o altura de la sección donde fluye el caudal. De 10 centímetros, sin embargo, por las condiciones de cómo se elaborará (precisión y sistema de sujeción) se recomienda realizarlo del doble. Obteniendo la siguiente sección.



**Figura 4.9** Canal diseñado para el perímetro del terreno.  
Fuente: Galarza J., Ocampo A., 2017

# **CAPÍTULO 5**

## **ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL**

## **5.1 Antecedentes**

La presente sección permite analizar, prever y reconocer aquellos impactos ambientales que el proyecto producirá durante su etapa de construcción en el área, estos pueden ser en ciertos casos beneficiosos y en otros perjudiciales. Para aquellos que son perjudiciales, el presente capítulo tiene como fin, brindar medidas de mitigación, control o prohibición para que estos puedan ser disminuidos o eliminados, en la medida de lo posible.

El estudio de impacto ambiental busca brindar las pautas para lograr un adecuado manejo ambiental, asegurando la sostenibilidad del entorno, de tal manera que las personas que se podrían ver afectadas por su cercanía al sitio de construcción puedan mantenerse en un ambiente libre de nuevos contaminantes que afectarían la calidad de vida que llevan. Los procesos que implican el correcto manejo ambiental deberán cumplir con lo estipulado en el Texto Unificado de la Ley Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA).

## **5.2 Descripción del aspecto físico del área de estudio**

La información detallada acerca de la descripción de la obra se encuentra en el Capítulo 2 descrito previamente.

## **5.3 Procedimientos generales que se deben seguir según la constitución de la república.**

A modo de mejoramiento del MGA (Manual de Gestión Ambiental), y como parte primordial constitutiva, se ha desarrollado el Plan de Manejo Ambiental de Obras, PMA. Este plan implanta la responsabilidad en la protección del medio ambiente durante la ejecución de una obra. Esta responsabilidad será observada efectuando los siguientes compromisos:

1. Efectuar con lo conveniente en el Plan de Manejo Ambiental establecido por la Constitución de la República, por lo cual se derivará entre otras cosas a llevar a cabo una adecuada gestión de todos los residuos sólidos, líquidos y semisólidos generados durante la etapa de construcción.
2. Efectuar con las normas vigentes para la protección del medio ambiente y las condiciones ecológicas de los lugares.
3. Demandar a todos los contratistas que ejecutan tareas de obras que estén comprometidos y enterados, y den cumplimiento con las exigencias ambientales especificadas en el proyecto durante todas sus actividades de obra.

#### **5.4 Descripción general de impactos**

Existen factores en el medio ambiente que probablemente se verán afectados por las actividades requeridas en la etapa de construcción de la casa comunal y parque comunitario. A continuación, se presenta un análisis de los posibles impactos que se puedan generar, a los principales recursos:

##### **5.4.1 Recurso suelo**

- Derrame o goteo de derivados de petróleo, provenientes de la maquinaria usada para las actividades.
- Contaminación por residuos sólidos, como, envases plásticos, trapos, etc
- Contaminación por derrame de aguas residuales.
- Contaminación por residuos de pintura.

#### **5.4.2 Recurso agua**

Es importante resaltar que dado que el nivel freático no se encuentra cercano a la superficie, es complicado que se genere contaminación en aguas subterráneas, los posibles sería a las aguas superficiales, los siguientes:

- Contaminación de aguas superficiales por los residuos líquidos derivados del petróleo que contaminan el suelo.
- Uso en exceso del agua mezclas de hormigón, humectación, morteros, etc.
- Contaminación del agua por mal manejo de desechos sólidos generados en el sitio de estudio.

#### **5.4.3 Recurso aire**

Este se podría ver afectado principalmente por las siguientes causas:

- Contaminación del aire emisión de material particulado.
- Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión, de gases químicos (pinturas, epóxicos, aditivos, etc)
- Generación de ruido la presencia de maquinaria.

#### **5.4.4 Factor socioeconómico**

En el aspecto socioeconómico se consideran los factores sociodemográficos, socioculturales, salud y seguridad tanto de la población cercana como de los empleados de la obra. Entre los principales impactos tenemos:

- Generación de fuentes de empleo locales y provinciales.

- Incremento de riesgo de enfermedades y molestias (ruido, polvo, emisiones, vibraciones), tanto en el personal que labore en la construcción como en los poblados cercanos.
- Complicaciones de salud por vertimiento de residuos sólidos, líquidos y gaseosos en el agua y en el aire.

#### **5.4.5 Fauna y Flora**

Al tener el terreno muy poca intervención humana existirán afectaciones importantes, que se detallan a continuación:

- Eliminación de la flora existente en el terreno donde se desarrollará el proyecto.
- Afectación a la fauna que tiene como hábitat la flora del terreno del proyecto.
- Perturbación a la fauna por la bulla generada por el transporte de maquinaria y/o materiales.

### **5.5 Descripción de las actividades a evaluar**

Actividades en Fase de Construcción:

- Desbroce.
- Excavación.
- Armado y encofrado de cimentación.
- Hormigonado de cimentación.
- Montaje de la estructura metálica.
- Mampostería.

- Generación de desechos sólidos.
- Generación de aguas residuales.

## 5.6 Metodología de evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impactos ambientales ha sido desarrollo para poder anticiparse a los efectos, sean estos positivos o negativos, que se producirán sobre las variables ambientales que serán afectadas por la ejecución de actividades requeridas por el proyecto.

Se aplica la metodología de los Criterios Relevantes Integrados (Buroz, 1994), la cual está basada en un análisis multi-criterio, partiendo de la idea de que un impacto ambiental se puede estimar a partir de la discusión y análisis de criterios con valoración ambiental, de los cuales se seleccionan dependiendo de la naturaleza del proyecto.

Es necesario conocer las actividades que se van a generar durante la ejecución del proyecto y los efectos que producen en el medio físico, biológico y socio-económico. Con esto es posible realizar una correcta identificación de impactos que van a producirse en el área de interés.

El método a utilizar considera que la valoración del impacto ambiental (VIA), es igual al producto de las siguientes variables, referidas por Andrade H. y Solano D. (2016) como:

- Intensidad (I): Cuantificación de la fuerza, peso o rigor con que se manifiesta el impacto debido a las actividades del proyecto. El valor numérico de la intensidad varía de 1 a 10 dependiendo del grado de cambio sufrido, siendo 10 el valor

indicativo de mayor cambio (irreversible), y 1 el de menor cambio (muy bajo impacto), se designa el valor 0 a los impactos muy leves o imperceptibles.

- **Extensión (E):** Considera la superficie afectada por la acción antrópica. Es decir, medida del ámbito espacial o superficie donde ocurre la afectación, tanto directa como indirectamente.

**Tabla XLV.** Escala de valoración de la extensión.

<b>Extensión</b>	<b>Valoración</b>
<b>Regional</b>	10
<b>Local</b>	5
<b>Puntual</b>	1

**Fuente:** Galarza J.,  
Ocampo A.,2017

- **Duración (D):** Lapso o tiempo que dura la perturbación. Es decir, periodo durante el cual se sienten las repercusiones del proyecto o el número de años que dura la acción que genera el impacto.

**Tabla XLVI.** Escala de valoración de la duración en años de impactos ambientales.

<b>Duración (Años)</b>	<b>Plazo</b>	<b>Valoración</b>
<b>&gt;10</b>	Permanente	10
<b>5-10</b>	Periódico	5
<b>0-5</b>	Temporal	1

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A.,2017

Luego de determinar el valor para las variables mencionadas, se debe asignar un factor de ponderación para cada variables, juntos, deberán sumar uno (1).

Los factores se representan por:

- I = Intensidad
- E = Extensión
- D = Duración

Las ponderaciones asignadas serán las siguientes:

- WI = peso del factor intensidad = 0.4
- WE = peso del factor extensión = 0.3
- WD = peso del factor duración = 0.3

Con el proceso correcto de caracterización, evaluación y cálculo se obtienen valores que representan la magnitud del impacto, este resume la duración, intensidad y extensión de aquellos y se obtiene con la siguiente sumatoria:

$$M_i = \sum [(I_i * W_I) + (E_i * W_E) + (D_i * W_D)]$$

Al valor final de la magnitud se le asigna el signo positivo o negativo de acuerdo al tipo de impacto que se genera.

Una vez obtenida la matriz magnitud de los impactos, se continúa con la segunda fase, de evaluación:

- Reversibilidad (Rv): Mide la posibilidad o dificultad del entorno para retornar a una situación similar o equivalente a la inicial. La valoración se la realiza de la siguiente manera:

**Tabla XLVII.** Escala de valoración de reversibilidad de impactos ambientales.

<b>Categoría</b>	<b>Capacidad de reversibilidad</b>	<b>Valoración</b>
<b>Irreversible</b>	Baja o irrecuperable. El impacto puede ser recuperable a muy largo plazo (>30 años) y a elevados costos	10
<b>Parcialmente Reversible</b>	Media. Impacto reversible a largo y mediano plazo	5
<b>Reversible</b>	Alta. Impacto reversible de forma inmediata o a corto plazo	1

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

- Riesgo o probabilidad del suceso (Rg): Probabilidad de que el efecto ocurra.

**Tabla XLVIII.** Escala de valoración de probabilidades de ocurrencia de impactos ambientales.

<b>Probabilidad</b>	<b>Rango de Ocurrencia</b>	<b>Valoración</b>
<b>Alta</b>	Si el impacto tiene una probabilidad de ocurrencia mayor al 50%	10
<b>Media</b>	Si el impacto tiene una probabilidad de ocurrencia entre el 10 y 50%	5
<b>Baja</b>	Si el impacto tiene una probabilidad de ocurrencia casi nula en un rango entre 0 al 10%	1

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

Después de determinar los valores recién explicados, se calcula la valoración de impacto ambiental VIA; el desarrollo del índice de impacto se logra a través de una ponderación exponencial, expresad mediante la siguiente expresión matemática:

$$VIA = \sum (Rv_i^{WRv} * Rg_i^{WRg} * M_i^{WM})$$

Donde:

- WRv: Ponderación del criterio reversibilidad = 0.4.
- WRg: Ponderación del criterio riesgo = 0.2
- WM: Ponderación del criterio magnitud = 0.4

Finalmente, la matriz de valoración se procesa y analiza, de acuerdo a la siguiente clasificación:

**Tabla XLIX.** Escala de valoración de probabilidades de ocurrencia de impactos ambientales.

<b>Jerarquización</b>	<b>Rango</b>
<b>Bajo</b>	1-3.99
<b>Medio</b>	4-6.99
<b>Alto</b>	7-10

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A.,

2017

A continuación, se presentan las matrices de evaluación de impactos ambientales, las cuales fueron valoradas y caracterizadas en base a la metodología descrita anteriormente:

Matriz de Magnitud para la Casa Comunal:**Tabla L. Matriz de Magnitud**

	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generacion Empleo	Paisaje
Limpieza y Desbroce	0	0	8	3	6	7	7	3	8
Instalaciones Provisionales	4	1	4	2	0	2	2	5	0
Bateria Sanitaria	4	1	2	2	5	0	0	1	2
Senalización	0	0	2	1	0	1	2	2	4
Replanteo	0	0	2	0	0	0	1	4	1
Excavaciones	0	0	7	5	4	7	5	5	3
Rellenos	4	1	6	4	4	7	5	6	2
Hormigonados (Cimentacion, Pilares)	5	2	3	0	3	4	5	6	3
Estructura Metálica	0	0	0	0	3	1	2	4	4
Paredes de Mamposteria	2	0	0	0	0	1	1	2	2
Enlucido de Paredes	2	0	0	0	0	1	1	3	2
Cubierta Metálica	0	0	0	0	3	1	1	2	3
Impermeabilización	3	1	0	0	0	2	2	3	2
Recubrimientos Cerámicos	2	0	0	0	3	1	1	3	1
Carpintería, Anaqueles	0	0	0	0	2	3	0	3	1
Pintura	2	0	0	0	3	1	0	2	4
Puertas y Ventanas	0	0	0	0	1	3	1	3	0
Instalaciones Electricas	0	0	2	1	0	2	1	1	1
Instalaciones AAPP	0	0	2	1	0	2	1	1	1

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A.,2017

- Matriz de Valoración de Impacto Ambiental (VIA) para la Casa Comunal:

**Tabla LI. Valoración de Impacto Ambiental**

	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación Empleo	Paisaje
Limpieza y Desbroce	1.27	0.16	0.96	0.48	0.31	0.33	0.33	0.48	5.68
Instalaciones Provisionales	0.27	0.20	0.27	0.23	0.16	0.23	0.23	0.34	0.82
Bateria Sanitaria	0.92	0.38	0.23	0.23	0.29	0.16	0.16	0.20	0.23
Senalización	0.16	0.16	0.23	0.20	0.16	0.20	0.23	0.23	0.27
Replanteo	0.16	0.16	0.23	0.16	0.16	0.16	0.20	0.27	0.20
Excavaciones	0.16	0.16	5.18	3.25	3.51	0.33	0.29	0.34	1.27
Rellenos	0.27	0.20	3.82	3.11	3.51	0.40	0.29	0.36	1.14
Hormigonados (Cimentación, Pilares)	0.29	0.23	0.25	0.16	0.48	0.27	0.29	0.36	3.18
Estructura Metálica	0.16	0.16	0.16	0.16	0.25	0.20	0.23	0.27	3.44
Paredes de Mampostería	0.23	0.16	0.16	0.16	0.16	0.20	0.20	0.23	1.14
Enlucido de Paredes	0.23	0.16	0.16	0.16	0.16	0.20	0.20	0.25	0.74
Cubierta Metálica	0.16	0.16	0.16	0.16	0.25	0.20	0.20	0.23	0.64
Impermeabilización	0.25	0.20	0.16	0.16	0.16	0.23	0.23	0.25	1.14
Recubrimientos Cerámicos	0.23	0.16	0.16	0.16	0.25	0.20	0.20	0.25	0.50
Carpintería, Anaqueles	0.16	0.16	0.16	0.16	0.23	0.25	0.16	0.25	0.20
Pintura	0.23	0.16	0.16	0.16	0.25	0.20	0.16	0.23	0.69
Puertas y Ventanas	0.16	0.16	0.16	0.16	0.20	0.25	0.20	0.25	0.31
Instalaciones Eléctricas	0.16	0.16	0.23	0.20	0.16	0.23	0.20	0.20	0.20
Instalaciones AAPP	0.16	0.16	0.23	0.20	0.16	0.23	0.20	0.20	0.20

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

- Matriz de Significancia de la Casa Comunal:

**Tabla LII. Valoración de Impacto Ambiental**

	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación Empleo	Paisaje
Limpieza y Desbroce	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Instalaciones Provisionales	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Batería Sanitaria	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Senalización	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Replanteo	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Excavaciones	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Rellenos	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Hormigonados (Cimentación)	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Estructura Metálica	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Paredes de Mampostería	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Enlucido de Paredes	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Cubierta Metálica	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Impermeabilización	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Recubrimientos Cerámicos	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Carpintería, Anaqueles	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Pintura	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Puertas y Ventanas	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Instalaciones Eléctricas	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Instalaciones AAPP	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

Fuente: Galarza J., Ocampo A., 2017

- Matriz de Magnitud para el Parque:

**Tabla LIII. Matriz de Magnitud**

	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación Empleo	Paisaje
Limpieza y Desbroce	0	0	8	3	6	7	7	3	8
Instalaciones Provisionales	4	1	4	2	0	2	2	5	0
Batería Sanitaria	4	1	2	2	5	0	0	1	2
Senalización	0	0	2	1	0	1	2	2	4
Replanteo	0	0	2	0	0	0	1	4	1
Excavaciones	0	0	7	5	4	7	5	5	3
Rellenos	4	1	6	4	4	7	5	6	2
Hormigonados (Cimentación, Cancha, Anclajes)	5	2	3	0	3	4	5	6	3
Complementos de Cancha (Tablero Basquet, Malla Arcos)	0	0	0	0	3	1	2	4	4
Pintado de Cancha	3	0	0	0	4	1	1	3	4
Maquinas de Gimnasio y Juegos	0	0	2	0	1	1	1	3	5
Colocación de Artefactos Sanitarios y Accesorios	2	1	0	0	0	1	1	3	1
Colocación de Césped, Árboles y Plantas Ornamentales	3	1	4	1	0	3	2	3	7
Montaje de Basureros, Luminarias y Otros	0	0	0	0	3	1	2	3	4
Instalaciones Eléctricas	0	0	2	1	2	1	0	3	2
Instalaciones AAPP	0	0	3	1	1	1	1	3	0
Instalaciones AASS	0	0	3	1	1	1	1	3	0

Fuente: Galarza J., Ocampo A., 2017

- Matriz de Valoración de Impacto Ambiental (VIA) para la Casa Comunal:

**Tabla LIV. Valoración de Impacto Ambiental**

	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación Empleo	Paisaje
Limpieza y Desbroce	1.27	0.16	0.96	0.48	0.31	0.33	0.33	0.48	5.68
Instalaciones Provisionales	0.27	0.20	0.27	0.23	0.16	0.23	0.23	0.34	0.82
Bateria Sanitaria	0.92	0.38	0.23	0.23	0.29	0.16	0.16	0.20	0.23
Senalización	0.16	0.16	0.23	0.20	0.16	0.20	0.23	0.23	0.27
Replanteo	0.16	0.16	0.23	0.16	0.16	0.16	0.20	0.27	0.20
Excavaciones	0.16	0.16	5.18	3.25	3.51	0.33	0.29	0.34	1.27
Rellenos	0.27	0.20	3.82	3.11	3.51	0.40	0.29	0.36	1.14
Hormigonados (Cimentación, Cancha, Anclajes)	0.29	0.23	0.25	0.16	0.48	0.27	0.29	0.36	3.18
Complementos de Cancha (Tablero Basquet, Malla Arcos)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.25	0.20	0.23	0.27	3.44
Pintado de Cancha	0.25	0.16	0.16	0.16	0.27	0.20	0.20	0.25	1.37
Maquinas de Gimnasio y Juegos	0.16	0.16	0.23	0.16	0.20	0.20	0.20	0.25	0.86
Colocación de Artefactos Sanitarios y Accesorios	0.23	0.20	0.16	0.16	0.16	0.20	0.20	0.25	2.51
Colocación de Césped, Árboles y Plantas Ornamentales	0.25	0.20	0.27	0.20	0.16	0.25	0.23	0.25	4.10
Montaje de Basureros, Luminarias y Otros	0.16	0.16	0.16	0.16	0.25	0.20	0.23	0.25	3.44
Instalaciones Eléctricas	0.16	0.16	0.23	0.20	0.23	0.20	0.16	0.25	0.23
Instalaciones AAPP	0.16	0.16	0.25	0.20	0.20	0.20	0.20	0.25	0.16
Instalaciones AASS	0.16	0.16	0.25	0.20	0.20	0.20	0.20	0.25	0.16

Fuente: Galarza J., Ocampo A., 2017

- Matriz de Significancia del Parque:

**Tabla LV. Valoración de Impacto Ambiental**

	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos	
	Superficial	Subterránea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generación Emisiones	Paisaje
Limpieza y Desbroce	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Instalaciones Provisionales	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Batería Sanitaria	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Senalización	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Replanteo	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Excavaciones	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Rellenos	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Hormigonados (Cimentación)	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Complementos de Canchales	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Pintado de Cancha	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Maquinas de Gimnasio y	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Colocación de Artefactos	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Colocación de Césped, Árboles	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Montaje de Basureros, Lluvia	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Instalaciones Eléctricas	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Instalaciones AAPP	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Instalaciones AASS	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

## 5.7 Plan de manejo ambiental

En lo referente a la seguridad industrial, se deberán cumplir las normas, políticas y reglamentos que determinen garantizar el bienestar del personal que tiene relación con la ejecución del proyecto.

Dentro de las principales normas que se deberá cumplir durante la ejecución de los trabajos son los siguientes:

- Se adoptarán las medidas necesarias para garantizar a los trabajadores óptimas condiciones de higiene, alojamiento, salud y seguridad para lo cual las instalaciones deberán contar con equipos de extinción de incendios y botiquines de primeros auxilios, así como en el trayecto de la construcción se utilizará agua para el control del polvo, control de monitoreo del ruido, material particulado y se difundirá la obra por medio de volantes y reuniones comunitarias.

- En la construcción de las respectivas instalaciones, se evitará al máximo la destrucción de los espacios naturales afectando únicamente a los sitios donde correspondan las oficinas, talleres, bodegas, sitios de almacenamiento de materiales y depósitos de combustibles.
- El personal destinado para la ejecución de la obra deberá portar guantes, casco, botas y cualquier otro implemento que permita sirva a cuidar su integridad física, reduciendo al máximo el riesgo de desgracias personales, por lo mismo que se mantendrá un control de utilización de estos equipos.
- Para mantener una eficiente interrelación en todos los frentes de trabajo, se deberá contar con equipos de intercomunicación, para la pronta y oportuna toma de decisiones y soluciones inmediatas de los problemas que puedan suscitarse.

El fin es asegurar la seguridad a las personas que ejercen las actividades, así como de asegurar, dentro de lo posible, la preservación de aquellos otros seres vivos que se verán afectados por las actividades. Por lo que se recomienda lo siguiente:

#### **5.7.1 Encargado de la obra**

- Proveer y asegurar el uso de equipos de protección personal. Casco, chaleco reflectivo, botas, guantes, orejeras, mascarilla; de acuerdo a las actividades que se realice.

#### **5.7.2 Obreros**

- Utilización de equipo de protección personal, bajo las condiciones a la que se encuentre expuesto.
- Uso de arné de seguridad a partir de trabajos en altura, desde tres (3) metros, con posibilidades de caída.

- Colocación de guantes para trabajos de fuerza que usan las manos; como, montaje y desmontaje de encofrado, traslado de perfiles, etc.
- Uso constante de mascarillas, por las emisiones de material particulado causado por los trabajos.
- Utilización de tapones auditivos, para mermar las consecuencias por los ruidos generados.

### **5.7.3 Perímetro de Obra**

- Implementar el uso de herramientas, para señalización temporal de obra, para advertir a peatones y usuarios viales. Con el fin de asegurar zonas seguras de tránsito y advertir de los peligros.

Mientras que las medidas de mitigación para los impactos que afectan al medio ambiente, se recomienda lo siguiente:

### **5.7.4 Descripción de actividades en fase de construcción:**

#### **5.7.4.1 Desbroce**

- Reemplazar con plantas ornamentales y endémicas, después de construir el parque, en las áreas verdes respectivas.
- Utilizar medidas para desplazar la fauna silvestre, evitando que esta se vea afectada por la maquinaria usada.

#### **5.7.4.2 Excavación**

- Humedecer el terreno cada cierto valor de profundidad que avance el trabajo. Disminuyendo la generación de polvo.
- Se asegurará que la maquinaria y los vehículos a utilizar cumplen, las inspecciones reglamentarias y vigentes, en lo que se refiere a emisiones y ruido. Con se confirma su buen estado

mecánico, adicionalmente deberían ser dotadas de aditamentos que mermen las emisiones generadas

- Constante revisión y chequeo de los equipos y vehículos, especialmente en los niveles de carburación.

#### **5.7.4.3 Armado y encofrado de la cimentación, se recomienda:**

- Utilizar encofrado metálico, que se pueda ser reutilizado numerosas ocasiones, se disminuye la generación de desechos sólidos.
- En caso de utilizar madera, optimizar el uso de este, tratando de reutilizarlo la mayor cantidad de veces posibles.

#### **5.7.4.4 Hormigonado**

- Los vehículos que use el contratista para distribuir y entregar el hormigón deberán cumplir las mismas reglamentaciones que se brindaron para otros vehículos y maquinarias, en lo que se refiere a disposiciones legales de emisión y ruido.
- Se solicitará informe de chequeos mecánicos a los vehículos utilizados para el proyecto.
- Se determinará zonas para lavar las cubetas de hormigón. Estas deberán estar alejadas de algún cauce, para que el agua utilizada sea recogida y desechada en el sistema de alcantarillado municipal.
- Se prohíbe verter aguas con contaminantes complicados en el alcantarillado público, sujeto a las normativas del cantón.
- Constante humectación a las vías no pavimentadas.

#### **5.7.4.5 Montaje de la estructura metálica**

- Se deberá contar con personal experimentado para realizar este trabajo, para que sea encargado de la supervisión.
- Todos los elementos metálicos deben ser lijados y pintados con pintura epóxica, para evitar el deterioro de la estructura debido a que se encuentra expuesta en un medio salino.

#### **5.7.4.6 Mampostería**

- Implementar actividades para reutilizar los desechos generados.

#### **5.7.4.7 Generación de desechos sólidos**

- Los residuos deberán ser clasificados, para la correcta gestión y eliminación de estos. Reutilización si es el caso.
- Se optimizará el uso de suelo. Para desgastar terrenos donde no se construirá.
- Instalar señalización adecuada de las áreas de actuación. Para evitar que el suelo se contamine por desechos en zonas equívocas, que no recibirán ningún tratamiento.

#### **5.7.4.8 Generación de aguas residuales**

- No desechar a través de los cauces naturales (ríos, arroyos, lagunas, etc.)
- En caso de descargue accidental, las medidas pertinentes de remediación y mitigación deberán ser realizadas de manera pronta.
- Se requerirán tanques sépticos, campos de infiltración, sitio de disposición de basura y letrinas; estas deberán ser construidas previo a la iniciación de la construcción.

- Cuando exista la posibilidad de generación, se deberá implementar un sistema que permita interceptar el agua residual, para después sea desechada en sistema correcto.

Una actividad general, para mitigar los impactos, será la elaboración de capacitaciones antes y durante las actividades, al personal que se encontrará vinculado a la obra; en temas, ambientales, sociales, seguridad industrial y salud ocupacional. Con el objetivo de crear conciencia en los temas referidos, y realicen sus actividades con el cuidado respetivo.

# **CAPÍTULO 6**

## **PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA**

La medición de las cantidades y el presupuesto de obra tienen como finalidad dar una idea aproximada y lo más real posible del importe de la ejecución del proyecto. Posterior al análisis de las actividades necesarias para la implementación del mismo denominados rubros, se realizó la cuantificación de las cantidades a ser ejecutadas en obra para obtener una estimación del presupuesto. En esta sección se evalúan los costos asociados a dichas actividades, identificando dos etapas del proyecto; lo que comprende la construcción de la casa comunal y las tareas relacionadas a la ejecución del parque comunitario.

### **6.1 Factor de sobrecosto**

Se consideró un factor de sobrecosto del 15%, representado aquellos valores indirectos que se definen como la suma de todos los gastos que, por su naturaleza intrínseca son requeridos para la ejecución de una obra. Estos costos abarcan actividades como: alquiler de oficina para trabajos de gabinete, pago de servicios básicos, personal técnico y administrativo, suministros de oficina, entre otros.

### **6.2 Análisis de Precios Unitarios**

El análisis de precios unitarios (APU) se realizó en base a los siguientes componentes: mano de obra, materiales y transporte. Los costos de mano de obra fueron adoptados de la tabla establecida por la contraloría nacional, para salarios mínimos por categoría ocupacional en el sector de la construcción y el precio de los materiales y equipos, son referenciados a la cámara de la construcción ecuatoriana.

El detalle de los APU empleados en el presupuesto referencial del proyecto se presentan en el Anexo G.

## 6.3 Presupuesto Referencial

Las Tablas LVI y LVII, los presupuestos referenciales para el parque comunitario y la casa comunal, respectivamente. El valor total del proyecto es de UD\$416,463.18. El desglose del presupuesto para cada etapa se presenta a continuación.

### 6.3.1 Casa comunal

El costo por metro cuadrado de construcción para la casa comunal es de \$ 291.59, comprendiendo un costo total de UD\$63,910.41 incluido el Impuesto al valor agregado (I.V.A.). Los rubros, cantidades y precios unitarios empleados se indican a continuación:

**Tabla LVI. Presupuesto Referencial Casa Comunal**

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
1.1	LIMPIEZA Y DESBROCE TRAZADO Y REPLANTEO CON EQUIPO	M2	219.18	0.56	122.74
1.2	TOPOGRAFICO	M2	219.18	0.14	30.69
1.4	LETRERO DE OBRA	U	1.00	16.04	16.04
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.1	EXCAVACION MANUAL RELLENO COMPACTADO MANUAL SUB BASE CLASE	M3	79.92	6.43	513.89
2.2	3	M3	34.56	14.10	487.30
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA EN GENERAL</b>				
3.1	REPLANTILLO E=0.05M	M2	21.60	16.43	354.89
3.2	HORMIGÓN PARA CIMIENTOS	M3	9.96	17.79	177.19
3.3	HORMIGÓN PARA PILARETES	M3	5.00	32.37	161.85
3.4	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2	KG	403.57	2.07	835.39
3.5	ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 (Incluye pintura)	KG	6.498.48	2.90	18.845.59
<b>4</b>	<b>MAMPOSTERIA</b>				
4.1	CONTRAPISO DE HORMIGON ARMADO (INCLUYE MALLA DE REFUERZO)	M2	123.92	16.62	2.059.55
4.2	EMBLOCADO PAREDES 15 cm	M2	110.52	22.10	2.442.49
4.3	DINTELES	M	16.34	19.01	310.62
4.4	MESÓN DE HORMIGÓN (INCLUYE ENLUCIDO)	M2	3.50	35.63	124.71
<b>5</b>	<b>ENLUCIDOS</b>				
5.1	ENLUCIDO PAREDES INTERIOR	M2	120.55	9.52	1.147.64
5.2	ENLUCIDO EXTERIOR	M2	86.02	9.52	818.91

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
5.3	ENLUCIDO DE PISOS	M2	154.90	9.52	1.474.65
5.4	CUADRADA DE BOQUETES	M	69.60	10.58	736.37
<b>6</b>	<b>CUBIERTA</b>				
6.1	CUBIERTA METALDECK (Incluye Impermeabilización)	M2	154.90	64.93	10.057.66
<b>7</b>	<b>RECUBRIMIENTOS</b>				
7.1	RECUBRIMIENTO DE PISO EN COCINA (CERAMICA)	M2	15.44	9.75	150.54
7.2	RECUBRIMIENTO PISO (PORCELANATO CHINO)	M2	132.31	19.04	2.519.18
7.3	GRANITO PARA MESONES	M2	3.48	116.37	404.97
7.4	RECUBRIMIENTO PISO EXTERIOR (PISO DECK PVC FS DECK 002)	M2	48.79	55.98	2.731.26
<b>8</b>	<b>CARPINTERIA</b>				
8.1	ANAQUELES	M2	1.95	105.69	206.10
8.2	ANAQUELES BAJO MESON	M2	3.46	129.80	449.11
<b>9</b>	<b>PINTURA</b>				
9.1	EMPASTE Y PINTURA INTERIOR DE CAUCHO	M2	6.86	14.48	99.33
9.2	SELLADO Y PINTURA ELASTOMERICA EXTERIORES	M2	24.08	16.34	393.47
<b>10</b>	<b>PUERTAS Y VENTANAS</b>				
10.1	VENTANAS DE ALUMINIO Y VIDRIO	U	7.00	48.98	342.86
10.2	VENTANA DE TABLONES PORTABLES 2X0.97M	U	1.00	146.75	146.75
10.3	PUERTA DE MADERA DE 0.80X2M	U	1.00	106.48	106.48
10.4	PUERTA DE MADERA DE 0.70X2M	U	1.00	94.98	94.98
10.5	PUERTA DE ALUMINIO Y VIDRIO DE 2X2M	U	2.00	158.23	316.46
<b>11</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				
11.1	PUERTA DE EXTERIOR 0.8X2M	U	1.00	198.48	198.48
11.2	PASAMANOS DE ACERO INOXIDABLE	M	25.63	42.21	1.081.84
<b>12</b>	<b>TUMBADOS</b>				
12.1	TUMBADO DE GYPSUM	M2	154.90	19.09	2.957.04
<b>13</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				
13.1	PUNTO DE ILUMINACIÓN	U	15.00	33.89	508.35
13.2	LAMPARA DE 3X32 W	U	16.00	39.46	631.36
13.3	PUNTO DE ELECTRICIDAD 110V	U	16.00	27.03	432.48
13.4	PUNTO DE ELECTRICIDAD 220V	U	3.00	26.84	80.52
13.5	PUNTO DE RED	U	1.00	9.82	9.82
13.6	INSTALACION DE PANELES LED	U	15.00	24.50	367.50
13.7	ACOMETIDA ELECTRICA	U	1.00	265.00	265.00
13.8	PANEL DE 32 BREAKERS	U	1.00	101.29	101.29
13.9	CAJA ELECTRICA 40X40	U	1.00	50.78	50.78
<b>14</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
14.1	PUNTO DE AAPP 1/2"	U	1.00	10.72	10.72
14.2	PUNTOS DE DESAGUE 2"	U	2.00	9.90	19.80
14.3	TUBERIA PVC 1/2"	M	6.00	2.69	16.14
14.4	TUBERIA PVC 2"	M	16.00	1.85	29.60
14.5	CAJAS DE REGISTRO DE AASS.	U	2.00	56.82	113.64
<b>15</b>	<b>INODOROS Y ACCESORIOS</b>				
15.1	LAVAPLATOS DOBLE (SUMINISTRO Y COLOCACION, INC GRIFERIA)	U	1.00	95.83	95.83
<b>16</b>	<b>COMPLEMENTARIOS</b>				

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
16.1	PROVISION Y MONTAJE DE AIRE ACONDICIONADO 18000 BTU	U	2.00	706.51	1.413.02
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>57.062.87</b>
<b>I.V.A DEL 12%</b>					<b>6.847.54</b>
<b>TOTAL</b>					<b>63.910.41</b>

Fuente: Galarza J., Ocampo A.,2017

### 6.3.2 Parque Comunitario

El monto total para la ejecución del parque comunitario es de UD\$352,552.77 incluido el Impuesto al valor agregado (I.V.A.). Los rubros, cantidades y precios unitarios considerados se indican a continuación:

**Tabla LVII. Presupuesto Referencial Parque Comunitario**

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
1.1	Limpieza y desbroce	m2	10.000.00	0.56	5.600.00
1.2	Bodegas	u	1.00	778.50	778.50
1.3	Guardianía y seguridad para obra	mes	6.00	296.23	1.777.38
1.4	Instalación eléctrica provisional	u	2.00	100.56	201.12
1.5	Batería sanitaria provisional	u	1.00	583.49	583.49
1.6	Trazado y Replanteo con equipo topográfico	m2	10.000.00	0.14	1.400.00
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.1	Excavación manual	m3	85.00	6.43	546.55
2.2	Excavación a maquina	m3	819.00	3.22	2.637.18
2.3	Relleno con piedra bola	m3	669.00	23.82	15.935.58
2.4	Relleno con material filtrante	m3	133.80	15.79	2.112.70
2.5	Relleno compactado manual con sub base clase 3	m3	293.00	14.10	4.131.30
2.6	Desalojo de material de construcción	m3	500.00	3.35	1.675.00
2.7	Adoquine tradicion ranurado color (10cmx20xm) e=8cm	m2	1.588.56	15.16	24.082.57
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE CIMIENTOS</b>				
3.1	Material filtrante para sub drenes	m3	37.50	15.79	592.13
3.2	Hormigón simple en contrapiso fc= 140 Kg/cm2	m3	6.70	140.49	941.28
3.3	Hormigón simple en escalones de grada fc= 210 Kg/cm2	m3	23.70	214.49	5.083.41
3.4	Junta de contracción en losa de contrapiso N.+0,24 m	m	144.00	29.68	4.273.92
<b>4</b>	<b>CANCHA MULTIUSOS</b>				

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
4.1	Hormigón simple 210 kg/cm2 (0,20 cm)	m2	375.00	34.98	13.117.50
4.2	Malla electrosoldada 1 D=5.5 c/10 (R 238)	m2	375.00	14.08	5.280.00
4.3	Tablero de baloncesto con cesto y malla incluidos	U	2.00	417.40	834.80
4.4	Pintura Acrílica antideslizante color azul	gl	30.00	9.71	291.30
4.5	Bancas de descanso	u	20.00	222.06	4.441.20
4.6	Mesas y sillas de camping	u	6.00	535.95	3.215.70
<b>5</b>	<b>GIMNASIO AL AIRE LIBRE</b>				
5.1	Basurero	u	12.00	96.61	1.159.32
5.2	Kit fitness metálico	u	7.00	1.223.00	8.561.00
5.3	Máquinas de gimnasio con capacidades especiales	u	4.00	1.223.00	4.892.00
5.4	Alisado para pista de bailoterapia	m2	64.00	23.63	1.512.32
5.5	Bordillo de hormigón simple 210 Kg/cm2	m	68.00	15.41	1.047.88
5.6	Hormigón simple para pista de bailoterapia 210 kg/cm2	m3	6.40	38.94	249.22
<b>6</b>	<b>JUEGOS INFANTILES</b>				
6.1	Juego 1	u	2.00	4.834.40	9.668.80
6.2	Juego 2	u	2.00	4.834.40	9.668.80
6.3	Juego 3	u	1.00	1.488.94	1.488.94
6.4	Juego 4	u	1.00	489.73	489.73
6.5	Juego 5	u	2.00	781.63	1.563.26
6.6	Excavación a mano de estructuras menores	m3	39.40	2.99	117.81
6.7	Hormigón de replantillo 140 Kg/cm2	m2	39.40	104.34	4.111.00
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
7.1	Puerta de acero inoxidable en divisiones de baño	u	6.00	239.03	1.434.18
7.2	Inodoro para baterías sanitarias incluye fluxómetro	u	4.00	184.20	736.80
7.3	Urinario incluye fluxómetro	u	1.00	89.87	89.87
7.4	Lavamanos empotrables incl. Grifería cierre auto.	u	4.00	126.91	507.64
7.5	Secador de manos automático	u	2.00	79.98	159.96
7.6	Dispensador de papel industrial	u	2.00	44.44	88.88
7.7	Dispensador de jabón	u	2.00	33.53	67.06
7.8	Espejos de 4mm en baños	u	2.00	28.74	57.48
<b>8</b>	<b>SEGURIDAD AMBIENTAL</b>				
8.1	Limpieza general de obra	mes	6	106.09	636.54
8.2	Suelo natural compactado	m2	6756.25	12.74	86074.625
8.3	Capa granular compactada	m2	149.54	24.27	3629.3358
8.4	Letrero de información de 4,80 x 2,40	u	1	444.35	444.35

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
8.5	Charlas de socialización y educación ambiental	u	2	212.66	425.32
8.6	Charlas de capacitación al personal	u	1	216.59	216.59
8.7	Letrina incluye pozo séptico 1,50x1,50x1,80	u	1	635.27	635.27
8.8	Agua para control de polvo	m3	1200	0.95	1140
8.9	Tachos metálicos para almacenar desechos	u	2	36.12	72.24
8.10	Botiquín de primeros auxilios	u	2	38.66	77.32
8.11	Extintor de incendio Portátil	u	2	116.10	232.2
<b>9</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				
9.1	Montaje de Luminarias y Poste Metálico 4m	u	16	26.92	430.72
9.2	Montaje de Transformador hasta 50KVA	u	2	34.06	68.12
9.3	Montajes de Postes de H.A hasta 12m	u	7	77.17	540.19
9.4	Transformador de 150 KVA 13800-220/127V trifásico	u	1	9.707.94	9707.94
9.5	Tubería PVC 2" y accesorios	m	300	59.08	17724
9.6	Acometida eléctrica de media tensión	u	1	4.412.61	4412.61
9.7	Luminaria LED 18W-240V	u	23	259.96	5979.08
9.8	Tablero de control temporizado	u	1	755.95	755.95
9.9	Alimentado luminarias THHN 3X14 Concéntrico	u	18	8.25	148.5
9.1	Alimentador THHN 3X8 Concéntrico	u	7	60.58	424.06
9.11	Pozo eléctrico de 0,60x0,60x0,80 con tapa con cerco metálico	u	15	199.25	2988.75
9.12	Control manual para luminarias	u	2	1.657.91	3315.82
9.13	Puesta a tierra Tableros y Luminarias	u	2	45.71	91.42
9.14	Punto de Iluminación	u	23	93.04	2139.92
9.15	Punto de toma corriente 110V	u	11	123.03	1353.33
9.16	Breaker1P-20A	u	2	9.94	19.88
9.17	Interruptor Doble	u	9	5.30	47.7
<b>10</b>	<b>ARBOLES</b>				
10.1	Árbol cenizo	u	20	26.80	536
10.2	Árbol de Jacaranda	u	20	10.64	212.8
10.3	Árbol cepillo	u	15	39.51	592.65
10.4	Hibiscus igo	u	15	26.80	402
10.5	Guayacán venezolano	u	10	39.51	395.1
10.6	Árbol de Olivo negro (Grande)	u	12	18.75	225
10.7	Césped Maní Forrajero	m2	1292	1.43	1847.56
10.8	Planta ornamental	u	40	1.81	72.4
10.9	Reubicación de Arboles	u	5	9.33	46.65

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
<b>11</b>	<b>ENLUCIDOS</b>				
11.1	Enlucido vertical	m2	64.95	7.66	497.52
11.2	Enlucido de fillos y fajas	m	132.00	3.50	462.00
<b>12</b>	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>				
12.1	Excavación y relleno de zanjas manual	m3	27.00	6.43	173.61
12.2	Cama de arena	m3	27.00	16.48	444.96
12.3	Tubería PVC D=1" roscable de presión	m	19.00	9.97	189.43
12.4	Punto de agua potable D=1/2"	pto	9.00	29.59	266.31
12.5	Válvulas de control D=1"	u	2.00	61.99	123.98
12.6	Válvulas de control D=1/2"	u	1.00	15.61	15.61
12.7	Llaves de jardín D=1/2"	u	2.00	15.89	31.78
12.8	Instalación a la red principal del sistema de AA.PP.	u	1.00	113.44	113.44
12.9	Acometida D=3/4" de red con medidor	u	1.00	395.98	395.98
<b>13</b>	<b>SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS</b>				
13.1	Excavación y relleno de zanjas manual	m3	16.00	6.43	102.88
13.2	Cama de arena	m3	16.00	16.48	263.68
13.3	Relleno de zanjas con material de excavación	m3	16.00	4.90	78.40
13.4	Relleno con base granular clase 1	m3	18.00	24.04	432.72
13.5	Punto de desagüe PVC D=110 mm	pto	9.00	35.41	318.69
13.6	TUBERIA PVC DESAGUE TIPO B Ø 110 mm	m	63.00	47.89	3.017.07
13.7	Caja de revisión H.A. con tapa de HF	u	5.00	349.68	1.748.40
13.8	Pozo de revisión H=hasta 2,00 m	u	1.00	888.94	888.94
13.9	Instalación a la red principal del sistema de AA.SS.	u	1.00	113.44	113.44
<b>14</b>	<b>SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS</b>				
14.1	Excavación y relleno manual de zanjas	m3	14.00	6.43	90.02
14.2	Camada de arena	m3	14.00	16.48	230.72
14.3	Relleno de zanjas con material de excavación	m3	18.00	4.90	88.20
14.4	Desalojo de material	m3	18.00	4.88	87.84
14.5	Punto de desagüe PVC D=110 mm	pto	9.00	35.41	318.69
14.6	Tubería PVC desagüe tipo B D=110 mm	m	65.00	6.45	419.25
14.7	Caja de revisión H.A. con tapa de HF	u	5.00	349.68	1.748.40
14.8	Pozo de revisión H=hasta 2,00 m	u	1.00	888.94	888.94
14.9	Instalación a la red principal del sistema de AA.LL.	u	1.00	113.44	113.44
14.10	Limpieza final de la obra	m2	2.134.46	2.74	5.848.42
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>314.779.26</b>
<b>I.V.A DEL 12%</b>					<b>37.773.51</b>
<b>TOTAL</b>					<b>352.552.77</b>

Fuente: Galarza J., Ocampo A.,2017

## 6.4 Principales Rubros

### 6.4.1 Casa Comunal

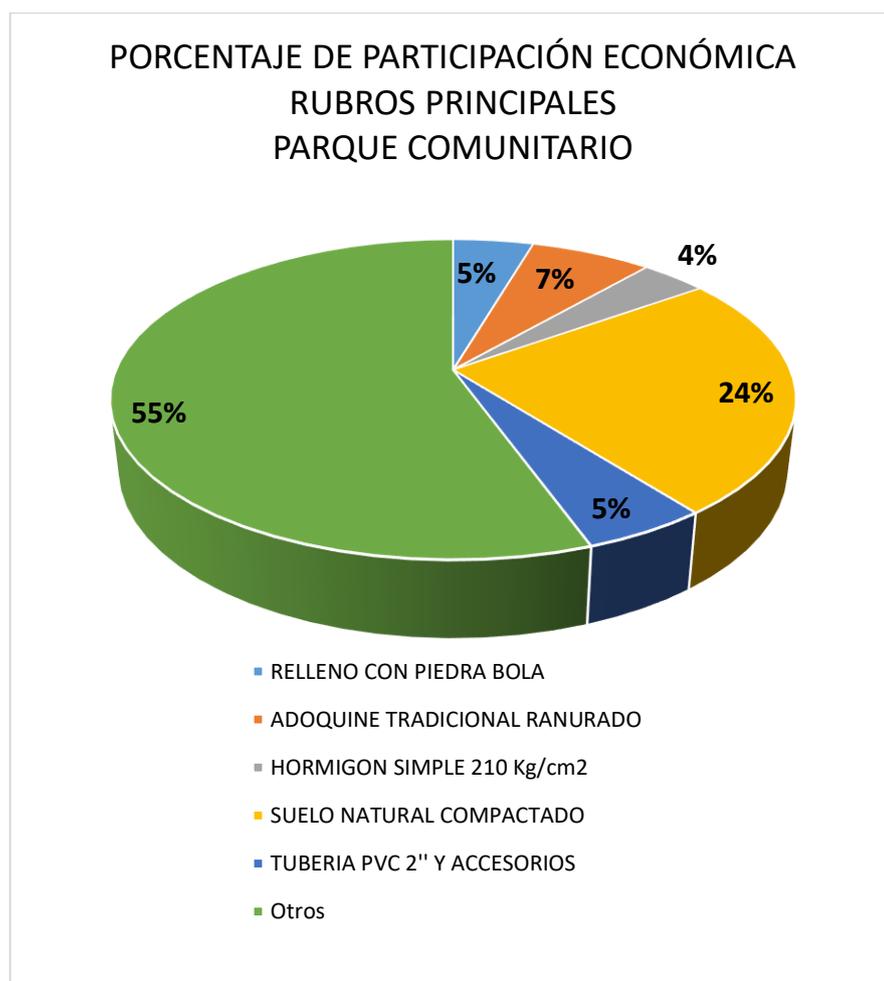
El Gráfico 6.1 muestra el porcentaje de participación económica de los rubros más representativos para la construcción de la casa comunal, de donde se obtiene que el rubro con mayor participación es el acero estructural ASTM A36 representando el 31% del presupuesto, seguido por el montaje e impermeabilización de la cubierta Metaldeck con el 17%. Estos son los rubros con el costo más elevado en el presupuesto referencial.



**Figura 6.1** Principales Rubros Casa Comunal  
Fuente: Galarza J., Ocampo A., 2017

#### **6.4.2 Parque Comunitario**

El Gráfico 6.2 muestra el porcentaje de participación económica de los rubros más representativos para la construcción del parque comunitario, de donde se obtiene que el rubro con mayor participación es el suelo natural compactado representando el 24% del presupuesto, seguido por la colocación del adoquine tradicional ranurado con el 7%. Estos son los rubros con el costo más elevado en el presupuesto referencial.



**Figura 6.2** Principales Rubros Parque Comunitario  
**Fuente:** Galarza J., Ocampo A., 2017

### 6.5 Duración y Cronograma

Luego de obtener el presupuesto, se estimó el tiempo de duración de la obra, lo cual dependerá en mayor medida de los frentes de trabajo que se establezcan y los rendimientos calculados tanto de equipos como para mano de obra. Se estima que el tiempo de construcción total del proyecto en sus dos etapas es de 6 meses,

considerando un solo frente de trabajo y jornadas laborales de 8 horas con un mínimo de 40 horas semanales.

Se realizó un cronograma para cada etapa del proyecto en el software Microsoft Project 2016, del cual se obtuvo un total de 120 días laborables para la terminación de la obra. Los cronogramas realizados se muestran en el Anexo G del presente trabajo.

Para la Casa comunal, se estima un tiempo de construcción de 2 meses y las tareas que comprenden la ruta crítica son: Excavación sin clasificación manual, Relleno compactado, Acero de refuerzo, Montaje de columnas metálicas y Empaste y pintura de exteriores. Mientras que la ejecución del parque comunitario abarca 4 meses en construcción simultánea con la casa comunal y tiene como actividades críticas las siguientes: Excavación sin clasificación manual, Relleno con piedra bola, Hormigón simple, Montaje de juegos y Colocación de césped maní forrajero.

La estimación en días por cada rubro, se realizó por medio del rendimiento calculado para cada actividad, las tablas LVIII y LIX resumen los tiempos en días estimados, para la casa comunal y el parque comunitario respectivamente.

**Tabla LVIII.** Duración estimada por cada rubro de la Casa Comunal

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	DIAS
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>		
1.1	LIMPIEZA Y DESBROCE	M2	1.00
1.2	TRAZADO Y REPLANTEO CON EQUIPO TOPOGRAFICO	M2	1.00
1.4	LETRERO DE OBRA	U	1.00
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
2.1	EXCAVACION MANUAL	M3	4.00
2.2	RELLANO COMPACTADO MANUAL SUB BASE CLACE 3	M3	2.00
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA EN GENERAL</b>		

3.1	REPLANTILLO E=0.05M	M2	2.00
3.2	HORMIGÓN PARA CIMIENTOS	M3	3.00
3.3	HORMIGÓN PARA PILARETES	M3	2.00
3.4	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2	KG	6.00
3.5	ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 (Incluye pintura)	KG	8.00
<b>4</b>	<b>MAMPOSTERIA</b>		
4.1	CONTRAPISO DE HORMIGON ARMADO (INCLUYE MALLA DE REFUERZO)	M2	3.00
4.2	EMBLOCADO PAREDES 15 cm	M2	5.00
4.3	DINTELES	M	2.00
4.4	MESÓN DE HORMIGÓN (INCLUYE ENLUCIDO)	M2	1.00
<b>5</b>	<b>ENLUCIDOS</b>		
5.1	ENLUCIDO PAREDES INTERIOR	M2	4.00
5.2	ENLUCIDO EXTERIOR	M2	4.00
5.3	ENLUCIDO DE PISOS	M2	2.00
5.4	CUADRADA DE BOQUETES	M	2.00
<b>6</b>	<b>CUBIERTA</b>		
6.1	CUBIERTA METALDECK (Incluye Impermeabilización)	M2	2.00
<b>7</b>	<b>RECUBRIMIENTOS</b>		
7.1	RECUBRIMIENTO DE PISO EN COCINA (CERAMICA)	M2	2.00
7.2	RECUBRIMIENTO PISO (PORCELANATO CHINO)	M2	4.00
7.3	GRANITO PARA MESONES	M2	1.00
7.4	RECUBRIMIENTO PISO EXTERIOR (PISO DECK PVC FS DECK 002)	M2	2.00
<b>8</b>	<b>CARPINTERIA</b>		
8.1	ANAQUELES	M2	2.00
8.2	ANAQUELES BAJO MESON	M2	2.00
<b>9</b>	<b>PINTURA</b>		
9.1	EMPASTE Y PINTURA INTERIOR DE CAUCHO	M2	6.00
9.2	SELLADO Y PINTURA ELASTOMERICA EXTERIORES	M2	6.00
<b>10</b>	<b>PUERTAS Y VENTANAS</b>		
10.1	VENTANAS DE ALUMINIO Y VIDRIO	U	3.00
10.2	VENTANA DE TABLONES PORTABLES 2X0.97M	U	3.00
10.3	PUERTA DE MADERA DE 0.80X2M	U	3.00
10.4	PUERTA DE MADERA DE 0.70X2M	U	3.00
10.5	PUERTA DE ALUMINIO Y VIDRIO DE 2X2M	U	3.00
<b>11</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>		
11.1	PUERTA DE EXTERIOR 0.8X2M	U	3.00
11.2	PASAMANOS DE ACERO INOXIDABLE	M	3.00
<b>12</b>	<b>TUMBADOS</b>		
12.1	TUMBADO DE GYPSUM	M2	2.00
<b>13</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>		
13.1	PUNTO DE ILUMINACIÓN	U	2.00
13.2	LAMPARA DE 3X32 W	U	2.00
13.3	PUNTO DE ELECTRICIDAD 110V	U	2.00
13.4	PUNTO DE ELECTRICIDAD 220V	U	2.00
13.5	PUNTO DE RED	U	2.00
13.6	INSTALACION DE PANELES LED	U	2.00
13.7	ACOMETIDA ELECTRICA	U	1.00
13.8	PANEL DE 32 BREAKERS	U	1.00
13.9	CAJA ELECTRICA 40X40	U	1.00
<b>14</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>		
14.1	PUNTO DE AAPP 1/2"	U	1.00
14.2	PUNTOS DE DESAGUE 2"	U	1.00

14.3	TUBERIA PVC 1/2"	M	1.00
14.4	TUBERIA PVC 2"	M	1.00
14.5	CAJAS DE REGISTRO DE AASS.	U	1.00
<b>15</b>	<b>INODOROS Y ACCESORIOS</b>		
15.1	LAVAPLATOS DOBLE (SUMINISTRO Y COLOCACION, INC GRIFERIA)	U	1.00
<b>16</b>	<b>COMPLEMENTARIOS</b>		
16.1	PROVISION Y MONTAJE DE AIRE ACONDICIONADO 18000 BTU	U	1.00

Fuente: Galarza J., Ocampo A.,2017

**Tabla LIX.** Duración estimada por cada rubro del Parque Comunitario

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	DIAS
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>		
1.1	Limpieza y desbroce	m2	5.00
1.2	Bodegas	u	2.00
1.3	Guardianía y seguridad para obra	mes	120.00
1.4	Instalación eléctrica provisional	u	1.00
1.5	Batería sanitaria provisional	u	1.00
1.6	Trazado y Replanteo con equipo topográfico	m2	2.00
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
2.1	Excavación manual	m3	5.00
2.2	Excavación a maquina	m3	8.00
2.3	Relleno con piedra bola	m3	10.00
2.4	Relleno con material filtrante	m3	2.00
2.5	Relleno compactado manual con sub base clase 3	m3	4.00
2.6	Desalojo de material de construcción	m3	4.00
2.7	Adoquine tradicion ranurado color (10cmx20xm) e=8cm	m2	16.00
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE CIMIENTOS</b>		
3.1	Material filtrante para sub drenes	m3	3.00
3.2	Hormigón simple en contrapiso $f'c= 140 \text{ Kg/cm}^2$	m3	1.00
3.3	Hormigón simple en escalones de grada $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	3.00
3.4	Junta de contracción en losa de contrapiso N.+0,24 m	m	2.00
<b>4</b>	<b>CANCHA MULTIUSOS</b>		
4.1	Hormigón simple $210 \text{ kg/cm}^2$ (0,20 cm)	m2	15.00
4.2	Malla electrosoldada 1 D=5.5 c/10 (R 238)	m2	15.00
4.3	Tablero de baloncesto con cesto y malla incluidos	U	1.00

4.4	Pintura Acrílica antideslizante color azul	gl	3.00
4.5	Bancas de descanso	u	6.00
4.6	Mesas y sillas de camping	u	2.00
<b>5</b>	<b>GIMNASIO AL AIRE LIBRE</b>		
5.1	Basurero	u	5.00
5.2	Kit fitness metálico	u	5.00
5.3	Máquinas de gimnasio con capacidades especiales	u	5.00
5.4	Alisado para pista de bailoterapia	m2	1.00
5.5	Bordillo de hormigón simple 210 Kg/cm2	m	2.00
5.6	Hormigón simple para pista de bailoterapia 210 kg/cm2	m3	1.00
<b>6</b>	<b>JUEGOS INFANTILES</b>		
6.1	Juego 1	u	5.00
6.2	Juego 2	u	5.00
6.3	Juego 3	u	5.00
6.4	Juego 4	u	5.00
6.5	Juego 5	u	5.00
6.6	Excavación a mano de estructuras menores	m3	4.00
6.7	Hormigón de replantillo 140 Kg/cm2	m2	2.00
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>		
7.1	Puerta de acero inoxidable en divisiones de baño	u	1.00
7.2	Inodoro para baterías sanitarias incluye fluxómetro	u	2.00
7.3	Urinario incluye fluxómetro	u	1.00
7.4	Lavamanos empotrables incl. Grifería cierre auto.	u	1.00
7.5	Secador de manos automático	u	1.00
7.6	Dispensador de papel industrial	u	1.00
7.7	Dispensador de jabón	u	1.00
7.8	Espejos de 4mm en baños	u	1.00
<b>8</b>	<b>SEGURIDAD AMBIENTAL</b>		
8.1	Limpieza general de obra	mes	120
8.2	Suelo natural compactado	m2	20
8.3	Capa granular compactada	m2	4
8.4	Letrero de información de 4,80 x 2,40	u	1
8.5	Charlas de socialización y educación ambiental	u	2
8.6	Charlas de capacitación al personal	u	1
8.7	Letrina incluye pozo séptico 1,50x1,50x1,80	u	3
8.8	Agua para control de polvo	m3	120

8.9	Tachos metálicos para almacenar desechos	u	120
8.10	Botiquín de primeros auxilios	u	120
8.11	Extintor de incendio Portátil	u	120
<b>9</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>		
9.1	Montaje de Luminarias y Poste Metálico 4m	u	5
9.2	Montaje de Transformador hasta 50KVA	u	1
9.3	Montajes de Postes de H.A hasta 12m	u	4
9.4	Transformador de 150 KVA 13800-220/127V trifásico	u	2
9.5	Tubería PVC 2" y accesorios	m	2
9.6	Acometida eléctrica de media tensión	u	1
9.7	Luminaria LED 18W-240V	u	2
9.8	Tablero de control temporizado	u	1
9.9	Alimentado luminarias THHN 3X14 Concéntrico	u	2
9.1	Alimentador THHN 3X8 Concéntrico	u	2
9.11	Pozo eléctrico de 0,60x0,60x0,80 con tapa con cerco metálico	u	1
9.12	Control manual para luminarias	u	1
9.13	Puesta a tierra Tableros y Luminarias	u	1
9.14	Punto de Iluminación	u	1
9.15	Punto de toma corriente 110V	u	1
9.16	Breaker 1P-20A	u	1
9.17	Interruptor Doble	u	1
<b>10</b>	<b>ARBOLES</b>		
10.1	Árbol cenizo	u	10
10.2	Árbol de Jacaranda	u	10
10.3	Árbol cepillo	u	10
10.4	Hibiscus igo	u	10
10.5	Guayacán venezolano	u	10
10.6	Árbol de Olivo negro (Grande)	u	10
10.7	Césped Maní Forrajero	m2	10
10.8	Planta ornamental	u	10
10.9	Reubicación de Arboles	u	10
<b>11</b>	<b>ENLUCIDOS</b>		
11.1	Enlucido vertical	m2	3.00
11.2	Enlucido de fillos y fajas	m	3.00
<b>12</b>	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>		
12.1	Excavación y relleno de zanjas manual	m3	3.00
12.2	Cama de arena	m3	1.00
12.3	Tubería PVC D=1" roscable de presión	m	1.00
12.4	Punto de agua potable D=1/2"	pto	2.00

12.5	Válvulas de control D=1"	u	1.00
12.6	Válvulas de control D=1/2"	u	1.00
12.7	Llaves de jardín D=1/2"	u	1.00
12.8	Instalación a la red principal del sistema de AA.PP.	u	1.00
12.9	Acometida D=3/4" de red con medidor	u	1.00
<b>13</b>	<b>SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS</b>		
13.1	Excavación y relleno de zanjas manual	m3	2.00
13.2	Cama de arena	m3	1.00
13.3	Relleno de zanjas con material de excavación	m3	1.00
13.4	Relleno con base granular clase 1	m3	1.00
13.5	Punto de desagüe PVC D=110 mm	pto	1.00
13.6	TUBERIA PVC DESAGUE TIPO B Ø 110 mm	m	1.00
13.7	Caja de revisión H.A. con tapa de HF	u	3.00
13.8	Pozo de revisión H=hasta 2,00 m	u	1.00
13.9	Instalación a la red principal del sistema de AA.SS.	u	1.00
<b>14</b>	<b>SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS</b>		
14.1	Excavación y relleno manual de zanjas	m3	2.00
14.2	Camada de arena	m3	1.00
14.3	Relleno de zanjas con material de excavación	m3	1.00
14.4	Desalojo de material	m3	1.00
14.5	Punto de desagüe PVC D=110 mm	pto	1.00
14.6	Tubería PVC desagüe tipo B D=110 mm	m	1.00
14.7	Caja de revisión H.A. con tapa de HF	u	3.00
14.8	Pozo de revisión H=hasta 2,00 m	u	1.00
14.9	Instalación a la red principal del sistema de AA.LL.	u	1.00
14.10	Limpieza final de la obra	m2	3.00

Fuente: Galarza J., Ocampo A.,2017

# **CAPÍTULO 7**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

Durante la fase de reconocimiento del terreno se realizó una inspección técnica al sitio donde se planea el proyecto sea ejecutado, lo más relevante de esta visita fue el accidente topográfico encontrado en una esquina del proyecto, producto de la escorrentía de aguas lluvias. Sumado a la erosión del terreno y las condiciones topográficas de su alrededor.

Se constató que al terreno ingresan aguas lluvias, producto de la escorrentía superficial; estas drenan a través de la superficie del terreno. Por lo que se surgió la necesidad de realizar un estudio hidrológico del sector y la planificación de una obra de contención de estas aguas, para que sean captadas y desviadas.

En relación al análisis de alternativas realizado, se escogió la alternativa tres, que comprende una edificación compuesta por Pórticos de Acero Resistentes a Momentos (PARM). Las tres alternativas se las propone con la finalidad de aminorar las cargas que ejerce la estructura sobre el suelo, ya que la capacidad portante del mismo es baja, y la carga que se imponga puede favorecer a la falla del terreno. Con este escenario la alternativa seleccionada, presenta ventajas económicas, estructurales, geotécnicas y ambientales que se adaptan al lugar de implantación de la obra y se imponen frente a las otras alternativas planteadas.

Desde el punto de vista estructural todos los modelos presentados en el Capítulo 2 deben cumplir con las solicitaciones de carga, por lo tanto, ningún diseño prevalece sobre otro. Sin embargo, el sistema de pórticos de acero resistentes a momento es más apropiado debido a las condiciones del suelo, por lo cual se escogió esta alternativa para el diseño de la casa comunal.

Cabe recalcar que en nuestro país es mucho más factible conseguir mano de obra especializada en encofrado y hormigonado que en el caso de estructuras de acero y soldadura por lo que, el factor costo se incrementó en un 19.36% incluido el coste de la perfilería metálica. No obstante, se escogió este sistema debido a que el peso de la estructura es un factor primordial para el diseño de la cimentación y el suelo de sitio. Dado que no se realizó perforaciones geotécnicas se estima según los ensayos definidos en el Capítulo 3 y en el Anexo B, que el suelo tiene una capacidad portante aproximada de 6 Ton/m<sup>2</sup>, en consecuencia, lo ideal es no comprometer al suelo con un peso mayor de la estructura. Por lo tanto, se optó por utilizar pórticos conformados por cerchas o celosías de acero empleando una cantidad total de 6498.48 kg para la super estructura y 9.96m<sup>3</sup> de hormigón para la infraestructura conformada por zapatas aisladas de 1.80x1.20x0.35m, frente a 40.13m<sup>3</sup> de hormigón y 3896.14 kg de acero de refuerzo, utilizando pórticos de concreto armado y zapatas corridas a lo largo de los dos ejes de 1.20m de ancho como cimentación.

El diseño del sistema de pórticos de acero resistentes a momentos, con celosías se realizó siguiendo la norma AISC 360-10, y la norma NEC 2015, cumpliendo con todas las especificaciones que se detallan para una estructura metálica. La edificación tiene un diseño sismo resistente, factor de importancia en el país por estar ubicado en el cinturón de fuego del pacífico, y con mayor razón en la provincia de Manabí debido a las consecuencias y afectaciones percibidas en el terremoto del 16 de abril del 2016. Los perfiles utilizados para las cerchas y columnas se optimizaron para que la estructura sea lo más económica posible.

Debido a la concepción de la casa comunal como una estructura mediana, el sistema estructural escogido es apropiado para garantizar la economía, ya que a medida que la edificación tenga más pisos las secciones empleadas para las columnas tendrían que ser mayores, lo cual puede hacer el proyecto inviable económica y arquitectónicamente. Para estructuras de poca altura como es el caso de estudio, el uso de pórticos dúctiles tiene la ventaja de hacer más sencilla la planeación arquitectónica ya que las dimensiones de los vanos pueden diseñarse en tamaños variable y son más flexibles que las estructuras con muros. El sistema escogido en general presenta una baja resistencia y rigidez a las cargas laterales, su gran flexibilidad permite grandes desplazamientos lo cual produciría daños en los elementos no estructurales frente a eventos sísmicos.

La deflexión máxima alcanzada en el modelo de la estructura es de 2cm en el centro del pórtico, lo cual se encuentra dentro del límite permisible por la norma. Sin embargo, para controlar esta deformación se colocarán rigidizadores en los extremos del sistema. Esta medida nos da una idea de que tan rígida o flexible es la estructura, para elementos estructurales que soportan cargas el aspecto más importante es la rigidez, todos los elementos estructurales deben ser rígidos y a la vez flexibles, de manera que posean gran resistencia y al mismo tiempo tengan capacidad de deformación para poder disipar energía y evitar una falla frágil.

Para el caso de estudio la estructura presenta un periodo Fundamental menor a 1 ( $T=0.23$ ), por lo tanto se dice que la estructura es rígida, pero debido al material que la compone posea alta ductilidad, cuya deformación se ha controlado con la presencia de contravientos. Por lo tanto, se tiene un sistema rígido y flexible a la vez.

En el estudio de los impactos ambientales, en general, la ejecución del proyecto posee bajos impactos. Esto se debe a que, aunque se requieren numerosas actividades, el volumen de las mismas es pequeño y por lo tanto generan leves impactos, que tienen una baja influencia en la afectación del medio ambiente y la salud de los seres vivos. Sin embargo, es importante resaltar que donde mayor impacto se genera, es en el recurso suelo; pues las actividades requieren excavaciones, relleno y alteraciones en su capa vegetal, para cambiar el uso del mismo.

En forma similar, el paisaje será notablemente modificado, pero este cambio ha sido catalogado como positivo, debido a la actualidad de terreno, de los intereses y percepciones de la población beneficiada. El plan de manejo ambiental está direccionado a mitigar los impactos negativos que se susciten y primordialmente a salvaguardar la seguridad y salud ocupacional de los operadores que realicen todas las actividades requeridas y de los pobladores circundantes al lugar donde se ejecutará el proyecto. Por esta razón no pudieron ser obviados en la planificación del proyecto.

El análisis de costos comprende dos etapas del proyecto, la casa comunal y el parque comunitario para lo cual se elaboró dos presupuestos referenciales y dos cronogramas de trabajo. Considerando estos dos procesos, el costo por metro cuadrado de la casa comunal es de \$ 291.59, resultando en un global de UD\$63,910.41, la etapa de construcción se contempla en 2 meses y las tareas que comprenden la ruta crítica son: Excavación sin clasificación manual, Relleno compactado, Acero de refuerzo, Montaje de columnas metálicas y Empaste y pintura

de exteriores. Mientras que el costo del parque comunitario asciende a UD\$352,552.77, su planificación abarca 4 meses en construcción simultánea con la casa comunal y tiene como actividades críticas las siguientes: Excavación sin clasificación manual, Relleno con piedra bola, Hormigón simple, Montaje de juegos y Colocación de césped maní forrajero. Por lo tanto, el costo total del proyecto es de UD\$ 416,463.18, en aproximadamente 6 meses de trabajo, teniendo en consideración las soluciones técnicas aportadas y los requerimientos solicitados por la comunidad San Eloy.

El proyecto “Estudios y Diseños definitivos para la construcción de una Casa Comunal, Parque Comunitario y Obras de Drenaje en San Eloy, Montecristi”, es un plan que integra varias ramas de la Ingeniería Civil como la Hidráulica, Geotécnica, y Estructural aportando soluciones de cada especialidad para hacer viable la ejecución del mismo, lo cual se enmarca dentro de los objetivos planteados a la culminación de la Materia Integradora. La formación académica impartida por La ESPOL, a lo largo de los cinco años de la carrera facilitó los conocimientos y herramientas necesarias para desarrollar un proyecto de este tipo, cuyo objetivo principal es integrar conocimientos, criterios ingenieriles y trabajo autónomo.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar para este tipo de proyectos, sistemas aporticados de concreto ya que, al estar formado por vigas y columnas, se crean nodos rígidos para su conexión lo cual permite la transferencia de los momentos flectores y las cargas axiales hacia las columnas, presentando mejor resistencia a cargas laterales y manteniendo la funcionalidad del diseño a lo largo de la vida útil de la estructura.

La apropiada caracterización del subsuelo es uno de los principales factores que permite un diseño seguro y económico de la cimentación de las estructuras. Para conseguir esta caracterización, se recomienda tener conocimiento del tipo de proyecto y la variabilidad de los estratos en el sitio de implantación de la estructura.

Por su alta flexibilidad, el sistema de pórticos de acero da lugar a periodos fundamentales largos, lo cual no es recomendable en suelos blandos. Por lo tanto, se sugiere hacer un estudio completo y riguroso del suelo antes de su implementación.

En cuanto a las instalaciones eléctricas, se recomienda que todas las partes metálicas de los equipos eléctricos-electrónicos sean conectadas a tierra, así como el neutro de sus fuentes de suministros, ya que las puestas a tierra se constituyen en un seguro de vida de los equipos y por ende de los usuarios a fin de evitar accidentes.

Es recomendable estudiar y analizar otras filosofías de diseño diferentes a la tradicional ya que, las tendencias modernas alrededor del mundo se encaminan no

solo a la protección de la vida, sino también al resguardo de la propiedad persiguiendo el cumplimiento de distintos niveles de desempeño sísmico para cualquier tipo de estructura, esta filosofía se conoce como diseño basado en desempeño sísmico.

Las estructuras de uso normal deberán diseñarse para una resistencia tal que puedan soportar los desplazamientos laterales inducidos por el sismo de diseño, considerando la respuesta inelástica, la redundancia, la sobre resistencia estructural inherente y la ductilidad de la estructura.

Es recomendable dar mantenimiento a la estructura con pintura epóxica anticorrosiva, debido a que la edificación se encuentra ubicada en un ambiente salino vulnerable a la corrosión y el deterioro.

Las medidas dispuestas para la mitigación de impactos ambientales fueron elaboradas, teniendo en consideración la reducción y en lo posible buscando un equilibrio a los impactos negativos generados, seguir dichos lineamientos asegurará la obtención de ventajas óptimas y que los logros alcanzados no sean a partir de maltratar los recursos del sitio.

De la misma forma, las recomendaciones realizadas a los obreros, en el tema de seguridad y salud ocupacional han sido elaboradas para salvaguardar la integridad de estos evitar pérdida de vidas durante la ejecución del proyecto, sino que por el contrario, todos sean testigos de lo logrado y puedan hacer uso de las instalaciones.

El canal perimetral para la captación y desvío de aguas lluvias, fue diseñado considerando una sección regular, como se muestra en la figura correspondiente,

sin embargo, fue sobredimensionada para recomendar hacer una canal de geomembrana, empotrado con excavaciones de forma longitudinal (paralelo al canal), y, con material pétreo en su fondo para mantenerlo fijo. Estas consideraciones son hechas para que se obtenga un manejo de recursos más óptimo.

# **ANEXOS**

**ANEXO A**  
**Mapa Geológico del Ecuador**

**ANEXO B**  
**Ensayos Geotécnicos de Laboratorio**

**ANEXO C**  
**Mapa de Estaciones Hidrometeorológicas Ecuador**

**ANEXO D**  
**Memoria Técnica Estructural**

## **ANEXO E**

**Memoria Eléctrica, Especificaciones Técnicas y Normas de Construcción**

**ANEXO F**  
**Matrices de Valoración de Impacto Ambiental**

**ANEXO G**  
**Análisis de Precios Unitarios**

**ANEXO H**  
**Cronograma de Construcción**

**ANEXO I**  
**Planos Esquemáticos**

# **BIBLIOGRAFÍA**

AISC. (2005). Steel Construction Manual. Chicago: American Institute of Steel Construction, Inc.

Andrade, H., & Lozano, D. (2017). Diseño de una Edificación de 3 Pisos en una Ladera Poco Estable en la Comuna Montañita, Cant3n Santa Elena. Guayaquil: FICT - ESPOL.

ASCE, 7.-1. (2010). Minimum design loads for buildings and other structures. ASCE.

Buhdu, M. (2007). Soil Mechanichs and Foundations. USA.

Castellanos G., M. (2010). Arquitectura Minimalista. UNIVERSIDAD TECNOLOGICA INDOAMERICA.

DIPAC S.A. (2015). Perfiles. Catálogo de Acero.

GAD MONTECRISTI. (2016). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del Cantón Montecristi. Montecristi.

Gallegos Tenorio, R., Falc3n Arias, F., & Erazo Vargas, B. (2001). Manual de Dise1o Hidrosanitario para Agua Potable para Edificaciones, Aplicado al Hospital Docente Universitario. Guayaquil: FICT, ESPOL.

INEN. (2011). NTE INEN 1369 Tubería Plástica, Diámetros y Presión Nominales. Quito.

NEC. (2015). Peligro Sísmico Dise1o Sismo Resistente. En Norma Ecuatoriana de la Construcción. Quito: Direcci3n Social de Comunicaci3n, MIDUVI.

NEC-SE-CG. (2015). Norma ecuatoriana de la construcción (Cargas no sísmicas).

Quito: Dirección de comunicación social, MIDUVI.

NEC-SE-DS. (2015). Norma ecuatoriana de la construcción (Peligro sísmico diseño sismoresistente). Quito: Dirección de comunicación social, MIDUVI.

NEC-SE-GC. (2015). Norma ecuatoriana de la construcción (Geotécnica y Cimentaciones). Quito: Dirección de comunicación social, MIDUVI.

NEC-SE-HM. (2015). Norma ecuatoriana de la construcción (Estructuras de hormigón armado). Quito: Dirección de comunicación social, MIDUVI.

OPS;. (Mayo de 2002). Análisis Sectorial de Residuos Sólidos Ecuador. Quito: Organización Panamericana de la Salud.

Velez, C. (2004). Ejecución de Edificios en Acero Estructural. Medellín: Universidad de Colombia.