

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

“Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial para  
ESPOL”

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

### **INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

Omar Orlando Cruz Cabrera

Katherine Mishell Hidalgo Calva

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

## DEDICATORIA

Dedico este logro, en primer lugar, a Dios por brindarme la sabiduría y guiarme durante todo este largo camino.

A mi madre y hermanos, Mariana, Carina y Luis, que han sido mi soporte y mi aliento para luchar y nunca rendirme.

***Omar Orlando Cruz Cabrera***

Dedico esta meta en primer lugar a Dios, y en segundo a mis padres, Eulalio y Rosita especialmente a mi querida madre Rosita, por ser el motor de este sueño y la persona a la cual más amo y la que más me ha motivado durante este largo camino, por consiguiente, a mis tíos Eduardo, Mary y Luis, muchas gracias por sus consejos de motivación y ánimos en momentos difíciles.

***Katherine Mishell Hidalgo Calva***

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por brindarme la oportunidad de vivir esta experiencia académica. A mi madre Mariana, por su amor y gran apoyo incondicional, a mi hermano Luis, por todos sus valiosos consejos y a mis amigos, en especial a Diego, Jannely, Cristhian y Nerecsy que han sido de una u otra forma un apoyo fundamental en este proceso.

***Omar Orlando Cruz Cabrera***

Agradezco a mi Padre Celestial por sostenerme durante todo este camino y haberme brindado la oportunidad de cumplir este sueño, a mi familia de Lago Agrio por ser los motivadores de perseguir este anhelo y brindarme el apoyo necesario, a mis amigos que la Universidad me regaló, en especial a Jannely que con su forma de ser siempre nos alegraba el día. Además, agradezco a mis compañeros de trabajo por su comprensión y apoyo en los últimos momentos.

***Katherine Mishell Hidalgo Calva***

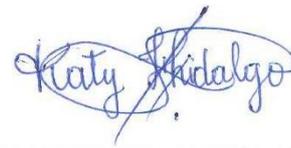
## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Omar Orlando Cruz Cabrera* y *Katherine Mishell Hidalgo Calva*, damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



---

Omar Orlando Cruz Cabrera



---

Katherine Mishell Hidalgo Calva

## EVALUADORES

---

Ing. Luis Danilo Dávila G., M.Sc.

**PROFESOR DE LA MATERIA**

---

Ing. Bethy Merchán, M.Sc.

**PROFESOR TUTOR**

## RESUMEN

La ESPOL carece de un Plan Maestro que permita ordenar, transformar y mejorar, sus espacios territoriales en conjunto con sus servicios básicos para una población de 18207 hab al 2020. Este trabajo tiene como objetivo diseñar el plan maestro de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial para la ESPOL Campus La Prosperina, mediante el análisis de la situación existente, tomando en cuenta criterios técnicos y de sostenibilidad, para la propuesta de mejoras, optimización y expansión de los sistemas a corto, mediano y largo plazo, con su debido presupuesto referencial y análisis ambiental.

La metodología usada fue: i) recopilación y análisis de la información existente, ii) análisis del consumo de agua potable, determinación de la densidad poblacional, iii) propuesta de áreas de expansión en base al mapa de áreas de protección de la ESPOL, iv) propuestas de redes de agua potable y alcantarillado sanitario para las nuevas zonas de expansión, v) propuestas para mejoramiento del drenaje de aguas lluvias en zonas de inundación identificadas.

El periodo de diseño fue de 15 años. Se tiene una población para el año 2035, de 24699 hab que corresponde a ESPOL y 1517 habitantes para la zona de ZEDE.

Mediante el análisis de la densidad poblacional, se propuso tres zonas de expansión con un área total de 10,61 ha. distribuidas para corto (5 años), mediano (10 años) y largo plazo (15 años), donde se implementará un sistema de distribución de agua potable con caudales de consumo para la Zona 1E, Zona 2E y Zona 3E de 2,17 l/s, 0,77 l/s y 0,33 l/s respectivamente y contarán con tuberías que van desde Ø25 a Ø50mm. Por otro lado, también se implementará un sistema de alcantarillado sanitario que recolectará un caudal para la Zona 1E de 3,26 l/s y para la Zona 2E y 3E de 1,66 l/s, con conexiones a los colectores existentes como FADCOM y Tecnología.

Además, se analizó 4 zonas de drenaje específicas, en donde la Zona D, que hace referencia al sector de Sweet & Coffee, presenta un colector de aguas lluvias con una capacidad de 0,17 m<sup>3</sup>/s, la cual se encuentra muy por debajo de la demanda actual que es de 0,42 m<sup>3</sup>/s. debido a esto, se evidencia inundaciones, por lo que se propuso la construcción de un nuevo canal. El presupuesto referencial considerado es de USD186.733,82 estimado con los precios unitarios provistos por el cliente.

**Palabras Clave:** Plan Maestro, agua potable, alcantarillado, inundaciones, ESPOL

## **ABSTRACT**

*The ESPOL lacks a Master Plan that allows ordering, transforming, and improving its territorial spaces together with its basic services for a population of 18207 hab. by 2020. The objective of this work is to design the master plan for drinking water, sanitary and storm sewage for the ESPOL Campus La Prosperina, through the analysis of the existing situation, considering technical and sustainability criteria, for the proposal of improvements, optimization, and expansion of the systems in the short, medium and long term, with its due referential budget and environmental analysis.*

*The methodology used was: i) collection and analysis of existing information, ii) analysis of potable water consumption, determination of population density, iii) proposal of expansion areas based on the ESPOL map of protection areas, iv) proposals for potable water and sanitary sewerage networks for the new expansion areas, v) proposals for improving rainwater drainage in identified flood zones.*

*The design period was 15 years. The population for the year 2035 is 24699 hab. corresponding to the area of grade and 1517 hab. for the ZEDE zone.*

*By analyzing the population density, three expansion zones were proposed with a total area of 10,61 ha. distributed for the short (5 years), medium (10 years) and long term (15 years), where a potable water distribution system will be implemented with consumption flows for Zone 1E, Zone 2E, and Zone 3E of 2,17 l/s, 0,77 l/s and 0,33 l/s respectively and will have pipes ranging from Ø25 to Ø50mm. On the other hand, a sanitary sewer system will also be implemented that will collect a flow for Zone 1E of 3,26 l/s and for Zone 2E and 3E of 1,66 l/s, with connections to existing collectors such as FADCOM and Technology.*

*In addition, 4 specific drainage zones were analyzed, where Zone D, which refers to the Sweet & Coffee sector, has a rainwater collector with a capacity of 0,17 m<sup>3</sup>/s, which is well below the current demand of 0,42 m<sup>3</sup>/s. Due to this, flooding is evident, so the construction of a new channel was proposed. The reference budget considered is USD 183.733,82, since it was estimated with the unit prices provided by the client.*

**Keywords:** *Master Plan, drinking water, sewerage, floods, ESPOL*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS .....	VIII
SIMBOLOGÍA .....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIV
ÍNDICE DE PLANOS .....	XIX
CAPÍTULO 1 .....	20
1.    Introducción .....	20
1.1    Antecedentes.....	20
1.2    Localización .....	21
1.3    Información básica.....	22
1.3.1    Población .....	22
1.3.2    Actividad Productiva.....	23
1.3.3    Topografía.....	23
1.3.4    Geología.....	23
1.3.5    Clima.....	24
1.3.6    Flora y Fauna .....	24
1.4    Objetivos.....	25
1.4.1    Objetivo General .....	25
1.4.2    Objetivos Específicos .....	25
1.5    Justificación .....	25

1.6	Marco Teórico .....	26
1.6.1	Estudio Hidrológico .....	26
1.6.2	Cuenca Hidrográfica.....	26
1.6.3	Estimación de Caudales.....	27
1.6.4	Método Racional .....	28
1.6.5	Captación del Agua .....	30
1.6.6	Tipo de sistemas de alcantarillado .....	32
1.6.7	Dotación .....	33
1.6.8	Sistema de Alcantarillado Sanitario.....	34
1.6.9	Selección del tipo de alcantarillado .....	34
1.6.10	Clasificación de los conductos .....	35
1.6.11	Elementos del sistema de alcantarillado y obras accesorios .....	37
1.6.12	Alcantarillado Pluvial .....	38
1.6.13	Sistemas de Alcantarillado Pluvial.....	38
1.6.14	Lagunas de Estabilización.....	44
CAPÍTULO 2 .....		46
2.	Desarrollo Del Proyecto .....	46
2.1	Metodología .....	46
2.2	Trabajo de campo, laboratorio y gabinete.....	47
2.2.1	Levantamiento Topográfico.....	47
2.2.2	Delimitación de las subcuencas y microcuencas hidrográficas.....	48
2.2.3	Estudio hidrológico .....	51
2.2.4	Planes de Expansión.....	56
2.2.5	Población de ESPOL.....	61
2.2.6	Diagnóstico de los sistemas existentes de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial .....	65

2.2.7	Balance de Masas.....	84
2.3	Análisis de Restricciones .....	86
2.4	Planteamiento de Alternativas .....	87
2.4.1	Métrica de evaluación .....	87
2.4.2	Alternativas Planteadas para el Sistema de Agua Potable .....	88
2.4.3	Alternativas Planteadas para el Sistema de Alcantarillado Sanitario .....	89
2.4.4	Alternativas Planteadas para el sistema de Alcantarillado Pluvial .....	89
2.5	Plan de trabajo.....	90
CAPÍTULO 3.....		92
3.	Propuestas de soluciones técnicas .....	92
3.1	Expansión Poblacional.....	92
3.1.1	Selección de las Zonas de Expansión.....	95
3.1.2	Distribución de las zonas de Expansión Propuestas.....	98
3.2	Sistema de Agua Potable .....	99
3.2.1	Análisis del sistema con la población futura.....	99
3.2.2	Sistema de agua potable para las zonas de expansión propuestas ....	102
3.3	Sistema de Alcantarillado Sanitario .....	114
3.3.1	Criterios de diseño para sistemas de aguas servidas .....	114
3.3.2	Propuestas de solución técnica para las zonas de expansión .....	118
3.3.3	Información Preliminar .....	118
3.3.4	Datos de la capacidad de la planta depuradora de agua residual tipo MBR y la laguna de estabilización.....	119
3.3.5	Desarrollo de la red de alcantarillado sanitario en la Zona 1E .....	121
3.3.6	Desarrollo de la red de alcantarillado sanitario en la Zona 2E Y 3E. ...	126

3.3.7	Diseño final de la red de alcantarillado para la zona de expansión 1E, 2E Y 3E. ....	127
3.3.8	Comprobación de la capacidad de tratamiento de la planta MBR al incrementar el caudal producido por la zona de expansión 1E. ....	129
3.4	Sistema de Alcantarillado Pluvial.....	132
3.4.1	Determinación del Caudal de Escorrentía.....	134
3.4.2	Zonas de Análisis.....	136
3.4.3	Solución a Problemas de Inundación en la Zona D.....	144
3.5	Propuesta de Intervención en la Zona de la Reserva Baja.....	150
3.5.1	Topografía.....	151
3.5.2	Área de Servidumbre.....	152
3.5.3	Servicios Básicos.....	152
CAPÍTULO 4.....		154
4.	Estudio Del Impacto Ambiental.....	154
4.1	Objetivos.....	154
4.1.1	Objetivo General.....	154
4.1.2	Objetivos Específicos.....	154
4.2	Ubicación del Proyecto.....	154
4.3	Tipo de Estudio.....	156
4.4	Factores Ambientales.....	158
4.4.1	Medio Físico.....	158
4.4.2	Medio Biótico.....	159
4.4.3	Medio socioeconómico y cultural.....	160
4.5	Actividades Productivas.....	160
4.6	Servicios Básicos.....	161
4.7	Conclusiones y recomendaciones.....	161

CAPÍTULO 5.....	163
5. PRESUPUESTO.....	163
5.1 Descripción de rubros.....	164
5.2 Análisis de costos unitarios.....	164
5.3 Descripción de cantidades de obra.....	165
5.4 Presupuesto referencial.....	168
5.5 Valoración Integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental.....	173
5.6 Cronograma Valorado.....	174
CAPÍTULO 6.....	175
6. Conclusiones Y Recomendaciones.....	175
6.1 Observaciones.....	175
6.2 Conclusiones.....	175
6.3 Recomendaciones.....	181
BIBLIOGRAFÍA.....	183
ANEXOS.....	188

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
FICT	Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra.
FIMCP	Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción.
FIMCBOR	Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales.
FIEC	Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación.
FCSH	Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas.
FCNM	Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas.
ZEDE	Zonas Especiales de Desarrollo Económico
SEBIOCA	Sociedad Ecuatoriana de Biotecnología de la ESPOL
MBR	Reactor biológico de Membrana.
DAF	Sistema de Flotación por Aire disuelto.
GIF	Gerencia de Infraestructura Física.
UBEP	Unidad de Bienestar Estudiantil y Politécnico.

## SIMBOLOGÍA

Q	Caudal.
S	Pendiente.
P	Población.
mca	Metros de Columna de Agua.
$\eta$	Coefficiente de Manning.
Tr.	Periodo de Retorno.
Hab.	Habitantes.
Ha.	Hectáreas.
Msnm	Metros sobre el nivel del mar

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Zonificación de la ESPOL (Infraestructura, 2019).....	21
Figura 1.2 Ubicación del Predio de ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021).....	22
Figura 1.3 Ubicación de Sondeos Geotécnicos (Cruz & Hidalgo, 2021).....	24
Figura 1.4 Formación de una Cuenca Hidrográfica (Ordoñez Gálvez, 2011) .....	27
Figura 1.5 Tipos de sistema de alcantarillado (Román, 2016).....	33
Figura 1.6 Tipos de Coladeras Pluviales (SIAPA, 2014).....	40
Figura 1.7 Secciones Transversales de Conducto Cerrado (SIAPA, 2014).....	41
Figura 1.8 Secciones Transversales de Conductos Abiertos (SIAPA, 2014).....	41
Figura 1.9 Elementos Geométricos de canales hidráulicos (Marín, Menjívar, & Zavaleta, 2012).....	44
Figura 2.1 Diagrama de Flujo, Plan de Trabajo del Proyecto Integrador (Cruz & Hidalgo, 2021).....	46
Figura 2.2 Mapa Topográfico del Proyecto (Cruz & Hidalgo, 2021).....	48
Figura 2.3 Diagrama de Flujo de la Delimitación de una Cuenca (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	48
Figura 2.4 Delimitación de la Subcuencas de Drenaje (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	49
Figura 2.5 Delimitación de las Microcuencas de Drenaje (Cruz & Hidalgo, 2021).....	50
Figura 2.6 Mapa de Estaciones Pluviométricas de Ecuador (INAMHI, 2015) .....	51
Figura 2.7 Zona de Estudio y Ubicación de la Estación Pluviométrica "Guayaquil, Aeropuerto" (Cruz & Hidalgo, 2021).....	52
Figura 2.8 Curvas IDF para Estación Pluviométrica Aeropuerto, Guayaquil (INAMHI, 2015).....	53
Figura 2.9 Identificación de puntos de desfogue, drenajes, y microcuencas (Cruz & Hidalgo, 2021).....	55
Figura 2.10 Campus Gustavo Galindo (Gerencia de Planificación Estratégica, 2021) .....	57
Figura 2.11 Área Zona Reserva Baja (Cruz Rosado, 2017) .....	58
Figura 2.12 Zona de Innovación del Litoral Ecuatoriana (ZEDE, 2017).....	60

Figura 2.13 Comparación de los métodos de proyección poblacional (Cruz & Hidalgo, 2021).....	63
Figura 2.14 Población calculada para los periodos de Diseño (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	65
Figura 2.15 Plano de ubicación de punto de conexión de AAPP (INTERAGUA, 2020) .....	66
Figura 2.16 Reserva Baja ubicada en "Prosperina" (Cruz & Hidalgo, 2021).....	66
Figura 2.17 Medición de los Tanques Reservorios (Cruz & Hidalgo, 2021).....	67
Figura 2.18 Reserva alta ubicada en el "Campus Gustavo Galindo" (Cruz & Hidalgo, 2021).....	67
Figura 2.19 Válvula de conexión INTERAGUA - ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	68
Figura 2.20 Esquema de la línea de impulsión de Agua Potable (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	69
Figura 2.21 Cisterna y cuarto de bomba para riego en SEBIOCA (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	72
Figura 2.22 Modelamiento del Sistema de Distribución de Agua (López Alaña & Zambrano Figueroa, 2021) .....	74
Figura 2.23 Ubicación de las Plantas Depuradoras de Aguas Residuales y Lagunas de estabilización (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	75
Figura 2.24 Ubicación de la Planta MBR y las Lagunas de Estabilización (Avalos & Guerrero, 2019) .....	76
Figura 2.25 Reactores MBR y Cisterna (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	76
Figura 2.26 Lagunas de Estabilización (Avalos & Guerrero, 2019).....	78
Figura 2.27 Laguna con presencia de una nata color verde (Quiñonez & Vintimilla, 2020).....	79
Figura 2.28 Planta DAF, Sector Admisiones (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	80
Figura 2.29 Planta de Tratamiento de agua, mediante lodos activados, sector CTI..	80
Figura 2.30 Estado Actual Planta CTI (Cruz & Hidalgo, 2021).....	81
Figura 2.31 Áreas de Aportación - Sistema Alcantarillado Sanitario (Cruz & Hidalgo, 2021).....	81
Figura 2.32 Implantación de Canales AA.LL., Área de Estudiantes de Grado (Cruz & Hidalgo, 2021).....	82

Figura 2.33 Canal FICT - FEPOL (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	84
Figura 2.34 Tubería receptora en Sweet & Coffee (Ø 500 mm) (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	84
Figura 2.35 Gráfica de porcentajes de pérdidas y consumos (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	86
Figura 3.1 Mapa de Áreas de Protección del Bosque Protector Prosperina (Infraestructura, 2021) .....	96
Figura 3.2 Ubicación de las Áreas de Expansión Propuestas (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	97
Figura 3.3 Distribución de Áreas en Zonas de Expansión (Cruz & Hidalgo, 2021)....	98
Figura 3.4 Implantación del Sistema de Distribución de Agua Potable para las Zonas de Expansión - Propuesta 1 (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	102
Figura 3.5 Ubicación de Acometidas de AAPP en Propuesta 1 (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	107
Figura 3.6 Implantación del Sistema de Distribución de Agua Potable en la Zonas de Expansión - Propuesta 2 (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	108
Figura 3.7 Ubicación de acometidas sistemas AAPP – Propuesta 2 (Cruz & Hidalgo, 2021).....	113
Figura 3.8 Propuesta de red de alcantarillado para las zonas de expansión.....	127
Figura 3.9 Perfil de la zona de expansión 1E. ....	128
Figura 3.10 Microcuencas - Red de Drenaje Natural (Cruz & Hidalgo, 2021).....	133
Figura 3.11 Zonas de Análisis Red Pluvial (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	137
Figura 3.12 Sección Canal Trapezoidal Existente – Zona A (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	139
Figura 3.13 Sección Canal Rectangular Existente – Zona B (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	140
Figura 3.14 Sección Canal Rectangular Existente – Zona C (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	141
Figura 3.15 Dimensiones del Colector Ubicado en la Zona D (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	142
Figura 3.16 Implantación de la Zona D (Cruz & Hidalgo, 2021).....	144

Figura 3.17 Dimensiones del Canal Trapezoidal Propuesto (Cruz & Hidalgo, 2021)	145
Figura 3.18 Sección del Canal Existente y Tubería Receptora de AA.LL. (Ø500 mm) (Cruz & Hidalgo, 2021)	145
Figura 3.19 Vista de canales confluyentes al canal principal de la zona de estudio A (Cruz & Hidalgo, 2021)	146
Figura 3.20 Diámetro de Tubería de Hormigón Propuesta para la Zona D	150
Figura 3.21 Área disponible para elaboración del proyecto (Cruz Rosado, 2017)	151
Figura 3.22 Topografía Predio Reserva Baja (Cruz Rosado, 2017)	151
Figura 3.23 Área de servidumbre del sistema de almacenamiento y bombeo de Agua Potable (Cruz & Hidalgo, 2021)	152
Figura 3.24 Vista aérea del sitio proyectado para la residencia politécnica	153
Figura 4.1 Ubicación Geográfica Predio ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021)	156
Figura 4.2 Consulta de Actividades Ambientales para las Redes de Agua Potable.	157
Figura 4.3 Consulta de Actividades Ambientales para las Redes de Agua Potable.	157
Figura 4.4 Consulta de Actividades Ambientales para las Redes Alcantarillado Sanitario, Pluvial. (SUIA, 2021)	157

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Distribución Poblacional del Año 2019 (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	23
Tabla 1.2 Coeficientes de Escorrentía Método Racional (MTC, 2009) .....	29
Tabla 1.3 Dotaciones para Edificaciones de Uso Específico. (NEC, 2011) .....	34
Tabla 1.4 Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados (CPE INEN 5 Parte, 1992) .....	36
Tabla 2.1 Cuadro de Áreas Microcuencas (Cruz & Hidalgo, 2021).....	50
Tabla 2.2 Datos de la Estación Aeropuerto en Guayaquil (INAMHI, 2015).....	52
Tabla 2.3 Registros de la Estación Aeropuerto, Guayaquil (INAMHI, 2015).....	53
Tabla 2.4 Intensidad Máxima para los Periodos de Retorno T (años) (INAMHI, 2015) .....	54
Tabla 2.5 Coeficientes de Escorrentía (Chow, 1988).....	54
Tabla 2.6 Caudales Máximos de Escorrentía (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	56
Tabla 2.7 Caudales máximos calculados para los puntos de desfogue (Cruz & Hidalgo, 2021).....	56
Tabla 2.8 Distribución de la Población de ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021).....	61
Tabla 2.9 Datos históricos poblacionales de ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	62
Tabla 2.10 Aplicación de los métodos de proyección poblacional (Cruz & Hidalgo, 2021).....	63
Tabla 2.11 Valor promedio entre el Método Aritmético e Interés Simple (Cruz & Hidalgo, 2021).....	64
Tabla 2.12 Datos de los reservorios ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	68
Tabla 2.13 Recolección de información AAPP (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	68
Tabla 2.14 Ubicación de los Macromedidores (Mantenimiento, 2020) .....	70
Tabla 2.15 Ubicación de los Micromedidores (Mantenimiento, 2020).....	71
Tabla 2.16 Características del sistema de bombeo (SEBIOCA, 2021) .....	72
Tabla 2.17 Información del tipo de depuración de aguas residuales (Sostenibilidad, 2020).....	74
Tabla 2.18 Caudales estimados del sistema depurador (Avalos & Guerrero, 2019)..	77
Tabla 2.19 Diagnóstico de la planta MBR (Avalos & Guerrero, 2019) .....	77
Tabla 2.20 Análisis de las Lagunas de Estabilización (Avalos & Guerrero, 2019) .....	77

Tabla 2.21 Situación Actual de los Canales Pluviales de ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021)	83
Tabla 2.22 Balance de masas (Cruz & Hidalgo, 2021)	86
Tabla 2.23 Métrica de Evaluación de acuerdo con la matriz de Likert (Cruz & Hidalgo, 2021)	87
Tabla 2.24 Evaluación de prioridad de alternativas AA.PP. (Cruz & Hidalgo, 2021)	88
Tabla 2.25 Evaluación de prioridad de alternativas AA.SS. (Cruz & Hidalgo, 2021)	89
Tabla 2.26 Evaluación de prioridad de alternativas AA.LL. (Cruz & Hidalgo, 2021)	90
Tabla 2.27 Actividades del Plan de Trabajo (Cruz & Hidalgo, 2021)	90
Tabla 3.1 Densidad Poblacional de la ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021)	92
Tabla 3.2 Proyección de Densidades Netas (Interagua, 2015)	93
Tabla 3.3 Densidad del Sector de Ingenierías (Cruz & Hidalgo, 2021)	94
Tabla 3.4 Áreas de Expansión (Cruz & Hidalgo, 2021)	94
Tabla 3.5 Cuadro de áreas de protección registradas por GIF (Cruz & Hidalgo, 2021)	95
Tabla 3.6 Cuadro de Áreas de las Zonas Intervenidas (Cruz & Hidalgo, 2021)	96
Tabla 3.7 Áreas de Expansión Propuestas (Cruz & Hidalgo, 2021)	97
Tabla 3.8 Valores de las Áreas de Expansión Propuestas (Cruz & Hidalgo, 2021)	98
Tabla 3.9 Proyección poblacional para el período de diseño (Cruz & Hidalgo, 2021)	99
Tabla 3.10 Proyección de la Dotación (NEC, 2011)	100
Tabla 3.11 Valores para cálculo de consumo zona de expansión 1E	103
Tabla 3.12 Valores para cálculo de consumo zona de expansión 2E	104
Tabla 3.13 Valores para cálculo de consumo zona de expansión 3E	106
Tabla 3.14 Tabla de Resultados WaterCAD Sistema AAPP- Propuesta 1	108
Tabla 3.15 Valores para cálculo de consumo zona de expansión 1E	108
Tabla 3.16 Valores para cálculo de consumo zona de expansión 2E (Cruz & Hidalgo, 2021)	110
Tabla 3.17 Valores para cálculo de consumo zona de expansión 3 (Cruz & Hidalgo, 2021)	112
Tabla 3.18 Tabla de Resultados WaterCAD Sistema AAPP - Propuesta 2	113
Tabla 3.19 Dotaciones para edificaciones de uso específico. (Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2011)	114

Tabla 3.20 Pendientes mínimas de tubería ( <i>Interagua,2015</i> ).....	114
Tabla 3.21 Diámetros mínimos de tubería. ( <i>Interagua,2015</i> ).....	115
Tabla 3.22 Velocidad máxima según el material. ( <i>Interagua,2015</i> ) .....	115
Tabla 3.23 Distancia máxima entre cajas de revisión. ( <i>Interagua, 2015</i> ).....	116
Tabla 3.24 Relaciones hidráulicas para conductos circulares. ( <i>López Cualla, 2010</i> ) .....	117
Tabla 3.25 Población a considerar para las zonas expansión ( <i>Cruz &amp; Hidalgo, 2021</i> ) .....	119
Tabla 3.26 Área de las zonas de expansión para el diseño ( <i>Cruz &amp; Hidalgo, 2021</i> )	119
Tabla 3.27 Capacidad Nominal Según el Tiempo de Operación ( <i>Mantenimiento, 2020</i> ) .....	120
Tabla 3.28 Redes de AA.SS. ( <i>Cruz &amp; Hidalgo, 2021</i> ).....	120
Tabla 3.29 Datos para el desarrollo del diseño (Zona 1E) ( <i>Cruz &amp; Hidalgo, 2021</i> )..	121
Tabla 3.30 Caudal de diseño para la Zona 1E.....	123
Tabla 3.31 Comprobación de las condiciones establecidas en el Manual de Interagua. .....	124
Tabla 3.32 Comprobación del parámetro de la Fuerza tractiva. ....	125
Tabla 3.33 Datos para el desarrollo del diseño Zona 2E y Zona 3E ( <i>Cruz &amp; Hidalgo, 2021</i> ).....	126
Tabla 3.34 Caudal adoptado para la zona de expansión 2E y 3E. ....	126
Tabla 3.35 Comprobación de la fuerza tractiva.....	126
Tabla 3.36 Análisis de la zona 1E.....	129
Tabla 3.37 Análisis de la zona 2E y 3E.....	130
Tabla 3.38 Análisis escenario nro. 1 .....	131
Tabla 3.39 Análisis del escenario nro. 2 .....	132
Tabla 3.40 Valores tomados del modelamiento en ArcGIS ( <i>Cruz &amp; Hidalgo, 2021</i> )	133
Tabla 3.41 Valores de Tiempo de Concentración ( <i>Cruz &amp; Hidalgo, 2021</i> ).....	135
Tabla 3.42 Valores de Intensidad de lluvia para los diferentes periodos de retorno ( <i>Cruz &amp; Hidalgo, 2021</i> ) .....	135
Tabla 3.43 Aplicación de los coeficientes de escorrentía en las microcuencas ( <i>Cruz &amp; Hidalgo, 2021</i> ).....	136
Tabla 3.44 Valores de Caudal de Escorrentía ( <i>Cruz &amp; Hidalgo, 2021</i> ) .....	136

Tabla 3.45 Coordenadas de las Zonas de Estudio (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	137
Tabla 3.46 Relación de Capacidad Actual vs Futura - Zona A (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	138
Tabla 3.47 Relación de Capacidad Actual vs Futura – Zona B (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	139
Tabla 3.48 Relación de Capacidad Actual vs Futura - Zona C (Cruz & Hidalgo, 2021) .....	141
Tabla 3.49 Análisis de la tubería en Zona D (Cruz & Hidalgo, 2021).....	143
Tabla 3.50 Análisis del Canal Propuesto para Diferentes Caudales de Escorrentía	148
Tabla 3.51 Diámetros de la Tubería de Hormigón para los diferentes Tr. ....	149
Tabla 4.1 Coordenadas Geográficas Predio ESPOL (Infraestructura, 2021).....	155
Tabla 4.2 Fauna Ubicada en el "Bosque Protector Prosperina".....	159
Tabla 4.3 Mamíferos y aves del "Bosque Protector Prosperina".....	159
Tabla 5.1 Propuestas para el presupuesto referencial.....	163
Tabla 5.2 Cantidades de obra (Propuesta 1 – AA.PP.).....	165
Tabla 5.3 Cantidades de obra Zona 1 (Diseño único – AA.SS.) .....	165
Tabla 5.4 Cantidades de obra Zona 2 y Zona 3 (Diseño único 1 – AA.SS.) .....	165
Tabla 5.5 Cantidades de Canal Trapezoidal (Propuesta 1 – AA.LL.).....	165
Tabla 5.6 Cantidades de obra (Propuesta 2 – AA.PP.).....	166
Tabla 5.7 Cantidades de obra- Colector de H.A. (Propuesta 2 – AA.LL.) .....	166
Tabla 5.8 Cantidades de obra (Propuesta 1 – AA.PP.).....	166
Tabla 5.9 Cantidades de obra (Propuesta 2 – AA.PP.).....	166
Tabla 5.10 Cantidades de obra Zona 1 Diseño único – AA.SS.) .....	166
Tabla 5.11 Zona 2 y Zona 3 (Diseño Único – AA.SS.).....	167
Tabla 5.12 Cantidades de obra – Canal Trapezoidal (Propuesta 1 – AA.LL.) .....	167
Tabla 5.13 Cantidades de obra – Colector de H.A. (Propuesta 2 – AA.LL.) .....	167
Tabla 5.14 Tubería PVC 220MM .....	167
Tabla 5.15 Tubería PVC 200MM .....	167
Tabla 5.16 Canales AA.LL. ....	168
Tabla 5.17 Colector de H.A.....	168
Tabla 5.18 Tubería de AA.PP. (Propuesta 1) .....	168
Tabla 5.19 Tubería de AA.PP. (Propuesta 2) .....	168

Tabla 5.20 Presupuestos Analizados..... 173

## ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1: Implantación General del Proyecto y Población Beneficiada.
- PLANO 2: Mapa Topográfico del Proyecto.
- PLANO 3: Implantación General de Subcuencas de Drenaje.
- PLANO 4: Implantación General de Drenajes Naturales, Microcuencas y Lugar de desfogue.
- PLANO 5: Zonificación General Campus “Gustavo Galindo” – Reserva Baja.
- PLANO 6: Intersección de Zonas de Planificación con Microcuencas de Drenaje.
- PLANO 7: Zonas de Expansión Propuestas Acorde con el Mapa de Áreas de Protección.
- PLANO 8: Distribución de Áreas en Zonas de Expansión Propuestas.
- PLANO 9: Sistema de Agua Potable Existente.
- PLANO 10: Sistema de Agua Potable en Zonas de Expansión – Propuesta 1.
- PLANO 11: Sistema de Agua Potable en Zonas de Expansión – Propuesta 2.
- PLANO 12: Sistema de Alcantarillado Sanitario Existente.
- PLANO 13: Sistema de Alcantarillado Sanitario Existente y Propuestas en Zonas de Expansión
- PLANO 14: Propuesta de Sistema de Alcantarillado Sanitario en Zonas de Expansión.
- PLANO 15: Perfiles Longitudinales, Detalle Típico de Pozo y Zanja de Tubería del Sistema de Alcantarillado Sanitario en Zonas de Expansión.
- PLANO 16: Implantación de Canales de Aguas Lluvias Ubicadas en el Área de Estudiantes de Grado.
- PLANO 17: Ubicación de las Zonas Analizadas en el Estudio Pluvial con sus Respectivos Caudales de Escorrentía.
- PLANO 18: Propuestas de Alcantarillado Pluvial en la Zona D.

# CAPÍTULO 1

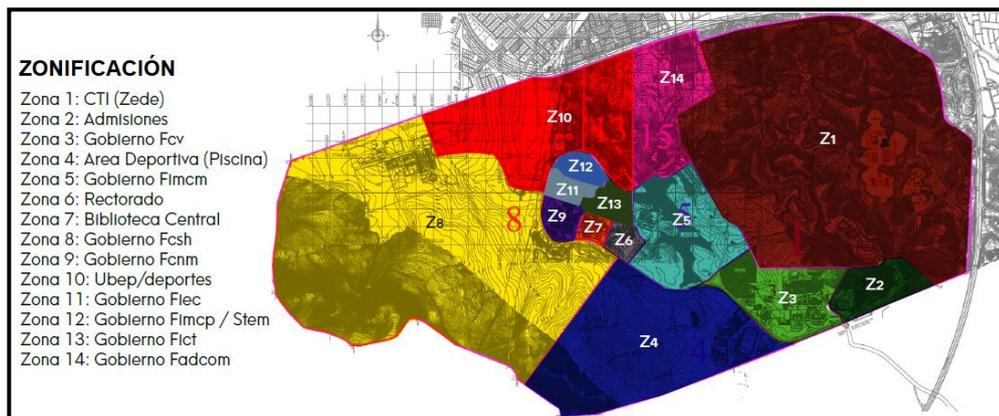
## 1. INTRODUCCIÓN

Con la visión de desarrollo, expansión y excelencia, en el año de 1991 fue inaugurado el campus Gustavo Galindo, para brindar a sus estudiantes y personal institucional un ambiente acogedor conviviendo en armonía con la naturaleza. Este campus actualmente posee según las escrituras del año 1997 con 702,94 ha, sin embargo, un levantamiento realizado por el departamento de Infraestructura en el año 2021 releva que la ESPOL posee 657,99 ha, de los cuales aproximadamente 401,59 ha corresponden al boque protector “Prosperina”, 124,30 ha del restante están urbanizadas y 132,10 ha destinadas a desarrollarse a futuro. Puesto que, la construcción de infraestructura para las distintas facultades era primordial, además de la implementación de los distintos sistemas de recolección y distribución de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, éstos no se restringían a un plan maestro sino a distintos proyectos eventuales que surgían en base a la necesidad de ese tiempo y esto ha conllevado a actualmente presentar consecuencias. Contar con un plan maestro nos ayuda a ordenar, transformar, mejorar y recuperar de manera eficaz, integral y pertinente un campo específico y nos permite identificar, priorizar y concretar proyectos en bien de la comunidad y satisfacer óptimamente las necesidades, este proyecto, promocionado por el Departamento de Infraestructura Física de la ESPOL, busca plantear un modelo idealizado de las rutas de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial para comparar con las redes existentes, identificando problemas presentes que sugieran corrección y proponiendo estrategias sostenibles para su mejor aprovechamiento, empleando criterios técnicos basados en las normativas vigentes (ESPOL, 2019).

### 1.1 Antecedentes

Cuando se llevó a cabo la construcción de la infraestructura de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, se basó en proyectos a corto y mediano plazo, y éstos no se restringían a un plan maestro, por ello con el pasar de los años la población estudiantil y administrativa aumentó, y se requirió rediseñar las redes de agua y alcantarillado sanitario y para garantizar la salud y bienestar de los usuarios fue imprescindible con respecto al agua potable, la creación de plantas de tratamiento que aseguren una entrega de agua purificada, por lo tanto, actualmente ESPOL cuenta con cinco plantas de agua potable.

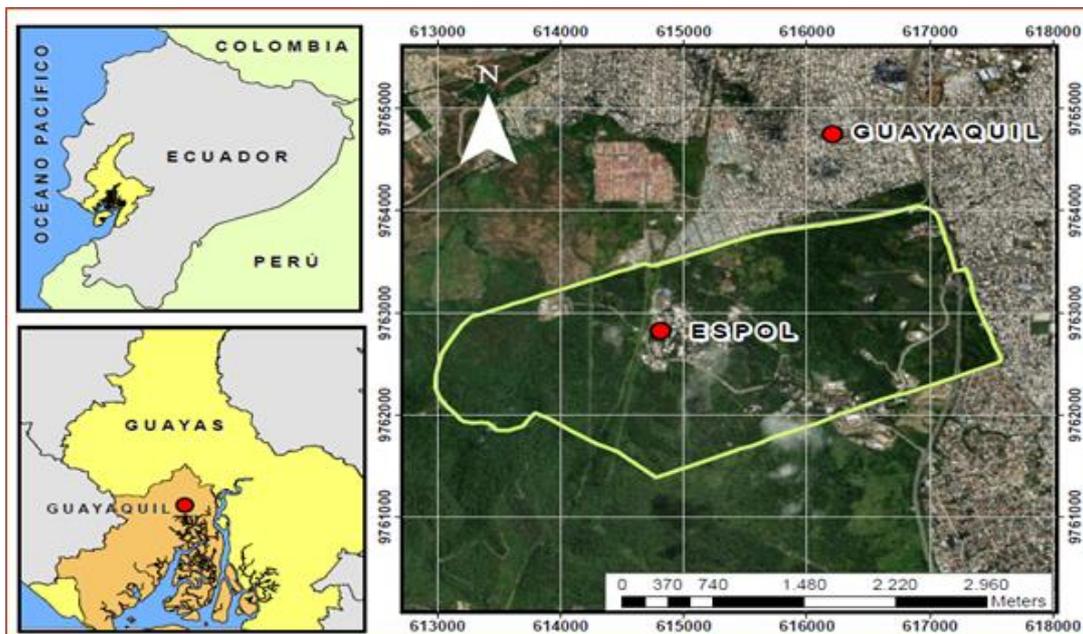
Adicional, en cuanto a las aguas residuales, en junio de 2019 un equipo de trabajo constituido por la Ing. María Aguayo del Programa de Sostenibilidad, M. Sc Víctor Guadalupe de la Facultad de Mecánica, Tnlgo. Leonel López del departamento de Infraestructura y dos trabajadores del área de Mantenimiento de ESPOL, realizaron un recorrido para la recolección de información en campo correspondiente a AASS del campus. Posteriormente en un “Informe de Aguas Residuales Campus Gustavo Galindo” (Sostenibilidad, 2020), emitido por la Ing. María Auxiliadora Aguayo Bowen del Programa de Sostenibilidad de ESPOL, donde se menciona que el Campus posee lagunas de estabilización por decantación, pozos sépticos y plantas depuradoras de aguas residuales, además concluyeron que según el mapa de zonificación (Ver Figura 1.1) las aguas residuales de los 15 edificios ubicados en la zona 3 no están siendo debidamente depuradas antes de ser vertidas al medio ambiente. Además, puntualizaron que hay 16 pozos sépticos los cuales necesitan mantenimiento periódico.



**Figura 1.1 Zonificación de la ESPOL (Infraestructura, 2019)**

## 1.2 Localización

El predio total de la Escuela Superior Politécnica del Litoral está situado en el Km. 30,5 de la Vía Perimetral en la ciudad de Guayaquil. El área de análisis corresponde a todo el terreno de la Universidad, el cual se encuentra delimitado en el norte por la Cooperativa Socio Vivienda, al este por la Vía Perimetral, al oeste por los predios propiedad de los militares y adicionalmente, una pequeña área localizada al otro lado de la Vía Perimetral, ésta consta de 17,35 ha. (ESPOL, 2019)



**Figura 1.2 Ubicación del Predio de ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021)**

### **1.3 Información básica**

#### **1.3.1 Población**

Para el análisis poblacional del presente proyecto, inicialmente se revisó la base de datos desde el año 2002 hasta el 2020, luego de un análisis y en busca de obtener datos completos de cada una de las dependencias de ESPOL, se consideraron los años desde el 2014 hasta 2019, cabe recalcar que los datos del 2020 no fueron considerados ya que fue un año atípico por consecuencia de la pandemia.

De acuerdo con el informe de rendición de cuentas 2019 proporcionada por ESPOL, en dicho año se matricularon 10254 estudiantes, y un total de 1408 trabajadores concernientes al área administrativa, de operación, de mantenimiento y personal docente (Gerencia de Planificación Estratégica, 2021). Sin embargo, estos valores no consideran la población total en todo el predio, ya que el campus cuenta con varias zonas que forman parte del sistema de redes de agua potable y alcantarillado sanitario del predio, como son: el área de admisiones, área de ingenierías, área de posgrados, oficinas y en especial la Unidad Educativa Particular Politécnica – COPOL.

La población total estimada, está distribuida en la Tabla 1.1 de la siguiente manera:

**Tabla 1.1 Distribución Poblacional del Año 2019 (Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>ESPOL</b>	Estudiantes Admisiones	4.769
	Estudiantes Ingenierías	10.254
	Estudiantes Posgrados	1.345
	Trabajadores	1.408
<b>COPOL</b>	Estudiantes	1.061
	Trabajadores	195
<b>POBLACIÓN TOTAL</b>		<b>19.032</b>

### **1.3.2 Actividad Productiva**

ESPOL se enfoca en generar profesionales íntegros y competentes que contribuyan a la sociedad, aparte de eso cuenta con un área que posibilita realizar actividades extracurriculares, como la práctica de deportes (fútbol, ciclismo, atletismo, etc.), senderismo, exploraciones, entre otras.

### **1.3.3 Topografía**

El área de estudio se sitúa sobre la cordillera Chongón - Colonche, en donde se levanta la formación Cayo, la topografía de la zona de estudio se la obtuvo por medio de programas informáticos como Google Earth, Global Mapper y ArcGis. Se divisaron cotas que van desde 25 msnm hasta 380 msnm.

### **1.3.4 Geología**

En el año 2015 la empresa GEOCIMENTOS S.A. realizó perforaciones de 12, 9 y 6 m, en el área de la Facultad de Ciencias Marítima y Ciencias del Mar (Figura 1.3), donde se identificaron por medio de columnas estratigráficas de sondeo, partículas de roca ígnea de tamaño arena fina en los primeros 2m, de este punto en adelante, se evidencia la presencia de Lutita dura, cementada, muy facturada color café claro, mientras que en lo más profundo se observó Lutita dura poco

fracturada de color gris oscura. No se encontró nivel freático en el sitio (Laboratorio FICT, 2015).



**Figura 1.3 Ubicación de Sondeos Geotécnicos (Cruz & Hidalgo, 2021)**

### 1.3.5 Clima

Debido a su ubicación en la región costanera del Ecuador, se diferencia notablemente dos estaciones: verano e invierno. La primera estación transcurre desde junio a diciembre, mientras la otra se presenta desde enero hasta mayo, con precipitaciones anuales menores a 2000 [mm]. La temperatura media es aproximadamente de 26°C.

### 1.3.6 Flora y Fauna

En consecuencia, a su ubicación y amplia área, ESPOL cuenta con un bosque primario y secundario, el cual el 15 de abril de 1994 fue declarado Bosque protector “Prosperina”, en él barca una gran biodiversidad de flora y fauna, ya que podemos encontrar ceibos, algarrobos, pechiches, entre otros y con respecto a la fauna de lugar, se han observado una amplia variedad de aves, iguanas, ardillas, zarigüeyas, osos perezosos, etc.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar el plan maestro de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial para la ESPOL Campus La Prosperina, mediante el análisis de la situación existente, tomando en cuenta criterios técnicos y de sostenibilidad, para la propuesta de mejoras, optimización y expansión de los sistemas a corto, mediano y largo plazo, con su debido análisis ambiental y presupuesto referencial.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

1. Realizar la evaluación general del sistema existente en agua y alcantarillado, que determine las necesidades reales mediante el análisis de la información disponible.
2. Determinar las microcuencas existentes en los predios de ESPOL para la propuesta de la gestión eficiente de los sistemas de agua y alcantarillado.
3. Proponer las mejoras, optimización y expansión de los sistemas a corto, mediano y largo plazo, con el debido análisis ambiental y su presupuesto referencial.

## **1.5 Justificación**

El Estado Ecuatoriano mediante La Ley Orgánica de Recursos Hídrico, Usos y Aprovechamiento del Agua, establece la planificación y gestión integral de los recursos hídricos garantizando la soberanía alimenticia, caudal ecológico y actividades de producción (Republica del Ecuador, 2014).

Contar con un Plan Maestro basado en la cuenca hidrográfica del territorio es de gran importancia porque sirve para la planificación del aprovechamiento del agua a corto, mediano y largo plazo.

ESPOL es una de las universidades públicas que a juicio de el “QS World University Ranking 2020”, la posiciona entre las 1000 mejores universidades del mundo, esto como resultado de su constante participación en investigación e innovación, adicionalmente, su amplio espacio facilita la creación de planes de expansión y por ello de continuar potenciando cada área e incluso incluir nuevas carreras como infraestructura sea necesaria. Por ello, es imprescindible contar con un plan director

que guíe a mejorar, optimizar e innovar el manejo de las redes de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial, esto con el objetivo garantizar la expansión segura a mediano y largo plazo, mitigando la generación de inconvenientes e inclusive permitiendo el diagnóstico de los problemas existentes y brindando alternativas de solución viables tanto económicas como sostenibles. Adicionalmente, permitirá una alineación en la programación y adecuada ejecución de recursos financieros, traduciéndose así en una gestión integral y sustentable.

## **1.6 Marco Teórico**

### **1.6.1 Estudio Hidrológico**

El estudio Hidrológico es aquella herramienta con la cual se compilan y registran las posibles afectaciones o repercusiones que una obra de ingeniería pueda tener o presentar a futuro, e incluso de la cual esta pueda beneficiarse; por la influencia de distintas masas de agua. Por ello un estudio hidrológico es de aplicación obligatoria para diseñar obras hidráulicas, sistemas de drenaje, carreteras, estructuras ferroviarias etc.; tiene como finalidad determinar el comportamiento del agua proveniente de diferentes fuentes o de los cauces que la zona de estudio tenga, además de ello permite establecer y conocer la intensidad de las precipitaciones que en el área se presenten (Suez, 2018).

### **1.6.2 Cuenca Hidrográfica**

Una Cuenca Hidrográfica es considerada como aquella área natural en la que el agua de las precipitaciones forma un curso principal de agua. Es una unidad fisiográfica que está conformada por un conjunto de sistemas de cursos de agua definidos por el relieve de la zona en la que se precipitan las lluvias y; sus límites o la denominada “divisoria de aguas” corresponden a la parte más alta del área en las que las precipitaciones han formado un curso principal; se puede considerar la parte más alta que encierra un río (Ramakrishna, 1997,p.39).

De acuerdo con (Bateman, 2007), la cuenca Hidrográfica consiste en la porción de un determinado territorio, la cual, aunque se aísla como si fuera esta impermeable; el agua que escurre por ella drenaría por un mismo punto. Existen

dos tipos de cuenca endorreicas; que terminan en un lago central y, las exorreicas; que drenan fuera de la unidad hidrológica.

(Ramakrishna, 1997) menciona que, una Cuenca Hidrográfica se divide en:

1. **Subcuencas:** su área se encuentra delimitada por la divisoria de aguas del afluente que forma parte de otra cuenca, propias del cauce principal al que fluyen sus aguas.
2. **Microcuenca:** Es la agrupación de pequeñas áreas que conforman una subcuenca.

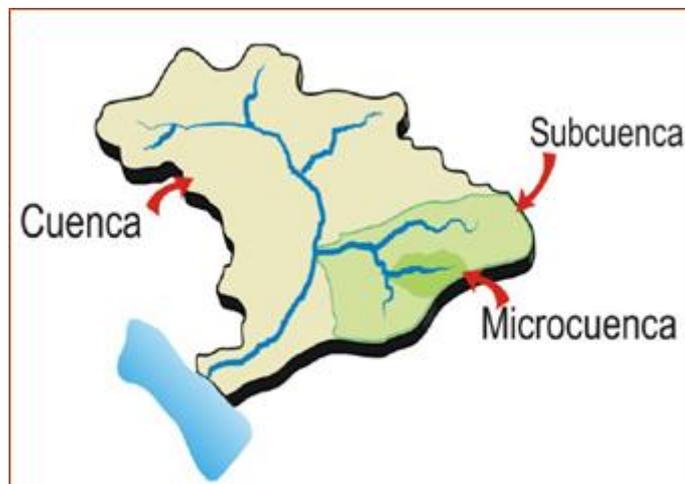


Figura 1.4 Formación de una Cuenca Hidrográfica (Ordoñez Gálvez, 2011)

### 1.6.3 Estimación de Caudales

En el caso de que se conozca una cantidad considerada de los datos de aforo de la cuenca estudiada; es apropiado realizar un análisis estadístico (Distribución log normal, log Pearson III, Valor extremo Tipo I DE Gumbel, etc.) de los caudales máximos anuales proporcionados por la estación más cercana a la zona, posteriormente; calcularse los caudales para periodos de retorno convenientes de acuerdo a la obra que se implantará como tal, los cuales pueden ser de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 500 años; considerándose estos valores; estándar (MTC, 2009).

En el caso de que los datos de aforo sean escasos o nulos se utilizan los datos de precipitación como los datos de entrada de la cuenca ubicada en la zona de

estudio y que producen un caudal  $Q$ . el cual puede ser calculado según el (MTC, 2009), de la siguiente forma:

1. Método IILA
2. Método Racional
3. Método Racional Modificado
4. Hidrograma Unitario
5. Sistema de Modelamiento Hidrológico (HMS-Hydrologic Modeling System)

#### 1.6.4 Método Racional

El método Racional es aquel que estima el Caudal Máximo de la precipitación, tomando el coeficiente  $c$  (Coeficiente de Escorrentía) como el factor que contendrá todas las abstracciones de la precipitación en base a las características de la cuenca. Este método es utilizado para cuencas con un área menor a  $10 \text{ km}^2$ . (MTC, 2009)

El Caudal o la descarga máxima de diseño, se obtendrá de la siguiente forma:

$$Q = 0,278 CIA \quad (1.1)$$

Donde:

- $Q$ = Descarga máxima de diseño ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $C$ = Coeficiente de escorrentía
- $I$ = Intensidad de precipitación máxima horaria ( $\text{mm}/\text{h}$ )
- $A$ = Área de la cuenca ( $\text{km}^2$ )

##### 1.6.4.1 Coeficiente de escorrentía (C)

El coeficiente de escurrimiento o escorrentía es considerado como aquella fracción de la precipitación que escurre directamente y varía de una cuenca a otra, su valor se encuentra entre cero y uno. Comúnmente son representativos a la geomorfología e hidrología de la cuenca como la vegetación, la pendiente del terreno y el uso de suelos como vemos en Tabla 1.2 (MTC, 2009).

**Tabla 1.2 Coeficientes de Escorrentía Método Racional (MTC, 2009)**

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

#### 1.6.4.2 Intensidad de Lluvia

La Intensidad es considerada como la tasa temporal de la precipitación que cae sobre la cuenca, esto se refiere a que es la profundidad que genera la precipitación en una unidad de tiempo (mm/h). Esta puede ser la intensidad promedio o instantánea de la duración de la lluvia (MTC, 2009). La Intensidad promedio puede ser expresada de la siguiente forma:

$$i = \frac{P}{Td} \quad (1.2)$$

Donde la P es considerada la profundidad de lluvia (mm) y Td la duración de esta, generalmente tomada en horas. La frecuencia de la lluvia estará en función del periodo de retorno T que no es nada más que el intervalo de tiempo en que la precipitación iguala o excede la magnitud de diseño (MTC, 2009)

Para hallar la Intensidad de la lluvia en caso de que se cuenten con registros pluviográficos las curvas intensidad-duración-frecuencia se presentan como el método adecuado para ello, pues relacionan la intensidad de la precipitación con la duración y frecuencia con la que posiblemente esta se pudiera presentar, es decir con el periodo de retorno de esta. Para ello se seleccionará la lluvia más intensa de diferentes duraciones en cada año, con la finalidad de realizar un

estudio de frecuencia para cada serie anual formada de acuerdo con la duración elegida (MTC, 2009).

Estas curvas pueden expresarse también como ecuaciones:

$$I = \frac{a}{(D + b)^m} \quad (1.3)$$

Donde I es la intensidad de diseño, D la duración de la lluvia y a, b, m los coeficientes que de acuerdo con el lugar y el periodo de retorno irán variando.

El INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) presenta ecuaciones modelo para la determinación de intensidades máximas que presentan diferentes regiones del País de acuerdo con las estaciones pluviométricas que las rodean. Consecuentemente, estas ecuaciones facilitan graficar las Curvas Intensidad - Frecuencia - Duración (IDF).

### **1.6.5 Captación del Agua**

Se compone de una o varias obras que permitan captar el agua y abastecer la población de diseño, se debe conocer para ello la fuente de captación que se empleará pues puede ser por medio de aguas superficiales o subterráneas. Siendo las superficiales aquellas provenientes de los ríos, arroyos, lagos y lagunas; y las subterráneas aquellas que se encuentran confinadas en el subsuelo (Jiménez , 2013).

#### **1.6.5.1 Sistema de Agua Potable**

El sistema de abastecimiento de agua potable tiene como objetivo principal dotar a los habitantes de un sector, agua; que cumpla con los límites y rangos establecidos que la definan como potable y apta para consumo humano, y a su vez que pueda ser utilizada sin causar daños y afectaciones (Jiménez , 2013).

#### **1.6.5.2 Población de Proyecto**

La población de proyecto o población futura es considerada como la cantidad de personas que se verán abastecidas por determinado sistema, es decir a las cuales se pretende brindar un servicio en un determinado tiempo (periodo de diseño). La población futura es la base para realizar cualquier tipo de proyecto que se rige por medio de los censos nacionales. (Gutiérrez & Naranjo, 2014)

Existen varios métodos para calcularla u obtenerla entre ellas tenemos:

- 1. Crecimiento Lineal o Aritmético:** Es un método sencillo que considera un crecimiento constante del número de individuos que conforman una población periodo tras periodo o año tras año (*Métodos Matemáticos*, n.d.). La ecuación que este método utiliza para proyectar la población es la siguiente:

$$P_f = P_a * (1 + r * t) \quad (1.4)$$

Donde se tiene que:

$$r = \left[ \left( \frac{P_f}{P_a} \right) - 1 \right] * 1/t$$

Donde  $P_f$  es la población final del periodo evaluado o población futura,  $P_a$  es la población inicial y  $r$  la tasa de crecimiento o índice de Crecimiento poblacional y por último  $t$ , considerado como el intervalo de tiempo en años que dura el periodo.

- 2. Crecimiento Geométrico:** Este método considera la proyección rápida de la población existente en un determinado intervalo de tiempo, ya que indica que la población se estará reinvertiendo constantemente (*Métodos Matemáticos*, n.d.). Está expresada por la siguiente ecuación:

$$P_{t+1} = P_t * (1 + r_t) \quad (1.5)$$

$$P_{t+2} = P_t * (1 + r_t) * (1 + r_t) = P_t * (1 + r_t)^2$$

Finalmente tenemos:

$$P_f = P_a * (1 + r_i)^t \quad (1.6)$$

Donde:

$$r = [(P_f/P_i)^{(1/t)}] - 1$$

Tenemos que  $r$  será constante para todos los años posteriores y sus variables significan lo mismo que el método lineal.

**3. Crecimiento Exponencial o Logarítmico:** El crecimiento exponencial representa en su análisis el continuo y rápido crecimiento poblacional. Resultando ser así el más razonable de todos, de igual forma se necesita tener cuidado a la hora de proyectar bajo este método pues se corre el riesgo de que la población crezca de forma tal, que se dispare lo que arrojaría un resultado poco lógico y fuera de lo considerado normal (Métodos Matemáticos, n.d.). Se expresa por la siguiente fórmula.

$$P_f = P_i * \exp(rt) \quad (1.7)$$

$$r = [(\ln (P_f/P_i) - 1)] * 1/t$$

### 1.6.6 Tipo de sistemas de alcantarillado

Existen dos clases de alcantarillado:

#### 1.6.6.1 Alcantarillado convencional

Trabajan a gravedad y se componen por redes de tuberías subterráneas; emplea tuberías de diámetros considerables y se conforma de alcantarillas, colectores, caja de inspección o cámaras y emisor final (Román, 2016). A su vez se clasifica en:

- Sanitario
- Pluvial.

#### a. Tipo de redes del sistema

- **Red de alcantarillado separado.** se conforma de colectores independientes, es decir; un colector para alcantarillado sanitario y el otro para alcantarillado pluvial.
- **Red de alcantarillado combinado.** se conforma por un solo colector que transporta las aguas residuales y las aguas lluvias por el mismo conducto.

- **Red de alcantarillado mixto.** Se da cuando en la misma zona se utiliza la red combinada y la red separada.

#### b. Trazado de la red

Cuando se habla de trazado nos referimos a la ubicación de los colectores, sumideros, cajas de revisión y componentes que forman parte de la red de alcantarillado y, aunque su trazado depende de la topografía del terreno y no aplica una regla general; la mayoría de las veces se diseña permitiendo que el trazo de los colectores coincida con el eje longitudinal de las calles que conforman la zona de estudio (Román, 2016).

#### 1.6.6.2 Alcantarillado no convencional

Es comúnmente utilizado en sectores de bajos recursos, a diferencia del convencional utiliza diámetros pequeños se clasifican en simplificados, condominales y sin arrastre de sólidos (Román, 2016).

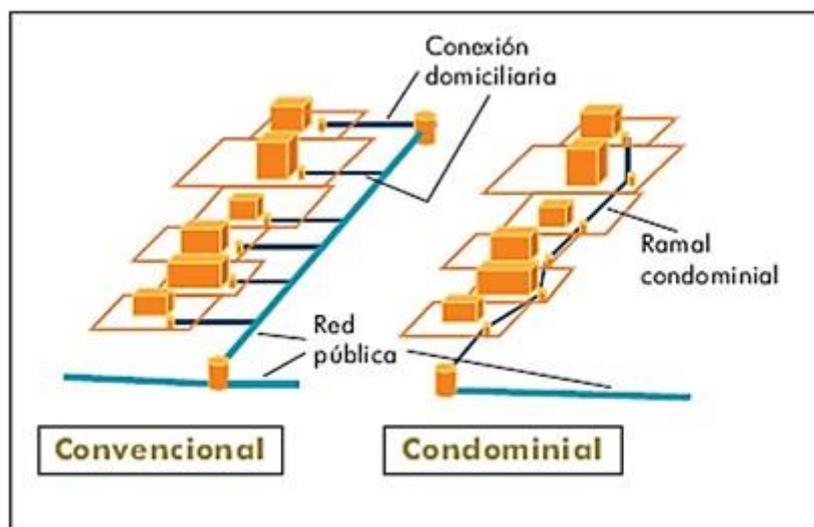


Figura 1.5 Tipos de sistema de alcantarillado (Román, 2016)

#### 1.6.7 Dotación

Se considera dotación a la cantidad de agua que cada habitante tiene asignado para su consumo en donde todos los consumos se los considera los servicios y pérdidas físicas en el sistema de alcantarillado, todo esto; en un día medio anual donde sus unidades estarán dadas en L/hab./día (Jiménez , 2013).

**Tabla 1.3 Dotaciones para Edificaciones de Uso Específico. (NEC, 2011)**

<b>Tipo de Edificación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Dotación</b>
Bloques de Viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60

### **1.6.8 Sistema de Alcantarillado Sanitario**

El sistema de alcantarillado tiene como función principal evacuar, recibir, conducir, y disponer las aguas que han tenido un uso específico en diferentes actividades del ser humano; por ello se clasifican en aguas domésticas, de establecimientos comerciales, plantas industriales, etc.; se consideran generalmente como aguas negras no fermentadas poco alcalinas o neutras diluidas en grados relativamente grandes. (Pérez Carmona, 2013).

Es por esta razón que un sistema de alcantarillado bien diseñado no se verá afectado ante el problema de la corrosión, éste quedará reducido en lo más mínimo siempre que la corriente sea fuerte para arrastrar junto con ella los desperdicios hasta un determinado punto de descarga, antes de que el proceso de putrefacción empiece como tal. (Pérez Carmona, 2013)

De acuerdo con la (Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Disposición De Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes) (CPE INEN 5 Parte, 1992), el sistema de alcantarillado deberá evacuar las aguas constituidas por:

- a. Aguas residuales domésticas
- b. Aguas residuales industriales pretratadas
- c. Contribución por infiltración
- d. Conexiones clandestinas

### **1.6.9 Selección del tipo de alcantarillado**

Las normas (Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Disposición De Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes) (CPE INEN 5 Parte, 1992), menciona que se considerará 3 niveles al momento de

seleccionar el tipo de alcantarillado empezando con el más simple hasta llegar al alcantarillado convencional.

- **Nivel 1.** Este sistema se compondrá de tanques sépticos para un grupo de casas que posean sistemas de tuberías efluentes formadas de PVC u otro material que conduzca las aguas captadas pre sedimentadas hacia una zona de tratamiento. No utilizarán ni cajas ni pozos de revisión convencionales, pues el líquido en estos sistemas no acarreará sólidos por ello el diámetro mínimo de las tuberías puede reducirse a 75mm y el resto de las tuberías de acuerdo con la capacidad hidráulica.
- **Nivel 2.** Se utilizarán tuberías formadas de hormigón simple con un diámetro mínimo de 100 mm instaladas en las aceras. Así mismo no se implementarán pozos de revisión, si no cajas de mampostería con una profundidad baja y tapas provistas de cerraduras. Se utilizarán alcantarillas convencionales en líneas matrices o emisarios finales.
- **Nivel 3.** se utilizará una red de tuberías y colectores. Se podrá diseñar el sistema de alcantarillado con las mismas especificaciones del nivel 2 pero con diámetros mínimos de 150mm.

#### 1.6.10 Clasificación de los conductos

De acuerdo con (Pérez Carmona, 2013), los conductos que conforman la red de alcantarillado se pueden clasificar en:

- a. Tramos Iniciales (Conexiones domiciliarias):** Reciben las aguas domiciliarias directamente de las edificaciones para las cuales están diseñadas, generalmente estos tramos se componen de colectores comprendidos entre dos estructuras de conexión (Pérez Carmona, 2013).
- b. Tramos secundarios (Subcolectores):** El caudal que llega a ellos proviene de uno o más tramos iniciales, durante el recorrido que estos llevan se acumulan las áreas de drenaje conduciendo así, caudales que provienen de la red local como tal hasta su disposición final en la red principal (Pérez Carmona, 2013).
- c. Colector Principal (Colectores):** Recepta los caudales provenientes de los tramos iniciales, secundarios y de los conductos interceptores definidos por la morfología de la cuenca. Conduce el caudal de los tramos secundarios hasta

el lugar de vertido o de tratamiento de las aguas, son ubicados por lo general en la parte más baja de la zona (Pérez Carmona, 2013).

- d. Interceptores:** Es el colector diseñado y construido en paralelo a un canal o río con el fin de evitar el vertimiento de las aguas residuales (Pérez Carmona, 2013).
- e. Emisario Final (Emisor):** Es definido como aquel colector que lleva parte de las aguas residuales o en muchos casos la totalidad de las mismas a un sitio de vertimiento, generalmente fuera de la zona de estudio o en caso de residencias fuera de la vecindad (Pérez Carmona, 2013).

De acuerdo con (Alfaro, Carranza, & Reyes, 2012), una red de alcantarillado puede tener uno o más emisarios dependiendo de la zona, y se distingue de las obras de captación porque no recibe conexiones adicionales en toda su estructura y recorrido.

(Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Disposición De Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes) (CPE INEN 5 Parte, 1992). Registra que, la red de alcantarillado se diseñará de tal forma que todas las tuberías pasen por debajo de las de agua potable dejando una altura libre de 0,3 m cuando sean paralelas y, en el caso de que se crucen de 0,2 m. se colocará al lado opuesto de la calzada en la cual se ha instalado la tubería de agua potable. Generalmente al sur y oeste de los ejes. Finalmente se recomienda el diseño de las tuberías o colectores conforme a las velocidades máximas a usar; de acuerdo con el material del cual está compuestas como la Tabla 1.4 muestra.

**Tabla 1.4 Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados (CPE INEN 5 Parte, 1992)**

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA m/s	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón simple:		
Con uniones de mortero.	4	0,013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5 – 4	0,013
Asbesto cemento	4,5 – 5	0,011
Plástico	4,5	0,011

La velocidad mínima en el diseño de los colectores sea; primarios, secundarios o terciarios no debe ser menor a 0,45 m/s; es preferible que sea mayor que 0,6 m/s para evitar la acumulación de gases.

#### 1.6.11 Elementos del sistema de alcantarillado y obras accesorios

Un sistema de alcantarillado se conforma principalmente de acuerdo con (Alfaro, Carranza, & Reyes, 2012) por:

- Una red conformada de tuberías o colectores; estos últimos pueden ser abiertos o cerrados.
- Estructuras hidráulicas conformadas por:
  - a. **Estructuras de Captación.** Recolectan las aguas que el sistema de alcantarillado transportará en este caso son las conexiones domiciliarias o acometidas (Alfaro, Carranza, & Reyes, 2012).
  - b. **Obras de conducción.** Transportan las aguas recolectadas a lo largo de las estructuras de captación hacia el lugar de vertido o en caso de que se les de tratamiento; a la planta. Son la parte medular de un sistema de alcantarillado; formados con conductos cerrados y abiertos como lo son las tuberías o los canales. Los sistemas de alcantarillado por lo general están compuestos de tuberías de concreto simple, concreto reforzado, fibrocemento, polietileno, PVC y hierro siendo estos dos últimos los más usados (Alfaro, Carranza, & Reyes, 2012).
  - c. **Estructuras de Conexión y mantenimiento:** Su función es la de facilitar la conexión y el mantenimiento de los acueductos que conforma la red de alcantarillado, además de ello permiten la conexión de varias tuberías de distinto diámetro o material; están diseñados para que se pueda realizar el maniobra en cuanto a limpieza y mantenimiento de los conductos se refiere. Se los conoce también como pozos de revisión (Alfaro, Carranza, & Reyes, 2012).
  - d. **Estructuras de Vertido.** Son estructuras que cumplen la función de proteger y mantener libre de obstáculos las descargas finales que el sistema de alcantarillado realiza, evitando así posibles daños al tramo final de la tubería causado por el flujo de salida de la tubería o por la corriente del lugar en que descarga las aguas servidas (Alfaro, Carranza, & Reyes, 2012).

- e.
- f. **Obras complementarias.** Son las instalaciones que pueden formar o no parte del sistema de alcantarillado, pero suelen ser necesarias para el correcto funcionamiento del mismo (Alfaro, Carranza, & Reyes, 2012).
- g. **Estaciones de bombeo.** son utilizadas para cubrir los tramos que se posicionan cuesta arriba o asistir al flujo en terrenos planos (Alfaro, Carranza, & Reyes, 2012).
- h. **Vertedores.** su función es la de derivar hacia otro cauce el agua que rebasa la estructura de conducción o almacenamiento, es utilizado en combinación con otros sistemas como los canales o cajas de conexión por ello se denominan estructuras de control (Alfaro, Carranza, & Reyes, 2012).
- i. **Estructuras de cruce.** Permite el paso de la tubería ya sea por debajo o sobre; obstáculos que impidan la construcción de la red de alcantarillado (Alfaro, Carranza, & Reyes, 2012).

#### 1.6.12 Alcantarillado Pluvial

Se lo considera como el conjunto de obras o instalaciones que tienen como propósito descargar las aguas lluvias, que fluyen en un área determinada ya sea de forma superficial o subterránea (Alfaro, Carranza, & Reyes, 2012).

Para calcular los factores determinantes que los elementos de drenaje del sistema de aguas lluvias se necesita de:

- La intensidad, duración y frecuencia de las precipitaciones máximas que la zona experimenta.
- Topografía del terreno
- Tamaño de la cuenca o de las áreas tributarias.

Su diseño está conformado por la determinación de diámetros de tubería, pendientes y elevaciones del terreno (Alfaro, Carranza, & Reyes, 2012).

#### 1.6.13 Sistemas de Alcantarillado Pluvial

##### 1.6.13.1 Alcantarillado Pluvial Particular

Se lo considera comúnmente como aquella red de instalaciones pluviales que se ubican dentro de un predio, finca o edificio que tiene como finalidad captar y conducir los escurrimientos pluviales que se generan en el mismo para luego

conducirlos y disponerles un sistema de infiltración, retención y/o detención, así como de un canal o tubería dentro de la zona (SIAPA, 2014).

#### **1.6.13.2 Alcantarillado Pluvial General Particular**

Capta y conduce el escurrimiento de las precipitaciones que se generan dentro de áreas comunes de los conjuntos habitacionales, centros comerciales, industriales, deportivos, de servicios, etc., hasta disponerles un sistema de infiltración, retención y/o detención (SIAPA, 2014).

#### **1.6.13.3 Alcantarillado Pluvial Municipal**

Recolecta las aguas pluviales que escurren por la ciudad para luego ser dispuestas en estructuras de infiltración, filtración, retención, detención o mediante canales y tuberías (SIAPA, 2014)

#### **1.6.13.4 Caudales de diseño de aguas lluvias.**

Las normas (Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Disposición De Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes) (CPE INEN 5 Parte, 1992), menciona que se utilizará el método racional para estimar el escurrimiento superficial en cuencas que posean un área de extensión inferior a 100 ha.

#### **1.6.13.5 Selección del tipo de alcantarillado**

Las normas (Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Disposición De Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes) (CPE INEN 5 Parte, 1992), menciona que se considerará 3 niveles al momento de seleccionar el tipo de alcantarillado empezando con el más simple hasta llegar al alcantarillado convencional.

- **Nivel 1:** Se diseñarán las vías o calles con cunetas con la capacidad de acarrear la escorrentía. No llevará un sistema de tuberías especial.
- **Nivel 2:** Se utilizarán canales laterales ya sea en un lado de la calzada o en ambos, estos tendrán su composición a base de rejillas metálicas que no permitan el paso de grandes sólidos en el interior de las cunetas y a su vez, que resistan el peso de los vehículos que por la zona se movilizan. Se construirán canales a ambos lados de las calles, si sus dimensiones lo justifican especialmente para los colectores, se usarán tuberías de

hormigón simple, eventualmente; para evitar que la longitud del canal aumente se utilizará la ruta corta hacia el lugar receptor.

La pendiente mínima que tendrán los canales deberá ser la necesaria para realizar la auto limpieza de estos (0,9 m/s)

- **Nivel 3:** Se utilizarán una red de tuberías y colectores; este nivel podrá combinarse con el nivel 2.

#### 1.6.13.6 Componentes del Sistema de Alcantarillado Pluvial

Se conforma por:

1. **Estructuras de captación:** Se utilizan sumideros o en otros casos coladeras pluviales también conocidas como boca de tormenta, los escurrimientos pluviales suelen ser captados por vialidades, vados, cunetas etc.; para ser transportados hasta las instalaciones del drenaje pluvial como tal (SIAPA, 2014).

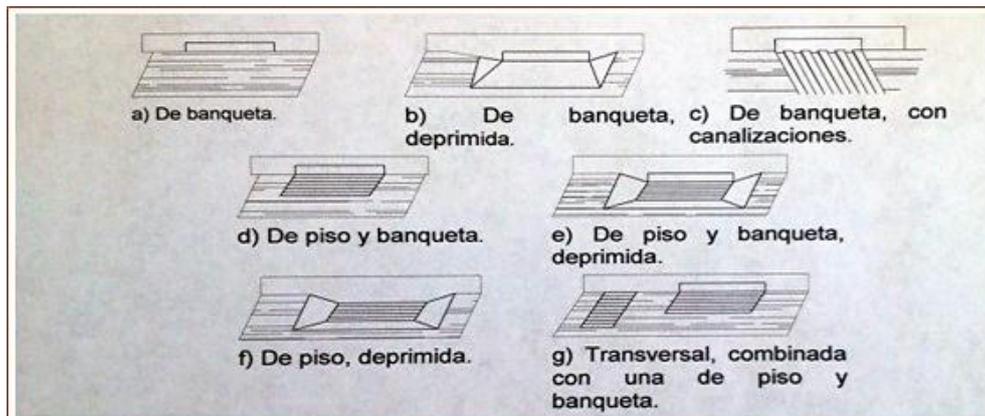
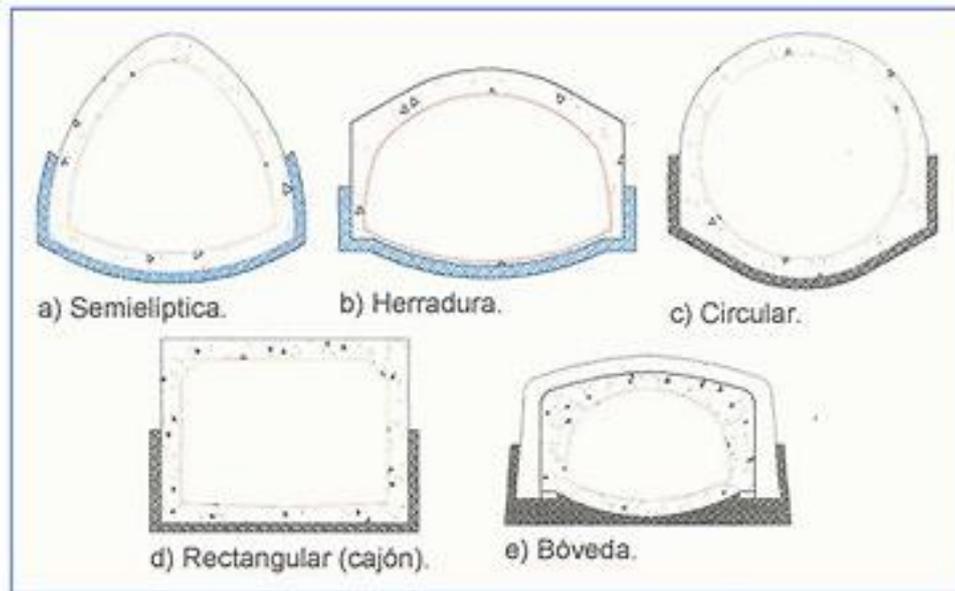


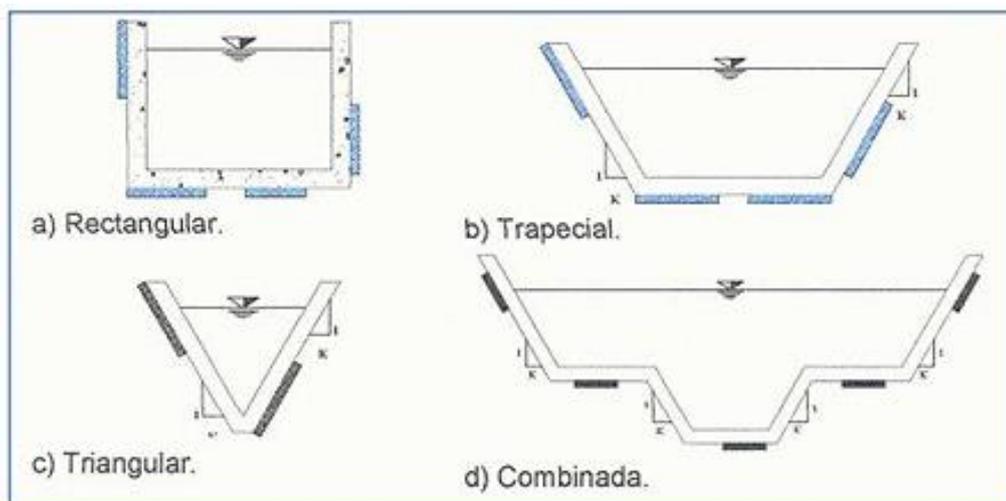
Figura 1.6 Tipos de Coladeras Pluviales (SIAPA, 2014)

2. **Estructuras de conducción:** Transportan las aguas hacia el sitio de vertido y tratamiento (SIAPA, 2014).
  - **Conductos prefabricados:** Considerándose dentro de esta categoría a las "tuberías", con varios sistemas de unión; generalmente de sección circular (SIAPA, 2014).
  - **Conductos contruidos en el lugar:** Usualmente compuestos por concreto reforzado, pueden ser estructuras cerradas o a cielo abierto. Las primeras se llaman de esta forma porque se construyen con secciones de tipo Semi-elíptica, herradura, circular, rectangular o bóveda.



**Figura 1.7 Secciones Transversales de Conducto Cerrado (SIAPA, 2014)**

Las estructuras a cielo abierto corresponden a canales abiertos de diferente sección, entre los más comunes están los de sección rectangular, trapezoidal y triangular (SIAPA, 2014).



**Figura 1.8 Secciones Transversales de Conductos Abiertos (SIAPA, 2014)**

- **Estructuras de conexión y mantenimiento.** se conforman por tuberías y canales (SIAPA, 2014).

- **Estructuras de descarga.** Su función es facilitar las conexiones y el mantenimiento de los conductos que forman parte de la red, e incluso permiten conexiones de tuberías de distinto diámetro (SIAPA, 2014).
- **Estructuras complementarias.** Estructuras terminales protegen y evitan que la descarga final pluvial se vea obstaculizada entre ellas tenemos:
  - a. Estructuras de retención
  - b. Estructuras de detención
  - c. Estructuras de infiltración
  - d. Estructuras de filtración
  - e. Estructuras de limpieza, remoción y medición
  - f. Disposición final.

#### 1.6.13.7 Canales de aguas lluvias

Es definido como el cauce artificial que puede estar revestido o no, diseñado y construido para cumplir la función de conducir las aguas lluvias a flujo libre hacia el lugar de disposición final. Se pueden conocer sus elementos geométricos de acuerdo a la forma del canal propio, sus secciones ya sean irregulares o regulares pueden ser expresados matemáticamente en términos de profundidad de flujo y de dimensiones de la sección; necesarias para el diseño (Marín, Menjívar, & Zavaleta, 2012).

Entre los elementos geométricos básicos tenemos:

- a. **Profundidad de flujo o tirante:** Se considera el tirante ( $y$ ) como la distancia vertical tomada desde el punto más bajo de la sección del canal hasta la superficie libre; donde la profundidad del flujo que se encuentra dentro o formando parte de la sección es la profundidad de flujo perpendicular a la dirección del mismo, o a su vez la altura de la sección del canal que contiene el flujo pluvial (Marín, Menjívar, & Zavaleta, 2012).
- b. **El nivel:** Se lo considera la elevación o distancia vertical tomada desde un "datum" o cualquier nivel de referencia hasta la superficie libre del canal (Marín, Menjívar, & Zavaleta, 2012).
- c. **El ancho superficial ( $T$ ):** Ancho de la sección que tiene el canal (Marín, Menjívar, & Zavaleta, 2012).

- d. **El área mojada (A):** Área de la sección transversal del flujo (Marín, Menjívar, & Zavaleta, 2012).
- e. **El perímetro mojado (P):** Longitud de la línea que intercepta la superficie de canal mojada y la de un plano transversal perpendicular a la dirección del flujo (Marín, Menjívar, & Zavaleta, 2012).
- f. **El Radio Hidráulico:** Se lo considera como la relación del área mojada y el perímetro mojado (Marín, Menjívar, & Zavaleta, 2012)

$$R = \frac{A}{P} \quad (1.8)$$

- g. **La profundidad Hidráulica o Tirante Hidráulico (D).** Considerado como la relación entre el área mojada y el ancho de la superficie (Marín, Menjívar, & Zavaleta, 2012).

$$D = \frac{A}{T} \quad (1.9)$$

- h. **El Factor de Sección para el cálculo del flujo crítico (Z):** Se lo considera como el producto entre el área mojada y la raíz cuadrada del tirante crítico (Marín, Menjívar, & Zavaleta, 2012).

$$Z = A\sqrt{D} = A\sqrt{\frac{A}{T}} \quad (1.10)$$

- i. **El factor de sección para el cálculo de flujo uniforme (AR<sup>2/3</sup>):** Es el producto del área mojada y el radio hidráulico elevado a la potencia (Marín, Menjívar, & Zavaleta, 2012).

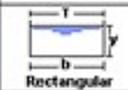
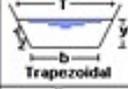
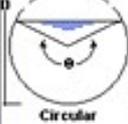
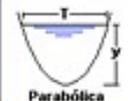
Tipo de sección	Área A (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\frac{\text{sen}\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Figura 1.9 Elementos Geométricos de canales hidráulicos (Marín, Menjívar, & Zavaleta, 2012)

#### 1.6.14 Lagunas de Estabilización

Son consideradas como un tratamiento simple de aguas residuales, se forman por excavaciones de poca profundidad creadas geoméricamente por medio de taludes de tierra; generalmente tienen forma cuadrada y rectangular y en la mayoría de los casos éstas están expuestas a la naturaleza. Cuando se descarga en ellas el agua residual comienza un proceso de auto purificación o como su nombre lo menciona de estabilización de dichas aguas de forma natura, en el que se incluyen fenómenos de todo tipo ya sean físicos, químicos y biológicos (Bioingeniería, 2014).

Tienen como aspectos fundamentales los siguientes procesos:

- Autodepuración natural
- La autodepuración de la materia orgánica presente en las aguas servidas se realiza de forma simbiótica es decir por las bacterias, algas y microorganismos superiores que estas poseen (Bioingeniería, 2014).
- Se caracteriza por los procesos físicos que en ella se llevan a cabo, que remueven materia suspendida (Bioingeniería, 2014).
- Efectúan cambios químicos en el agua afluente, más sin embargo mantiene las condiciones para que se lleve a cabo la estabilización, transformación y

remoción de los contaminantes biodegradables en raros casos de nutrientes (Bioingeniería, 2014).

- Establece cadenas tróficas que permiten la eliminación de microorganismos patógenos presentes en las aguas residuales (Bioingeniería, 2014).

Por estas razones podemos considerarlas como el método de tratamiento de aguas residuales que remueve materia orgánica y patógenos presentes. Pueden ser utilizadas como un único sistema de tratamiento o en combinación con algún otro como lo son los tratamientos de sistemas lagunares, lodos activados y filtros percoladores (Bioingeniería, 2014), dependiendo los factores de remoción que se busquen eliminar por medio de este tratamiento.

#### 1.6.14.1 Clasificación

De acuerdo con (Bioingeniería, 2014), se clasifican en 4 tipos:

- a. **Aerobias o de alta tasa:** La estabilización de la materia orgánica presente en las aguas residuales se realiza en presencia de oxígeno disuelto; el cual se suministra en la laguna de forma artificial o natural (Bioingeniería, 2014).
- b. **Anaerobias:** La eliminación y procesos biológicos de la materia se realiza en ausencia de oxígeno libre es decir en condiciones anóxicas y/o combinadas (Bioingeniería, 2014).
- c. **Facultativas:** La estabilización de materia orgánica se realiza en ambas condiciones anaerobias y aerobias; donde las primeras se mantienen en el estrato superior de la infraestructura de la laguna, y en la parte inferior la degradación anaerobia comienza (Bioingeniería, 2014).
- d. **De maduración:** Son utilizadas en la etapa final de un tratamiento en conjunto de las lagunas de estabilización, suele ser precedida por lagunas anaerobias y una o varias facultativas; también se suelen utilizar como la laguna final de cualquier otro sistema de tratamiento actuando como reactores UASB. Su objetivo es el de reducir en las aguas residuales el carbono y los patógenos (Largo & Romero, 2018).

# CAPÍTULO 2

## 2. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1 Metodología

Para el desarrollo del proyecto se empleó el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 2.1

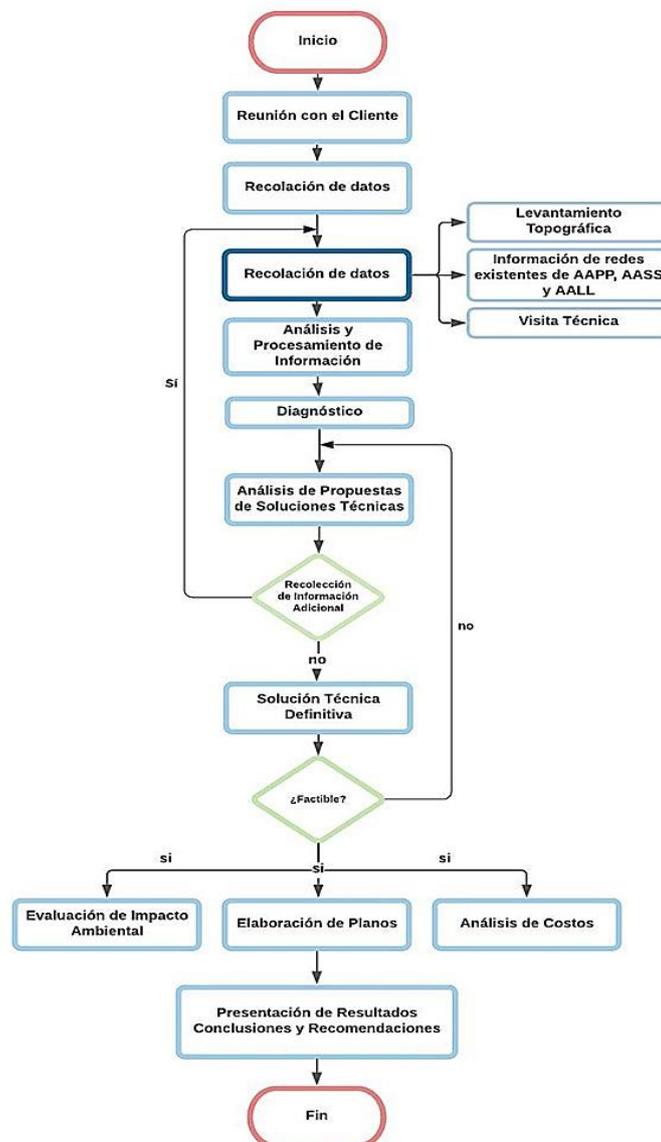


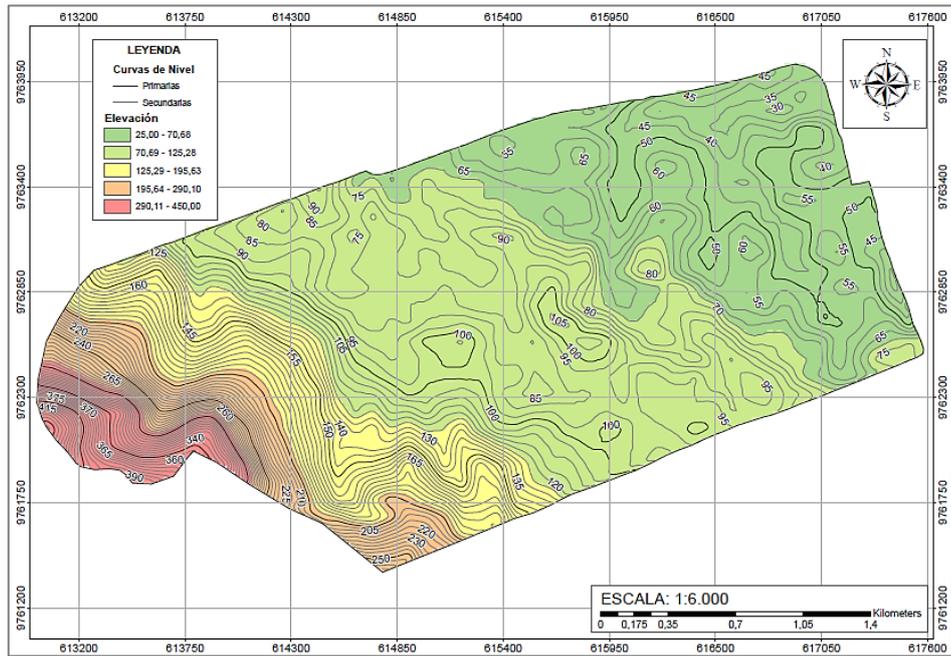
Figura 2.1 Diagrama de Flujo, Plan de Trabajo del Proyecto Integrador (Cruz & Hidalgo, 2021)

La metodología propuesta en el flujograma consiste en el desarrollo de actividades programadas para un periodo aproximado de 4 meses, donde se empieza por el requerimiento del cliente, persona encargada de facilitar la información requerida para poder realizar un análisis y evaluación previa del lugar y así tener una idea clara para el manejo de un plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial que se acomode a las necesidades de la ESPOL. La obtención de datos de campo es primordial para el procesamiento de estos, mediante el uso de softwares que permitan desarrollar un diagnóstico para el planteamiento de soluciones técnicas, que ayudarán a corregir problemas encontrados en los sistemas de redes existentes y crear nuevas extensiones de redes de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial para futuras expansiones del campus.

## **2.2 Trabajo de campo, laboratorio y gabinete**

### **2.2.1 Levantamiento Topográfico**

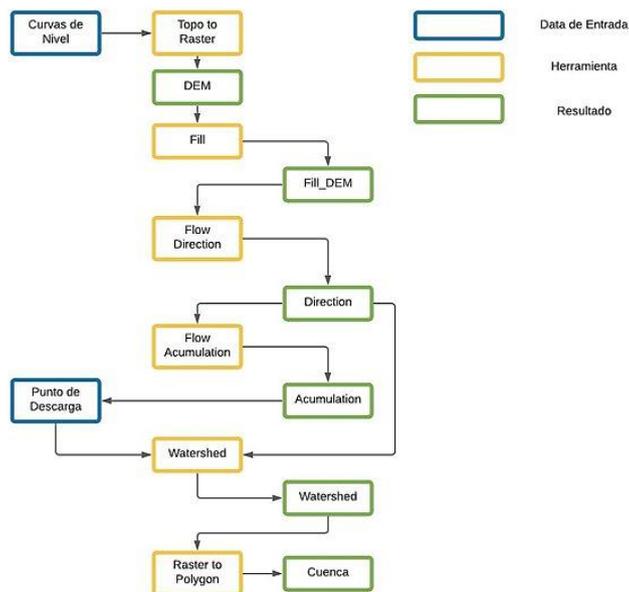
Consiste en emplear instrumentos técnicos y especializados para describir un terreno basándose en la toma de datos de las coordenadas y las cotas respectivas para plasmarlos en un plano o mapa propio del lugar, trazando particularmente características del sitio como la diferencia de altura y el relieve. Este trabajo se lo realiza con la ayuda de los programas informáticos como son: Google Earth, Global Mapper, CivilCad y ArcGis, debido a las restricciones por el estado de contingencia que atraviesa el país. Para mayor precisión de los cálculos se realizó la toma de datos a una distancia de 5m.



**Figura 2.2 Mapa Topográfico del Proyecto (Cruz & Hidalgo, 2021)**

## 2.2.2 Delimitación de las subcuencas y microcuencas hidrográficas

En el diagrama de flujo mostrado en la Figura 2.3 se presenta el proceso para delimitar una cuenca hidrográfica en el software ArcGis.

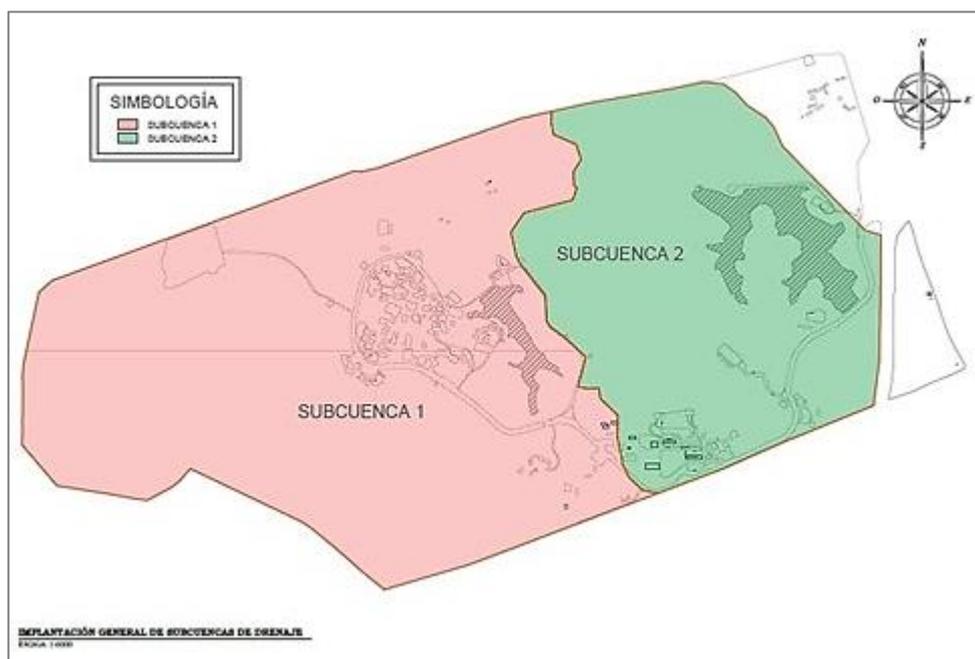


**Figura 2.3 Diagrama de Flujo de la Delimitación de una Cuenca (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Para el desarrollo del presente proyecto es necesario delimitar las cuencas hidrográficas que están contenidas dentro del linderero de la ESPOL. Se debe realizar un levantamiento topográfico de la zona de estudio, para ello será muy útil un programa informático denominado Google Earth que indicará las coordenadas del lugar y con GPS Visualizer se podrá obtener la información de la elevación, datos importantes que permitirán mediante una triangulación de los puntos, crear las curvas de nivel en el software ArcGis donde delimitaremos las cuencas.

Una vez obtenidas las curvas de nivel con la herramienta “Topo to Raster”, se crea un archivo DEM (Modelo de Elevación Digital), con este resultado aplicamos la herramienta “Fill” que llenará los vacíos que contenga el modelo de elevación digital y servirá como data de entrada para aplicar la herramienta “Flow Dirección”, esta generará un archivo con información de la dirección del flujo de agua en base a la pendiente, luego se aplicará la herramienta “Flow Acumulación” para determinar la red hídrica y en base a este dato se procederá a aplicar un punto de descarga, el cual va hacer el punto de salida de todo el volumen de agua. Finalmente, con la herramienta “Watershed” en conjunto con el raster “Direction” y el “Punto de descarga”, se obtendrá la delimitación de la Cuenca en formato vectorial.

Resultado mostrado en la Figura 2.4 (Subcuencas) y Figura 2.5 (Microcuencas).



**Figura 2.4 Delimitación de la Subcuencas de Drenaje (Cruz & Hidalgo, 2021)**

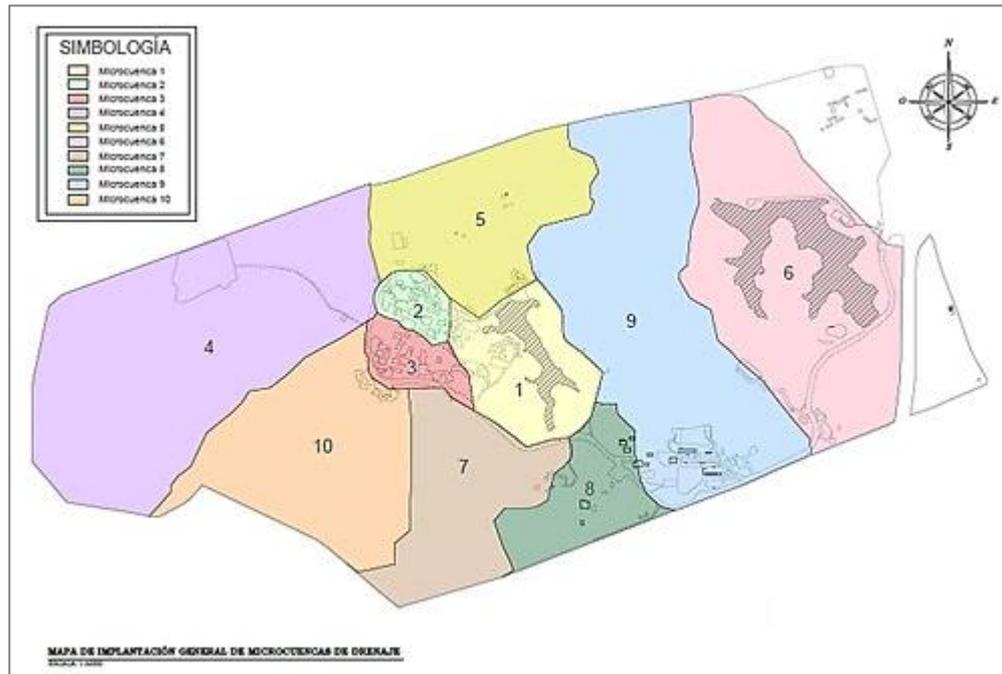
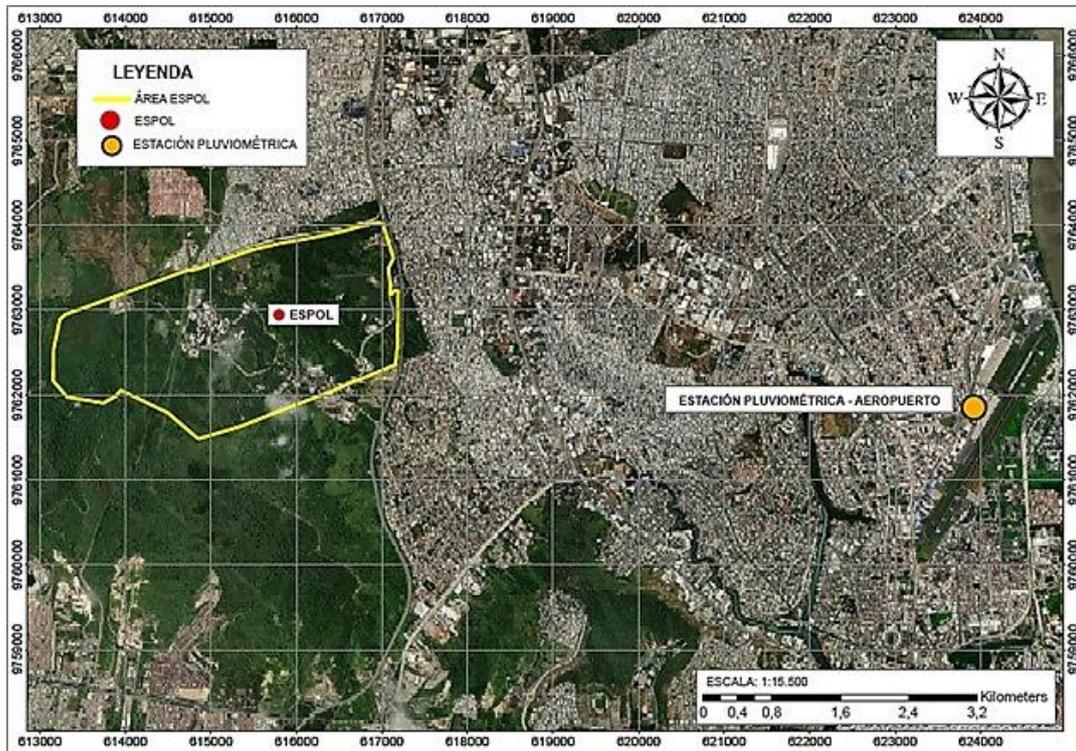


Figura 2.5 Delimitación de las Microcuencas de Drenaje (Cruz & Hidalgo, 2021)

Tabla 2.1 Cuadro de Áreas Microcuencas (Cruz & Hidalgo, 2021)

CUADRO DE ÁREAS	
Microcuenca	Área (Ha)
1	35,13
2	8,60
3	12,26
4	138,81
5	56,13
6	110,29
7	49,87
8	27,94
9	118,35
10	72,79
<b>SUBTOTAL</b>	<b>630,16</b>
Otros	45,19
<b>TOTAL</b>	<b>675,35</b>





**Figura 2.7 Zona de Estudio y Ubicación de la Estación Pluviométrica "Guayaquil, Aeropuerto" (Cruz & Hidalgo, 2021)**

## 2.2.3.2 Determinación del Caudal de Diseño de Aguas Lluvias

### 2.2.3.2.1 Intensidad de Lluvia

El valor de la intensidad de precipitación que afecta el área de estudio se determinó por medio de una estación meteorológica cercana, que cuenta con las ecuaciones correspondientes de intensidades en función del periodo de retorno y de la duración de la lluvia. La estación seleccionada fue Guayaquil Aeropuerto, con código M0056. A continuación, se muestra características de la estación usada en el estudio.

**Tabla 2.2 Datos de la Estación Aeropuerto en Guayaquil (INAMHI, 2015)**

Código	Nombre	Latitud (m)	Longitud (m)	Altitud (m.s.n.m)	Serie de datos	N° años	Institución
M0056	Guayaquil Aeropuerto	623934	9761578	5	1951 - 1970	19	DGAC

Tabla 2.3 Registros de la Estación Aeropuerto, Guayaquil (INAMHI, 2015)

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R <sup>2</sup>
CÓDIGO	NOMBRE				
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	5<30	$i = 135.7748 * T^{0.2169} * t^{-0.3063}$	0.9840	0.9683
		30<120	$i = 203.0259 * T^{0.2169} * t^{-0.417068}$	0.9944	0.9889
		120<1440	$i = 1113.4537 * T^{0.2169} * t^{-0.7779}$	0.9992	0.9984

Las ecuaciones descritas en la Tabla 2.3 permiten graficar las Curvas IDF, Intensidad, Duración y Frecuencia, el INAMHI, en su publicación “Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación”, indicó las siguientes gráficas realizadas con valores analíticos y gráficos:

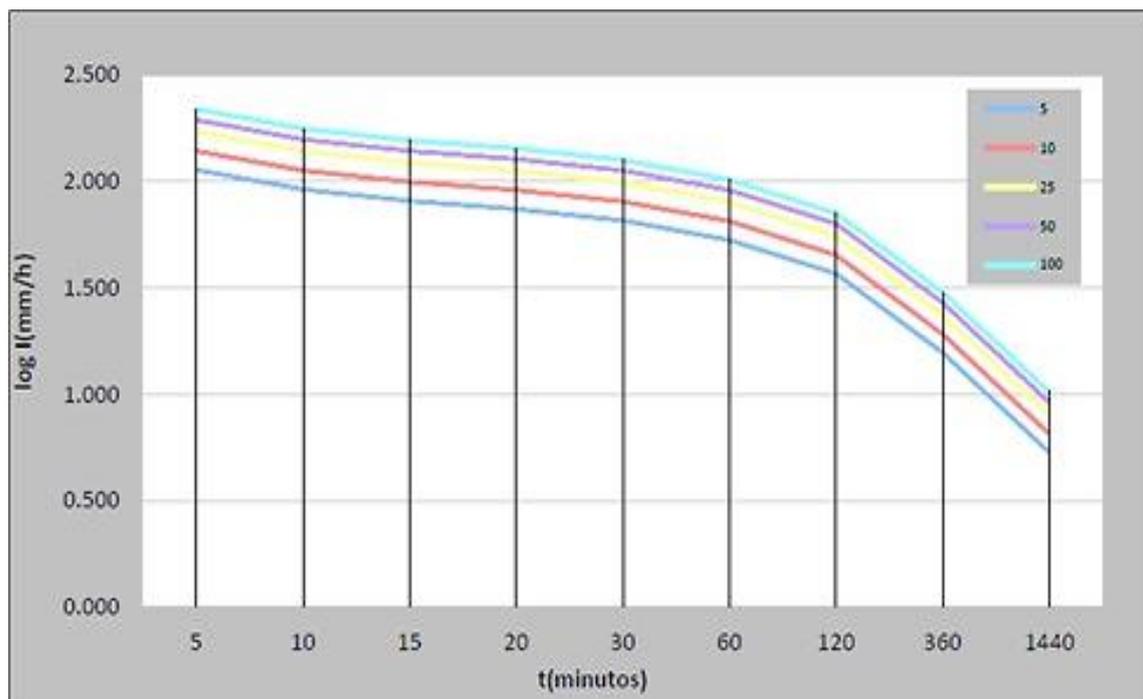


Figura 2.8 Curvas IDF para Estación Pluviométrica Aeropuerto, Guayaquil (INAMHI, 2015)

**Tabla 2.4 Intensidad Máxima para los Periodos de Retorno T (años) (INAMHI, 2015)**

t(min)	PERIODO DE RETORNO T (AÑOS)					
	2	5	10	25	50	100
5	96,40	117,60	136,70	166,70	193,70	225,20
10	77,90	95,10	110,50	110,50	134,80	156,70
15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,40	160,80
20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,70	147,30
30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,90	133,50
60	42,80	52,20	60,70	74,00	86,00	100,00
120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,80	73,00
360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,70	31,00
1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,10	10,60

### 2.2.3.2.2 Coeficientes de Escorrentía

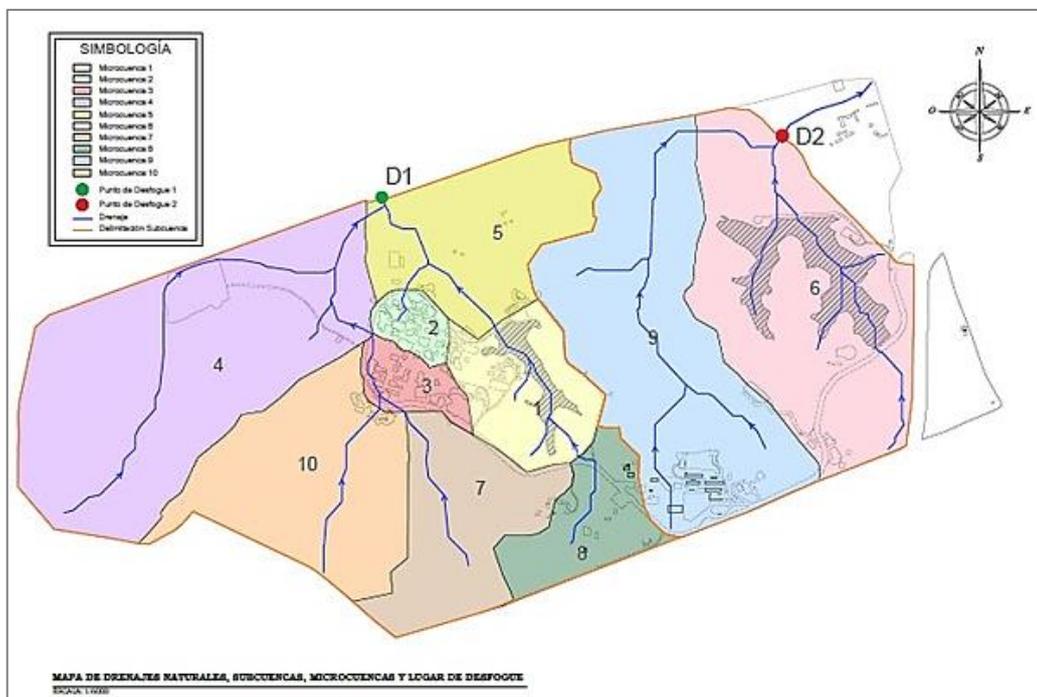
Para determinar el coeficiente de escorrentía se usaron los valores descritos en la Tabla 2.5:

**Tabla 2.5 Coeficientes de Escorrentía (Chow, 1988)**

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	1000
<b>Áreas desarrolladas</b>							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor al 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>Áreas no desarrolladas</b>							
Áreas de cultivos							

Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.38	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Con la intensidad de lluvia, los coeficientes de escorrentía y las áreas estimadas de cada una de las microcuencas, se calcularon los caudales máximos de escorrentía por medio del método racional, para diferentes tiempos de retorno. En la Tabla 2.6 se muestra los caudales de escorrentía para los periodos de retorno de 5, 10 y 15 años. En la Figura 2.9 se puede observar los puntos principales de desfogue para los caudales de escorrentía de las diferentes microcuencas.



**Figura 2.9** Identificación de puntos de desfogue, drenajes, y microcuencas (Cruz & Hidalgo, 2021)

**Tabla 2.6 Caudales Máximos de Escorrentía (Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>Caudal de Escorrentía Q (m3/s)</b>			
<b>Microcuenca</b>	<b>T=5 años</b>	<b>T=10 años</b>	<b>T=15 años</b>
1	0,51	0,64	0,72
2	0,32	0,38	0,42
3	0,48	0,58	0,65
4	2,12	2,59	2,90
5	0,78	0,95	1,07
6	1,46	1,80	2,02
7	0,73	0,89	1,00
8	0,46	0,56	0,63
9	1,50	1,83	2,05
10	1,33	1,62	1,81
<b>TOTAL</b>	<b>9,67</b>	<b>11,85</b>	<b>13,26</b>

La Tabla 2.7 muestra los diferentes caudales máximos de escorrentía para los puntos D1, D2 de desfogue en periodos de retorno de 5, 10 y 15 años

**Tabla 2.7 Caudales máximos calculados para los puntos de desfogue (Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>Periodos de Retorno (Años)</b>	<b>Caudal Acumulado (m3/s)</b>	
	<b>Punto de Desfogue D1</b>	<b>Punto de Desfogue D2</b>
5	6,71	2,96
10	9,19	3,63
15	10,96	4,07

## **2.2.4 Planes de Expansión**

### **2.2.4.1 Campus Gustavo Galindo**

El Campus Gustavo Galindo es el corazón de la ESPOL ya que alberga a las oficinas administrativas, de investigación, académicas y áreas de esparcimiento, además se sitúa en el centro del Bosque Protector Prosperina. En éste cursan carreras de tecnología, pregrado y posgrado; actualmente ESPOL cuenta con 33 carreras universitarias distribuidas en distintas áreas de conocimiento como: Ciencias e Ingeniería, Educación Comercial, Salud, Servicios, Humanidades, Arte

y Diseño. De las cuales, la carrera de Mecatrónica, Materiales, Tecnologías de la Información, Matemática, Arqueología y Diseño de productos han sido recientemente añadidas a la oferta académica (ADMISIONES, 2021).

Dado la apertura de nuevas carreras y el crecimiento poblacional, se deberá realizar un análisis de la densidad poblacional existente y futura con el fin de prever la posibilidad de una expansión horizontal, vertical o la búsqueda de nuevas zonas para la seguridad y confort.

Adicionalmente, en el registro municipal de la ciudad de Guayaquil, el campus consta como solar #0 con Código catastral: 097-0080-000-0-0-0 y según el levantamiento en sitio consta con un área de 6'579.928,72 m<sup>2</sup> (657,99 ha.).



**Figura 2.10 Campus Gustavo Galindo (Gerencia de Planificación Estratégica, 2021)**

#### **2.2.4.2 Zona Reserva Baja**

Este sector se ubica al otro lado de la Av. Perimetral y en base a el plano realizado por el Ing. Luis Solano Santos en 1997 y proporcionado por la Gerencia de Infraestructura de ESPOL (Ver Anexo E), esta zona tiene un área de 17,36 ha y a pesar de que pertenece a ESPOL está diferenciado como un predio distinto con código catastral nro.: 60-0086-000-0-0-0, delimitada de la siguiente manera:

- **Al norte:** Cooperativa Santa Eufrasia

- **Al sur:** Ceibos Norte
- **Al este:** Cooperativa 29 de abril
- **Al oeste:** Vía 56 NO, intervalo de la Av. Perimetral E40

En este sitio se sitúa el punto de conexión de agua potable, servicio brindado por INTERAGUA, y está custodiado por un guardia.

Dado a la bondad de su ubicación y extensión territorial se precisa que se incluya o planifique algún proyecto para esta zona y así evitar futuros percances por alguna invasión u otro menester.



**Figura 2.11 Área Zona Reserva Baja (Cruz Rosado, 2017)**

#### **2.2.4.3 Zona Especial de Desarrollo Económico del Litoral (ZEDE)**

Dentro de la expansión territorial tenemos el proyecto PARCON-ESPOL (Parque de conocimiento) el cual forma parte de la zona ZEDE, que será construido con la prioridad de cumplir una necesidad de un nuevo modelo de desarrollo con base en el conocimiento.

La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) en el 2017 destinó 200 ha. pertenecientes a su Campus Gustavo Galindo para la implementación y funcionamiento de la zona Especial de Desarrollo Económico del Litoral (ZEDE del Litoral), la misma que fue creada por el Consejo Sectorial de la Producción. (ZEDE, 2017). Hoy en día el proyecto ha reducido su área aproximadamente 132,10 ha. ZEDE se ubica a 10 Km del aeropuerto de Guayaquil, a 21 Km del Puerto Marítimo y 115 Km del próximo Puerto de Aguas Profundas de Posorja, es por su ubicación

realizada de forma estratégica que le facilita a la misma, la exportación e importación marítima y aérea de diversos recursos a escala global (ZEDE, 2018). Las ZEDE del Litoral tendrá como zonas de desarrollo tipo, industrial, de transferencia y segregación tecnológica. Por medio de ella se busca incitar la innovación en cuanto a la producción de recursos, servicios o procesos enfocados mayormente a la exportación, y la sustitución de importaciones a través de la instalación de empresas con bases tecnológicas (ZEDE, 2017).

Se localiza en la Zona 1 del Campus, donde se espera el aprovechamiento para su área urbana de la luz solar, viento y lluvia. El reservorio como parte de aprovechamiento de la lluvia, tiene como propósito crear un microclima y ser la fuente de agua para el riego y la recreación de sus usuarios. Tiene como planteamiento: la construcción de un área urbana de 15 ha la cual será alimentada energéticamente por una subestación eléctrica, un aerogenerador y un grupo de paneles solares como fuente de energías alternativas. (PARCON, 2009)

Se estima que para el año 2035 ZEDE abarcará una población futura de 1517 habitantes.

Según la Revista Focus (FOCUS, 2017), registra que ZEDE ha identificado de manera inicial las siguientes agrupaciones:

1. **Agroindustria:** Alimentos Frescos y procesados
2. **Tecnologías de Información:** Software, Hardware y servicios informáticos.
3. **Bioteología:** Bioquímica, Biomedicina e Industria Farmacéutica
4. **Energía y Medio Ambiente**
5. **Nuevos Materiales**



**Figura 2.12 Zona de Innovación del Litoral Ecuatoriana (ZEDE, 2017)**

Los Centros de Investigación aplicados, que forman parte del Parque del Conocimiento (PARCON-ESPOL) de acuerdo con la Revista Focus (FOCUS, 2017) son:

#### **2.2.4.3.1 Edificación ya construida**

- **CTI:** Centro de Tecnologías de Información, para la investigación y desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicación.

#### **2.2.4.3.2 Edificaciones en planteamiento.**

Todos los datos de las edificaciones que se nombran a continuación fueron obtenidos de la revista:

- **CIDNA:** Centro Ecuatoriano de Investigación y Desarrollo de Nanotecnología, especializado en la investigación multidisciplinaria en nanotecnología y nuevos materiales.
- **CADS:** Centro de Agua y Desarrollo Sustentable, para dar respuestas técnicas a los problemas del agua.
- **CIDIS:** Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Sistemas Computacionales, especializado en la investigación en sistemas, software, electrónica y telecomunicaciones.
- **CERA:** Centro de Energías Renovables y Alternativas, para la investigación, desarrollo, transferencia e innovación tecnológica de las energías renovables y alternativas.

- **CIBE:** Centro de investigaciones Biotecnológicas del Ecuador, para la investigación en biotecnología, conservación de especies y desarrollo de productos bio-activos de amplio espectro.

## 2.2.5 Población de ESPOL

### 2.2.5.1 Distribución de la población de ESPOL

Para proyectar la población de la Escuela Politécnica por los distintos métodos matemáticos, se clasificará la misma de acuerdo a distintas categorías o bloques poblacionales, en función de las actividades que dentro de la Universidad realizan teniendo; los estudiantes y trabajadores de la ESPOL, los estudiantes y trabajadores de COPOL, los estudiantes de admisiones y posgrado.

**Tabla 2.8 Distribución de la Población de ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Ítem	Bloque Poblacional	Conformado por:
01	Estudiantes Politécnicos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual (FADCOM)</li> <li>2. Facultad de Ciencias de la Vida (FCV)</li> <li>3. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM)</li> <li>4. Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas (FCSH)</li> <li>5. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT)</li> <li>6. Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)</li> <li>7. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP)</li> <li>8. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar (FIMCM)</li> <li>9. Estudiantes de Tecnologías</li> </ol>
02	Trabajadores de ESPOL	Personal docente, administrativo y de mantenimiento.
03	Estudiantes de COPOL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación inicial II</li> <li>• Educación Básica Elemental y Media</li> <li>• Educación Básica Superior</li> <li>• Bachillerato General Unificado e Internacional</li> </ul>
04	Trabajadores de COPOL	Personal docente, administrativo y de mantenimiento.
05	Estudiantes de Admisiones	Estudiantes de la sección diurna y vespertina.

06	Estudiantes de posgrado	Estudiantes en general.
----	-------------------------	-------------------------

En la Tabla 2.9 se presentan los datos históricos poblacionales desde el año 2014 al año 2019.

**Tabla 2.9 Datos históricos poblacionales de ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021)**

DATOS POBLACIONALES							
Año	Estudiantes de Grado	Trabajadores ESPOL	Estudiantes COPOL	Trabajadores COPOL	Estudiantes Admisiones	Estudiantes Posgrados	Población Total ESPOL
2014	9690	1244	1221	226	5448	708	18537
2015	11463	1345	1486	228	5869	1255	21646
2016	11039	1494	1471	219	6091	1465	21779
2017	10803	1366	1381	217	5589	1520	20876
2018	10260	1417	1191	188	5301	1662	20019
2019	10254	1408	1061	195	4769	1345	19032

### 2.2.5.2 Métodos de Proyección Poblacional

Para conocer el comportamiento de crecimiento poblacional, se empleó 4 métodos de proyección poblacional, tales como: método aritmético, método geométrico, método exponencial y método de interés simple. La Tabla 2.10 muestra la proyección poblacional para los diferentes métodos mencionados, cabe resaltar que la población se proyectó para un periodo de diseño de 15 años partiendo del año 2020 como año 0.

Tabla 2.10 Aplicación de los métodos de proyección poblacional (Cruz & Hidalgo, 2021)

	Año	Método Geométrico	Método Aritmético	Método Exponencial	Método Interés Simple
<b>Población Censada</b>	2014	18537	18537	18537	18537
	2015	21646	21646	21646	21646
	2016	21779	21779	21779	21779
	2017	20876	20876	20876	20876
	2018	20019	20019	20019	20019
<b>Población Proyectada</b>	2019	19032	19032	19032	19032
	2020	19442	19342	19454	19430
	2021	19860	19652	19886	19829
	2022	20288	19962	20327	20227
	2023	20725	20272	20779	20625
	2024	21171	20582	21240	21024
	2025	21627	20892	21711	21422
	2026	22092	21202	22193	21820
	2027	22568	21512	22685	22219
	2028	23054	21822	23189	22617
	2029	23550	22132	23703	23015
	2030	24057	22442	24230	23414
	2031	24575	22752	24767	23812
	2032	25104	23062	25317	24210
	2033	25645	23372	25879	24609
	2034	26197	23682	26453	25007
	2035	26761	23992	27040	25405

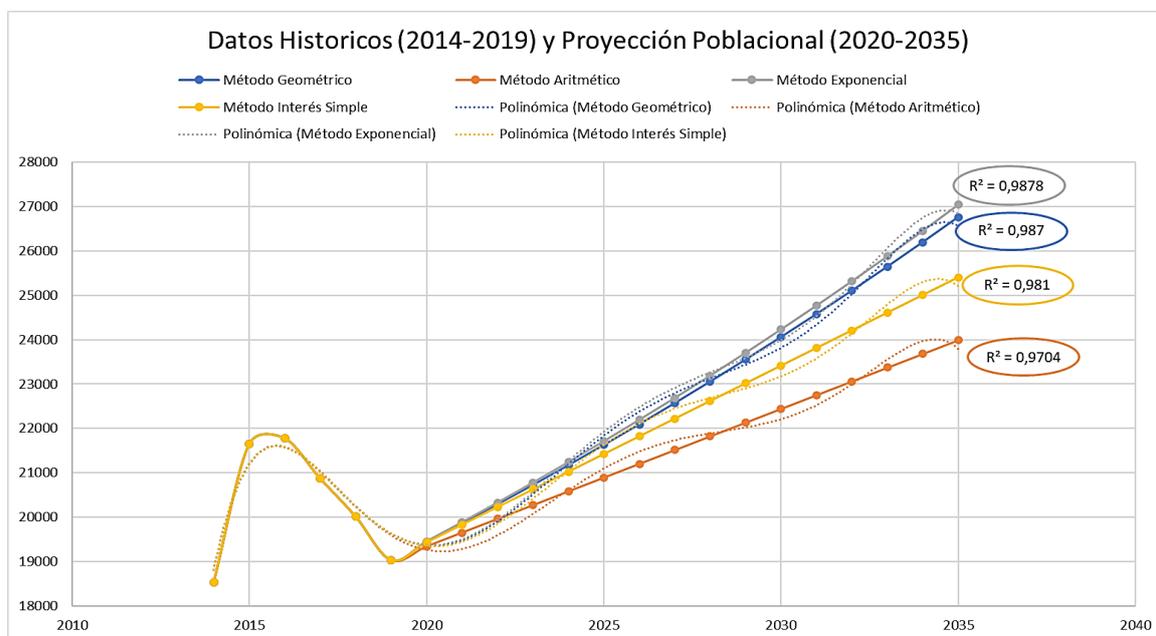


Figura 2.13 Comparación de los métodos de proyección poblacional (Cruz & Hidalgo, 2021)

En la Figura 2.13, se observa el crecimiento poblacional según los distintos métodos de proyección y el valor de  $R^2$  (medida estadística que muestra la tendencia de los datos de la línea de regresión ajustada), consecuentemente se analiza que los métodos geométricos y exponencial destacan, sin embargo, no reflejan la realidad, ya que la población estudiantil no tiende a crecer de manera exponencial, debido a que se ha observado que la población ha decrecido, por lo que se optó analizar el método aritmético y el método de interés. Dado esto, se promediaron los valores, dicho promedio, en el año 2035 se le añadió el valor de 1517 personas, dato que corresponde a la población de la ZEDE (Zona Especial Desarrollo Económico).

**Tabla 2.11 Valor promedio entre el Método Aritmético e Interés Simple (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Año	Método Geométrico	Método Aritmético	Método Exponencial	Método Interés Simple	Población Escogida	Población + ZEDE
2020	19442	19342	19454	19430	19386	
2025	21627	20892	21711	21422	21157	
2030	24057	22442	24230	23414	22928	
<b>2035</b>	26761	<b>23992</b>	27040	<b>25405</b>	<b>24699</b>	<b>26216</b>

En la Tabla 2.11 se detalla el valor del promedio de la población para los períodos de corto, mediano y largo plazo tomando en cuenta el año 2020 como el año 0, además se puntualiza que en el año de diseño 2035, al valor promedio calculado se le agrega la población de ZEDE, obteniendo una población final de 26216 habitantes.

### 2.2.5.3 Análisis de población para los años proyectados



Figura 2.14 Población calculada para los periodos de Diseño (Cruz & Hidalgo, 2021)

## 2.2.6 Diagnóstico de los sistemas existentes de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial

### 2.2.6.1 Sistema de Agua Potable

Mediante una visita de campo se conoció que Interagua brinda el servicio de agua potable, mediante un punto de conexión situado en la Cooperativa 29 de abril sector de la Prosperina, específicamente consta con un área de 17,36 ha, sus coordenadas son 0617428 E, 9762908 N aproximadamente a 25 m a nivel del mar. En este mismo sitio se encuentran cinco reservorios de agua con una capacidad de 200 m<sup>3</sup> (ver Figura 2.16). Mediante un sistema de bombeo y tuberías, se transportan el agua hasta un tanque elevado con capacidad de 1000 m<sup>3</sup> dentro del campus Gustavo Galindo, el cual tiene, a la fecha, 2021, 34 años de funcionamiento.

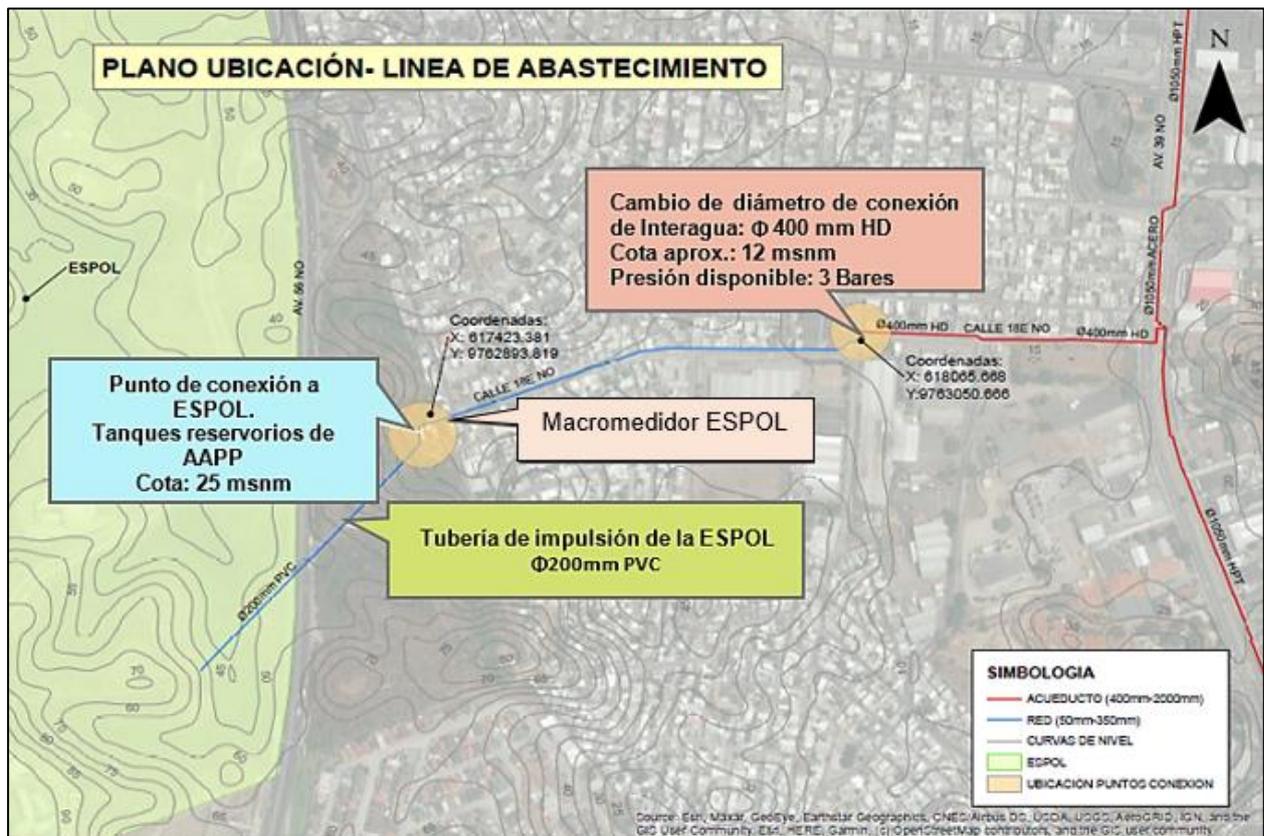


Figura 2.15 Plano de ubicación de punto de conexión de AAPP (INTERAGUA, 2020)



Figura 2.16 Reserva Baja ubicada en "Prosperina" (Cruz & Hidalgo, 2021)



**Figura 2.17 Medición de los Tanques Reservorios (Cruz & Hidalgo, 2021)**



**Figura 2.18 Reserva alta ubicada en el “Campus Gustavo Galindo” (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Adicionalmente, se inspeccionó la válvula del punto de conexión sobre el caudal entregado a la institución y se solicitó personal politécnico encargado del mantenimiento información sobre los caudales registrados del año 2019 y 2020.



Figura 2.19 Válvula de conexión INTERAGUA - ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021)

Tabla 2.12 Datos de los reservorios ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021)

Sitio	Obra	N°	Ubicación			Capacidad [m³]
			Coordenada ESTE	Coordenada NORTE	COTA [m]	
Sector Prosperina	Reserva Baja	5	06174280	9762908	25	200
Campus Gustavo Galindo	Reserva Alta	1	06159276	9762591	113	1000

Tabla 2.13 Recolección de información AAPP (Cruz & Hidalgo, 2021)

Dato	Valor
Caudal entregado por Interagua (2020)	8,16 L/s

### 2.2.6.2 Línea de Impulsión

En la Figura 2.20 muestra la ruta de la tubería de impulsión, la cual parte desde los reservorios bajos ubicados en el sector de Prosperina hacia la reserva elevada, que está situada en el campus de ESPOL. La tubería tiene un diámetro de  $\varnothing 200\text{mm}$  y se observa la intersección de 4 puntos, los cuales denominaremos derivaciones:

1. Casa del guardia
2. Edificio de Admisiones
3. Edificio de CTI (Proyecto PARCON)
4. Subestación eléctrica

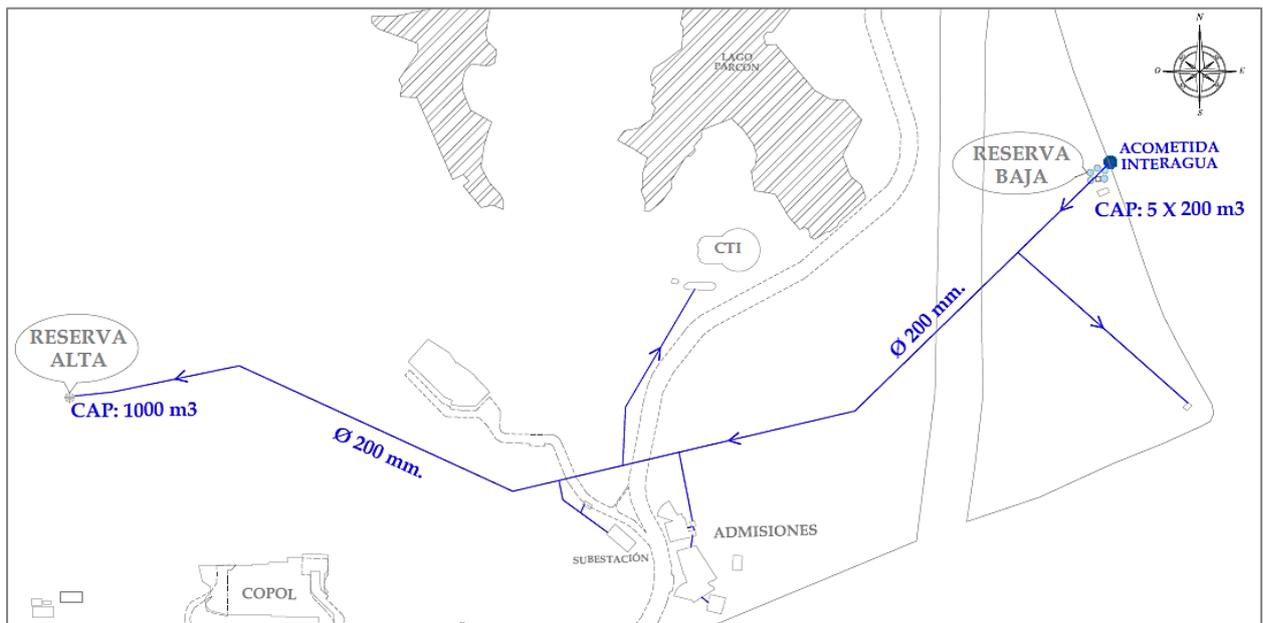


Figura 2.20 Esquema de la línea de impulsión de Agua Potable (Cruz & Hidalgo, 2021)

### 2.2.6.3 Macromedidores

Actualmente ESPOL tiene 24 Macromedidores, distribuidos en el Campus Gustavo Galindo (ver Tabla 2.14), más el macromedidor principal, que se sitúa en los tanques bajos:

**Tabla 2.14 Ubicación de los Macromedidores (Mantenimiento, 2020)**

Item	Ubicación de Macromedidores
1	COPOL: Colegio Politécnico
2	REGIÓN DE AREAS VERDES DE COMEDOR DE TECNOLOGIA
3	COMPLEJO DEPORTIVO DEL NÚCLEO DE TECNOLOGIA
4	AULAS DE TECNOLOGÍAS: Edificio #: 41
5	PROTAL Edificio #: 47
6	INVERNADERO DEL SEBIOCA
7	SEBIOCA
8	SUITE DE PROFESORES EXTRANJEROS
9	COMEDOR DE INGENIERÍA: Baños Público
10	AULAS DEL CICLO BÁSICO: Edificio N°: 32A
11	AULAS DEL FIEC: Edificio 24A
12	AULAS DEL FIMCP: Edificio 18B
13	AULAS DEL FIMCP: Edificio 24C
14	AULAS DEL ICHE: Edificio 32E
15	AULAS DEL ICHE: Edificio 32B
16	AULAS DEL ICHE: Edificio 32C
17	AULAS DE MATEMÁTICAS: Edificio 32D
18	BIBLIOTECA CENTRAL Edificio 2
19	CENAE: Agropecuaria
20	COLISEO
21	FICT: Aulas Edificio 20E
22	FIMCM: Administración
23	CANCHAS MÚLTIPLES: Núcleo de Ingenierías
24	RECTORADO: Edificio 1
25	TANQUES BAJOS ESPOL

#### 2.2.6.4 Micromedidores

Adicional a los macromedidores, ESPOL cuenta con micromedidores dispuestos para el consumo de los diferentes concesionarios (ver Tabla 2.15).

**Tabla 2.15 Ubicación de los Micromedidores (Mantenimiento, 2020)**

Item	Ubicación de Micromedidores
1	Petro-Capacitación
2	COPOL
3	Bar-COPOL
4	ÁREAS VERDES DE COPOL
5	PISCINA (BAR) Nuevo Concesionario
6	COMEDOR DE INGENIERÍA.(COCINA) (ACEVENTOS)
7	COMEDOR DE INGENIERIA BAÑOS TRAB. (ACEVENTOS)
8	ESPOLTEL
9	CIBE
10	CONDUESPOL EDIFICIO # 41 (NOTA 2)
11	CONDUESPOL TALLERES (NOTA 3)
12	COMEDOR INGENIERIA ELECTRICA NEVISAR
13	COMEDOR DE TECNOLOGIA (NOTA 4)
14	COMEDOR PRINCIPAL FCSH
15	COMEDOR FCHS. POLLOS ENCANTADOS (Nota 5)
16	GIMNASIO PROFESORES
17	BAR COMEDOR PREPOLITECNICO (SR. GALEANO)
18	BOPAN
19	BANCO DEL PACIFICO (NOTA 6)
20	SRA. LIVA FLORES VARAS BAR FIMCM
21	NUEVO LABORATORIO DEL CIBE
22	ESCUELA DE COPOL
23	COMEDOR CELEX SRA. ELSA CADENA
24	BAR EDCOM-LICTUR SRA. MARIA CERON
25	TALLER FUNDICION WIESTNER
26	COMEDOR FCNM DULCAFE SA
27	CANCHA DE FUTBOL COPOL (NOTA 7)
28	SRA. MERCEDES BASURTO ZAMBRANO KIOSCO PARADERO FCSH (NOTA 2)

#### 2.2.6.5 Cisterna SEBIOCA

La Sociedad Ecuatoriana de Biotecnología de la ESPOL (SEBIOCA), quienes se dedican a la investigación, desarrollo, conservación y propagación masiva de

plantas útiles a partir de técnicas biotecnológicas para mejorar la productividad agroindustrial, cuenta con una cisterna con capacidad aproximada de 150 m<sup>3</sup>, que bombea agua directamente del lago de FADCOM a los invernaderos ubicados en el área de tecnologías.



**Figura 2.21 Cisterna y cuarto de bomba para riego en SEBIOCA (Cruz & Hidalgo, 2021)**

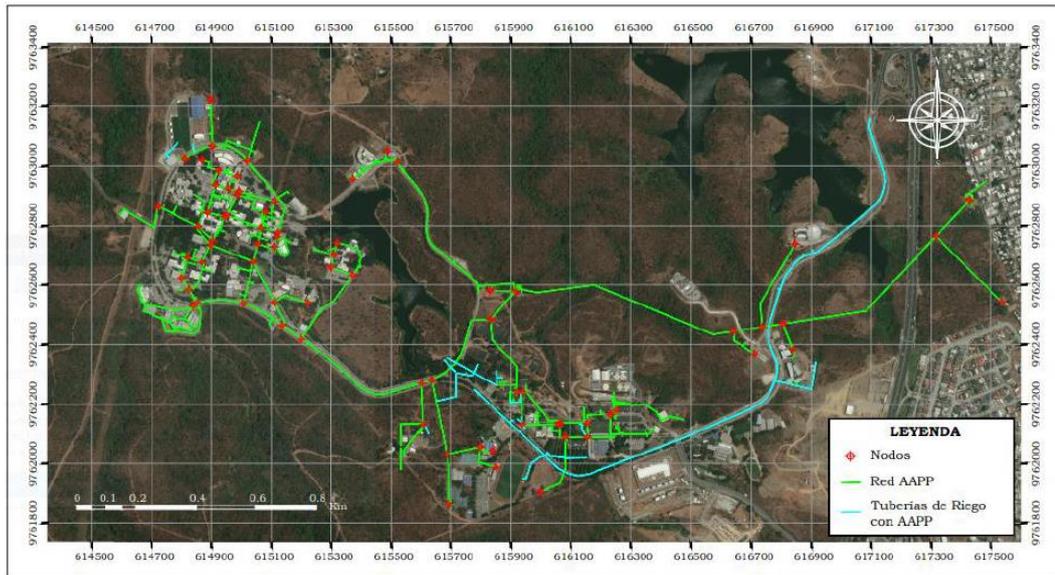
**Tabla 2.16 Características del sistema de bombeo (SEBIOCA, 2021)**

<b>CARACTERISTICAS SISTEMA DE BOMBEO SEBIOCA</b>	
Dimensiones de la Cisterna	8,00 m x 8,00 m x 2,50m; e= 0,20m
Capacidad de la Cisterna	Aprox. 150m <sup>3</sup>
Cuarto de bomba	Bomba SUMERG 4" 60 60FA5G4-PE P/5HP 60GPM (93616013) DE 13ET Motor SUMERG de 4" (2243038602) de 5 HP 230/60/1F Caja de control (2821138110) CJ- 5021P/5HP 230/60/1F
Tubería de presión	Tubo PLASTIGAMA PVC para presión 90x 2.8mm; S:16; PN: 0,80 MPa
Tubería de distribución	Tubo PLASTIGAMA PVC Ø 2"

#### **2.2.6.6 Análisis Del Sistema De Agua Potable Con La Población Actual**

Con la colaboración del proyecto integrador “Análisis del Sistema Existente y Diseños de Optimización del Sistema de Agua Potable de la ESPOL” (López Alaña & Zambrano Figueroa, 2021), se sabe que, el sistema de distribución de agua potable en el año 2020 dotó de este servicio a una población de 18207, de donde se obtuvieron las siguientes observaciones y resultados:

1. La población de ESPOL se abastece mediante una línea de impulsión que transporta el agua potable desde la reserva baja ubicada en Prosperina hasta la reserva alta ubicada dentro del campus de ESPOL.
2. La línea de conducción o línea matriz es la encargada de distribuir el agua potable desde la reserva alta mediante gravedad, hasta el Campus de ESPOL con excepción del área de admisiones.
3. El caudal máximo horario calculado correspondiente a la línea matriz, para una población de 13874 habitantes que posee el área de grado y tecnologías con excepción de la población de admisiones, es de 17,66 l/s.
4. El caudal máximo horario calculado para la población de admisiones con 4333 habitantes, es 5,52 l/s.
5. Se consideró un promedio de profundidad de tuberías de 1,3 m dado que existen profundidades encontradas en el catastro de GIF que van de 0,10 m a 3,71 m.
6. Las presiones obtenidas en los nodos oscilan entre 18 m.c.a. y 154 m.c.a, en promedio 44,7 m.c.a. Las presiones más altas se encuentran en los nodos de la tubería de impulsión, por lo que recomienda que, para nodos de consumo con altos valores de presión, se coloquen válvulas reguladoras según lo establece la (NEC, 2011), con el fin de no superar los 50 m.c.a.
7. Las velocidades resultantes en las tuberías de distribución van de 0,003 m/s a 1,44 m/s, con un promedio 0,25 m/s, lo que resulta muy por debajo de la norma ecuatoriana que establece velocidades que van de 0,6 m/s a 2,5 m/s, siendo 1,2 m/s una velocidad óptima para el diseño de tuberías. Las bajas velocidades encontradas en el modelo del sistema de distribución de agua, podrían ser el resultado de los grandes diámetros de las tuberías que forman parte de la red.



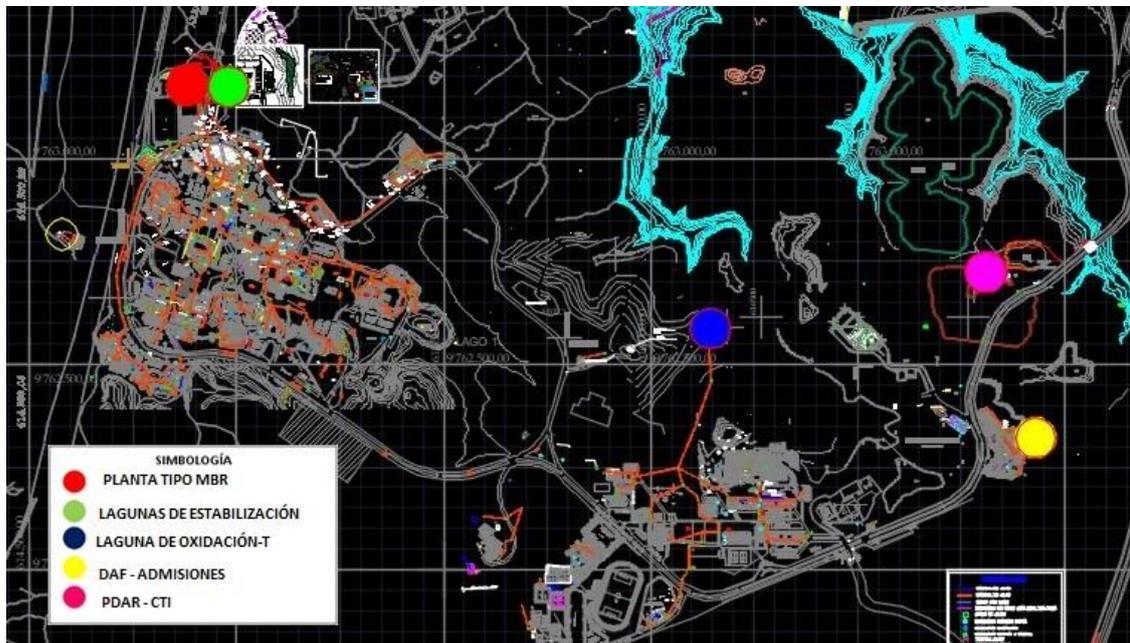
**Figura 2.22 Modelamiento del Sistema de Distribución de Agua (López Alaña & Zambrano Figueroa, 2021)**

### 2.2.6.7 Sistema de Alcantarillado Sanitario

ESPOL cuenta con la información del tipo de depuración para las edificaciones existentes (Ver Tabla 2.17).

**Tabla 2.17 Información del tipo de depuración de aguas residuales (Sostenibilidad, 2020)**

TIPO DE DEPURACIÓN	EDIFICIOS
Planta Tipo MBR	
Lagunas de estabilización	FIMCM, Edificio de Administración Central, Edificio de Rectorado, Edificio de Finanzas, CIB, APESPOL, FCNM, FCSH, FIEC, FIMCP, Imprenta AJÁ, Edificio STEM, FICT, FEPOL, GTSI, COWORKING, Comedor Ingenierías, CEMA, Edificio Posgrado FCSH, CELEX, Comedor CELEX, UBEP, Gimnasio Colaboradores, Área deportiva 3, Taller de Producción 10 B, Área deportiva 4 y FADCOM.
Laguna de Oxidación	15 edificios pertenecientes a: FCV, TRANSESPOL, CONDUESPOL, SEBIOCA, COPOL, Talleres de mantenimiento y casa del guardia.
Flotación por aire disuelto (DAF)	Edificio de Admisiones, Edificio Educación Continua, CISE, Patio de Comidas de Admisiones.
PDAR - Lodos activados por oxidación total	Edificio CTI
Pozos sépticos	Existen 16 pozos sépticos: Casa guardia (Cooperativa 29 de abril, junto a Ceibos Norte), Sub estación eléctrica, Casa guardia (Sub estación eléctrica), UPC, Ex CEPE, ESPOLTEL, Cabaña de llamas (suite viejas, BPP), Planta embotelladora BPP, Centro compostaje BPP, Casa de guardia (cancha de tenis), Gimnasio estudiantes, Piscina (comedor, vestidores, estadio), Rebose piscina, Unidad de vinculación, Laboratorio Unitas y Casa de guardia parcelas demostrativas. Cabe mencionar que el pozo séptico de la cabaña de llamas esta inhabilitado.



**Figura 2.23 Ubicación de las Plantas Depuradoras de Aguas Residuales y Lagunas de estabilización (Cruz & Hidalgo, 2021)**

### **2.2.6.8 Sistema Depurador, Planta MBR y Lagunas de Estabilización**

Este sistema depurador consta de tres reactores MBR y dos lagunas ubicadas paralelamente a la planta (Ver Figura 2.24 y Figura 2.25). Mediante un sistema de bombeo compuesto actualmente por dos bombas de 3HP, recolecta el agua provista del área de influencia y la conduce a una cisterna situada antes del sistema depurador. Las bombas funcionan de forma automatizada y empleando unos sensores de nivel indican cuándo la cisterna se ha llenado y proceden a apagar las bombas.

La cisterna del cárcamo de bombeo funciona por rebose dado que es una caja de doble cámara, esto indica que al detener el funcionamiento de las bombas ya que llegó a su nivel máximo, estas aguas colapsan la primera sección continuando a la segunda sección y finalmente desembocan en las lagunas de estabilización.



**Figura 2.24 Ubicación de la Planta MBR y las Lagunas de Estabilización (Avalos & Guerrero, 2019)**



**Figura 2.25 Reactores MBR y Cisterna (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Basado en una recopilación de información en trabajos anteriores se obtuvo que el tirante que circula por el último tramo de la tubería antes de ingresar al cárcamo de bombeo, adicionalmente se conoce que la tubería es de material PVC con un diámetro de  $\text{Ø}300\text{mm}$  y una pendiente del 0,65%. En la Tabla 2.18 se muestra el caudal real de la planta depuradora.

**Tabla 2.18 Caudales estimados del sistema depurador (Avalos & Guerrero, 2019)**

Tirante	Q real estimado
mm	L/s
61	7,31
52	5,06
<b>Q real promedio</b>	<b>6,185</b>

**Tabla 2.19 Diagnóstico de la planta MBR (Avalos & Guerrero, 2019)**

Diagnóstico general de la Planta MBR									
Fecha de instalación	Fecha de análisis	Funcionamiento		Volumen de Agua depurada (m3/día)	% Funcionamiento actual	Observaciones	Análisis de la eficiencia depuradora		
		Horario	Horas				% Remoción	Verificación de límites de Desarga	% Remoción de sólidos suspendidos
Año 2012	Año 2019	Lunes-viernes	6 horas	500	42,2	Mantenimiento y reparación	90	SÍ CUMPLE	100

Las lagunas de estabilización, consta de laguna de maduración y laguna facultativa. Se asume una profundidad de 1,25 m para las dos lagunas, con sección transversal trapezoidal y pendiente con relación 2:1, con ello se puede estimar el volumen de la laguna facultativa y de maduración, con valores de 637,1 m<sup>3</sup> y 812,9 m<sup>3</sup> respectivamente.

**Tabla 2.20 Análisis de las Lagunas de Estabilización (Avalos & Guerrero, 2019)**

Diagnóstico general de las lagunas de estabilización										
Fecha de instalación	Fecha de análisis	Volumen de caudal		Tiempo hidráulico de retención Qmedido: 6,19 L/s <u>Invernal</u>		Tiempo hidráulico de retención Qteórico: 22,09 L/s <u>Caso crítico</u>		Análisis de la eficiencia depuradora		
		Teórico	Promedio	Laguna de maduración	Laguna facultativa	Laguna de maduración	Laguna facultativa	% DBO	Verificación de límites de Desarga	Volumen de las lagunas
Hace 19 años	Año 2019	22,09 L/s	6,19 L/s	2,38 días	3 días	0,67 días	0,86 días	No cumple	No cumple	Insuficiente



**Figura 2.26 Lagunas de Estabilización (Avalos & Guerrero, 2019)**

#### **2.2.6.9 Lagunas de Oxidación**

Esta laguna está ubicada en la ZONA 3, muy cercana al reservorio elevado de agua potable, recepta las aguas residuales que han sido canalizadas a través de ductos provenientes del área de estudiantes de tecnologías y llegan a la laguna, sin ningún tratamiento previo. Según el informe “Sistemas de Aguas Residuales Campus Gustavo Galindo” (Sostenibilidad, 2020), emitido por la Ing. María Auxiliadora Aguayo Bowen, menciona:

“al constatar un nivel bajo de agua, la falta de tratamiento preliminar, la austera instalación para la toma de muestras y el desemboque de aguas sin tratar correctamente obliga a solicitar un apremiante estudio para mejorar el sistema depurador o construir una planta depuradora”.

Sin embargo, (Quiñonez & Vintimilla, 2020) realizaron bajo el tema “Análisis del sistema existente y propuesta del sistema depurador para las aguas residuales del área de tecnologías de la ESPOL”, la propuesta de transformar el sistema existente en un humedal artificial cuyo caudal es de 268,20 m<sup>3</sup>/día, que abarca

una población de 1.857 hab., por tanto, sería suficiente para esa zona. Se debería verificar para los nuevos caudales que se propongan en este Plan Maestro.



**Figura 2.27 Laguna con presencia de una nata color verde (Quiñonez & Vintimilla, 2020)**

#### **2.2.6.10 PDAR Admisiones**

Se trata de un sistema de flotación por aire disuelto - DAF. Y según el informe “Sistemas de Aguas Residuales Campus Gustavo Galindo” (Sostenibilidad, 2020), emitido por María Auxiliadora Aguayo Bowen, menciona que dicha planta localizada en la ZONA 2, se encuentra operativa y posee una capacidad para aumentar el agua a depurar. Sin embargo, en la visita técnica por parte de los estudiantes del presente proyecto integrador, Omar Cruz y Katherine Hidalgo, el 25 de agosto de 2021, no se evidenció que la planta se encontrase en operación, se presume que por el momento no existe personal de operación y mantenimiento en el lugar debido a la emergencia sanitaria que ha impedido que los estudiantes retornen a las aulas.



**Figura 2.28 Planta DAF, Sector Admisiones (Cruz & Hidalgo, 2021)**

#### **2.2.6.11 PDAR CTI**

Ubicada en la Zona 1, consta de una planta depuradora de aguas residuales mediante el método de lodos activados por oxidación total, consecuentemente según el informe de “Sistemas de Aguas Residuales Campus Gustavo Galindo” (Sostenibilidad, 2020), emitido por María Auxiliadora Aguayo Bowen, puntualiza que la planta, en el recorrido de dicho año, se encontraba operativa y con disponibilidad para aumentar su capacidad, sin embargo en una nueva visita a la planta el 25 de agosto de 2021 por parte de los estudiantes de presente proyecto integrador Omar Cruz y Katherine Hidalgo, se constató que la planta no se encontraba operativa en ese momento. (Ver Figura 2.29 y Figura 2.30)



**Figura 2.29 Planta de Tratamiento de agua, mediante lodos activados, sector CTI**



Figura 2.30 Estado Actual Planta CTI (Cruz & Hidalgo, 2021)

#### 2.2.6.12 Áreas de Aportación

En la Figura 2.31 se analiza cómo, en qué dirección y dónde se están recolectando las aguas residuales, dando una mejor visibilidad de la distribución existente de las aguas servidas.

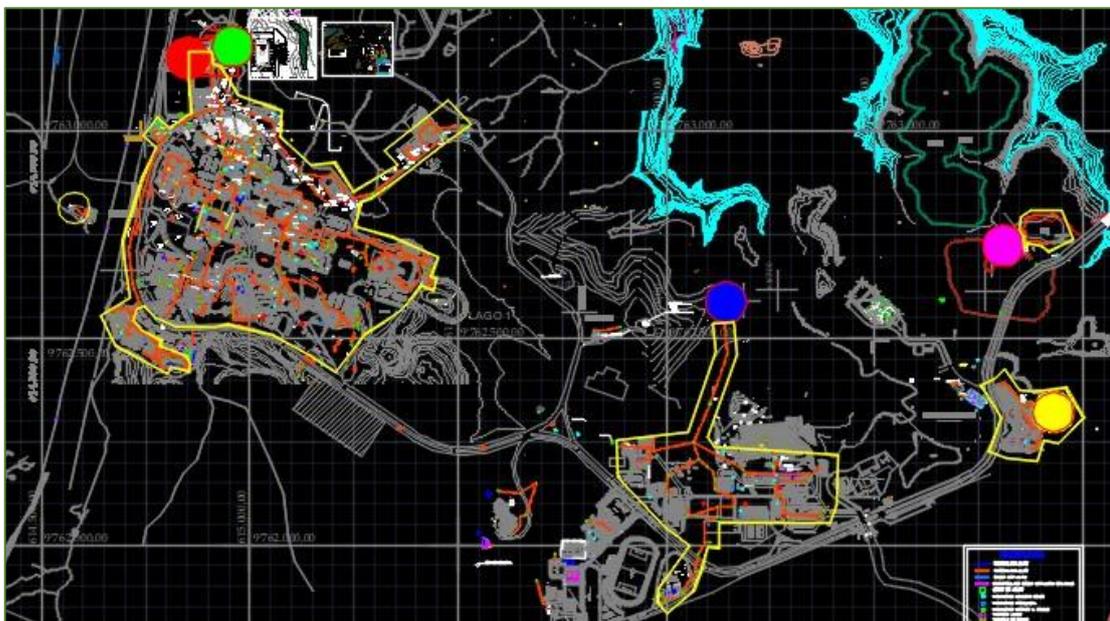


Figura 2.31 Áreas de Aportación - Sistema Alcantarillado Sanitario (Cruz & Hidalgo, 2021)

### 2.2.6.13 Sistema de Alcantarillado Pluvial

ESPOL dispone de canales con sección transversal rectangular y trapezoidal dentro del campus Gustavo Galindo para transportar las aguas lluvias, dichos canales son abiertos y otros como ducto cajón. Cabe mencionar que la cafetería Sweet and Coffee se encuentra situada en un punto de drenaje natural, adicional a esto, la tubería que recepta el caudal transportado por los canales provenientes de Rectorado, Biblioteca, FICT y laboratorios de Ingeniería Eléctrica, es de tan sólo  $\varnothing 500\text{mm}$ , por lo que en época de lluvias tiende a desbordarse a inundar el lugar. Adicional a esto se evidencia en algunos canales de la zona, vegetación, hojas secas y sedimentos. (Ver Tabla 2.21)

En las Figura 2.32, Figura 2.33, Figura 2.34 y Anexo D se puede apreciar los distintos canales existentes en el área de Ingenierías.

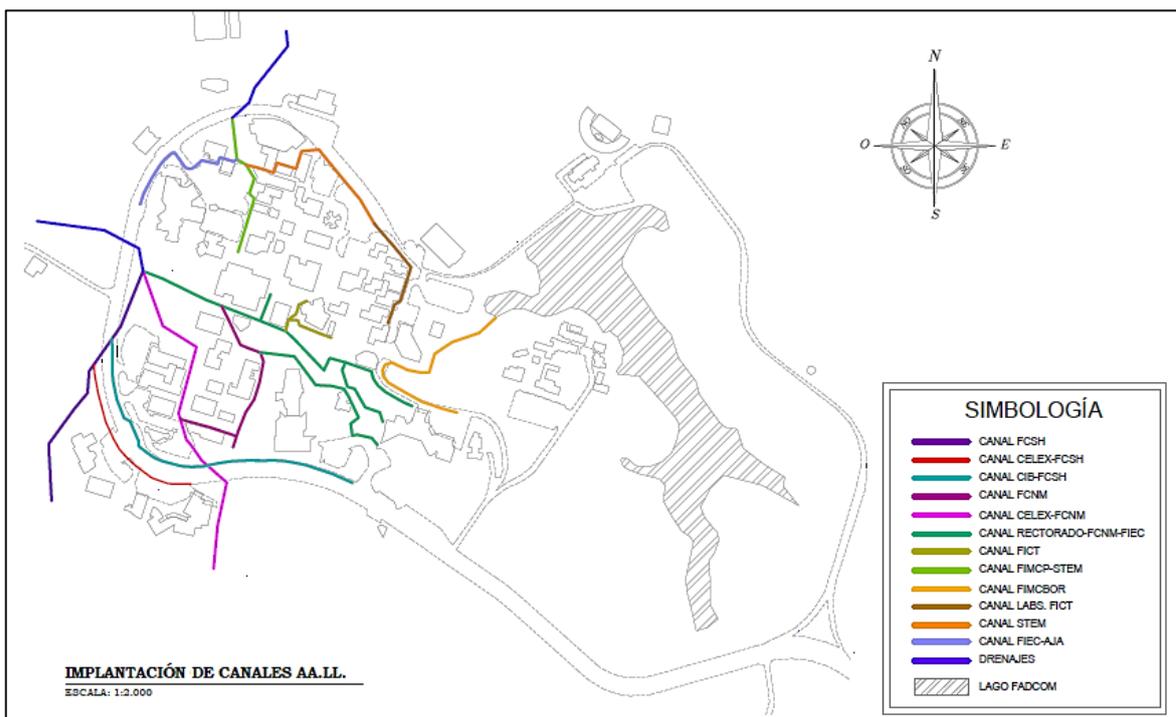


Figura 2.32 Implantación de Canales AA.LL., Área de Estudiantes de Grado (Cruz & Hidalgo, 2021)

**Tabla 2.21 Situación Actual de los Canales Pluviales de ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021)**



*Colector Sweet & Coffee con presencia de Sedimentos y hojas secas.*



*Canal FCNM con presencia de hojas secas.*



*Colector ubicado en la entrada a los bomberos, presencia de ramas.*



*Canal Laboratorio de Química, con vegetación y presencia de hojas secas.*



*Colector taponado en Parque AJA.*



*Colector en sector Sweet & Coffee con presencia de sedimentos.*



**Figura 2.33 Canal FICT - FEPOL (Cruz & Hidalgo, 2021)**



**Figura 2.34 Tubería receptora en Sweet & Coffee ( $\varnothing$  500 mm) (Cruz & Hidalgo, 2021)**

## **2.2.7 Balance de Masas**

### **2.2.7.1 Escenarios analizados**

Como ya fue descrito anteriormente, el objetivo de este proyecto busca proponer un plan maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial en el escenario, el cual incluye la evolución propia del campus Gustavo Galindo y el desarrollo de sus zonas de expansión.

Se debe comparar el consumo de agua potable en diferentes años, para este caso de analizó para los años 2017 - 2020, así se pudo constatar el consumo por dotación y las pérdidas que se han registrado. (Ver Tabla 2.22).

### **2.2.7.2 Consumo**

El análisis de consumo se realizó para los 261 días laborales del año de lunes a viernes, mediante un Balance de Masas que, de acuerdo a (Cortés, Treviño, Agustín, & Ávila, 2015), es la demostración cuantitativa de productos o masas de entrada y salida de un proceso.

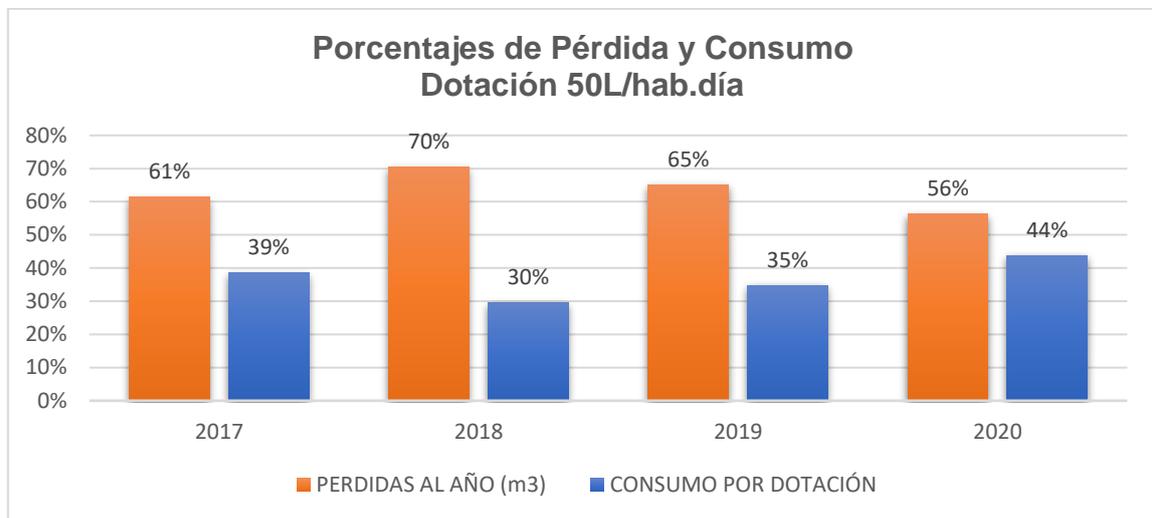
Se cuantificó el consumo por dotación y las pérdidas del mismo, durante los años 2017 al 2020, y de acuerdo al concepto de balance de masas lo que ingresa a un sistema debe ser igual a lo que sale. Lo que recibe ESPOL por parte de la entidad INTERAGUA es 278.056 m<sup>3</sup>/año, mientras que valor promedio calculado del consumo anual en la ESPOL es de 276.363 m<sup>3</sup>/año, lo que hace que se realice un análisis del consumo interno en la institución.

Podemos concluir que, para los años analizados en la Tabla 2.22, el promedio de consumo fue tan solo del 36%, obteniendo un promedio en pérdidas del 64%, lo cual es un porcentaje sumamente alto, por lo que se presume las siguientes causas:

1. Fuga de agua en los diferentes accesorios del sistema de red de agua potable por ejemplos las válvulas.
2. Al no contar con los grifos de los baños con cierre automático, muchos estudiantes no son conscientes de buen uso del agua y no cierran los grifos.
3. Se presume que gran parte del agua potable se utilizó para el riego de las áreas verdes, por lo que ha resultado un atentado para los criterios de sostenibilidad en los años analizados y una mala inversión debido a que, el agua potable está siendo utilizada para fines no adecuados.

**Tabla 2.22 Balance de masas (Cruz & Hidalgo, 2021)**

AÑO	POBLACIÓN	CONSUMO ANUAL ESPOL (m3)	CONSUMO POR DOTACIÓN (50 L/hab.*día)		PÉRDIDAS (MAL USO)	
2017	20876	272140	104943	39%	167196	61%
<b>2018</b>	20046	338849	<b>100265</b>	<b>30%</b>	<b>238584</b>	<b>70%</b>
2019	19032	278899	97061	35%	181837	65%
<b>2020</b>	18207	215564	<b>94293</b>	<b>44%</b>	<b>121270</b>	<b>56%</b>
	<b>PROMEDIO</b>	<b>276363</b>	<b>99141</b>	<b>36%</b>	<b>177222</b>	<b>64%</b>



**Figura 2.35 Gráfica de porcentajes de pérdidas y consumos (Cruz & Hidalgo, 2021)**

### 2.3 Análisis de Restricciones

Para poder plantear las alternativas de solución a las problemáticas halladas, es preciso analizar el escenario donde se ejecutarán el proyecto, dado que nos permite ser más eficientes y óptimos con las propuestas.

Considerando que un plan maestro de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, marca la directriz para el desarrollo de las distintas edificaciones y proyectos, podemos examinar que la primera restricción son las construcciones ya establecidas. Continuando con el estudio, se puntualiza que todo proyecto debe generarse entorno a los criterios de sostenibilidad tanto social, ambiental y económico, por lo tanto, en vista que el terreno comprende un bosque protector y áreas verdes por conservar es necesario que las alternativas sean amigables con el medio ambiente, así mismo es

de igual importancia diseñar en base a lineamientos técnicos como ubicación, pendiente y área de influencia. Por otra parte, el tiempo en el que se desarrolla el proyecto se encuentra restringido debido a una emergencia sanitaria, por lo cual limita el acceso al sitio de estudio.

## 2.4 Planteamiento de Alternativas

### 2.4.1 Métrica de evaluación

Para el planteamiento de las alternativas más adecuadas se tomaron en cuenta las siguientes restricciones, cuyos criterios son:

1. **Consideraciones Técnicas:** Debido a que los sistemas implementados funcionan a gravedad, se debe considerar de la zona de estudio; la pendiente natural, la ubicación, el área, los estudios preliminares y los puntos de conexión, siendo las dos primeras consideraciones las más importantes dentro de la evaluación.
2. **Consideraciones Sociales:** Tenemos como restricción dentro del ámbito social, la emergencia sanitaria, el crecimiento poblacional, hablando de los estudiantes y trabajadores de los bloques ya mencionados, y el desarrollo vial dentro del campus ESPOL.
3. **Consideraciones Económicas:** Dentro de este criterio tenemos los costos de construcción, el OPEX o costos permanentes y los Costos requeridos para el equipo y la maquinaria.
4. **Consideraciones Ambientales:** La afectación al Bosque Protector Prosperina, la Fauna y la flora que se encuentran dentro del área de estudio y los cambios del curso natural del agua; serán las consideraciones ambientales del presente plan maestro.

Estos criterios serán evaluados de acuerdo con la matriz de Likert, la cual contiene la siguiente métrica:

**Tabla 2.23 Métrica de Evaluación de acuerdo con la matriz de Likert (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Totalmente favorable	Parcialmente favorable	Ni favorable ni desfavorable	Parcialmente desfavorable	Muy desfavorable
5	4	3	2	1

Los períodos de diseño que maneja el plan maestro van de corto, mediano a largo plazo es decir se proyecta con periodos comprendidos de 5, 10 a 15 años. Para establecer la prioridad de las obras a realizar durante dichos periodos en cada sistema propuesto, se utiliza la escala de Likert, por medio de esta métrica se conoce que alternativa es la que se necesita implementar al momento, es decir, la más importante claro está, todas las demás obras deberán ser realizadas, pues se consideran necesarias.

## 2.4.2 Alternativas Planteadas para el Sistema de Agua Potable

- a. **Alternativa 1:** Independizar el uso del agua potable, para optimizarlo y plantear el riego de áreas verdes con el agua del lago.
- b. **Alternativa 2:** Optimizar el sistema de agua potable para abastecer de forma eficiente (Incluye reservorio nuevo).
- c. **Alternativa 3:** Crear una nueva estación de bombeo en la reserva baja ubicado en Prosperina, para un mejor abastecimiento de la Reserva Alta

**Tabla 2.24 Evaluación de prioridad de alternativas AA.PP. (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Sistemas de Agua Potable	Puntaje		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
<b>Consideraciones Técnicas</b>			
Pendiente Natural	5	5	3
Ubicación y área	5	5	4
Estudios preliminares	4	3	4
Punto de Conexión	2	3	2
<b>Consideraciones Sociales</b>			
Emergencia Sanitaria	2	2	2
Crecimiento Poblacional	3	3	3
Desarrollo Vial	4	3	3
<b>Consideraciones Económicas</b>			
OPEX	4	4	3
Costos de construcción	3	3	3
Costos de equipo y maquinaria	3	3	3
<b>Consideración Ambiental</b>			
Afectación a la flora y fauna	3	3	2
Afectación a las áreas de protección	2	2	4
Potencial para general ruidos	3	3	3
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>42</b>	<b>39</b>

### 2.4.3 Alternativas Planteadas para el Sistema de Alcantarillado Sanitario

- a. **Alternativa 1:** Mantenimiento de los pozos sépticos y repotenciación de las diferentes plantas depuradoras existentes.
- b. **Alternativa 2:** Plantear el diseño de una planta depuradora en el área de tecnologías y otra en la zona de expansión (PARCON)

Tabla 2.25 Evaluación de prioridad de alternativas AA.SS. (Cruz & Hidalgo, 2021)

Red de Alcantarillado Sanitario	Puntaje	
	Alternativa 1	Alternativa 2
<b>Consideraciones Técnicas</b>		
Estandarización y Normativas	5	5
Ubicación y área	4	4
Estudios preliminares	4	3
Adaptación a variaciones de caudal	5	5
<b>Consideraciones Sociales</b>		
Emergencia Sanitaria	3	3
Crecimiento Poblacional	3	3
Formación de malos olores	3	4
<b>Consideraciones Económicas</b>		
OPEX	3	3
Costos de construcción	3	2
Costos de equipo y maquinaria	4	3
<b>Consideración Ambiental</b>		
Afectación a la flora y fauna	4	3
Afectación a las áreas de protección	4	3
Potencial para general ruidos	3	4
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>45</b>

### 2.4.4 Alternativas Planteadas para el sistema de Alcantarillado Pluvial

- a. **Alternativa 1:** Implementación de nuevos canales, cambio de diámetro en tuberías receptoras para las zonas donde se evidencian inundaciones
- b. **Alternativa 2:** Implementación de Soluciones Verdes y Azules, creación de zonas de inundación, techos verdes y uso de hormigón permeable.

**Tabla 2.26 Evaluación de prioridad de alternativas AA.LL. (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Red Pluvial	Puntaje	
	Alternativa 1	Alternativa 2
<b>Consideraciones Técnicas</b>		
Pendiente Natural	4	4
Ubicación y área	4	3
Estudios preliminares	4	3
<b>Consideraciones Sociales</b>		
Emergencia Sanitaria	3	3
Crecimiento Poblacional	4	4
<b>Consideraciones Económicas</b>		
Costos de construcción	4	3
Costos de equipo y maquinaria	3	3
Costos de mantenimiento	3	3
<b>Consideración Ambiental</b>		
Afectación a la flora y fauna	4	4
Afectación a las áreas de protección	4	5
Cambio del curso natural del agua	3	3
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>35</b>

## 2.5 Plan de trabajo

Se desarrolló el plan de trabajo siguiendo los lineamientos estipulados de forma ordenada y secuencial, priorizando las actividades requeridas para la recolección de datos e información, posterior a ello se procesó y evaluó la misma en determinados periodos de tiempo, tal y como lo muestra la Tabla 2.27.

**Tabla 2.27 Actividades del Plan de Trabajo (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Actividades	Duración	Descripción
Reunión con Cliente	3 días	Expectativas, restricciones, alcance e información existente del proyecto.
Consulta Bibliográfica	21 días	Revisión de literatura del área de conocimiento específico.
Recopilación de Datos	28 días	Obtención de datos topográficos y planos existentes del área de proyecto
Procesamiento de Información	21 días	Depuración de datos e información obtenida en sitio, modelación mediante softwares.
Diagnóstico del estudio hidrológico	7 días	Revisión de resultados obtenidos y determinación de tramos problemáticos.

Análisis de Propuestas de Soluciones Técnicas	7 días	Revisión de viabilidad de propuestas. Socialización con el cliente.
Recolección de Información Adicional	3 días	Posible necesidad de requerir datos adicionales.
Solución Técnica Definitiva	14 días	Análisis exhaustivo de solución definitiva. Socialización con el cliente.
Elaboración de Entregables	14 días	Elaboración de planos, evaluación de impacto ambiental y análisis de presupuestos.
Resultados, Conclusiones y Recomendaciones	2 días	Determinación de resultados importantes del proyecto, conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO 3

## 3. PROPUESTAS DE SOLUCIONES TÉCNICAS

### 3.1 Expansión Poblacional

Mediante el análisis poblacional realizado en el capítulo anterior, se determinó una población para el periodo de diseño del año 2035 de 26.216 habitantes. Con los datos obtenidos y la de la población actual se realizó un análisis de la densidad poblacional.

$$D = \frac{\text{Población(hab)}}{\text{área (ha)}} \quad (3.1)$$

Se conoce que el área total de ESPOL es de 657,99 ha, datos que fueron obtenidos del departamento de infraestructura y que se lo puede observar en el plano de zonificación del **Anexo C**. Considerando estos datos de población y área dentro del periodo de diseño, se obtiene los resultados expresados en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1 Densidad Poblacional de la ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021)**

ZONA	SECTOR	AÑO 2019				AÑO 2035			
		Población	Área delimitada	Área Poblada	Áreas verdes	Población	Área delimitada	Área Poblada	Áreas verdes
		hab	hab	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
Z1	Gobierno CTI-ZEDE-ESPOL	93	133,00	2,57	130,43	1517	133,00	46,00	87,00
Z2	Gobierno Admisiones	2430	48,18	0,84	47,34	2543	48,18	1,15	47,03
Z3	Gobierno FCV	2335	24,87	2,60	22,27	3089	24,87	4,28	20,59
Z4	Gobierno Área Deportiva (Piscina)	57	109,16	0,35	108,81	78	109,16	1,11	108,05
Z5	Gobierno FIMCBOR	617	32,76	0,55	32,21	914	32,76	0,99	31,77
Z6	Gobierno Rectorado	144	3,56	0,80	2,76	162	3,56	0,86	2,70
Z7	Gobierno Biblioteca Central	31	2,81	1,12	1,69	39	2,81	1,12	1,69
Z8	Gobierno FCSH	2997	168,39	0,86	167,53	3600	168,39	1,74	166,65
Z9	Gobierno FCNM	2911	5,03	1,56	3,47	3702	5,03	2,97	2,06
Z10	Gobierno Ubep/deportes	33	53,89	0,81	53,08	44	53,89	0,93	52,96
Z11	Gobierno FIEC	2640	3,89	2,03	1,86	3554	3,89	3,34	0,55
Z12	Gobierno FIMCP/Stem	2761	3,99	1,45	2,54	4198	3,99	3,60	0,39
Z13	Gobierno FICT	1205	5,06	1,07	3,99	1694	5,06	2,15	2,91
Z14	Gobierno FADCOM	774	63,40	0,76	62,64	1082	63,40	1,12	62,28
<b>TOTAL</b>		<b>19028</b>	<b>657,99</b>	<b>17,37</b>	<b>640,62</b>	<b>26216</b>	<b>657,99</b>	<b>71,36</b>	<b>586,63</b>
<b>Densidad (hab/ha)</b>		<b>28,9</b>				<b>39,8</b>			
Z15	Gobierno Tanques bajos	4	16,20	0,03	16,17	4	16,20	0,04	16,16

Luego de realizar el análisis general con los datos proporcionados, se determinó que en el año 2019 la densidad poblacional global de ESPOL fue de 28,9 hab/ha. y para el año 2035 será de 39,8 hab/ha.

Por otra parte, para la determinación de la densidad de la ciudad de Guayaquil, hay tres instituciones que presentaron sus valores aproximados, dichas entidades son: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil e Interagua.

La primera reflejó cantidades decrecientes, en cambio la segunda mostró valores altos en comparación a la anterior, por lo consiguiente, Interagua en vista que tiene un contrato de concesión realiza una revisión cada cinco años y al encontrarse con los dos escenarios. determinó un valor promedio de densidad, y sectorizó la ciudad en zonas de planificación urbana, descritas en la Tabla 3.2.

Chongón se clasifica en la zona F y posee una densidad neta 28 (hab/ha) al año 2031, dado que ESPOL se encuentra dentro de esta denominación podemos contrastar la densidad proyectada al año 2035 de 39,8 hab/ha versus la de esta zona y notamos que dicha densidad es 42% mayor a la de Chongón.

**Tabla 3.2 Proyección de Densidades Netas (Interagua, 2015)**

Zona de planificación urbana	Denominación usual	Area neta (ha)	Densidad neta 2010 (hab/ha)	Densidad neta 2020 (hab/ha)	Densidad neta 2031 (hab/ha)
A	Sur	2.642	204	209	214
B	Oeste	1.293	346	351	356
C	Centro	735	223	223	223
D	Norte	5.663	100	106	114
E	Pascuales	8.512	53	81	109
F	Chongón	7.587	13	20	28
<b>Subtotal Ciudad de Guayaquil</b>		<b>26.433</b>	<b>86</b>	<b>99</b>	<b>112</b>

De igual importancia, pero desde un diagnóstico particular, se revisó el sector de Ingenierías, donde se reflejó una densidad de 1082 hab/ha. (Ver Tabla 3.3)

**Tabla 3.3 Densidad del Sector de Ingenierías (Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>ANÁLISIS SECTOR DE INGENIERÍAS</b>				
<b>AÑO 2019</b>				
<b>Sector</b>	<b>Población Sector Ingenierías</b>		<b>Área Poblada (ha)</b>	
	<b>Estudiantes</b>	<b>Trabajadores</b>		
FIMCP	2000	1194	1,45	
FIMCM	510		0,55	
FIEC	2400		2,03	
FICT	1120		1,07	
FCSH	2015		0,86	
FCNM	975		1,56	
OTROS	RECTORADO			0,80
	BIBLIOTECA CENTRAL			1,12
TOTAL	9020		1194	9,44
TOTAL SECTOR INGENIERÍAS	10214		9,44	
DENSIDAD (hab/ha)	<b>1082</b>			

El valor detallado indica una elevada densidad con respecto a los datos provistos por Interagua, lo cual muestra la necesidad de establecer áreas para una futura expansión, ya que dicha superficie ocupada ya no es suficiente.

Para determinar el área necesaria para la futura expansión, es imprescindible indagar los resultados hallados en la Tabla 3.1, del cual, a modo de resumen, en la Tabla 3.4 se expone que en el año 2019 el área poblada del Campus Gustavo Galindo es de 17,37 ha y para el año de diseño 2035 el área será de 27,93 ha, por lo tanto, el espacio preciso para la expansión resulta la diferencia entre el área poblada del año de diseño y el año 2019, dando un valor de 10,57 ha.

**Tabla 3.4 Áreas de Expansión (Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>CAMPUS GUSTAVO GALINDO</b>		
<b>Área Poblada (ha)</b>	<b>AÑO</b>	
	<b>2019</b>	<b>2035</b>
		17,37
<b>Área de Expansión (ha)</b>	10,57	

<b>ZEDE</b>		
<b>Área Poblada (ha)</b>	<b>AÑO</b>	
	<b>2019</b>	<b>2035</b>
	2,57	46,00
<b>Área de Expansión (ha)</b>		43,43

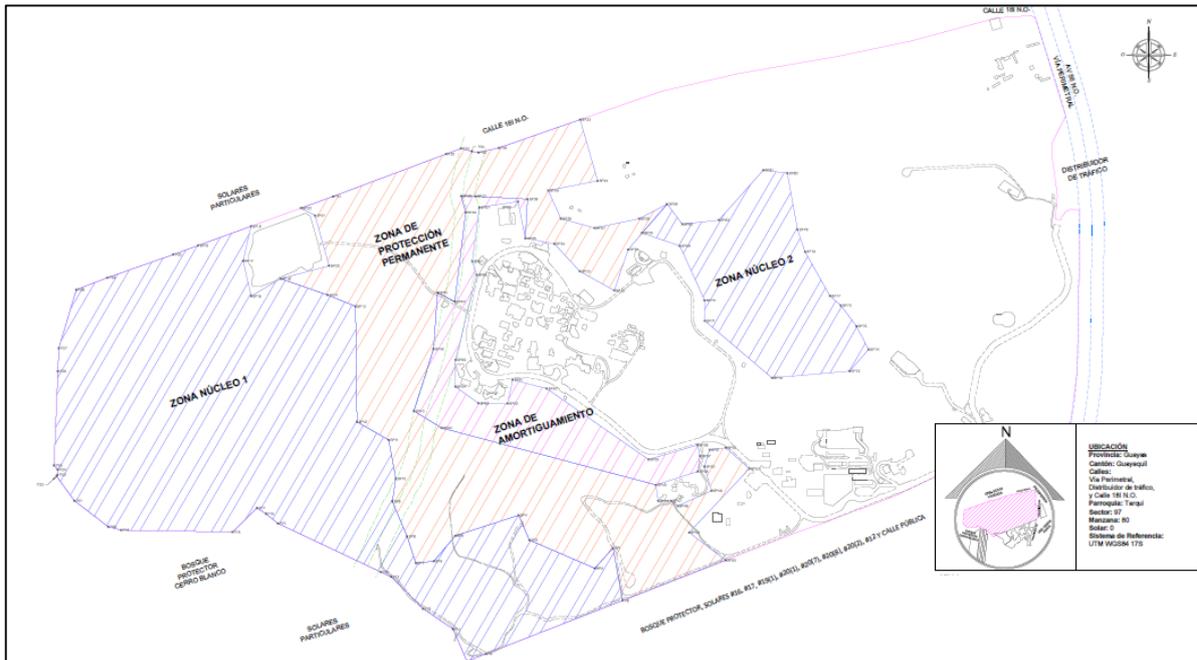
De igual manera, otro sector de interés es la Zona Especial de Desarrollo Económico del Litoral (ZEDE), la cual en el año 2019 contaba con un área de construcción de 2,57 ha, que comprende los sectores correspondientes a CTI, Century Link, Bioconversión, Federación de canotaje y Vibag. Luego, en el año 2035 se observa que el área poblada aumenta aproximadamente 18 veces más, por tanto, se requerirá un área de 43,43 ha para su crecimiento. Cabe mencionar que el área designada para ZEDE fue de 132,10 ha, de modo que esta zona cuenta con el área suficiente para expandirse, adicionalmente esta superficie se encuentra en revisión y actualización, por ello, estos resultados están expuestos a variar.

### 3.1.1 Selección de las Zonas de Expansión

La Gerencia de Infraestructura de ESPOL, colaboró con la entrega de un plano que posee información de las áreas protegidas de la Institución, debido a que cuenta con un Bosque Protector que debe ser preservado. En Figura 3.1 se puede visualizar las áreas representadas en la Tabla 3.5

**Tabla 3.5 Cuadro de áreas de protección registradas por GIF (Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>CUADRO DE ÁREAS</b>	
<b>ZONAS DE PROTECCIÓN</b>	<b>ÁREA (ha)</b>
ZONA NÚCLEO 1	165,81
ZONA NÚCLEO 2	37,70
ZONA DE PROTECCIÓN PERMANENTE	119,06
ZONA DE AMORTIGUAMIENTO	27,49
<b>SUBTOTAL GIF*</b>	<b>350,05</b>
DERECHO DE VÍA POLIDUCTO	-17,76
<b>TOTAL GIF*</b>	<b>332,30</b>



**Figura 3.1 Mapa de Áreas de Protección del Bosque Protector Prosperina (Infraestructura, 2021)**

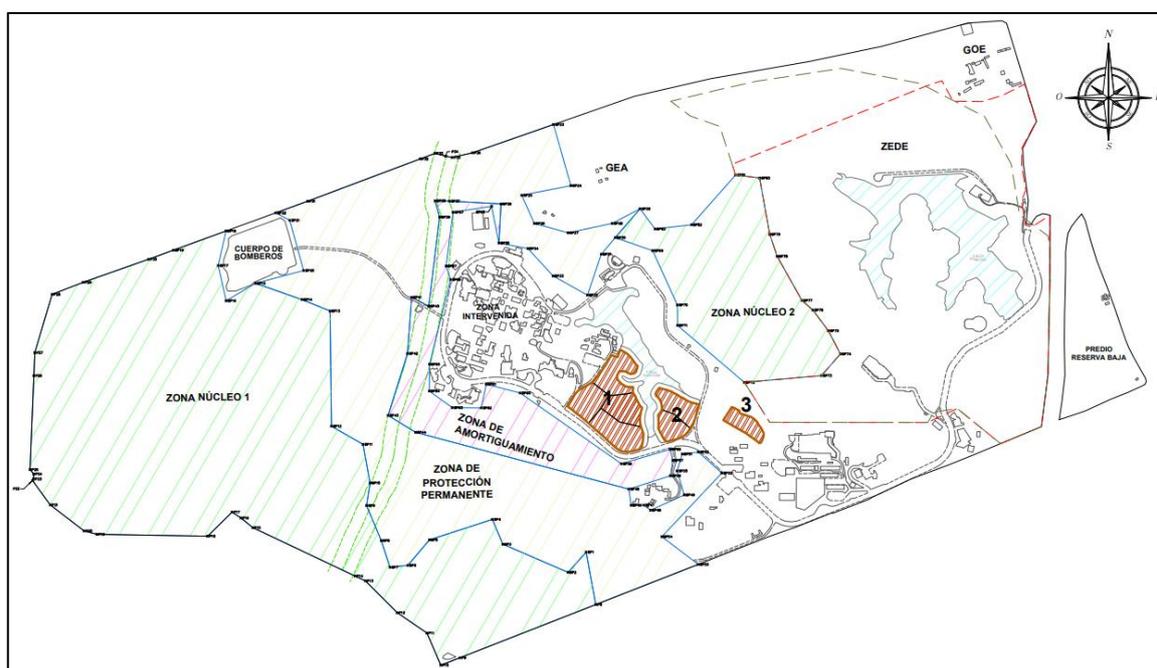
Las áreas de protección registradas por GIF (Ver Tabla 3.5), comprenden la zona núcleo 1, la zona núcleo 2, la zona de protección permanente, la zona de amortiguamiento y el derecho de vía poliducto que dan un total de 332,30 ha, que la ESPOL debe preservar y evitar intervenciones que afecten al Bosque Protector Prosperina.

Las zonas intervenidas o a intervenir (con edificaciones y espacios verdes), serían las candidatas para considerar la ubicación de las nuevas zonas a expandir. A continuación, en la Tabla 3.6, se presenta un cuadro de áreas que representan las zonas intervenidas.

**Tabla 3.6 Cuadro de Áreas de las Zonas Intervenidas (Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>CUADRO DE ÁREAS</b>	
<b>ZONAS DE INTERVENCIÓN</b>	<b>ÁREA (ha)</b>
ZONA INTERVENIDA CAMPUS POLITÉCNICO	124,30
ZONA ZEDE	132,10
ZONA BOMBEROS	7,94
OTROS (GEA, GOE,..)	43,60
<b>TOTAL</b>	<b>307,94</b>

Finalmente, luego de haber revisado las zonas de protección y las zonas intervenidas, se ubicaron dos zonas en las cercanías del lago de Ingenierías y una zona en el área de tecnologías, que son parte de la zona Intervenida Campus Politécnico que cuenta con un área de 124,30 ha (Ver Tabla 3.6). Se tomó en cuenta la topografía, la cercanía a las vías de acceso y la disponibilidad de los servicios básicos. (Ver Figura 3.2)



**Figura 3.2 Ubicación de las Áreas de Expansión Propuestas (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Las zonas de expansión propuestas en la Figura 3.2 comprenden un área de 10,61 ha, el cual satisface el crecimiento poblacional hasta el periodo de diseño del año 2035. Las áreas se encuentran distribuidas de manera general en la Tabla 3.7

**Tabla 3.7 Áreas de Expansión Propuestas (Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>ÁREAS DE EXPANSIÓN PROPUESTAS (AÑO 2035)</b>	
<b>ZONAS</b>	<b>ÁREA (Ha)</b>
ZONA DE EXPANSIÓN 1E	7,04
ZONA DE EXPANSIÓN 2E	2,50
ZONA DE EXPANSIÓN 3E	1,07
<b>TOTAL</b>	<b>10,61</b>

### 3.1.2 Distribución de las zonas de Expansión Propuestas

En la Figura 3.3 se muestra la distribución de las áreas en zonas de expansión para periodos comprendidos en 5, 10 y 15 años, los valores establecidos para dicha distribución se encuentran descritos en la Tabla 3.8. que refleja un área total de 10,61 ha.

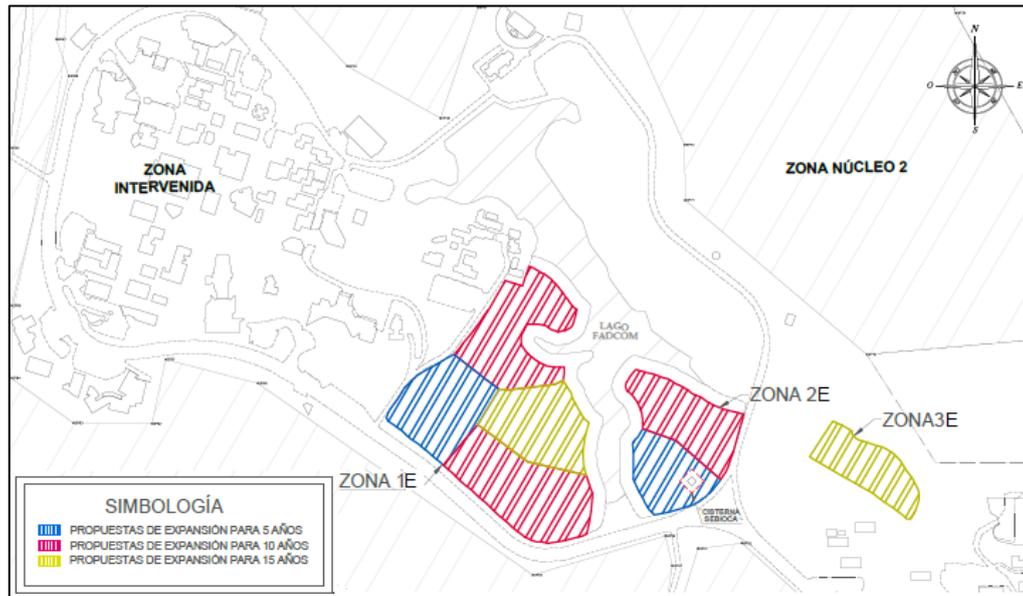


Figura 3.3 Distribución de Áreas en Zonas de Expansión (Cruz & Hidalgo, 2021)

Tabla 3.8 Valores de las Áreas de Expansión Propuestas (Cruz & Hidalgo, 2021)

DISTRIBUCIÓN ÁREAS DE EXPANSIÓN	
<b>ZONA DE EXPANSIÓN 1E</b>	
ÁREA PROPUESTA AÑO 5	1,55 ha
ÁREA PROPUESTA AÑO 10	4,56 ha
ÁREA PROPUESTA AÑO 15	2,15 ha
<b>SUBTOTAL</b>	<b>8,26 ha</b>
ÁREA DE SERVIBUMBRE ZONA 1E	-1,22 ha
<b>TOTAL</b>	<b>7,04 ha</b>
<b>ZONA DE EXPANSIÓN 2E</b>	
ÁREA PROPUESTA AÑO 5	1,58 ha
ÁREA PROPUESTA AÑO 10	1,80 ha
<b>SUBTOTAL</b>	<b>3,39 ha</b>
ÁREA DE SERVIBUMBRE ZONA 2E	-0,80 ha
ÁREA SERVIDUMBRE CISTERNA	-0,09 ha
<b>TOTAL</b>	<b>2,50 ha</b>
<b>ZONA DE EXPANSIÓN 3E</b>	
ÁREA PROPUESTA AÑO 15	1,07 ha
<b>TOTAL</b>	<b>1,07 ha</b>
<b>ÁREA TOTAL DE EXPANSIÓN</b>	<b>10,61 ha</b>

## 3.2 Sistema de Agua Potable

### 3.2.1 Análisis del sistema con la población futura

Para el análisis del sistema con la población futura, se realizó un trabajo en conjunto con el proyecto integrador “Análisis del Sistema Existente y Diseños de Optimización del Sistema de Agua Potable de la ESPOL” (López Alaña & Zambrano Figueroa, 2021).

#### 3.2.1.1 Período de diseño

De acuerdo con la norma CPE INEN 005-9-1: Los sistemas de abastecimiento de agua potable deben garantizar la rentabilidad de todas las obras del sistema durante el periodo de diseño escogido.

#### 3.2.1.2 Cálculo de la población futura

En el capítulo 2 se determinó la población futura para un periodo de diseño de 15 años, por medio del análisis de cuatro métodos expuestos en la Tabla 2.10. dando como resultado una población escogida de 24699 habitantes. A continuación, se presenta la Tabla 3.9 con los resultados poblacionales a corto mediano y largo plazo partiendo del año 2020 como año cero.

**Tabla 3.9 Proyección poblacional para el período de diseño (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Año	Población Escogida
2020	19386
2025	21157
2030	22928
<b>2035</b>	<b>24699</b>

#### 3.2.1.3 Dotación

Para la estimación del caudal, se tomó la norma hidrosanitaria que expone en la tabla 16.2 del Capítulo 16 de la NEC-11, “Dotaciones para edificaciones de uso específico” que menciona valores de dotación para universidades que van de 40 a 60 L/estudiante/día. De este rango se ha tomado un valor medio representativo de 50 L/estudiante/día.

### 3.2.1.4 Proyección de la Dotación

Según la recomendación de la norma, en la proyección de la dotación se debe asumir un incremento de la demanda en un 1,5% cada año, para el presente proyecto se estableció un periodo de diseño de 15 años, dado estos valores, se muestran los resultados en la Tabla 3.10.

**Tabla 3.10 Proyección de la Dotación (NEC, 2011)**

<b>Año</b>	<b>Dotación</b>	<b>Unidad</b>
2020	50,00	L/estudiante/día
2035	62,50	L/estudiante/día

### 3.2.1.5 Variaciones de consumo

El consumo medio anual diario, debe ser calculado por la fórmula:

$$Q_{med} = \frac{P * D}{86400} \quad (3.2)$$

Para la línea de Impulsión se toma la población futura de admisiones de 5878 habitantes.

$$Q_{med} = \frac{(5878 \text{ hab}) * (62,5 \text{ l/hab/dia})}{86400}$$

$$Q_{med} = 4,25 \text{ l/s}$$

Para la línea de matriz se toma la población futura del área de grado y tecnologías de 18821 habitantes.

$$Q_{med} = \frac{(18821 \text{ hab}) * (62,5 \text{ l/hab/dia})}{86400}$$

$$Q_{med} = 13,61 \text{ l/s}$$

El consumo medio anual diario total para una población futura de 24699 habitantes es de 17,87 l/s.

La expresión para el cálculo del mayor consumo diario es:

$$Q_{max}día = Kmáx.día * Qmed \quad (3.3)$$

El valor recomendado por la Norma CPE INEN 5 Parte 9-1 de coeficiente de variación de consumo máximo diario, ( $Kmáx.día$ ), es de 1,3 a 1,5. Para el proyecto se tomará el valor medio.

Para la línea de impulsión:

$$Q_{max}día = (1,4) * (4,25 \text{ l/s})$$

$$Q_{max}día = 5,95 \text{ l/s}$$

Para la línea de matriz:

$$Q_{max}día = (1,4) * (13,61 \text{ l/s})$$

$$Q_{max}día = 19,05 \text{ l/s}$$

#### 3.2.1.5.1 Caudal Máximo Horario

Se debe calcular con la siguiente expresión:

$$Q_{max}hor = Kmáx.hor * Qmed \quad (3.4)$$

El coeficiente de variación de consumo máximo horario, ( $Kmáx.hor$ ), que recomienda la norma CPE INEN 5 Parte 9-1, establece un rango que va de 2 a 2,3. Para fines de cálculo se tomará un valor de 2,2.

Para la línea de impulsión:

$$Q_{max}hor = (2,2) * (4,25 \text{ l/s})$$

$$Q_{max\ hor} = 9,35\ l/s$$

Para la línea de matriz:

$$Q_{max\ hor} = (2,2) * (13,61\ l/s)$$

$$Q_{max\ hor} = 29,95\ l/s$$

Como resultado del análisis de la variación de consumo, la demanda total para una población futura de 24699 habitantes es de 39,31 l/s.

### 3.2.2 Sistema de agua potable para las zonas de expansión propuestas

#### 3.2.2.1 Propuesta 1

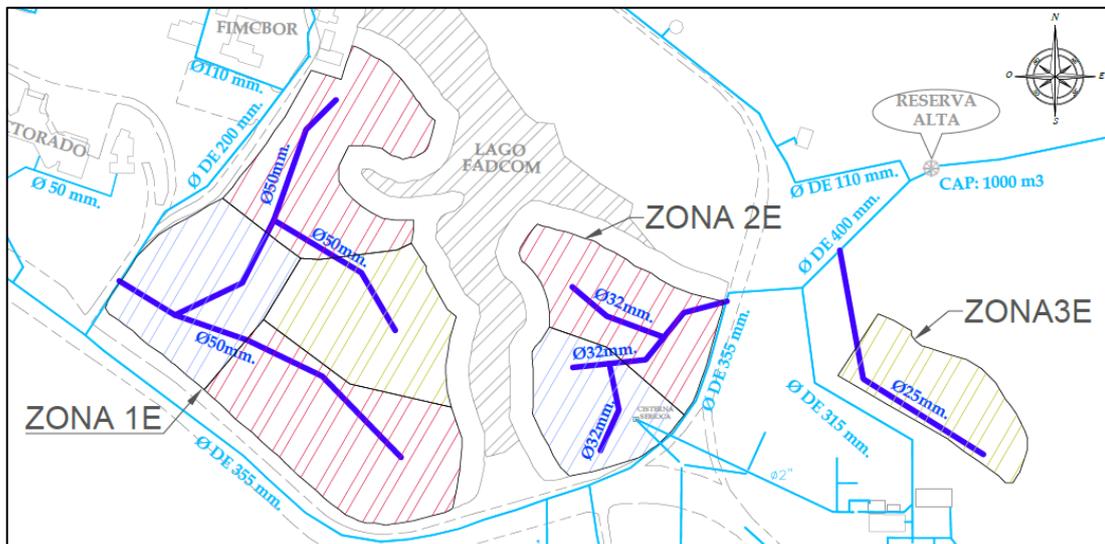


Figura 3.4 Implantación del Sistema de Distribución de Agua Potable para las Zonas de Expansión - Propuesta 1 (Cruz & Hidalgo, 2021)

#### 3.2.2.1.1 Zona de Expansión 1E

Para el diseño de la tubería que se propone en la zona de expansión 1E, se distribuyó el caudal de diseño para el área de la zona, con lo cual se obtuvo la siguiente demanda:

**Tabla 3.11 Valores para cálculo de consumo zona de expansión 1E  
(Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>Población (hab.)</b>	<b>Dotación (L/hab.*día)</b>	<b>Caudal Medio Horario (Q<sub>md</sub>) (l/s)</b>	<b>Caudal Medio Horario (Q<sub>mh</sub>) (l/s)</b>	<b>Área Tributaria (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área Total (m<sup>2</sup>)</b>
24699	62,5	17,87	39,31	7037,00	127389,79

$$Consumo = \frac{\text{Área Tributaria} * Q_{mh}}{\text{Área Total}} \quad (3.5)$$

$$Consumo = \frac{7037,00 \text{ m}^2 * 39,31 \text{ l/s}}{127389,79 \text{ m}^2}$$

$$Consumo = 2,17 \text{ l/s}$$

- **Diámetro de Tubería Requerido**

Según la norma CPE INEN 5, las velocidades en las tuberías deben oscilar entre 0,6m/s y 2,5m/s. Siendo 1,2m/s un valor óptimo para la determinación del diámetro.

$$Q = A * v \quad (3.6)$$

A la ecuación 3.6, se descompone el área para obtener el diámetro de la tubería.

$$Q = \left( \frac{\pi * D^2}{4} \right) * v \quad (3.7)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}} \quad (3.8)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * (0,0021713 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (1,2 \text{ m/s})}}$$

$$D = 0,048\text{m}$$

$$D = 48,00mm$$

Al valor del diámetro determinado se debe aproximar a un diámetro comercial:

$$D_{ext} = 50mm$$

$$D_{int} = 47,4mm$$

Dado el diámetro comercial se verifica la velocidad real en la tubería, despejándola de la ecuación 3.8:

$$v = \frac{4 * (Q)}{\pi * (D^2)} \quad (3.9)$$

$$v = \frac{4 * (Q)}{\pi * (D^2)}$$

$$v = \frac{4 * (0,0021713 m^3/s)}{\pi * (0,047 m)^2}$$

$$v = 1,23 m/s$$

### 3.2.2.1.2 Zona de Expansión 2E

Para el diseño de la tubería que se propone en la zona de expansión 2E, de la misma manera se distribuyó el caudal de diseño para el área de la zona, con lo cual se obtuvo la siguiente demanda:

**Tabla 3.12 Valores para cálculo de consumo zona de expansión 2E  
(Cruz & Hidalgo, 2021)**

Población (hab.)	Dotación (L/hab.*día)	Caudal Medio Horario ( $Q_{md}$ ) (l/s)	Caudal Medio Horario ( $Q_{mh}$ ) (l/s)	Área Tributaria ( $m^2$ )	Área Total ( $m^2$ )
24699	62,5	17,87	39,31	2496,00	127389,79

$$Consumo = \frac{\text{Área Tributaria} * Q_{mh}}{\text{Área Total}} \quad (3.5)$$

$$Consumo = \frac{2496 m^2 * 39,31 l/s}{127389,79 m^2}$$

$$\text{Consumo} = 0,77 \text{ l/s}$$

- **Diámetro de Tubería Requerido**

Según la norma CPE INEN 5, las velocidades en las tuberías deben oscilar entre 0,6m/s y 2,5m/s. Siendo 1,2m/s un valor óptimo para la determinación del diámetro.

$$Q = A * v \quad (3.6)$$

$$Q = \left( \frac{\pi * D^2}{4} \right) * v \quad (3.7)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}} \quad (3.8)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * (0,0007702 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (1,2 \text{ m/s})}}$$

$$D = 0,029\text{m}$$

$$D = 28,59\text{mm}$$

Al valor del diámetro determinado se debe aproximar a un diámetro comercial:

$$D_{ext} = 32\text{mm}$$

$$D_{int} = 29,80\text{mm}$$

Dado el diámetro comercial se verifica la velocidad real en la tubería:

$$v = \frac{4 * (Q)}{\pi * (D^2)} \quad (3.9)$$

$$v = \frac{4 * (0,0007702\text{m}^3/\text{s})}{\pi * (0,030 \text{ m})^2}$$

$$v = 1,10 \text{ m/s}$$

### 3.2.2.1.3 Zona de Expansión 3E

Para el diseño de la tubería que se propone en la zona de expansión 3E, se distribuyó el caudal de diseño para el área de la zona, con lo cual se obtuvo la siguiente demanda:

**Tabla 3.13 Valores para cálculo de consumo zona de expansión 3E  
(Cruz & Hidalgo, 2021)**

Población (hab.)	Dotación (L/hab.*día)	Caudal Medio Horario (Q <sub>md</sub> ) (l/s)	Caudal Medio Horario (Q <sub>mh</sub> ) (l/s)	Área Tributaria (m <sup>2</sup> )	Área Total (m <sup>2</sup> )
24699	62,5	17,87	39,31	1072,00	127389,79

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Área Tributaria} * Q_{mh}}{\text{Área Total}} \quad (3.5)$$

$$\text{Consumo} = \frac{1072,00 \text{ m}^2 * 39,31 \text{ l/s}}{127389,79 \text{ m}^2}$$

$$\text{Consumo} = 0,33 \text{ l/s}$$

- **Diámetro de Tubería Requerido**

De acuerdo con la norma CPE INEN 5, las velocidades en las tuberías deben oscilar entre 0,6m/s y 2,5m/s. El valor óptimo para la determinación del diámetro es 1,2m/s un valor óptimo para la determinación del diámetro.

$$Q = A * v \quad (3.6)$$

$$Q = \left( \frac{\pi * D^2}{4} \right) * v \quad (3.7)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}} \quad (3.8)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * (0,0003308 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (1,2 \text{ m/s})}}$$

$$D = 0,019 \text{ m}$$

$$D = 18,73 \text{ mm}$$

Al valor del diámetro determinado se debe aproximar a un diámetro comercial:

$$D_{ext} = 25 \text{ mm}$$

$$D_{int} = 22,80 \text{ mm}$$

Dado el diámetro comercial se verifica la velocidad real en la tubería:

$$v = \frac{4 * (Q)}{\pi * (D^2)} \quad (3.9)$$

$$v = \frac{4 * (0,0003308)}{\pi * (0,023^2)}$$

$$v = 0,81 \text{ m/s}$$

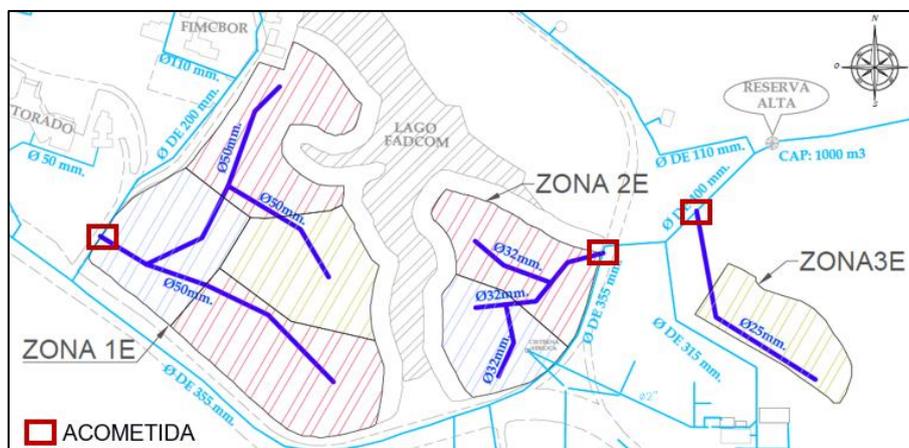


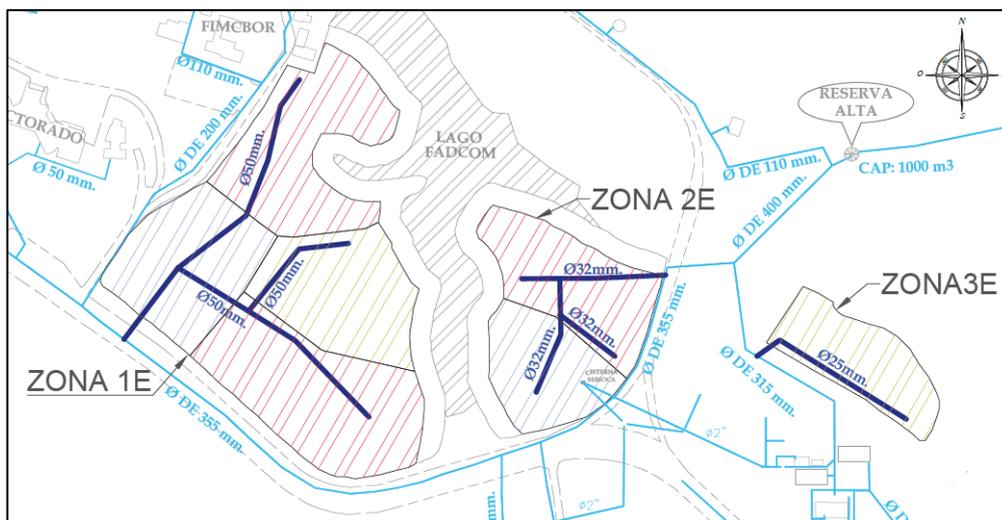
Figura 3.5 Ubicación de Acometidas de AAPP en Propuesta 1 (Cruz & Hidalgo, 2021)

**Tabla 3.14 Tabla de Resultados WaterCAD Sistema AAPP- Propuesta 1**

**(Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>RESULTADOS PROPUESTA 1</b>						
ZONAS	ÁREA TRIBUTARIA (ha)	CAUDAL DE CONSUMO (L/s)	TUBERÍAS Ø (mm)	Velocidad Promedio (m/s)	Presiones Promedio (m.c.a.)	COTA ACOMETIDA (m.s.n.m)
ZONA DE EXPANSIÓN 1E	7,04	2,17	50	0,48	31	99
ZONA DE EXPANSIÓN 2E	2,50	0,77	32	0,43	38	101
ZONA DE EXPANSIÓN 3E	1,07	0,33	25	0,67	32	104

### 3.2.2.2 Propuesta 2



**Figura 3.6 Implantación del Sistema de Distribución de Agua Potable en la Zonas de Expansión - Propuesta 2 (Cruz & Hidalgo, 2021)**

#### 3.2.2.2.1 Zona de Expansión 1E

Para el diseño de la tubería en la zona de expansión 1E, se distribuyó el caudal de diseño para el área de la zona, con lo cual se obtuvo la siguiente demanda:

**Tabla 3.15 Valores para cálculo de consumo zona de expansión 1E**

**(Cruz & Hidalgo, 2021)**

Población (hab.)	Dotación (L/hab.*día)	Caudal Medio Horario ( $Q_{md}$ ) (l/s)	Caudal Medio Horario ( $Q_{mh}$ ) (l/s)	Área Tributaria ( $m^2$ )	Área Total ( $m^2$ )
24699	62,5	17,87	39,31	7037,00	127389,79

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Área Tributaria} * Q_{mh}}{\text{Área Total}} \quad (3.5)$$

$$\text{Consumo} = \frac{7037,00 \text{ m}^2 * 39,31 \text{ l/s}}{127389,79 \text{ m}^2}$$

$$\text{Consumo} = 2,17 \text{ l/s}$$

- **Diámetro de Tubería Requerido**

La norma CPE INEN 5 establece que las velocidades en las tuberías deben oscilar entre 0,6 m/s y 2,5m/s. El valor óptimo que recomienda la norma es de 1,2 m/s.

$$Q = A * v \quad (3.6)$$

$$Q = \left( \frac{\pi * D^2}{4} \right) * v \quad (3.7)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}} \quad (3.8)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * (0,0021713 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (1,2 \text{ m/s})}}$$

$$D = 0,048 \text{ m}$$

$$D = 48,05 \text{ mm}$$

Al valor del diámetro determinado se debe aproximar a un diámetro comercial:

$$D_{ext} = 50 \text{ mm}$$

$$D_{int} = 47.4 \text{ mm}$$

Dado el diámetro comercial se verifica la velocidad real en la tubería:

$$v = \frac{4 * (Q)}{\pi * (D^2)} \quad (3.9)$$

$$v = \frac{4 * (0,0021713 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (0,047 \text{ m})^2}$$

$$v = 1,23 \text{ m/s}$$

### 3.2.2.2.2 Zona de Expansión 2E

Para el diseño de la tubería que se propone en la zona de expansión 2E, de la misma manera se distribuyó el caudal de diseño para el área de la zona, con lo cual se obtuvo la siguiente demanda:

**Tabla 3.16 Valores para cálculo de consumo zona de expansión 2E (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Población (hab.)	Dotación (L/hab.*día)	Caudal Medio Horario (Q <sub>md</sub> ) (l/s)	Caudal Medio Horario (Q <sub>mh</sub> ) (l/s)	Área Tributaria (m <sup>2</sup> )	Área Total (m <sup>2</sup> )
24699	62,5	17,87	39,31	2496,00	127389,79

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Área Tributaria} * Q_{mh}}{\text{Área Total}} \quad (3.5)$$

$$\text{Consumo} = \frac{2496 \text{ m}^2 * 39,31 \text{ l/s}}{127389,79 \text{ m}^2}$$

$$\text{Consumo} = 0,77 \text{ l/s}$$

- **Diámetro de Tubería Requerido**

La norma CPE INEN 5 establece que las velocidades en las tuberías deben oscilar entre 0,6m/s y 2,5m/s. Siendo 1,2m/s un valor óptimo para la determinación del diámetro.

$$Q = A * v \quad (3.6)$$

$$Q = \left( \frac{\pi * D^2}{4} \right) * v \quad (3.7)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}} \quad (3.8)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * (0,0007702 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (1,2 \text{ m/s})}}$$

$$D = 0,029 \text{ m}$$

$$D = 28,59 \text{ mm}$$

Al valor del diámetro determinado se debe aproximar a un diámetro comercial:

$$D_{ext} = 32 \text{ mm}$$

$$D_{int} = 29,8 \text{ mm}$$

Dado el diámetro comercial se verifica la velocidad real en la tubería:

$$v = \frac{4 * (Q)}{\pi * (D^2)} \quad (3.9)$$

$$v = \frac{4 * (0,0007702 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (0,030 \text{ m})^2}$$

$$v = 1,10 \text{ m/s}$$

### 3.2.2.2.3 Área de Expansión 3E

Para el diseño de la tubería que se propone en el área de expansión 3E, de la misma forma, se distribuyó el caudal de diseño para el área de la zona, con lo cual se obtuvo la siguiente demanda:

Tabla 3.17 Valores para cálculo de consumo zona de expansión 3 (Cruz & Hidalgo, 2021)

Población (hab.)	Dotación (L/hab.*día)	Caudal Medio Horario (Q <sub>md</sub> ) (l/s)	Caudal Medio Horario (Q <sub>mh</sub> ) (l/s)	Área Tributaria (m <sup>2</sup> )	Área Total (m <sup>2</sup> )
24699	62,5	17,87	39,31	1072,00	127389,79

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Área Tributaria} * Q_{mh}}{\text{Área Total}} \quad (3.5)$$

$$\text{Consumo} = \frac{1072,00 \text{ m}^2 * 39,31 \text{ l/s}}{127389,79 \text{ m}^2}$$

$$\text{Consumo} = 0,33 \text{ l/s}$$

- **Diámetro de Tubería Requerido**

De acuerdo con la norma CPE INEN 5, las velocidades en las tuberías deben oscilar entre 0,6 m/s y 2,5m/s. Siendo 1,2 m/s un valor óptimo para la determinación del diámetro.

$$Q = A * v \quad (3.6)$$

$$Q = \left( \frac{\pi * D^2}{4} \right) * v \quad (3.7)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}} \quad (3.8)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * (0,0003308 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (1,2 \text{ m/s})}}$$

$$D = 0,019 \text{ m}$$

$$D = 18,73 \text{ mm}$$

Al valor del diámetro determinado se debe aproximar a un diámetro comercial:

$$D_{ext} = 25 \text{ mm}$$

$$D_{int} = 22,80 \text{ mm}$$

Dado el diámetro comercial se verifica la velocidad real en la tubería:

$$v = \frac{4 * (Q)}{\pi * (D^2)} \quad (3.9)$$

$$v = \frac{4 * (0,0003308)}{\pi * (0,023^2)}$$

$$v = 0,81 \text{ m/s}$$

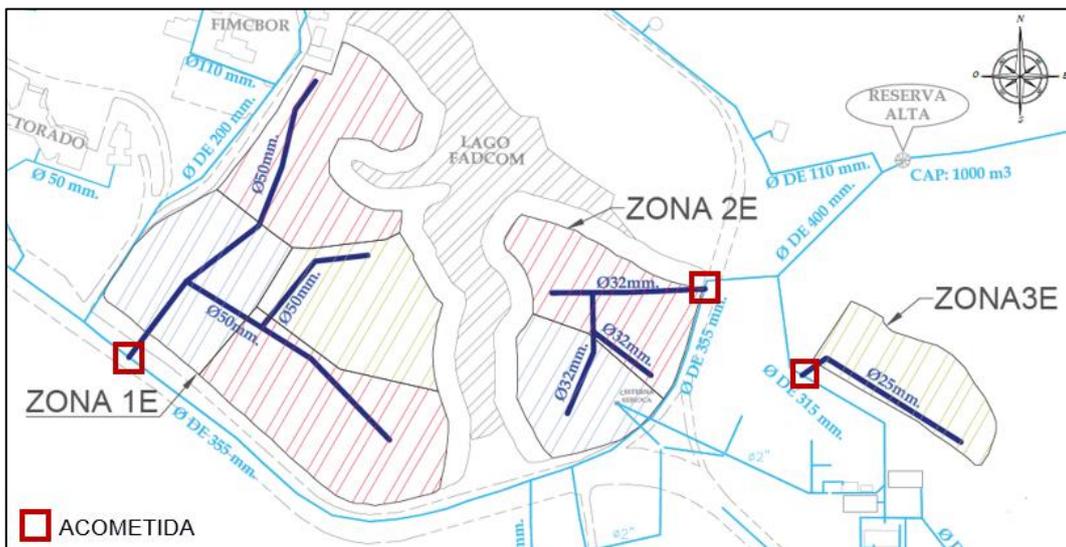


Figura 3.7 Ubicación de acometidas sistemas AAPP – Propuesta 2 (Cruz & Hidalgo, 2021)

Tabla 3.18 Tabla de Resultados WaterCAD Sistema AAPP - Propuesta 2  
(Cruz & Hidalgo, 2021)

RESULTADOS PROPUESTA 2						
ZONAS	ÁREA TRIBUTARIA (ha)	CAUDAL DE CONSUMO (L/s)	TUBERÍAS Ø (mm)	Velocidad Promedio (m/s)	Presiones Promedio (m.c.a.)	COTA ACOMETIDA (m.s.n.m)
ZONA DE EXPANSIÓN 1E	7,04	2,17	50	0,58	28	96
ZONA DE EXPANSIÓN 2E	2,50	0,77	32	0,52	36	101
ZONA DE EXPANSIÓN 3E	1,07	0,33	25	0,67	33	91

### 3.3 Sistema de Alcantarillado Sanitario

#### 3.3.1 Criterios de diseño para sistemas de aguas servidas

- **Dotación**

Para el cálculo del volumen de agua servida recolectado por la red del sistema de alcantarillado se considera el valor de dotación de agua potable expresado en la tabla 16.2 “Dotaciones para edificaciones de uso específico” del Capítulo 16 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2011).

**Tabla 3.19 Dotaciones para edificaciones de uso específico. (Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2011)**

Tipo de Edificación	Unidad	Dotación
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60

El valor medio es 50 L/estudiantes/día para la población situada en las zonas de expansión. Sin embargo, por recomendación de la norma se debe proyectar la dotación a una tasa del 1,5% por cada año del periodo de diseño, por lo cual, debido a que el año de diseño es 2035 entonces la dotación proyectada es 62,5 L/estudiante/día.

##### 3.3.1.1 Consideraciones de la normativa

Para realizar un adecuado diseño hidráulico que corrobore el buen funcionamiento de la red es necesario adoptar las recomendaciones brindadas en el “Manual de Diseño de Redes de Alcantarillado”, planteado por Interagua.

- **Pendiente mínima**

Las pendientes mínimas deben asegurar que se produzcan las velocidades mínimas dependiendo del diámetro de la tubería a utilizar. (Ver tabla 3.24)

**Tabla 3.20 Pendientes mínimas de tubería (Interagua,2015)**

Diámetro (mm)	Material	Pendiente Mínima (%)
De 160 hasta 200	PVC	0.3
De 250 hasta 350		0.2

<b>De 400 hasta 450</b>		0.1
<b>Desde 450 en adelante</b>	PVC – Hormigón Armado	0.1

- **Diámetro mínimo**

Son determinados de acuerdo a la posición final dentro del colector analizado.

**Tabla 3.21 Diámetros mínimos de tubería. (Interagua,2015)**

<b>Ubicación</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
<b>Ramales domiciliarios</b>	160
<b>Colectores</b>	200
<b>Acometidas domiciliarias</b>	110

- **Velocidad máxima**

Estas velocidades dependen únicamente del material, por lo general se sugiere que al realizar los cálculos dichos valores no sobrepasen los 5m/s, esto con el fin de precautelar la ida útil de los materiales. En la tabla 3.26 se muestran algunos ejemplos de valores de velocidad máxima.

**Tabla 3.22 Velocidad máxima según el material. (Interagua,2015)**

<b>Material</b>		<b>Velocidad Máxima (m/s)</b>
<b>PVC</b>		6.00
<b>Concreto</b>	Centrifugado	4.00
	Normal	2.00
	Recubrimiento centrifugado	2.50
<b>Gres</b>	150 mm a 200 mm	2.5
	Mayor a 200 mm	3.5

- **Velocidad mínima**

Debe ser menor a 0.6 m/s en los tramos iniciales y en los tramos siguientes debe ser de 0.75 m/s.

- **Ubicación de cajas de revisión**

Dependiendo el diámetro final escogido de tubería se recomiendan las distancias máximas de separación entre cajas de revisión. (Ver tabla 3.27)

**Tabla 3.23 Distancia máxima entre cajas de revisión. (Interagua, 2015)**

Diámetro de tubería (mm)	Distancia máxima (m)
Menores a 200	100
De 200 a 450	120
Mayores a 450	150

- **Ecuación de Manning**

$$D = 1.548 \left( \frac{n * Q_D}{S^{1/2}} \right)^{3/8} \quad (3.10)$$

Donde:

$D$ : Diámetro (m)

$Q_d$ : Caudal de Diseño (m<sup>3</sup>/s)

$S$ : Pendiente (m/m)

$n$ : Coeficiente de rugosidad

- **Tabla de relaciones hidráulicas**

Se hace uso de valores tabulados en la realización de los cálculos hidráulicos para una red de AA. SS, esto con el fin de obtener los parámetros reales de tubería, como el radio hidráulico, velocidad y altura de lámina de agua, mediante la relación del caudal de diseño y el caudal a tubo lleno. (Ver tabla 3.28)

**Tabla 3.24 Relaciones hidráulicas para conductos circulares. (López Cualla, 2010)**

Q/Q <sub>0</sub>	Rel.	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	V/V <sub>0</sub>	0,000	0,292	0,362	0,400	0,427	0,453	0,473	0,492	0,505	0,520
	d/D	0,000	0,092	0,124	0,148	0,165	0,182	0,196	0,210	0,220	0,232
	R/R <sub>0</sub>	0,000	0,239	0,315	0,370	0,410	0,449	0,481	0,510	0,530	0,554
	H/D	0,000	0,041	0,067	0,086	0,102	0,116	0,128	0,140	0,151	0,161
0,1	V/V <sub>0</sub>	0,540	0,553	0,570	0,580	0,590	0,600	0,613	0,624	0,634	0,645
	d/D	0,248	0,258	0,270	0,280	0,289	0,298	0,308	0,315	0,323	0,334
	R/R <sub>0</sub>	0,586	0,606	0,630	0,650	0,668	0,686	0,704	0,716	0,729	0,748
	H/D	0,170	0,179	0,188	0,197	0,205	0,213	0,221	0,229	0,236	0,244
0,2	V/V <sub>0</sub>	0,656	0,664	0,672	0,680	0,687	0,695	0,700	0,706	0,713	0,720
	d/D	0,346	0,353	0,362	0,370	0,379	0,386	0,393	0,400	0,409	0,417
	R/R <sub>0</sub>	0,768	0,780	0,795	0,809	0,824	0,836	0,848	0,860	0,874	0,886
	H/D	0,251	0,258	0,266	0,273	0,280	0,287	0,294	0,300	0,307	0,314
0,3	V/V <sub>0</sub>	0,729	0,732	0,740	0,750	0,755	0,760	0,768	0,776	0,781	0,787
	d/D	0,424	0,431	0,439	0,447	0,452	0,460	0,468	0,476	0,482	0,488
	R/R <sub>0</sub>	0,896	0,907	0,919	0,931	0,938	0,950	0,962	0,974	0,983	0,992
	H/D	0,321	0,328	0,334	0,341	0,348	0,354	0,361	0,368	0,374	0,381
0,4	V/V <sub>0</sub>	0,796	0,802	0,806	0,810	0,816	0,822	0,830	0,834	0,840	0,845
	d/D	0,498	0,504	0,510	0,516	0,523	0,530	0,536	0,542	0,550	0,557
	R/R <sub>0</sub>	1,007	1,014	1,021	1,028	1,035	1,043	1,050	1,056	1,065	1,073
	H/D	0,388	0,395	0,402	0,408	0,415	0,422	0,429	0,436	0,443	0,450
0,5	V/V <sub>0</sub>	0,850	0,855	0,860	0,865	0,870	0,875	0,880	0,885	0,890	0,895
	d/D	0,563	0,570	0,576	0,582	0,588	0,594	0,601	0,608	0,615	0,620
	R/R <sub>0</sub>	1,079	1,087	1,094	1,100	1,107	1,113	1,121	1,125	1,129	1,132
	H/D	0,458	0,465	0,472	0,479	0,487	0,494	0,502	0,510	0,518	0,526
0,6	V/V <sub>0</sub>	0,900	0,903	0,908	0,913	0,918	0,922	0,927	0,931	0,936	0,941
	d/D	0,626	0,632	0,639	0,645	0,651	0,658	0,666	0,672	0,678	0,686
	R/R <sub>0</sub>	0,136	1,139	1,143	1,147	1,151	1,155	1,160	1,163	1,167	1,172
	H/D	0,534	0,542	0,550	0,559	0,568	0,576	0,585	0,595	0,604	0,614
0,7	V/V <sub>0</sub>	0,945	0,951	0,955	0,958	0,961	0,965	0,969	0,972	0,975	0,980
	d/D	0,692	0,699	0,705	0,710	0,719	0,724	0,732	0,738	0,743	0,750
	R/R <sub>0</sub>	1,175	1,179	1,182	1,184	1,188	1,190	1,193	1,195	1,197	1,200
	H/D	0,623	0,633	0,644	0,654	0,665	0,677	0,688	0,700	0,713	0,725
0,8	V/V <sub>0</sub>	0,984	0,987	0,990	0,993	0,997	1,001	1,005	1,007	1,011	1,015
	d/D	0,756	0,763	0,770	0,778	0,785	0,791	0,798	0,804	0,813	0,820
	R/R <sub>0</sub>	1,202	1,205	1,208	1,211	1,214	1,216	1,219	1,219	1,215	1,214
	H/D	0,739	0,753	0,767	0,783	0,798	0,815	0,833	0,852	0,871	0,892
0,9	V/V <sub>0</sub>	1,018	1,021	1,024	1,027	1,030	1,033	1,036	1,038	1,039	1,040
	d/D	0,826	0,835	0,843	0,852	0,860	0,868	0,876	0,884	0,892	0,900
	R/R <sub>0</sub>	1,212	1,210	1,207	1,204	1,202	1,200	1,197	1,195	1,192	1,190
	H/D	0,915	0,940	0,966	0,995	1,027	1,063	1,103	1,149	1,202	1,265
1,0	V/V <sub>0</sub>	1,041	1,042	1,042							
	d/D	0,914	0,920	0,931							
	R/R <sub>0</sub>	1,172	1,164	1,150							
	H/D	1,344	1,445	1,584							

siendo: Q = caudal de diseño      Q<sub>0</sub> = caudal a tubo lleno  
V = velocidad de diseño      V<sub>0</sub> = velocidad a tubo lleno  
d = lámina de agua      D = diámetro de la tubería  
R = radio hidráulico al caudal de diseño  
R<sub>0</sub> = radio hidráulico a tubo lleno  
H = profundidad hidráulica  
n = número de Manning a caudal de diseño  
n<sub>0</sub> = número de Manning a tubo lleno

- **Caudal a tubo lleno**

Se refiere a la máxima capacidad que puede trasladar la tubería y es determinada en base al diámetro interno real.

$$Q_0 = 0.312 * \left( \frac{D^{8/3} * S^{1/2}}{n} \right) \quad (3.11)$$

- **Velocidad a tubo lleno**

Se lo determina con la ecuación de continuidad.

$$V_0 = \frac{Q_0}{A} \quad (3.12)$$

- **Esfuerzo cortante medio**

Se lo calcula para las condiciones preliminares de operación, para precautelar la autolimpieza de la tubería debe ser mayor a 1,2 N/m<sup>2</sup>.

$$\tau = \gamma * R * S \quad (3.13)$$

Donde:

$\tau$ : Fuerza Tractiva (N/m<sup>2</sup>)

$\gamma$ : Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>); se considera 1000 kg/m<sup>3</sup>

$R$ : Radio hidráulico (m)

$S$ : Pendiente hidráulica (m/m)

### 3.3.2 Propuestas de solución técnica para las zonas de expansión

A principio de este capítulo se evidenció el requerimiento de diseñar nuevas redes de alcantarillado sanitario para abastecer a las zonas de expansión ya que mediante un análisis se detectó que el sector de Ingenierías esta densamente poblado, adicionalmente se observó que para el año 2035 la población del Campus Gustavo Galindo será de 24699, por ello para asegurar el confort de la población y ordenado crecimiento se propone el diseño de dos redes de alcantarillado. La primera parte de la zona de expansión 1E y se conecta a la caja A-7, perteneciente al colector de FADCOM, continúa el recorrido y culmina depositando sus aguas a la planta MBR. La segunda inicia en la zona de expansión 2E, extendiéndose hacia la zona 3E para desembocar en la caja C-TGN, perteneciente a la red existente del área de Tecnologías, para posteriormente transitar a la laguna de estabilización de este sector.

### 3.3.3 Información Preliminar

#### 3.3.3.1 Población

En el capítulo 2, sección de métodos de proyección poblacional se determinó que, en el año 2035, el campus Gustavo Galindo albergará a 26216 personas, de las

cuales 1517 pertenecen a la zona de ZEDE y las 24699 a la zona restante de ESPOL (Ver Tabla 2.11).

**Tabla 3.25 Población a considerar para las zonas expansión (Cruz & Hidalgo, 2021)**

		<b>Población ESPOL</b>	<b>Población Sin ZEDE</b>	<b>Población a distribuir</b>
<b>AÑO</b>	<b>2019</b>	19032	--	--
	<b>2035</b>	--	26499	5667

En la se puede observar que la población a considerar en el diseño del sistema de aguas residuales es de 5667 habitantes. Los cuales deberán ser distribuidos en las zonas de expansión propuestas en la Tabla 3.8, pero para propósito de diseño se presentará los valores considerados. (Ver )

**Tabla 3.26 Área de las zonas de expansión para el diseño (Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>Zona expansión</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Ubicación referencial</b>
1E	7,04	Área grande colindante al Lago ESPOL
2E	2,50	Área pequeña colindante al Lago ESPOL
3E	1,07	Área del sector de Tecnologías

### **3.3.4 Datos de la capacidad de la planta depuradora de agua residual tipo MBR y la laguna de estabilización**

#### **3.3.4.1 Planta Tipo MBR**

La capacidad nominal de la planta tipo MBR es de 500 m<sup>3</sup>/día, por lo cual, si seccionamos su tiempo de operación en horas, resultará los siguientes valores:

**Tabla 3.27 Capacidad Nominal Según el Tiempo de Operación (Mantenimiento, 2020)**

<b>PLANTA TIPO MBR</b>	
<b>Tiempo de operación</b> (horas)	<b>Capacidad Nominal</b> (m <sup>3</sup> /hora)
24	20,8
16	31,3
8	62,5
6	83,3

Según información proporcionada por el personal encargado de la planta, la operación de esta es durante 6 horas al día. Dato que será considerado para futuras comprobaciones.

### 3.3.4.2 Lagunas de Estabilización

Según (Fernandez & Arias, 2021), las dimensiones de la actual laguna de estabilización son 25x20m y al poseer estos datos estimaron la capacidad de tratamiento, obteniendo una capacidad nominal de 15 L/s. Este valor será referencial para las comprobaciones en las siguientes secciones.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para las zonas de expansión se presentan dos redes, descritas en la tabla 3.18.

**Tabla 3.28 Redes de AA.SS. (Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>Red Nro. 1</b>		<b>Red Nro. 2</b>	
<b>Área de Análisis</b>		<b>Área de Análisis</b>	
Zona 1E		Zona 2E Zona 3E	
<b>Inicio</b>	<b>Final</b>	<b>Inicio</b>	<b>Final</b>
Zona 1E	Caja A-7 Red de FADCOM	Zona 2E	Caja C-TGN Red existente Tecnologías

### 3.3.5 Desarrollo de la red de alcantarillado sanitario en la Zona 1E

Para la determinación de los caudales de diseño se empleó una hoja electrónica en Excel, con la cual se determinaron los distintos parámetros de diseño. A continuación, se analizará un ejemplo detallado de cálculo.

**Tabla 3.29 Datos para el desarrollo del diseño (Zona 1E) (Cruz & Hidalgo, 2021)**

DATOS		UNIDADES
Dotación	62,5	l/hab-día
Coeficiente de Retorno (Cr)	0,8	
Población futura (Pf)	3760	Hab
Área residencial	7,04	ha
n	0,013	
Horario de funcionamiento Planta MBR	16	horas
	57600	segundos

- **Población**

Datos. -

Población por distribuir: 5667 hab.

Área total de expansión: 10,61 ha

Área de Zona 1E: 7,04 ha

$$P_{Zona\ 1E} = \frac{7.04ha \times 5667hab}{10.61ha} \quad (3.14)$$

$$P_{Zona\ 1E} = 3760\ hab$$

- **Densidad**

Para determinar la densidad poblacional se empleó la siguiente ecuación:

$$D = \frac{P}{A} = \frac{3760}{7.04} = 534 \frac{hab}{ha} \quad (3.15)$$

- **Caudal medio**

Se obtiene mediante la multiplicación de la dotación proyectada (62,5 l/hab-día), por el coeficiente de retorno (0,8) y la población (3760 hab.) dividido para el horario de operación de la planta depuradora (6 horas=57600 segundos)

$$Q_m = \frac{62.5 * 0.8 * 3760}{57600} = 3.26 \frac{L}{s} \quad (3.16)$$

Luego de calcular el caudal medio, se procedió a calcular el caudal máximo, el cual considera la sumatoria entre el caudal medio, caudal industrial caudal comercial y caudal institucional, finalmente multiplicado por el coeficiente de mayoración (coeficiente de Harmon), en este caso, no se incluirá el caudal comercial, institucional, industrial debido a que no se cuenta en el área de estudio.

$$Q_{max} = Q_m * \left( \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \right) = 3.26 * 3.36 = 10.96 \frac{L}{s} \quad (3.17)$$

- **Caudal de infiltración e ilícito**

Se consideró un coeficiente de 0.1 para el cálculo de los dos caudales, obteniendo 0.70l/s para los dos.

Finalmente, la suma de los caudales máximo, infiltración e ilícito dan como resultado el caudal calculado.

$$Q_{calc} = 10.958 + 0.704 + 0.704 = 12.37 \frac{L}{s} \quad (3.18)$$

Dado que el caudal hallado cumple con la sugerencia del manual de Interagua, se determina que es el caudal de diseño.

- **Resultados Zona 1E**

Tabla 3.30 Caudal de diseño para la Zona 1E

Pozos de Análisis		Caudal Doméstico				Caudal Máximo			Caudal de Infiltración		Caudal Ilícito		Caudal Calculado	Caudal Adoptado	Caudal Adoptado
		Densidad	Población Acumulada	Qmedio	Qmedio	Q (dom+ind+com+inst)	F	Qmáx	Qinfiltración	Qinfiltración	Qilícito	Qilícito			
		hab/ha	hab	l/s	l/s	l/s		l/s	l/s-ha	l/s	l/s-ha	l/s			
Z1-1	Z1-2	534	518	0,4497	0,450	0,4497	3,97	1,784	0,1	0,097	0,10	0,097	1,98	<b>1,98</b>	<b>0,0020</b>
Z1-2	Z1-3	534	940	0,8160	0,816	0,8160	3,82	3,115	0,1	0,176	0,10	0,176	3,47	<b>3,47</b>	<b>0,0035</b>
Z1-3	Z1-4	534	1597	1,3862	1,386	1,3862	3,66	5,073	0,1	0,299	0,10	0,299	5,67	<b>5,67</b>	<b>0,0057</b>
Z1-4	Z1-5	534	2142	1,8591	1,859	1,8591	3,56	6,623	0,1	0,401	0,10	0,401	7,43	<b>7,43</b>	<b>0,0074</b>
Z1-5	Z1-6	534	2729	2,3691	2,369	2,3691	3,48	8,237	0,1	0,511	0,10	0,511	9,26	<b>9,26</b>	<b>0,0093</b>
Z1-6	Z1-7	534	3263	2,8327	2,833	2,8327	3,41	9,663	0,1	0,611	0,10	0,611	10,88	<b>10,88</b>	<b>0,0109</b>
Z1-7	A-7 FADCOM	534	3760	3,2639	3,264	3,2639	3,36	10,958	0,1	0,704	0,10	0,704	12,37	<b>12,37</b>	<b>0,0124</b>

**Tabla 3.31 Comprobación de las condiciones establecidas en el Manual de Interagua.**

Pozos de Análisis		Longitud	Longitud Acumulada	Caudal de Diseño	Pendiente de Diseño (S)	D diseño	D Nominal	Rh/Rho	H/D	Condición	v	Condición	Condición
		m	m	m <sup>3</sup> /s	m/m	m	m			H/D <= 0.85	m/s	V <sub>mín</sub> >= 0.6 m/s	V <sub>máx</sub> <= 2,5 m/s
Z1-1	Z1-2	97,38	97,38	0,0020	0,03	0,0567 671	0,24	0,370	0,086	<b>D está OK</b>	0,72	<b>Cumple Autolimpieza</b>	<b>No hay Erosión</b>
Z1-2	Z1-3	94,78	192,16	0,0035	0,02	0,0763 312	0,24	0,530	0,151	<b>D está OK</b>	0,73	<b>Cumple Autolimpieza</b>	<b>No hay Erosión</b>
Z1-3	Z1-4	94,23	286,39	0,0057	0,02	0,0909 253	0,24	0,630	0,188	<b>D está OK</b>	0,84	<b>Cumple Autolimpieza</b>	<b>No hay Erosión</b>
Z1-4	Z1-5	104,56	390,95	0,0074	0,01	0,1145 546	0,24	0,809	0,273	<b>D está OK</b>	0,71	<b>Cumple Autolimpieza</b>	<b>No hay Erosión</b>
Z1-5	Z1-6	58,02	448,97	0,0093	0,01	0,1160 675	0,24	0,809	0,273	<b>D está OK</b>	0,86	<b>Cumple Autolimpieza</b>	<b>No hay Erosión</b>
Z1-6	Z1-7	58,02	506,99	0,0109	0,01	0,1298 808	0,24	0,919	0,334	<b>D está OK</b>	0,81	<b>Cumple Autolimpieza</b>	<b>No hay Erosión</b>
Z1-7	A-7 FADCO M	64,02	571,01	0,0124	0,02	0,1285 480	0,24	0,907	0,328	<b>D está OK</b>	0,94	<b>Cumple Autolimpieza</b>	<b>No hay Erosión</b>

**Tabla 3.32 Comprobación del parámetro de la Fuerza tractiva.**

Pozos de Análisis		$v^2/2g$	Rh	$\tau$	Condición	d (m)	E
		m	m	N/m <sup>2</sup>	$\tau \geq 1.2 \text{ N/m}^2$		
Z1-1	Z1-2	0,026	0,02	5,44	$\tau$ está OK	0,030	0,056
Z1-2	Z1-3	0,027	0,03	4,94	$\tau$ está OK	0,044	0,071
Z1-3	Z1-4	0,036	0,03	6,18	$\tau$ está OK	0,054	0,090
Z1-4	Z1-5	0,026	0,04	3,97	$\tau$ está OK	0,074	0,100
Z1-5	Z1-6	0,038	0,04	5,75	$\tau$ está OK	0,074	0,112
Z1-6	Z1-7	0,033	0,05	4,96	$\tau$ está OK	0,088	0,121
Z1-7	A-7 FADCOM	0,045	0,05	6,67	$\tau$ está OK	0,086	0,131

### 3.3.6 Desarrollo de la red de alcantarillado sanitario en la Zona 2E Y 3E.

Tabla 3.33 Datos para el desarrollo del diseño Zona 2E y Zona 3E (Cruz & Hidalgo, 2021)

DATOS		UNIDADES
Dotación	62,5	l/hab-día
Coefficiente de Retorno (Cr)	0,8	
Población futura (Pf)	1914	Hab
Área residencial	3,57	ha
n	0,013	
Horario de funcionamiento Planta MBR	16	horas
	57600	segundos

Tabla 3.34 Caudal adoptado para la zona de expansión 2E y 3E.

Pozos de Análisis		Área Parcial	Otras Áreas	Caudal Calculado	Caudal Adoptado	Caudal Adoptado	Pozos de Análisis	
		ha	ha	l/s	l/s	m3/s		
Z23-1	Z23-2	2,50	0,00	4,82	<b>4,82</b>	<b>0,0048</b>	Z23-1	Z23-2
Z23-2	Z23-3	0,00	2,50	4,82	<b>4,82</b>	<b>0,0048</b>	Z23-2	Z23-3
Z23-3	Z23-4	1,07	3,57	6,70	<b>6,70</b>	<b>0,0067</b>	Z23-3	Z23-4
Z23-4	C-TNG	0,00	3,57	6,70	<b>6,70</b>	<b>0,0067</b>	Z23-4	C-TNG

Tabla 3.35 Comprobación de la fuerza tractiva.

Pozos de Análisis		Longitud	Rh	$\tau$	Condición	d (m)	E
		m	m	N/m2	$\tau \geq 1.2 \text{ N/m}^2$		
Z23-1	Z23-2	94,10	0,03	3,36	<b><math>\tau</math> está OK</b>	0,059	0,079
Z23-2	Z23-3	95,03	0,03	3,36	<b><math>\tau</math> está OK</b>	0,059	0,079
Z23-3	Z23-4	98,29	0,04	3,44	<b><math>\tau</math> está OK</b>	0,071	0,093
Z23-4	C-TNG	75,24	0,04	3,77	<b><math>\tau</math> está OK</b>	0,069	0,093

### 3.3.7 Diseño final de la red de alcantarillado para la zona de expansión 1E, 2E Y 3E.

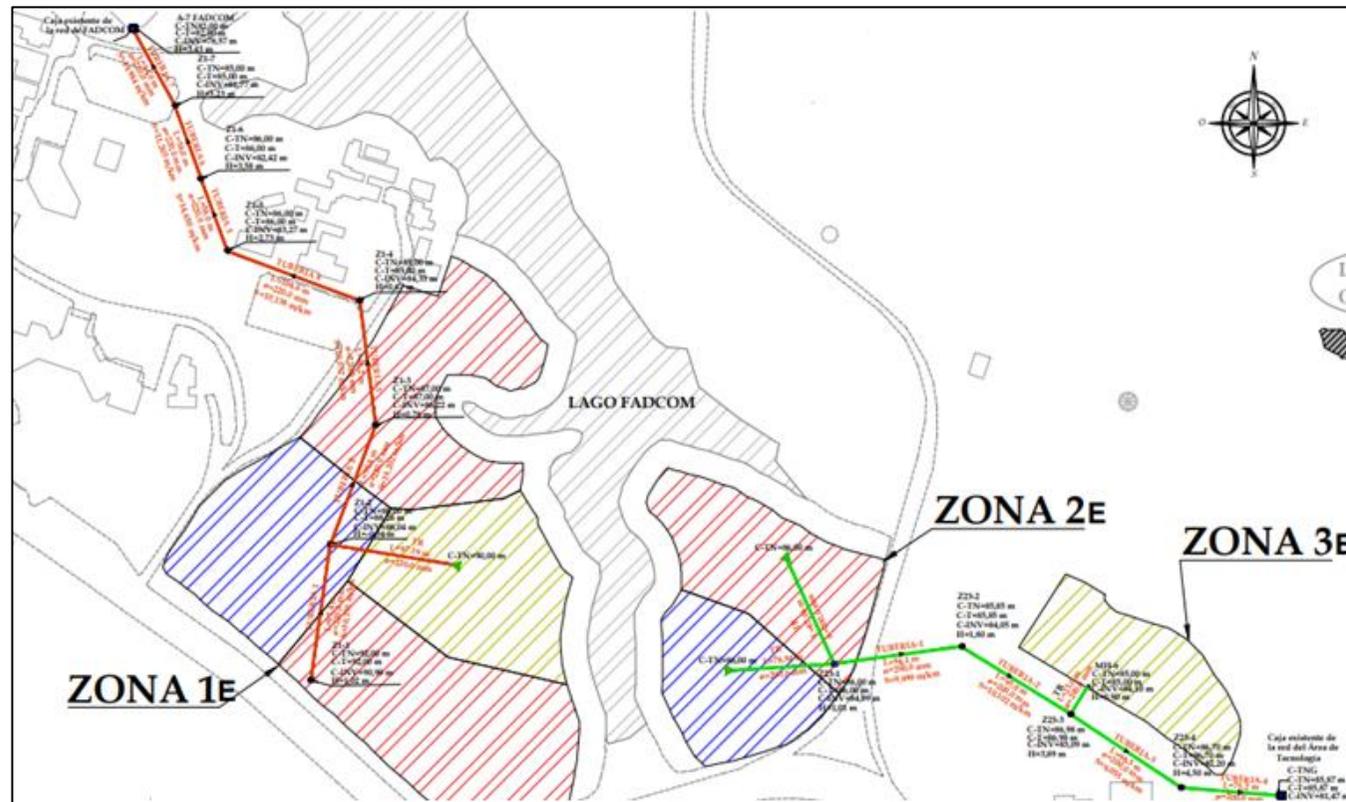
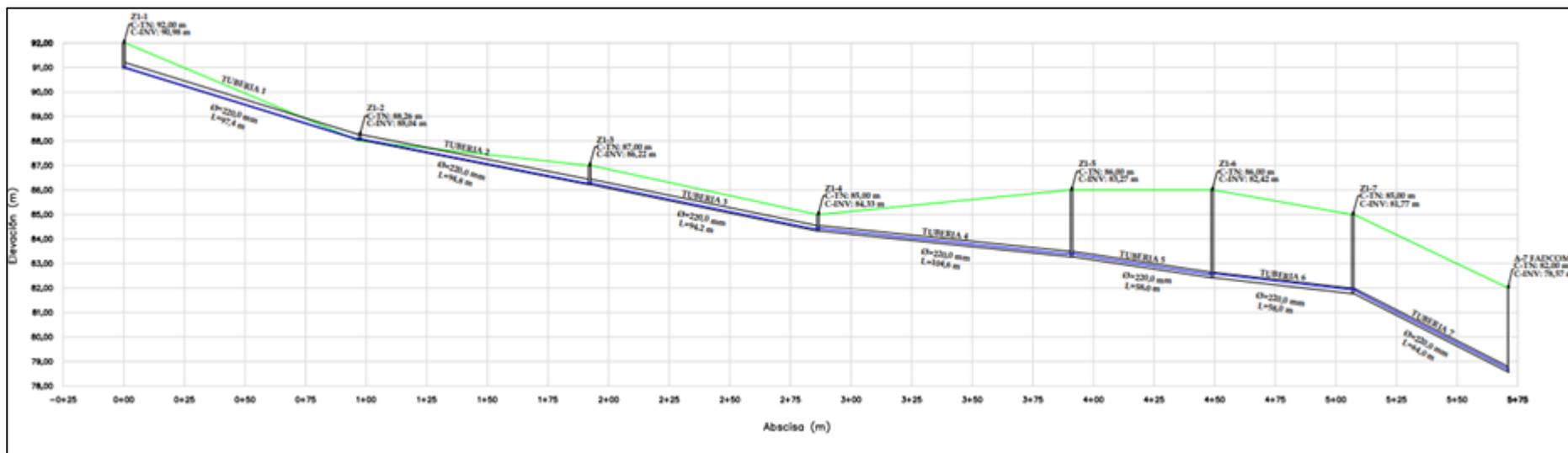


Figura 3.8 Propuesta de red de alcantarillado para las zonas de expansión.

Figura 3.9 Perfil de la zona de expansión 1E.



3.3.8 Comprobación de la capacidad de tratamiento de la planta MBR al incrementar el caudal producido por la zona de expansión 1E.

Tabla 3.36 Análisis de la zona 1E.

DATOS		UNIDADES	
	Dotación	62,5	l/hab-día
	Coficiente retorno	0,8	
FUTURO	Población a repartir	5560	habitantes
ZONA 1E	Población Zona 1	3760	habitantes
	Área	7,04	ha
	Densidad	534	
	Tiempo de operación	16	horas
		57600	segundos
	Q <sub>medio</sub>	3,26	l/s
		0,00326	m <sup>3</sup> /s
	Q <sub>industrial</sub>	0	l/s
	Q <sub>comercial</sub>	0	l/s
	Q <sub>institucional</sub>	0	l/s
	Q <sub>(medio+ind+com+inst)</sub>	3,26	l/s
		0,00326	m <sup>3</sup> /s
		11,736	m <sup>3</sup> /h
	F	3,36	
		10,9536	l/s
	Q <sub>máximo</sub>	0,0109536	m <sup>3</sup> /s
		39,43296	m <sup>3</sup> /h
	Q <sub>infiltración</sub>	0,1	l/s-ha
		0,704	l/s
	Q <sub>ilícito</sub>	0,1	l/s-ha
0,704		l/s	
Q <sub>diseño</sub>	12,3616	l/s	
	44,502	m <sup>3</sup> /h	

- **Análisis del caudal que produce el sector de tecnologías**

**Tabla 3.37 Análisis de la zona 2E y 3E.**

DATOS		UNIDADES	
Dotación		62,5	l/hab-día
	Coeficiente	0,8	
<b>FUTURO</b>	Población a	5560	habitantes
<b>AÑO 2019</b>	Población INGENIERÍAS	10254	habitantes
	Tiempo de operación	16	horas
		57600	segundos
	Q <sub>medio</sub>	8,9	l/s
		0,0089	m <sup>3</sup> /s
	Q <sub>industrial</sub>	0	l/s
	Q <sub>comercial</sub>	0	l/s
	Q <sub>institucional</sub>	0	l/s
	Q <sub>(medio+ind+com+inst)</sub>	8,9	l/s
		0,0089	m <sup>3</sup> /s
		<b>32,04</b>	m <sup>3</sup> /h

Para corroborar la capacidad de tratamiento de la planta MBR se procederá a analizar dos escenarios:

1. Caudal medio de la zona 1E vs capacidad de la planta MBR durante 6 horas de operación.
2. Caudal de diseño de la zona 1E vs capacidad de la planta MBR durante 6 horas de operación.

### 3.3.8.1 Escenario nro. 1

**Tabla 3.38 Análisis escenario nro. 1**

<b>ESCENARIO N°1 (Caudal medio - Zona 1E)</b>		
<b>Indicaciones</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
<b>1. Ingrese el valor del caudal del año 2019</b>	32,04	m <sup>3</sup> /h
<b>2. Ingrese el valor del caudal medio de la zona de expansión #1E</b>	11,74	m <sup>3</sup> /h
<b>Caudal futuro</b>		
	43,78	m <sup>3</sup> /h
<b>Capacidad de la Planta MBR Tiempo de operación: 6 horas</b>		
	83,3	m <sup>3</sup> /h
<b>Capacidad a la que operará la Planta MBR Tiempo de operación: 6 horas</b>		
	52,5	%
<b>Capacidad subutilizada de la Planta MBR Tiempo de operación: 6 horas</b>		
	<b>47,5</b>	%

El caudal futuro es la suma del caudal del año 2019 más el caudal de la zona 1E; en la tabla 3.27 se encuentra la capacidad de la planta MBR según las horas de funcionamiento, pero al considerar que actualmente opera seis horas al día, entonces depurará aproximadamente 83,3 m<sup>3</sup>/h, por lo consiguiente, al relacionar el caudal futuro con la capacidad de la planta y multiplicarlo por 100% obtendremos que trabajará al 52,5 % de su capacidad y el 47,5% estará subutilizada.

### 3.3.8.2 Escenario nro. 2

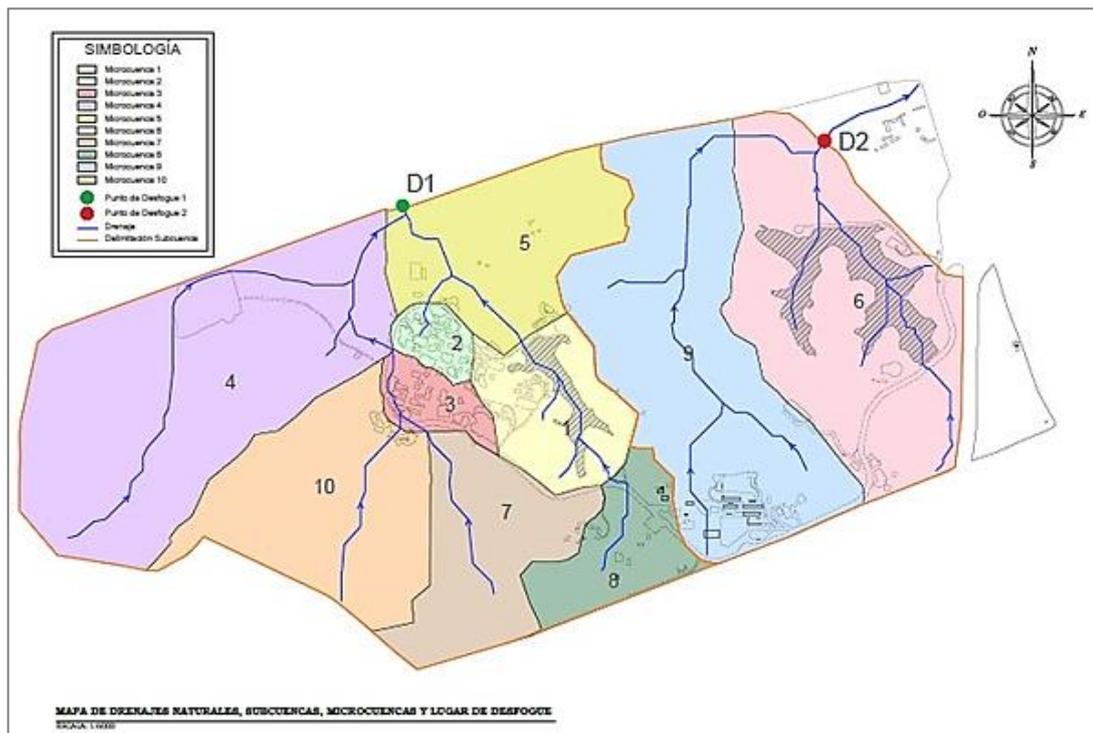
Tabla 3.39 Análisis del escenario nro. 2

ESCENARIO N°2: Situación Crítica (Caudal diseño - Zona 1E)		
Indicaciones	Valor	Unidades
1. Ingrese el valor del caudal del año 2019	32,04	m <sup>3</sup> /h
2. Ingrese el valor del caudal medio de la zona de expansión #1E	44,50	m <sup>3</sup> /h
Caudal futuro	76,54	m <sup>3</sup> /h
Capacidad de la Planta MBR Tiempo de operación: 6 horas	83,3	m <sup>3</sup> /h
Capacidad a la que operará la Planta MBR Tiempo de operación: 6 horas	91,9	%
Capacidad subutilizada de la Planta MBR Tiempo de operación: 6 horas	8,1	%

En este caso operaría al 91,9% y estará subutilizada un 8,1%.

### 3.4 Sistema de Alcantarillado Pluvial

Para el análisis de la red pluvial fue necesario realizar un estudio hidrológico en la zona y así determinar sus microcuencas y redes de drenaje natural con los respectivos puntos de desfogue representados en la Figura 3.10.



**Figura 3.10 Microcuencas - Red de Drenaje Natural (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Los datos a continuación representados en la Tabla 3.40 fueron obtenidos en la modelación en ArcGIS y muestran las áreas, longitudes y pendientes correspondientes a los causes o drenajes naturales que se encontraron dentro de cada microcuenca, dichos datos fueron el punto de partida para calcular el caudal por medio del método racional.

**Tabla 3.40 Valores tomados del modelamiento en ArcGIS (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Microcuenca	Area (Ha)	Longitud (km)	Cota máx (m)	Cota min (m)	Pendiente (S)	H (m)	A (km2)
1	35.13	0.76	87	80	0.01	7	0.351
2	8.60	0.26	81	79	0.01	2	0.086
3	12.26	0.36	90	81	0.03	9	0.123
4	138.81	2.11	350	70	0.13	280	1.388
5	56.13	0.80	79	66	0.02	13	0.561
6	110.29	1.57	70	35	0.02	35	1.103
7	49.87	1.16	190	92.5	0.08	97.5	0.499
8	27.94	0.69	120	87	0.05	33	0.279
9	118.35	2.01	90	40	0.02	50	1.183
10	72.79	0.97	210	90	0.12	120	0.728
<b>Area Total</b>							<b>6.30</b>

### 3.4.1 Determinación del Caudal de Escorrentía

Se calculó el caudal de escorrentía en las microcuencas por medio del método racional expresado en la siguiente fórmula.

$$Q = CIA \quad (3.19)$$

#### 3.4.1.1 Áreas de Drenaje

Se determinó, considerando las curvas de nivel de la zona de estudio, para este caso, el área de drenaje son las microcuencas. Valores presentados en la Tabla 3.40

#### 3.4.1.2 Tiempo de Concentración

Existen diversas ecuaciones utilizadas para estimar el tiempo de concentración, la mayoría están en función de la longitud y pendiente media del cauce. Las ecuaciones con las que se determinó el tiempo de concentración son:

##### Ecuación de Kirpich

$$t_c = 0.06628 * \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad (3.20)$$

##### Ecuación de California

$$t_c = \left( \frac{0.871 * L^3}{H} \right)^{0.385} \quad (3.21)$$

##### Ecuación de Témez

$$t_c = 0.3 * \left( \frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76} \quad (3.22)$$

##### Ecuación de Bransby Williams

$$t_c = 14.6 * L * A^{-0.1} * S^{0.2} \quad (3.23)$$

La Tabla 3.41 presenta los valores calculados para las diferentes ecuaciones del tiempo de concentración. El valor escogido resulta del promedio entre la ecuación de Kirpich y California, debido a que estos dos métodos son muy similares y resultan ser útiles en cuencas de tamaño medio, pendiente considerable y establecida para suelos dedicados al cultivo. Además, es ampliamente conocido en el medio.

**Tabla 3.41 Valores de Tiempo de Concentración (Cruz & Hidalgo, 2021)**

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (min)						
Microcuenca	Kirpich	California	Temez	Bransby	Giandotti	Promedio Kirpich/California
1	19,44	19,47	35,42	4,80	99,35	19,46
2	9,25	9,26	16,41	1,84	83,02	9,26
3	7,39	7,40	16,51	3,07	48,36	7,40
4	15,39	15,41	46,62	19,91	35,32	15,40
5	16,46	16,48	33,40	5,45	87,43	16,47
6	24,42	24,44	52,37	10,49	86,91	24,43
7	11,53	11,55	32,18	11,04	34,64	11,54
8	9,61	9,63	24,15	6,22	41,10	9,62
9	28,28	28,31	61,82	13,80	78,18	28,29
10	8,69	8,71	26,19	9,63	33,34	8,70

### 3.4.1.3 Intensidad de Lluvia

Para la intensidad de lluvia se utilizó los datos de la estación meteorológica ubicada en el aeropuerto de Guayaquil, siendo esta la más cercana a la ESPOL. Los valores establecidos se encuentran en la Tabla 3.42

**Tabla 3.42 Valores de Intensidad de Lluvia para los diferentes periodos de retorno (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Intensidad (mm/h)							
Microcuenca	T=5 años	T=10 años	T=15 años	T=20 años	T=25 años	T=30 años	T=50 años
1	77,55	90,13	98,42	104,75	109,95	114,38	127,79
2	97,36	113,16	123,56	131,52	138,04	143,61	160,43
3	104,28	121,20	132,34	140,87	147,85	153,81	171,84
4	83,31	96,83	105,73	112,54	118,12	122,88	137,28
5	81,61	94,85	103,57	110,24	115,71	120,37	134,48
6	72,33	84,06	91,79	97,70	102,54	106,68	119,18
7	91,00	105,77	115,49	122,92	129,02	134,22	149,95
8	96,23	111,84	122,12	129,98	136,43	141,93	158,56
9	69,15	80,37	87,75	93,40	98,04	101,99	113,94
10	99,23	115,33	125,93	134,04	140,69	146,36	163,51

### 3.4.1.4 Coeficientes de Escorrentía

Los coeficientes determinados para cada microcuenca con diferentes tiempos de retorno fueron tomados de la Tabla 2.5. Los resultados se estimaron en la Tabla 3.43

**Tabla 3.43 Aplicación de los coeficientes de escorrentía en las microcuencas (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Coeficiente de Escorrentía							
Microcuenca	T=5 años	T=10 años	T=15 años	T=20 años	T=25 años	T=30 años	T=50 años
1	0,40	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,49
2	0,80	0,83	0,85	0,86	0,88	0,90	0,92
3	0,80	0,83	0,85	0,86	0,88	0,90	0,92
4	0,39	0,41	0,42	0,44	0,45	0,47	0,48
5	0,36	0,38	0,39	0,41	0,42	0,44	0,45
6	0,34	0,36	0,37	0,39	0,40	0,42	0,43
7	0,34	0,36	0,37	0,39	0,40	0,42	0,43
8	0,36	0,38	0,39	0,41	0,42	0,44	0,45
9	0,39	0,41	0,42	0,43	0,45	0,47	0,48
10	0,39	0,41	0,42	0,43	0,45	0,47	0,48

Finalmente, obtenidos los valores del área de drenaje, la intensidad de lluvia y el coeficiente de escorrentía para cada microcuenca se procedió a calcular los caudales mostrados en la Tabla 3.24

**Tabla 3.44 Valores de Caudal de Escorrentía (Cruz & Hidalgo, 2021)**

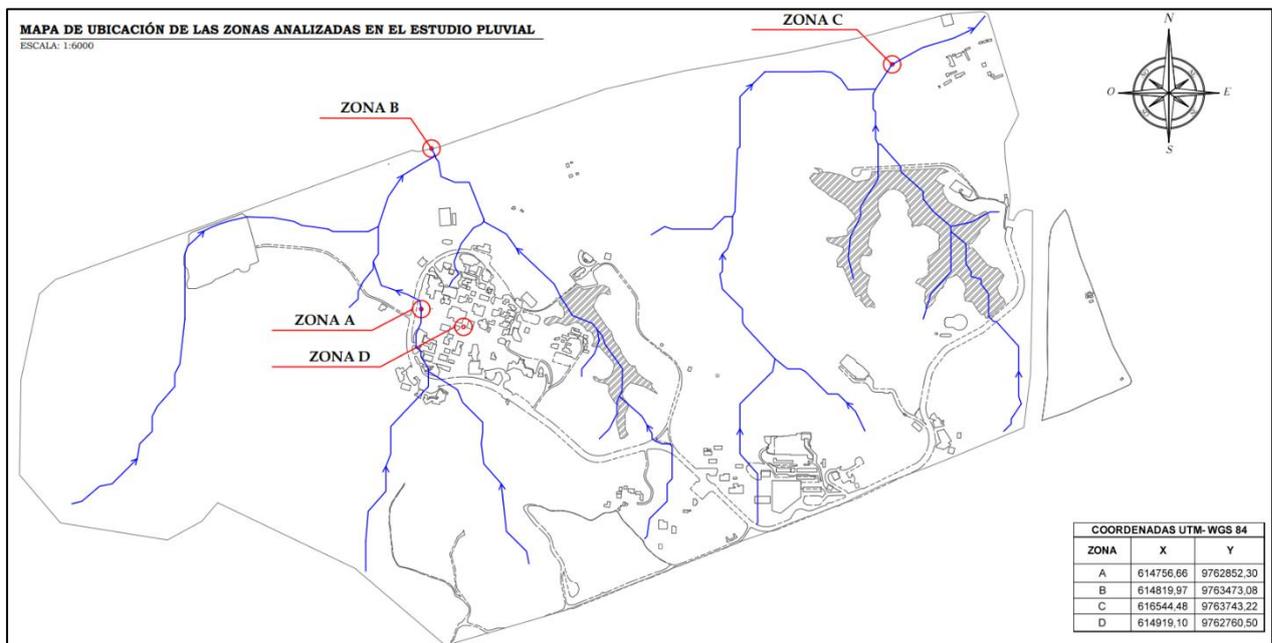
CAUDAL DE ESCORRENTÍA (m3/s)							
Microcuenca	T=5 años	T=10 años	T=15 años	T=20 años	T=25 años	T=30 años	T= 50años
1	0,51	0,64	0,72	0,78	0,84	0,89	1,03
2	0,32	0,38	0,42	0,46	0,49	0,52	0,60
3	0,48	0,58	0,65	0,70	0,75	0,80	0,91
4	2,12	2,59	2,90	3,23	3,47	3,77	4,30
5	0,78	0,95	1,07	1,19	1,28	1,40	1,60
6	1,46	1,80	2,02	2,26	2,44	2,66	3,04
7	0,73	0,89	1,00	1,12	1,21	1,32	1,51
8	0,46	0,56	0,63	0,70	0,75	0,82	0,94
9	1,50	1,83	2,05	2,24	2,46	2,67	3,04
10	1,33	1,62	1,81	1,97	2,17	2,36	2,69
<b>TOTAL</b>	<b>9,67</b>	<b>11,85</b>	<b>13,26</b>	<b>14,66</b>	<b>15,85</b>	<b>17,21</b>	<b>19,67</b>

### 3.4.2 Zonas de Análisis

Obtenido el cálculo de los caudales se procedió a distribuir las áreas de las microcuencas que drenan, tanto en el punto de desfogue 1 como en el punto de

desfogue 2, (ver Figura 3.10). Esto con el fin de determinar la demanda que existe en los principales puntos de desfogue.

En la Figura 3.11 se proponen 4 zonas que son de interés a nivel macro, con el objetivo de analizar la demanda actual contra la demanda futura, hasta en un periodo de retorno de 50 años. La selección de estas zonas se realizó dado que los puntos B y C son el desfogue de toda la red drenaje pluvial en la ESPOL, el punto A, debido a que en él confluyen los caudales de canales de gran parte del área de estudiantes de grado y la Zona D, por evidenciar problemas locales de inundación.



**Figura 3.11 Zonas de Análisis Red Pluvial (Cruz & Hidalgo, 2021)**

**Tabla 3.45 Coordenadas de las Zonas de Estudio (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Coordenadas UTM – WGS 84		
ZONA	X	Y
A	614756,66	9762852,30
B	614819,97	9763473,08
C	616544,48	9763743,22
D	614919,10	9762760,50

La Zona A, reúne los caudales de las microcuencas 3, 7,10 y la mitad del caudal de la microcuenca 2. Mientras que en la Zona B donde se encuentra el punto de desfogue 1, confluyen los caudales de la zona A y de las microcuencas 1, 4, 5, 8 además de la otra mitad de la microcuenca 2. En el punto C desfogon los caudales de las microcuencas 6 y 9.

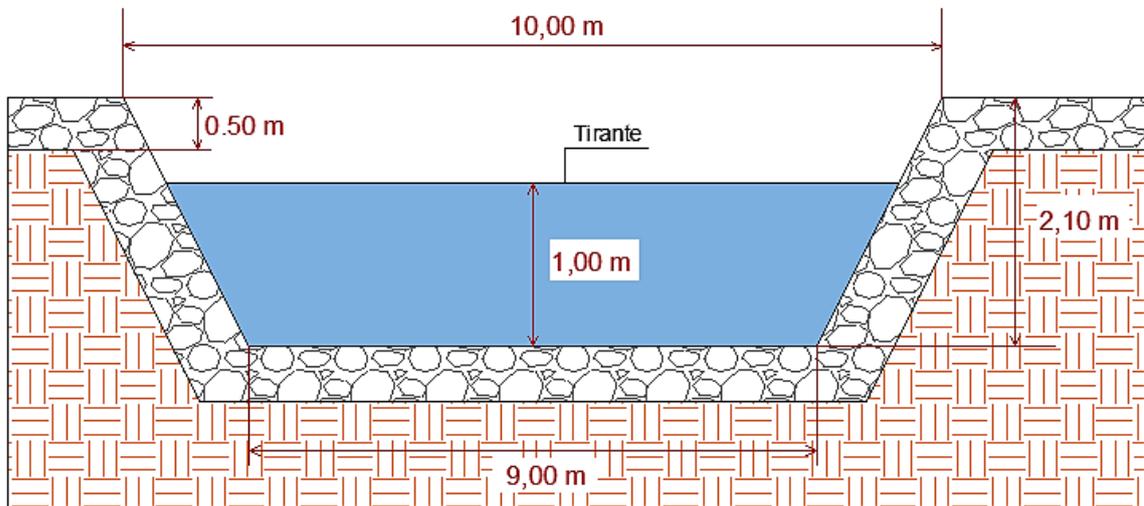
Como se describió anteriormente, la zona D es de especial atención debido a que en su zona se presentan inundaciones en época de lluvia. El área afectada tiene un gran tránsito peatonal además de que se ubican servicios muy importantes como restaurantes, laboratorios, aulas y centros de copiado; siendo estas molestias uno de los motivos de realizar el estudio hidrológico. Al detallar esto, nos damos cuenta de que un análisis hidrológico de las secciones de estos puntos nos dará un diagnóstico de la capacidad actual y futura del sistema de alcantarillado pluvial de la ESPOL.

### 3.4.2.1 Zona A

La zona A actualmente cuenta con un canal donde desfogon las aguas lluvias de gran parte de área de estudiantes de grado, tiene una sección trapezoidal con dimensiones mostradas en la Figura 3.12. Para calcular el caudal que maneja el canal, se propuso un tirante de 1 m, y el resultado se lo comparó con los diferentes caudales calculados para los periodos de retornos mencionados, dando como resultado los valores mostrados en la Tabla 3.46

**Tabla 3.46 Relación de Capacidad Actual vs Futura - Zona A (Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>ANÁLISIS CANAL TRAPEZOIDAL ZONA A</b>			
<b>PERIODO DE RETORNO (AÑOS)</b>	<b>CAUDAL DE ESCORRENTÍA Q (m³/s)</b>	<b>CAPACIDAD ACTUAL Q (m³/s)</b>	<b>RELACIÓN CAPACIDAD</b>
5	2,69	26,40	0,10
10	3,28	26,40	0,12
15	3,67	26,40	0,14
20	4,03	26,40	0,15
25	4,37	26,40	0,17
50	5,41	26,40	0,20



**Figura 3.12 Sección Canal Trapezoidal Existente – Zona A (Cruz & Hidalgo, 2021)**

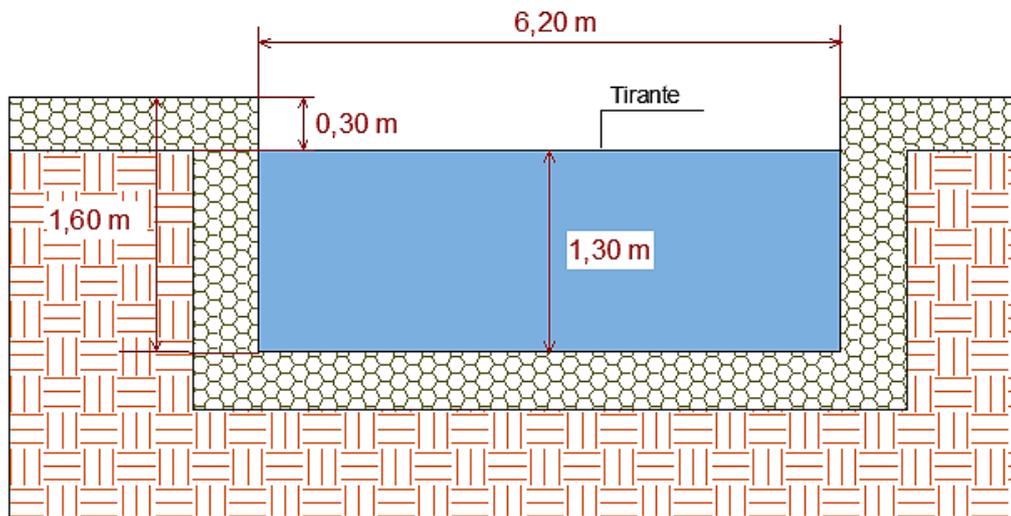
Para un periodo de retorno de 50 años, el caudal máximo es de 5.41 m<sup>3</sup>/s, la demanda que soporta el canal es apenas del 20% de su capacidad, por lo que no existe problemas de drenaje en la Zona A.

### 3.4.2.2 ZONA B

La zona B es el punto de desfogue principal de las microcuencas 1,2,3,4,5,7,8 y 10. En el área existe un canal natural que tiene una sección rectangular de 6,20 m de solera y 1,60 m de altura. Ver Figura 3.13. Para calcular el caudal que maneja el canal, se propuso un tirante de 1,30 m, y el resultado se lo comparó con los diferentes caudales calculados para los periodos de retornos mencionados, dando como resultado los valores mostrados en la Tabla 3.49

**Tabla 3.47 Relación de Capacidad Actual vs Futura – Zona B (Cruz & Hidalgo, 2021)**

ANÁLISIS CANAL RECTANGULAR ZONA B			
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAPACIDAD ACTUAL Q (m <sup>3</sup> /s)	RELACIÓN CAPACIDAD
5	6,71	13,88	0,48
10	8,21	13,88	0,59
15	9,19	13,88	0,66
20	10,16	13,88	0,73
25	10,96	13,88	0,79
50	13,58	13,88	0,98



**Figura 3.13 Sección Canal Rectangular Existente – Zona B (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Los resultados en la tabla 3.29 muestran que para el periodo de retorno de 50 años el caudal cubrirá una demanda del 98%, por lo que la sección actual del canal podrá ser suficiente hasta después de 50 años.

### 3.4.2.3 Zona C

En la zona C se ubica el punto de desfogue principal por donde las microcuencas 6 y 9 desfogan sus aguas lluvias. En este sector se encuentra un canal natural que tiene una sección rectangular de 6,30 m de ancho de solera y 2,00 m de alto. Ver Figura 3.14 . Para calcular el caudal que maneja el canal, se propuso un tirante de 1,00 m, y el resultado se lo comparó con los diferentes caudales calculados para los periodos de retornos mencionados, dando como resultado los valores mostrados en la Tabla 3.48

Tabla 3.48 Relación de Capacidad Actual vs Futura - Zona C (Cruz & Hidalgo, 2021)

ANÁLISIS CANAL RECTANGULAR ZONA C			
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAPACIDAD ACTUAL Q (m <sup>3</sup> /s)	RELACIÓN CAPACIDAD
5	2,96	9,57	0,31
10	3,63	9,57	0,38
15	4,07	9,57	0,43
20	4,50	9,57	0,47
25	4,89	9,57	0,51
50	6,09	9,57	0,64

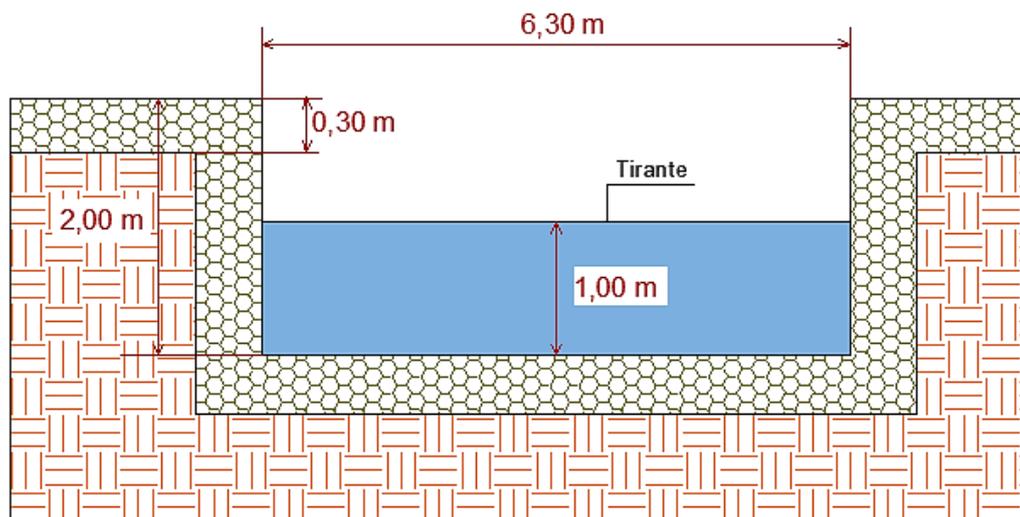


Figura 3.14 Sección Canal Rectangular Existente – Zona C (Cruz & Hidalgo, 2021)

Los cálculos de la sección para un caudal con un periodo de retorno de 50 años indican que el caudal es de 6,09 m<sup>3</sup>/s, este caudal apenas cubre el 64% de su capacidad total que es de 9,57 m<sup>3</sup>/s, por lo que no presenta problemas de drenaje.

#### 3.4.2.4 Zona D

En la zona D se encuentra una tubería de hormigón de Ø500mm. De antemano se sabe que existen problemas con esta tubería debido a que, en él confluyen varios caudales provenientes del área de estudiantes de grado. Para calcular el caudal que maneja la tubería, se propuso un tirante del 70% del diámetro de la tubería (Ver Figura 3.15 ) y se obtuvo lo siguiente:

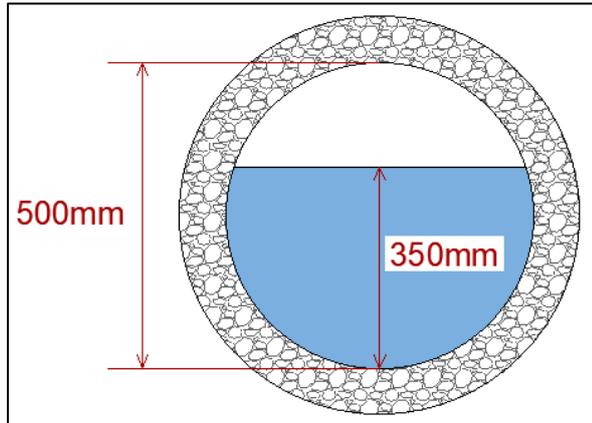


Figura 3.15 Dimensiones del Colector Ubicado en la Zona D (Cruz & Hidalgo, 2021)

DATOS		
<b>D (m)</b>	0,50	Diámetro de la Tubería
<b>y (m)</b>	0,35	Tirante
<b>η</b>	0,013	Coefficiente de Manning
<b>S</b>	0,003	Pendiente

- **Ángulo  $\theta$**

$$\theta = 2\pi - 2 * \cos^{-1} \left( \frac{y - r}{r} \right) \quad (3.24)$$

$$\theta = 2\pi - 2 * \cos^{-1} \left( \frac{0,35 - 0,25}{0,35} \right)$$

$$\theta = 3,965 \text{ rad}$$

- **Área Hidráulica**

$$A = \frac{1}{8} * (\theta - \sin \theta) * d^2 \quad (3.25)$$

$$A = \frac{1}{8} * (3,965 - \sin 3,965) * 0,50^2$$

$$A = 0,147 \text{ m}^2$$

- **Perímetro Mojado**

$$P = \frac{1}{2} * \theta * d \quad (3.26)$$

$$P = \frac{1}{2} * 3,965 * 0,50$$

$$P = 0,991 \text{ m}$$

- **Radio Hidráulico**

$$R_h = A/P \quad (3.27)$$

$$R_h = 0,147/0,991$$

$$R_h = 0,148 \text{ m}$$

- **Capacidad de la Tubería de Hormigón**

$$Q = \frac{1}{n} * A * R_h^{2/3} * \sqrt{S} \quad (3.28)$$

$$Q = \frac{1}{0,013} * 0,147 * 0,148^{2/3} * \sqrt{0,003}$$

$$Q = 0,17 \text{ m}^3/\text{s}$$

La capacidad obtenida de 0,17 m<sup>3</sup>/s, se lo comparó con los diferentes caudales calculados para los periodos de retornos. La Tabla 3.49 muestra los siguientes resultados.

**Tabla 3.49 Análisis de la tubería en Zona D (Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>ANÁLISIS DE LA TUBERÍA ZONA D</b>			
<b>PERIODO DE RETORNO (AÑOS)</b>	<b>CAUDAL DE ESCORRENTÍA (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>CAPACIDAD ACTUAL (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>RELACIÓN CAPACIDAD</b>
5	0,64	0,17	3,69
10	0,77	0,17	4,45
15	0,86	0,17	4,97
20	0,93	0,17	5,36
25	1,00	0,17	5,75

Se puede observar en la Tabla 3.49, que el caudal de escorrentía supera hasta 5,75 veces la capacidad actual de la tubería, confirmando así los problemas de

inundación que esta zona ha venido enfrentado, por lo que se debe proponer una solución inmediata.

### 3.4.3 Solución a Problemas de Inundación en la Zona D

La zona D hace referencia al sector de Sweet & Coffee, que cada año, en época de lluvia, ha registrado inundaciones, por lo que se presenta dos propuestas para dar solución al problema mencionado.

#### 3.4.3.1 Propuesta 1

Se plantea la construcción de un canal trapezoidal que contará con una longitud de 80,2 m de largo (Ver Figura 3.16), su sección es de similar característica a los canales que confluyen a la tubería receptora por el área de Sweet & Coffee. (Ver Figura 3.17 y Figura 3.18).

El canal propuesto va desde el comienzo de la tubería receptora, recorriendo la zona de los laboratorios de ingeniería eléctrica hasta juntarse con otro canal que desfogó las aguas lluvias hacia la de estudio zona A. (Ver Figura 3.19)

Se debe tomar en cuenta que el canal debe ser cerrado en ciertos tramos ya que la zona es altamente transitada por los estudiantes de la ESPOL

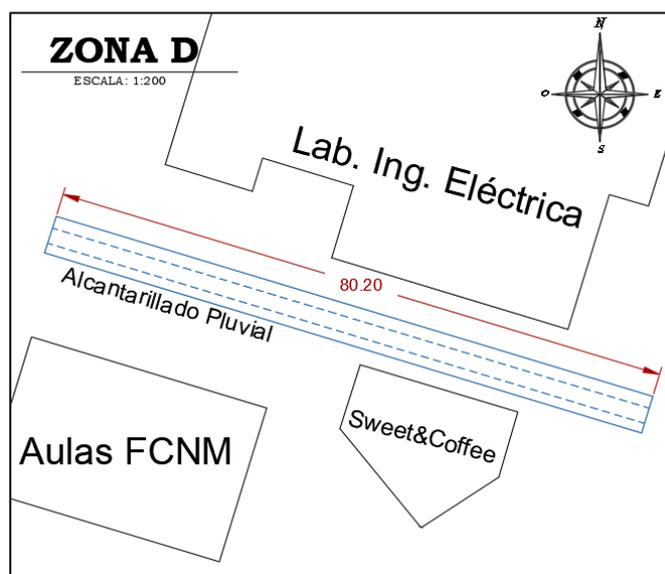
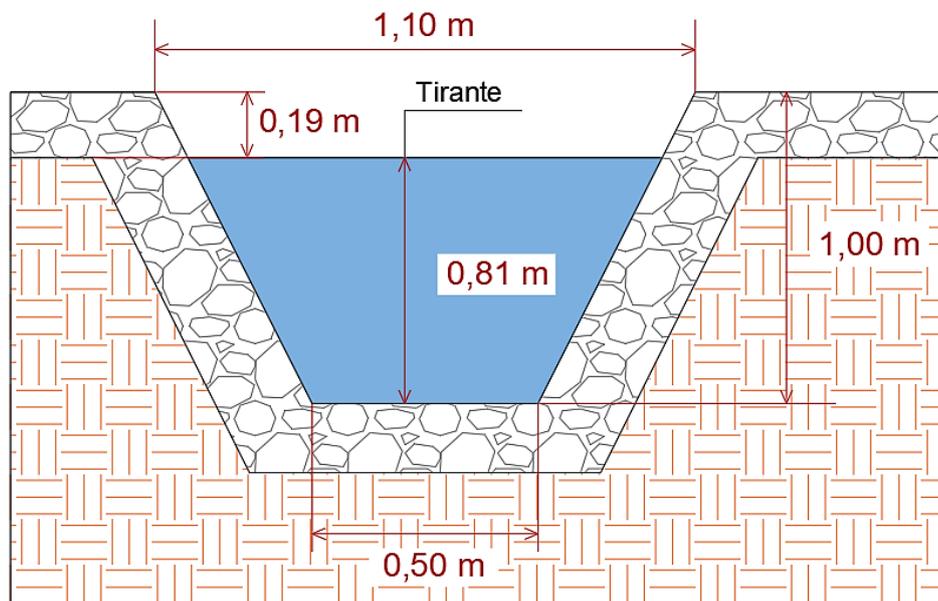


Figura 3.16 Implantación de la Zona D (Cruz & Hidalgo, 2021)



**Figura 3.17 Dimensiones del Canal Trapezoidal Propuesto (Cruz & Hidalgo, 2021)**



**Figura 3.18 Sección del Canal Existente y Tubería Receptora de AA.LL. ( $\varnothing 500$  mm) (Cruz & Hidalgo, 2021)**



**Figura 3.19 Vista de canales confluyentes al canal principal de la zona de estudio A (Cruz & Hidalgo, 2021)**

### 3.4.3.1.1 Características del Canal Trapezoidal Propuesto

Se realizó el análisis con la capacidad del canal obtenido de 1,00 m<sup>3</sup>/s y que corresponde para un tiempo de retorno de 25 años obteniendo las siguientes características. Ver Tabla 3.50

DATOS		
<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	1,00	Caudal de escorrentía
<b>b (m)</b>	0,50	Solera
<b>Z</b>	0,30	Talud
<b>η</b>	0,014	Coefficiente de Manning
<b>S</b>	0,003	Pendiente

- **Tirante**

$$A = (b + zy)y \quad (3.29)$$

$$P = b + 2y\sqrt{1 + z^2} \quad (3.30)$$

$$Q = \frac{1}{n} AR_h^{2/3} S^{1/2} \quad (3.31)$$

Se reemplaza ecuaciones 3.32 y 3.33 en ecuación 3.34:

$$[(b + zy)y] * \left[ \frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}} \right]^{2/3} = \frac{Qn}{\sqrt{S}}$$

$$\frac{[(0,50 + 0,30y)y]^{5/3}}{[0,50 + 2y(1,04)]^{2/3}} = 0,255$$

$$\frac{[(0,50 + 0,30y)y]^5}{[0,50 + 2,08y]^2} = 0,0167$$

Por iteración se obtiene:

Nº	<b>Y ≈ 0,0167</b>	
1	0,70	0,0078
2	0,78	0,0135
3	0,80	0,0154
<b>4</b>	<b>0,81</b>	<b>0,0164</b>
5	0,82	0,0175

- **Área hidráulica**

$$A = (b + zy)y \quad (3.29)$$

$$A = (0,50 + 0,30(0,81))0,81$$

$$A = 0,60 \text{ m}^2$$

- **Perímetro Mojado**

$$P = b + 2y\sqrt{1 + z^2} \quad (3.30)$$

$$P = 0,50 + 2(0,81)\sqrt{1 + (0,30)^2}$$

$$P = 2,20 \text{ m}$$

- **Radio Hidráulico**

$$R_h = \frac{A}{P} \quad (3.32)$$

$$R_h = \frac{0,60}{2,20}$$

$$R_h = 0,28 \text{ m}$$

- **Velocidad**

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} S^{1/2} \quad (3.33)$$

$$V = \frac{1}{0,014} * 0,28^{2/3} * 0,003^{1/2}$$

$$V = 1,65 \text{ m/s}$$

**Tabla 3.50 Análisis del Canal Propuesto para Diferentes Caudales de Escorrentía**

**(Cruz & Hidalgo, 2021)**

PROPUESTA 1: DISEÑO CANAL TRAPEZOIDAL								
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDAL ZONA D Q (m <sup>3</sup> /s)	SOLERA (m)	TIRANTE ESTIMADO (m)	ÁREA HIDRÁULICA (m <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	ESPEJO DE AGUA (m)	VELOCIDAD (m/s)
5	0,64	0,50	0,62	0,43	1,80	0,24	0,87	1,50
10	0,77	0,50	0,70	0,49	1,95	0,25	0,92	1,56
15	0,86	0,50	0,74	0,54	2,05	0,26	0,95	1,60
20	0,93	0,50	0,78	0,57	2,13	0,27	0,97	1,63
25	1,00	0,50	0,81	0,60	2,20	0,28	0,99	1,65

### 3.4.3.1.2 Propuesta 2

Se plantea el cambio de tubería, debido a que el diámetro es de apenas 500mm y resulta muy pequeño para el caudal de escorrentía que fluye por la zona.

Los resultados en la Tabla 3.49 muestran que para el periodo de retorno de 25 años el caudal calculado superará la demanda 5.75 veces su capacidad, por lo que se realizó el diseño del diámetro necesario para una capacidad de 1m<sup>3</sup>/s, que servirá para recolectar y conducir el caudal hasta un periodo de retorno de hasta 25 años. La tubería está diseñada para recibir el 80% de su capacidad total. (Ver Tabla 3.51)

DATOS		
<b>Q(m/s)</b>	1,00	Caudal de Escorrentía
<b>Vn (m/s)</b>	1,50	Velocidad normal
<b>Capacidad</b>	80%	Capacidad de la Tubería

- **Cálculo del Diámetro Necesario**

$$Q = A * V \quad (3.34)$$

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (3.35)$$

Se reemplaza la ecuación 3.35, en la ecuación 3.34, para obtener el diámetro de la tubería.

$$Q = \left[ \frac{\pi * D^2}{4} \right] * V \quad (3.36)$$

Finalmente, se despeja el diámetro obteniendo la siguiente expresión:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} \quad (3.37)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * (1,00)}{\pi * (1,50)}}$$

$$D = 0,92 \text{ m}$$

La capacidad de la tubería debe estar al 80%, por lo que al diámetro calculado se le debe aumentar 20%, obteniendo así el diámetro necesario para un caudal de escorrentía de 1,00 m<sup>3</sup>/s.

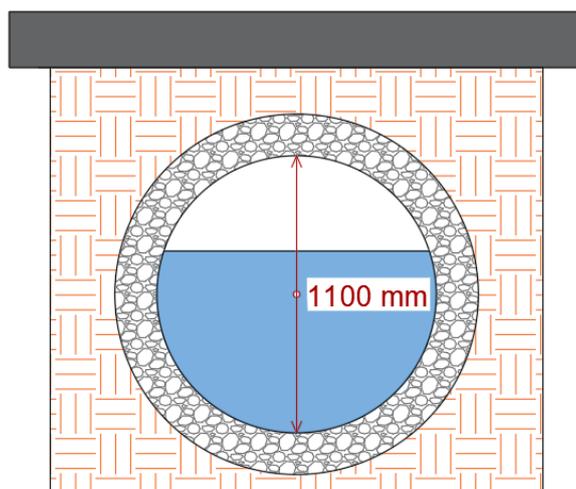
$$D = 0,92 + (0,92 * 0,20)$$

$$D = 1,10 \text{ m}$$

**Tabla 3.51 Diámetros de la Tubería de Hormigón para los diferentes Tr.**

**(Cruz & Hidalgo, 2021)**

<b>PROPUESTA 2: DISEÑO TUBERÍA DE HORMIGÓN</b>			
<b>PERIODO DE RETORNO (AÑOS)</b>	<b>CAUDAL ESCORRENTÍA (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>DIÁMETRO NECESARIO (m)</b>	<b>VELOCIDAD NORMAL (m/s)</b>
5	0,64	0,88	1,50
10	0,77	0,97	1,50
15	0,86	1,03	1,50
20	0,93	1,06	1,50
25	1,00	1,10	1,50



**Figura 3.20 Diámetro de Tubería de Hormigón Propuesta para la Zona D  
(Cruz & Hidalgo, 2021)**

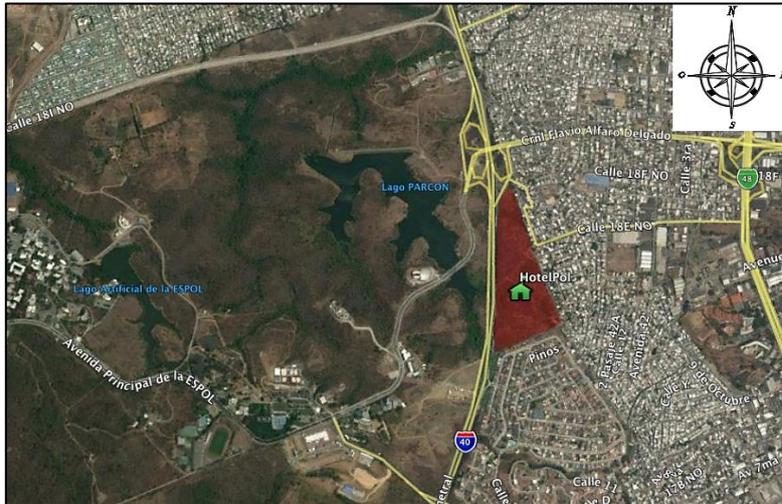
### **3.5 Propuesta de Intervención en la Zona de la Reserva Baja**

Con la finalidad de utilizar un área que aún no ha sido aprovechada, el proyecto integrador “Diseño de una Residencia Universitaria de Estructura Metálica de 6 niveles, en el Campus Gustavo Galindo de la ESPOL” (Cruz Rosado, 2017) propone una edificación cuya finalidad sería la de hospedar a los estudiantes politécnicos durante el transcurso de su carrera académica.

Según (Cruz Rosado, 2017), las estadísticas de ingreso realizadas por la Unidad de Bienestar Estudiantil y Politécnico (UBEP), registra que un 68% de los estudiantes politécnicos pertenecen a la ciudad de Guayaquil, mientras que un 32% provienen de otras provincias o cantones del Guayas.

Se debe realizar un análisis de prioridad a los estudiantes que no tengan la posibilidad de arrendar un departamento o no tengan familiares en la ciudad de Guayaquil.

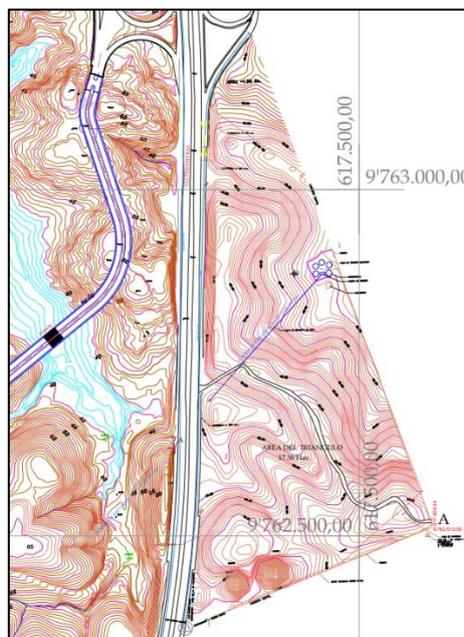
El área disponible para la elaboración del proyecto de (Cruz Rosado, 2017), según los registros del GIF es de 17,36 ha. (Ver Figura 3.21 )



**Figura 3.21 Área disponible para elaboración del proyecto (Cruz Rosado, 2017)**

### 3.5.1 Topografía

La Topografía del lugar comprende cotas que varían de 25 a 87 msnm, (Cruz Rosado, 2017) menciona que la edificación que pretende hospedar a los estudiantes politécnicos se construya en cotas que varíen entre 73 y 75 msnm, para aprovechar la vista y la planicie que ofrecen dichas cotas. (Ver Figura 3.22)

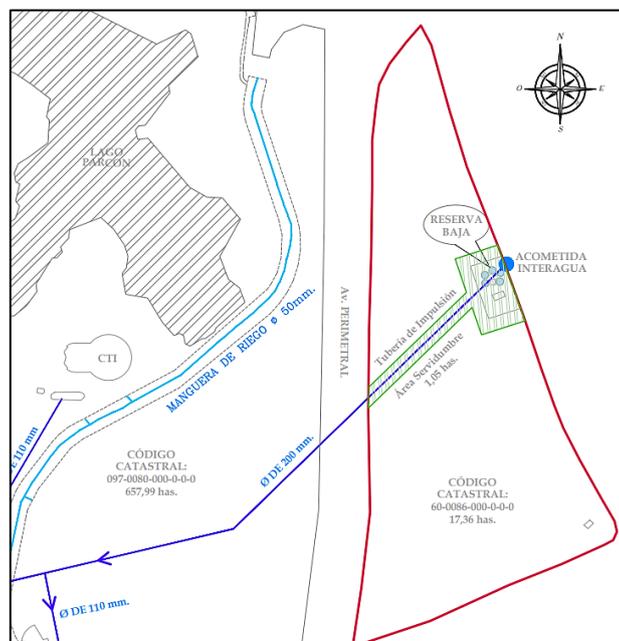


**Figura 3.22 Topografía Predio Reserva Baja (Cruz Rosado, 2017)**

### 3.5.2 Área de Servidumbre

Para la ejecución del proyecto mencionado se debe tomar en cuenta el área de servidumbre de la línea de impulsión y de los 5 reservorios que se encuentran en el sitio, ya que es una zona de suma importancia, debido a que, el Campus Gustavo Galindo se abastece de agua potable desde este punto.

Se estima una área de servidumbre de por lo menos 1,05 ha para el cuidado e implementación de obras que mejoren el sistema de almacenamiento y bombeo de agua potable. (Ver Figura 3.23)



**Figura 3.23 Área de servidumbre del sistema de almacenamiento y bombeo de Agua Potable (Cruz & Hidalgo, 2021)**

### 3.5.3 Servicios Básicos

Con la finalidad de preservar la zona, Plan Maestro se acoge a la propuesta Para la implementación de servicios básicos ecológicos como estrategia de adaptación al cambio climático mencionado por (De La Cruz, 2017), donde menciona la construcción de:

1. Un sistema de suministro de agua con filtros de arena y arcilla.
2. Un sistema de humedal artificial para el tratamiento de agua gris.

3. Un sistema de baño seco para la neutralización de las excretas u orina, como estrategia de saneamiento ambiental.
4. Un sistema de recolección de aguas lluvias, donde se conduzca el agua recolectada por el techo hasta llegar a un tanque de almacenamiento por medio de canaletas.

Para el abastecimiento de energía eléctrica se propone lo siguiente:

1. Energía Solar, a través de placas solares que absorben la radiación solar que pueden transformarse en electricidad e incluso ser almacenadas.
2. Energía Eólica, que puede generar electricidad con la fuerza del viento, aprovechando así las zonas más altas.



**Figura 3.24 Vista aérea del sitio proyectado para la residencia politécnica**

**(Cruz Rosado, 2017)**

# CAPÍTULO 4

## 4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 Objetivos

#### 4.1.1 Objetivo General

Realizar el análisis ambiental sobre el diseño del plan maestro de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial para ESPOL, tomando en cuenta planes de mitigación de impactos para evaluar las mejoras propuestas de los diferentes sistemas.

#### 4.1.2 Objetivos Específicos

1. Determinar los componentes del medio físico, biótico, social y cultural dentro del Campus ESPOL Prosperina para la valoración de los posibles impactos ambientales que puedan generarse debido a las distintas actividades que se presentan en las diferentes etapas del proyecto.
2. Proponer planes de mitigación para la preservación de la zona intervenida y de la zona protegida, mediante la identificación de medidas preventivas y de corrección.
3. Determinar el debido presupuesto referencial para un adecuado plan de manejo ambiental que permitan el desarrollo de las actividades en las diferentes etapas del proyecto.

### 4.2 Ubicación del Proyecto

El predio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral está situado en el Km. 30.5 de la Vía Perimetral en la ciudad de Guayaquil (ESPOL, 2019).

El área de análisis corresponde a todo el terreno de la Universidad, el cual se encuentra delimitado en el norte por la Cooperativa Socio Vivienda, al este por la Vía Perimetral y al oeste por los predios propiedad de los militares. Adicionalmente, en la Tabla 4.1 y en la Figura 4.1 se muestra las coordenadas de la zona de estudio.

**Tabla 4.1 Coordenadas Geográficas Predio ESPOL (Infraestructura, 2021)**

Vértice	COORDENADAS UTM WGS 84 - 17S	
	E	N
P1	616471,79	9762070,13
P2	616447,65	9762056,34
P3	616300,38	9761999,52
P4	616297,80	9762001,26
P5	616151,81	9761943,32
P6	616040,75	9761904,34
P7	615779,39	9761801,00
P8	615332,50	9761625,09
P9	614852,95	9761483,11
P10	614492,59	9761791,90
P11	613945,04	9762055,04
P12	613881,78	9761980,42
P13	613745,29	9761905,76
P14	613319,37	9761973,98
P15	613156,25	9762166,20
P16	613162,00	9762548,00
P17	613235,00	9762890,00
P18	613299,00	9762948,00
P19	614718,85	9763465,78
P20	614745,37	9763460,56
P21	614828,20	9763479,50
P22	615490,99	9763711,67
P23	615803,57	9763784,12
P24	616205,02	9763854,13
P25	616503,41	9763917,01
P26	616852,93	9764012,05
P27	616993,57	9764021,50
P28	617012,33	9764010,81
P29	617134,47	9763608,68
P30	617078,16	9763498,43
P31	617080,90	9763433,16
P32	617101,06	9763282,50
P33	617098,10	9763248,93
P34	617092,22	9763189,02
P35	617115,17	9763184,32
P36	617117,90	9763195,98

P37	617134,88	9763219,21
P38	617160,43	9763229,48
P39	617189,91	9763223,41
P40	617188,97	9762956,58
P41	617186,24	9762811,74
P42	617181,54	9762569,26
P43	617154,80	9762355,68
P44	616877,17	9762239,58
P45	616779,99	9762200,13
P46	616623,43	9762141,15



**Figura 4.1 Ubicación Geográfica Predio ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021)**

Sin embargo, existe la información oficial que maneja el área de Gerencia de Infraestructura, que, en 2021 se encuentra regularizando los límites ante las autoridades municipales y del ministerio del ambiente.

### 4.3 Tipo de Estudio

Según el portal propuesto por el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA), se determinó que, el diseño del plan maestro de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial para ESPOL, requiere registros ambientales debido a las 3 actividades que se van a realizar, tanto en las redes de agua potable, como en los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial. Revisar la Figura 4.2, Figura 4.3 y Figura 4.4 respectivamente.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Gobierno del Encuentro | Juntos lo logramos

SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL - SUIA

Ecuador

INICIO GESTIÓN AMBIENTE MISIÓN/VISIÓN MESA DE AYUDA DOCUMENTOS METADATOS

### Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

Buscar

Descripción de la actividad	INSTALACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE
Su trámite corresponde a un(a)	REGISTRO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato
Costo del trámite	180.0 dólares (Tiene un costo adicional si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

**Figura 4.2 Consulta de Actividades Ambientales para las Redes de Agua Potable. (SUIA, 2021)**

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Gobierno del Encuentro | Juntos lo logramos

SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL - SUIA

INICIO GESTIÓN AMBIENTE MISIÓN/VISIÓN MESA DE AYUDA DOCUMENTOS METADATOS

### Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

Buscar

Descripción de la actividad	AMPLIACIÓN, REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LÍNEAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA
Su trámite corresponde a un(a)	CERTIFICADO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato
Costo del trámite	No tiene. (Tiene un costo si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

**Figura 4.3 Consulta de Actividades Ambientales para las Redes de Agua Potable. (SUIA, 2021)**

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Gobierno del Encuentro | Juntos lo logramos

SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL - SUIA

Ecuador

INICIO GESTIÓN AMBIENTE MISIÓN/VISIÓN MESA DE AYUDA DOCUMENTOS METADATOS

### Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

Buscar

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS INTEGRADOS DE ALcantarillado SANITARIO, PLUVIAL O COMBINADO (NO INCLUYE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES)
Su trámite corresponde a un(a)	REGISTRO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato
Costo del trámite	180.0 dólares (Tiene un costo adicional si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

**Figura 4.4 Consulta de Actividades Ambientales para las Redes Alcantarillado Sanitario, Pluvial. (SUIA, 2021)**

## **4.4 Factores Ambientales**

### **4.4.1 Medio Físico**

#### **4.4.1.1 Clima**

Sobre el aspecto climático en estudio, se incluyen las características de precipitación, temperatura y viento para el ambiente en la zona donde se desarrolla el proyecto.

De acuerdo (CLIMATE-DATA.ORG, 2020), Guayaquil pertenece al grupo con climas semiáridos calientes, específicamente posee un clima tropical, con respecto a la precipitación, ésta es de aproximadamente 2321 mm, mientras que la temperatura anual media de la zona se conoce que rodea los 24.1 °C.

Y en el bosque protector la temperatura media anual que se considera según datos de la estación climática Julio Moreno (Simón Bolívar) con código M0472, rodea los 26,6 °C, siendo como máximo promedio 33,1°C y mínimo promedio de 21,5°C. (Bosque Protector "La Prosperina", 2019)

Referente al viento, la velocidad media en la zona del Bosque Protector Prosperina es 9.72 km/h en dirección Oeste, donde los rangos de velocidad del viento varían según los meses (Bosque Protector "Prosperina", 2019).

#### **4.4.1.2 Geomorfología**

Morfológicamente la mayoría de la extensión de la zona de estudio es muy accidentada, contiene pendientes que superan el 40%, una pequeña parte del área es relativamente plana (Posada, 1982).

Litológicamente se distinguen 3 tipos de rocas: aglomerados, lutitas y areniscas. Por otro lado, mediante la clasificación SUCS, se pudo distinguir dos tipos: SC y CH. El primero se denomina arena arcillosa y el segundo es arcilla limosa. Éstas se evidenciaron mediante sondeos geotécnicos que la empresa GEOCIMENTOS S.A. realizó en el campus de la ESPOL Prosperina. (GEOCIMENTOS, 2015)

#### **4.4.1.3 Altitud**

La ciudad de Guayaquil se encuentra ubicada a una altura de 4msnm, sin embargo, existen zonas con una mayor elevación como es el caso del Campus ESPOL Prosperina, cuya altitud oscila entre 25 y 380 msnm. (Posada, 1982).

## 4.4.2 Medio Biótico

### 4.4.2.1 Flora

La ESPOL cuenta con un bosque primario y secundario. El 15 de abril de 1994 se declaró bosque protector "Prosperina", en él se encuentran abundantes especies detalladas en la Tabla 4.2 (Bosque Protector "Prosperina", 2019)

**Tabla 4.2 Fauna Ubicada en el "Bosque Protector Prosperina"**

FAUNA BOSQUE PROTECTOR				
Ceibo	Algarrobo	Pechiche	Samán	Pretino (Piojío)
Ciruelillo	Guanábana	Porotillo	Palo santo	Mango
Laurel de Judea	Suche	Árbol Paraguas	Pino	Chilca
Tulipán Africano	Guayacán Negro	Roble	Laurel	Tutumbe
Papaya	Fosforillo	Guaijí	Almendra	Ciprés
Chaya	Árbol dedo	Piñon	Guaba de Bejuco	Leucaena
Bálsamo	Tamarindo	Aguacate	Membrillo	Algodón
Algodón	Balsa	Cacao	Zapote	Caoba
Mora Silvestre	Cafetillo	Moralillo	Moringa	Ficus
Cereza	Chirigua	Belduco	Higuerón	Lechero

### 4.4.2.2 Fauna

En el Bosque Protector "Prosperina" habitan especies como aves, reptiles, anfibios, además se han contabilizado 20 especies de mamíferos y aproximadamente 209 especies de aves, algunas de estas especies se muestran en la Tabla 4.3. (Bosque Protector "La Prosperina", 2019)

**Tabla 4.3 Mamíferos y aves del "Bosque Protector Prosperina"**

FAUNA BOSQUE PROTECTOR					
Mamíferos			Aves		
Venado Cola Blanca	Oso Hormiguero	Oso Perezoso	Carpintero Carinegro	Urraca Coliblanca	Picolete ecuatoriano
Murciélago Frutero	Mono Araña	Mono Aullador	Trogón ecuatoriano	Pauraque	Búho Blanquinegro
Murciélago Longirostro	Jaguar	Rata Espinoza	Perico caretirrojo	Tortolita Croante	Gavilán Gris

Zorra Pampera	Ardilla de Guayaquil	Llama	Gallinazo Cabeza Roja	Garza nocturna	Garceta Blanca
------------------	-------------------------	-------	--------------------------	-------------------	-------------------

#### **4.4.3 Medio socioeconómico y cultural**

##### **4.4.3.1 Población Actual**

De acuerdo con el último censo publicado por parte de la institución en la rendición de cuentas, la población de estudiantes de pregrado correspondiente al año 2019 es de 10254 y se estima un total de 19032 personas entre, personal administrativo, docentes y trabajadores.

##### **4.4.3.2 Población Futura**

Al proyectar la población futura para un periodo de diseño de 15 años, se estimó que al año 2035 la ESPOL contará con un total de 26391 personas entre estudiantes, personal administrativo, docentes y trabajadores.

#### **4.5 Actividades Productivas**

La Escuela Superior Politécnica del Litoral se destaca por ser la mejor institución pública de educación superior en Ecuador, comprometida en la formación de profesionales de pregrado y posgrado con excelencia académica, adicionalmente impulsa el trabajo investigativo.

Dado que posee una amplia área, se puede distinguir infraestructura educativa, laboratorios de investigación, lagos, canchas deportivas, áreas verdes, zonas de esparcimiento social, lo cual permite realizar distintas actividades académicas, lúdicas, recreativas e investigativas.

ESPOL cuenta con una amplia oferta académica que forman parte de las siguientes facultades:

1. Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual (FADCOM)
2. Facultad de Ciencias de la Vida (FCV)
3. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM)
4. Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas (FCSH)
5. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT)
6. Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)
7. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP)

8. Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales (FIMCBOR)
9. Facultad de Tecnologías

#### **4.6 Servicios Básicos**

El campus Gustavo Galindo de la ESPOL cuenta con diferentes servicios como son:

1. Agua potable abastecida por Interagua, desde el sector de tanques bajos.
2. Red de alcantarillado de aguas servidas, independiente del que recolecta la ciudad, por tanto, cuenta con sistemas depuradores individuales y colectivos en función del sector.
3. Canales Pluviales
4. Sistema de vías
5. Sistema de alumbrado público
6. Red de distribución de energía eléctrica

#### **4.7 Conclusiones y recomendaciones**

1. Se identificaron los componentes bióticos dentro del Boque Protector Prosperina, y se pudo observar que existen cientos de especies herbarias, 20 mamíferos y aproximadamente 209 especies de aves.
2. Se identificaron las actividades con sus respectivos impactos para las diferentes etapas del proyecto y se realizó planes de mitigación ambiental expuestos en el Anexo A.
3. El proyecto no genera impactos negativos importantes, porque estos trabajos se los realiza en las zonas actualmente intervenidas, cuidando así las zonas protegidas.
4. Debido a la naturaleza del Plan Maestro que toma en cuenta tres ejes, según lo estipulado en el SUIA, el proyecto requiere:
  - a. Para el caso de mejoramiento y rehabilitación de las líneas de conducción de agua, un Certificado Ambiental que no tiene ningún costo.
  - b. Para el caso de instalaciones de redes de agua potable, un registro ambiental, con un costo de USD180 y se lo puede adquirir de forma inmediata.

- c. Para el caso de la construcción y operación de sistemas integrados de alcantarillado sanitario y pluvial, un registro ambiental, el cual también tiene un costo de USD 180 y se lo puede adquirir de forma inmediata.
5. El costo aproximado del Plan de Manejo Ambiental es de USD 11.771,73 con una duración que depende de la implementación de cada eje, por ejemplo, en el caso de los trabajos en agua potable, toman un tiempo que varía desde 3 días hasta 4 meses. En el Anexo A adjunto de la ficha ambiental, se detallan uno a uno los rubros correspondientes.
  6. Se aconseja que el impulsor del proyecto realice con anticipación el trámite para la adquisición del certificado ambiental, con el fin de cumplir con los requerimientos legales impuestos por el Gobierno ecuatoriano, y así evitar sanciones, acciones penales o multas.

# CAPÍTULO 5

## 5. PRESUPUESTO

En el presente capítulo se realizó una evaluación económica reflejando un presupuesto referencial para cada tipo de sistema que abastecerá a las tres zonas de expansión. El presupuesto se basó en los valores expedidos por la Cámara de la Construcción de Guayaquil, el proyecto "Construcción del Sistema integral de agua potable para la zona urbana del cantón Simón Bolívar provincia del Guayas" encontrado en el portal de Compras Públicas y el listado de precios unitarios proporcionado por ESPOL.

A continuación, se presenta la descripción de dos propuestas para el presupuesto referencial:

**Tabla 5.1 Propuestas para el presupuesto referencial.**

<b>PROPUESTA 1</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ÁREA DE INTERVENCIÓN</b>
<b>01</b>	Red de Agua Potable (Opción 1)	Zona de expansión 1,2 y 3
<b>02</b>	Red de Alcantarillado Sanitario (Diseño único)	Zona de expansión 1,2 y 3
<b>03</b>	Alcantarillado Pluvial (Canal Trapezoidal)	Zona D (Sweet & Coffee)
<b>PROPUESTA 2</b>		
<b>04</b>	Red de Agua Potable (Opción 2)	Zona de expansión 1,2 y 3
<b>05</b>	Red de Alcantarillado Sanitario (Diseño único)	Zona de expansión 1,2 y 3
<b>06</b>	Alcantarillado Pluvial (Colector de H.S)	Zona D (Sweet & Coffee)

- Propuesta 1: Consiste en el diseño de una red de agua potable y alcantarillado sanitario que brindará servicio a la zona de expansión 1, 2 y 3. Además, el diseño de un canal trapezoidal de hormigón en la zona D.
- Propuesta 2: Similar a la propuesta 1 con la diferencia en la longitud total de la red de agua potable, asimismo para el alcantarillado pluvial se establece el diseño de una tubería de hormigón de 1.10 m de diámetro.

## 5.1 Descripción de rubros

La ejecución de las obras del Plan Maestro se ha configurado en 6 grupos:

- |                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| 1. Obra Preliminar          | código: 1000 |
| 2. Redes de Alcantarillado  | código: 2000 |
| 3. Red Pluvial              | código: 3000 |
| 4. Redes de Agua Potable    | código: 4000 |
| 5. Pruebas de Funcionalidad | código: 5000 |
| 6. Plan de Manejo Ambiental | código: 1300 |

La descripción de los diferentes rubros se encuentra junto con las especificaciones técnicas en el Anexo B.

## 5.2 Análisis de costos unitarios

Para la determinación de los rubros se utilizaron los costos unitarios facilitados por el cliente, ESPOLE y aquellos rubros que no constaban en el listado, se obtuvieron mediante la consulta a la revista de la Cámara de Construcción de Guayaquil. Por consiguiente, los costos de mano de obra se obtuvieron según los salarios actuales propuestos por la Contraloría General del Estado (CGE) y los valores de los rendimientos de cada rubro se los consultó en la plataforma web del Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP).

Se establecieron dos tipos de costos:

- Directos: Comprenden la mano de obra, materiales y equipo utilizado.
- Indirectos: Se subdividen en dos:
  1. Indirectos: Hace referencia al pago de la fiscalización, utilidades, alquiler de local, gastos administrativos, etc. Se le asignó el valor del 15%.
  2. Otros indirectos: Se refiere a los gastos imprevistos y está representado por el 5%.

En el Anexo B, se puede visualizar a detalle el análisis de precio unitarios.

### 5.3 Descripción de cantidades de obra

A continuación, se presentan los rubros con su respectivo cálculo de volúmenes, cada uno de los 6 presupuestos

**Tabla 5.2 Cantidades de obra (Propuesta 1 – AA.PP.)**

RUBRO	CANTIDADES[m <sup>3</sup> ]
ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS, F´C=210KG/CM2	4,80
EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA	1140,000
RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M	518,098
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	452,930
DESALOJO DE MATEIALES CON VOLQUETA	1045,44

**Tabla 5.3 Cantidades de obra Zona 1 (Diseño único – AA.SS.)**

RUBRO	CANTIDADES[m <sup>3</sup> ]
ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS, F´C=210KG/CM2	1,207
EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA EN TIERRA	191,856
RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M	22,696
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	109,358
DESALOJO DE MATERIALES CON VOLQUETA	230,227

**Tabla 5.4 Cantidades de obra Zona 2 y Zona 3 (Diseño único 1 – AA.SS.)**

RUBRO	CANTIDADES[m <sup>3</sup> ]
ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS, F´C=210KG/CM2	1
EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA EN TIERRA	126,975
RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M	14,306
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	76,185
DESALOJO DE MATEIALES CON VOLQUETA	152,37

**Tabla 5.5 Cantidades de Canal Trapezoidal (Propuesta 1 – AA.LL.)**

RUBRO	CANTIDADES[m <sup>3</sup> ]
EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA	68,170
RELLENO COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL IMPORTADO PARA CANAL	4,090
HORMIGÓN SIMPLE F´C =280KG/CM2	22,613

**Tabla 5.6 Cantidades de obra (Propuesta 2 – AA.PP.)**

RUBRO	CANTIDADES[m <sup>3</sup> ]
ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS, F´C=210KG/CM2	4.80
EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA	823,220
RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M	780,406
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	427,740
DESALOJO DE MATEIALES CON VOLQUETA	1045,44

**Tabla 5.7 Cantidades de obra- Colector de H.A. (Propuesta 2 – AA.LL.)**

RUBRO	CANTIDADES[m <sup>3</sup> ]
EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA EN TIERRA	192,480
RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M	52,499
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	92,390

Para determinar los volúmenes de excavación, relleno, cama de arena se consideró la geometría de la zanja con ciertos espesores, además se propuso un porcentaje de 5% de pérdidas y el caso de relleno y desalojo un 20% de esponjamiento.

De la misma manera se determinó el volumen de hormigón a utilizar analizando la geometría del canal y el espesor de las capas de hormigón, teniendo en cuenta un 5% de desperdicio. Los cálculos de cantidad de superficie se presentan a continuación:

**Tabla 5.8 Cantidades de obra (Propuesta 1 – AA.PP.)**

RUBRO	CANTIDAD[m <sup>2</sup> ]
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	1352,730

**Tabla 5.9 Cantidades de obra (Propuesta 2 – AA.PP.)**

RUBRO	CANTIDAD[m <sup>2</sup> ]
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	1218,730
ROTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO 4.5 MPA	5,950
REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO 4.5 MPA	6,020

**Tabla 5.10 Cantidades de obra Zona 1 Diseño único – AA.SS.)**

RUBRO	CANTIDAD[m <sup>2</sup> ]
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	342,600
ROTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO 4.5 MPA	27,910

REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO 4.5 MPA	1,207
--	-------

**Tabla 5.11 Zona 2 y Zona 3 (Diseño Único – AA.SS.)**

RUBRO	CANTIDAD[m <sup>2</sup> ]
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	230,078
ROTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO 4.5 MPA	3,490
REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO 4.5 MPA	12.07

**Tabla 5.12 Cantidades de obra – Canal Trapezoidal (Propuesta 1 – AA.LL.)**

RUBRO	CANTIDAD[m <sup>2</sup> ]
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	160,400
REPLANTEO Y NIVELACIÓN PARA CANAL	68.170
ENCOFRADO METÁLICO (INCLUYE PUNTALES)	183,578
MALLA ELECTROSOLDADA (INCLUYE INSTALACIÓN)	225,683

**Tabla 5.13 Cantidades de obra – Colector de H.A. (Propuesta 2 – AA.LL.)**

RUBRO	CANTIDAD[m <sup>2</sup> ]
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	160,400

Para determinar los valores de superficie de los rubros de desbroce, desbosque y limpieza; rotura y reposición de pavimento fue necesario tomar el ancho de las zanjas.

Para los rubros de malla electrosoldada y encofrado metálico, mediante los planos se analizó el área donde estarán dispuestos.

En las siguientes tablas se detallan los valores obtenidos para cálculo de cantidades de longitudes.

**Tabla 5.14 Tubería PVC 220MM**

RUBRO	CANTIDAD
REPLANTEO Y NIVELACIÓN LINEAL	571 ML
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 220 MM (DESAGUE)	599,550 m
PRUEBA HIDRÁULICA DEL SISTEMA	571,000 m

**Tabla 5.15 Tubería PVC 200MM**

RUBRO	CANTIDAD
REPLANTEO Y NIVELACIÓN	397 ML
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 200 MM (DESAGUE)	599,55 m
PRUEBA HIDRÁULICA DEL SISTEMA	396,800 m

**Tabla 5.16 Canales AA.LL.**

<b>RUBRO</b>	<b>CANTIDAD</b>
LIMPIEZA DE CANALES DE AGUA LLUVIA	418,000 m
BANDA PVC E=10CM (INCLUYE INSTALACIÓN)	69,680 m

**Tabla 5.17 Colector de H.A**

<b>RUBRO</b>	<b>CANTIDAD</b>
COLECTOR DE H.A CLASE 60, D=1000MM (INCLUYE INSTALACIÓN)	80,200 m

**Tabla 5.18 Tubería de AA.PP. (Propuesta 1)**

<b>RUBRO</b>	<b>CANTIDAD</b>
REPLANTEO Y NIVELACIÓN LINEAL	1352.73 ML
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 25MM (AGUA POTABLE)	707,700 m
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 50 MM (AGUA POTABLE)	711,900 m
PRUEBA HIDRÁULICA DEL SISTEMA	1352,730 m

**Tabla 5.19 Tubería de AA.PP. (Propuesta 2)**

<b>RUBRO</b>	<b>CANTIDAD</b>
REPLANTEO Y NIVELACIÓN LINEAL	1,219 ML
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 25MM (AGUA POTABLE)	567,450 m
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 50 MM (AGUA POTABLE)	711,900 m
PRUEBA HIDRÁULICA DEL SISTEMA	1218,730 m

Para el cálculo de los rubros de suministro e instalación de tuberías se tomó la longitud total de la tubería en función de cada diámetro y se consideró un 5% de desperdicio.

Para el rubro de prueba hidráulica se calculó la longitud total de la tubería.

En los rubros de unidad como: cámara de revisión, válvulas y tee, suministro e instalación de sistema de reductores con diferentes diámetros, se hizo uso de los planos para determinar el número de unidades requeridas.

#### **5.4 Presupuesto referencial**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL  
POBLACIÓN: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**PROPUESTA 1 AAPP**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
<b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL</b>					
<b>1000</b>	<b>OBRA PRELIMINAR</b>				
1001	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	1352,730	\$ 2,62	\$ 3.544,15
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 3.544,15</b>
<b>4000</b>	<b>REDES DE AGUA POTABLE</b>				
4001	TRAZADO Y REPLANTEO ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS	ML	1352,730	\$ 1,48	\$ 2.002,04
4002	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS, F'c=210KG/CM2	M3	4,800	\$ 10,53	\$ 50,54
4003	ROTURA DE BORDILLOS	M2	1,152	\$ 0,94	\$ 1,08
4004	ENCOFRADO/DESENCOFRADO DE BORDILLOS 2 LADOS	M	1,152	\$ 1,05	\$ 1,21
4005	HORMIGÓN SIMPLE BORDILLO (f'c= 180 KG/CM2)	M	1,152	\$ 6,62	\$ 7,63
4006	EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA	M3	1140,000	\$ 7,87	\$ 8.971,80
4007	RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M	M3	518,098	\$ 19,10	\$ 9.895,67
4008	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 25MM (AGUA POTABLE)	M	707,700	\$ 12,08	\$ 8.549,02
4009	TEE 25MM DE POLIETILENO	U	2,000	\$ 10,54	\$ 21,08
4010	VÁLVULA DE COMPUERTA DE 25MM	U	5,000	\$ 44,95	\$ 224,75
4011	SUMINISTRO E INSTALACION DE SIST. REDUCTOR, 400MM A 25MM	U	1,000	\$ 1.220,64	\$ 1.220,64
4012	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 50 MM (AGUA POTABLE)	M	711,900	\$ 25,78	\$ 18.352,78
4013	TEE 50MM DE POLIETILENO	U	2,000	\$ 19,57	\$ 39,14
4014	VÁLVULA DE COMPUERTA DE 50MM	U	5,000	\$ 70,24	\$ 351,20
4015	SUMINISTRO E INSTALACION DE SIST. REDUCTOR, 200MM A 50MM	U	1,000	\$ 235,82	\$ 235,82
4016	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	452,930	\$ 14,17	\$ 6.418,02
4017	DESALOJO DE MATEIALES CON VOLQUETA	M3	1045,440	\$ 10,46	\$ 10.935,30
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 67.277,72</b>
<b>5000</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD</b>				
5001	PRUEBA HIDRÁULICA DEL SISTEMA	M	1352,730	\$ 1,88	\$ 2.543,13
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 2.543,13</b>
			<b>TOTAL</b>		<b>\$ 73.365,00</b>

\*Estos precios no incluyen IVA

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**  
**POBLACIÓN: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**ZONA 1 AASS**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
<b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL</b>					
<b>1000</b>	<b>OBRA PRELIMINAR</b>				
1001	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	342,600	\$ 2,62	\$ 897,61
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 897,61</b>
<b>2000</b>	<b>REDES DE ALCANTARILLADO</b>				
2001	TRAZADO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS	ML	571,000	\$ 1,24	\$ 708,04
2002	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS, F´C=210KG/CM2	M3	1,207	\$ 10,53	\$ 12,71
2003	ROTURA DE BORDILLOS	M2	0,150	\$ 0,94	\$ 0,14
2004	ENCOFRADO/DEENCOFRADO DE BORDILLOS 2 LADOS	M	1,500	\$ 1,05	\$ 1,58
2005	HORMIGÓN SIMPLE BORDILLO (f´c= 180 KG/CM2)	M	1,500	\$ 6,18	\$ 9,27
2005. a	CORTE, ROTURA Y DESALOJO DE PAVIMENTO RÍGIDO	M2	27,910	\$ 31,14	\$ 869,12
2006	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA EN TIERRA	M3	191,856	\$ 2,35	\$ 450,86
2007	ENTIBADO (INCLUIDO APUNTALAMIENTO)	M2	122,000	\$ 31,73	\$ 3.871,06
2008	RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M	M3	22,696	\$ 19,10	\$ 433,49
2009	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 220 MM (DESAGUE)	M	599,550	\$ 45,74	\$ 27.423,42
2010	CÁMARA DE REVISION DE HORMIGON H<2m -D=1.2m (INCLUYE TAPA)	U	6,000	\$ 940,02	\$ 5.640,12
2011	EMPATE A COLECTOR	U	2,000	\$ 10,46	\$ 20,92
2012	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	109,358	\$ 14,17	\$ 1.549,60
2013	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO	M2	1,207	\$ 19,84	\$ 23,95
2014	DESALOJO DE MATERIALES CON VOLQUETA	M3	230,227	\$ 10,46	\$ 2.408,17
<b>5000</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD</b>				
5002	PRUEBAS DE CONTINUIDAD DE FLUJO EN TUBERÍAS DE AASS.	M	571,000	\$ 2,42	\$ 1.381,82
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 44.804,27</b>

\*Estos precios no incluyen IVA

**TOTAL**

**\$ 45.701,88**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**  
**POBLACIÓN: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**ZONA 2 Y 3 AASS**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
<b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL</b>					
<b>1000</b>	<b>OBRA PRELIMINAR</b>				
1001	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	230,080	\$ 2,62	\$ 602,81
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 602,81</b>
<b>2000</b>	<b>REDES DE ALCANTARILLADO</b>				
2001	TRAZADO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS	ML	397,000	\$ 1,24	\$ 492,28
2002	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS, F´C=210KG/CM2	M3	1,000	\$ 10,53	\$ 10,53
2003	ROTURA DE BORDILLOS	M2	0,080	\$ 0,94	\$ 0,08
2004	ENCOFRADO/DESENCOFRADO DE BORDILLOS 2 LADOS	M	0,800	\$ 1,05	\$ 0,84
2005	HORMIGÓN SIMPLE BORDILLO (f´c= 180 KG/CM2)	M	0,800	\$ 6,18	\$ 4,94
2005.a	CORTE, ROTURA Y DESALOJO DE PAVIMENTO RÍGIDO	M2	3,490	\$ 31,14	\$ 108,68
2006	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA EN TIERRA	M3	126,975	\$ 2,35	\$ 298,39
2007	ENTIBADO (INCLUIDO APUNTALAMIENTO)	M2	98,000	\$ 31,73	\$ 3.109,54
2008	RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M	M3	14,306	\$ 19,10	\$ 273,24
2009.a	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 200 MM (DESAGUE)	M	599,550	\$ 41,10	\$ 24.641,51
2010	CÁMARA DE REVISION DE HORMIGON H<2m -D=1.2m (INCLUYE TAPA)	U	4,000	\$ 940,02	\$ 3.760,08
2011	EMPATE A COLECTOR	U	2,000	\$ 10,46	\$ 20,92
2012	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	76,185	\$ 14,17	\$ 1.079,54
2013	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO	M2	12,070	\$ 19,84	\$ 239,47
2014	DESALOJO DE MATERIALES CON VOLQUETA	M3	152,370	\$ 10,46	\$ 1.593,79
<b>5000</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD</b>				
5002	PRUEBAS DE CONTINUIDAD DE FLUJO EN TUBERÍAS DE AASS.	M	396,800	\$ 2,42	\$ 960,26
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 36.594,09</b>

\*Estos precios no incluyen IVA

**TOTAL**

**\$ 37.196,90**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL  
POBLACIÓN: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**PROPUESTA 1 PLUVIAL (CANAL TRAPEZOIDAL)**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
<b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL</b>					
<b>1000</b>	<b>OBRA PRELIMINAR</b>				
1001	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	160,400	\$ 2,62	\$ 420,25
1002	LIMPIEZA DE CANALES DE AGUA LLUVIA	M	418,000	\$ 2,19	\$ 915,42
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 1.335,67</b>
<b>3000</b>	<b>DISEÑO PLUVIAL (CANAL TRAPEZOIDAL)</b>				
3001	REPLANTEO Y NIVELACIÓN PARA CANAL	M2	160,400	\$ 2,07	\$ 332,03
3003	EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA	M3	68,170	\$ 20,56	\$ 1.401,58
3005	ENTIBADO (INCLUIDO APUNTALAMIENTO)	M2	183,578	\$ 31,73	\$ 5.824,93
3007	RELLENO COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL IMPORTADO PARA CANAL	M3	4,090	\$ 13,85	\$ 56,65
3009	ENCOFRADO METÁLICO (INCLUYE PUNTALES)	M2	183,578	\$ 14,77	\$ 2.711,45
3010	DESENCOFRADO METÁLICO	M2	183,58	3,82	\$ 701,28
3011	HORMIGÓN SIMPLE F´C =280KG/CM2	M3	22,6129	\$ 148,42	\$ 3.356,21
3012	MALLA ELECTROSOLDADA (INCLUYE INSTALACIÓN)	M2	225,683	\$ 9,36	\$ 2.112,39
3013	BANDA PVC E=10CM (INCLUYE INSTALACIÓN)	M	69,68	\$ 12,43	\$ 866,12
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 17.362,64</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 18.698,31</b>

\*Estos precios incluyen IVA

## 5.5 Valoración Integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental

Luego de comparar los presupuestos referenciales de las propuestas 1 y 2, se eligió el presupuesto referencial de la propuesta 1 analizada con el listado de precios unitarios proporcionado por ESPOL, ya que incluye la construcción de un canal trapezoidal en la zona D, opción técnicamente más viable según el área disponible, asimismo junto con el costo total del plan de manejo ambiental se obtiene un valor final USD 186.733.82. El presupuesto referencial se observa en la tabla 5.20.

**Tabla 5.20 Presupuestos Analizados**

<b>PRESUPUESTO FINAL (CONSULTA EXTERNA)</b>			
<b>"PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL"</b>			
<b>PROPUESTA N°1</b>			
<b>SISTEMA</b>	<b>COSTO (USD)</b>	<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>PRESUPUESTO FINAL (USD)</b>
		<b>COSTO (USD)</b>	
AGUA POTABLE	73.365,00	11.771,73	<b>186.733,82</b>
ALCANTARILLADO SANITARIO	82.898,78		
PLUVIAL - CANAL TRAPEZOIDAL	18.698,31		
<b>PROPUESTA N°2</b>			
<b>SISTEMA</b>	<b>COSTO (USD)</b>	<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>PRESUPUESTO FINAL (USD)</b>
		<b>COSTO (USD)</b>	
AGUA POTABLE	72.967,86	11.771,73	<b>186.817,66</b>
ALCANTARILLADO SANITARIO	82.898,78		
PLUVIAL-COLECTOR DE H.S	19.179,29		

## **5.6 Cronograma Valorado**

El tiempo empleado en la implementación de la red de agua potable es de tres meses, y de la red de alcantarillado sanitario es de dos meses y una semana, finalmente la ejecución de la instalación del colector de hormigón armado es de dos semanas. El cronograma valorado se detalla en el Anexo B.

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Observaciones

1. Debido a la pandemia mundial por COVID-19, los datos para la realización de la topografía fueron obtenidos mediante softwares digitales.
2. Los datos poblacionales analizados fueron obtenidos del año 2014 al 2019, debido a que en ese periodo se contó con información completa de estudiantes de grado, postgrado, trabajadores ESPOL, estudiantes y trabajadores COPOL.
3. Para la proyección poblacional se omitió el año 2020, debido a que fue un año atípico por la pandemia mundial COVID-19.
4. Las áreas que limitan a la ESPOL fueron tomadas del último levantamiento realizado en el año 2020 por la Gerencia de Infraestructura Física, el cual se encuentra en proceso de legalización, y podría estar sujeto a variación.
5. Las áreas de expansión propuestas fueron analizadas con la ayuda del mapa de áreas de protección del Bosque Protector Prosperina ESPOL, otorgada por la Gerencia de Infraestructura Física con la finalidad de usar espacios que no afecten dichas áreas protegidas.

### 6.2 Conclusiones

1. Se realizó la evaluación general del sistema existente en agua y alcantarillado, y se determinó las necesidades reales mediante el análisis de la información disponible, donde se encontró lo siguiente:

#### **Sistema de agua potable:**

- a. Que la población de ESPOL solo consume entre el 30-44% del agua potable que se factura mes a mes (USD210.639,22 en promedio en los últimos 3 años aproximadamente). El resto, se presume que se pierde por i) desperdicio por parte de los estudiantes, ii) por fugas por falta de mantenimiento y iii) en uso inapropiado para el riego de áreas verdes. (se pierde entre USD117.957,96 - USD147.447,45).
- b. De acuerdo con el balance de masa, el sistema actual solo abastece a ESPOL, no podrá atender las necesidades de la Zona Especial de

Desarrollo Económico - ZEDE, por lo tanto, ZEDE debe solicitar la factibilidad independiente de los servicios básicos a Interagua.

- c. La zona de reserva baja cuenta con 5 reservorios de 200 m<sup>3</sup> cada uno y una caseta de bombeo que transporta el agua potable, a través de la línea de impulsión de Ø200mm hasta la reserva alta de 1000m<sup>3</sup> ubicada en el predio de la ESPOL.
- d. El caudal promedio entregado por Interagua en el año 2020 fue de 8.16l/s.
- e. Existen 4 conexiones directas desde la línea de impulsión hacia sitios como: la caseta de guardianía ubicado en el predio de la reserva baja, el Centro Tecnológico de Investigación (CTI), la zona admisiones y la subestación eléctrica, los últimos 3, ubicados en el predio de la ESPOL, que hacen que el sistema opere de forma ineficiente, por tal motivo, se deben eliminar este tipo de conexiones, y evitar cualquier nueva conexión a la línea de impulsión.
- f. Existen 25 macromedidores y 28 micromedidores distribuidos en el Campus de la ESPOL, sin embargo, se identificó que ciertas zonas del sistema de agua potable son abiertas y en otras no, lo cual hace ineficiente el sistema para balancear presiones y velocidades.
- g. El sistema agua potable posee un diseño deficiente en los diámetros de sus tuberías, por lo que se registra valores de presión muy elevados, lo que ocasiona daños y fugas a lo largo del sistema, además se registran velocidades muy bajas que estaría ocasionando problemas de sedimentación en algunos tramos de las tuberías.
- h. Existe el catastro del sistema de distribución de agua potable existente, elaborado por la GIF, donde se observa que las condiciones físicas de algunas tuberías y válvulas del sistema no son las adecuadas.
- i. Las cámaras de inspección presentan deficiencias como, por ejemplo: ausencia de tapa, válvulas desviadas y en mal estado, presencia de sedimentos, filtraciones, tuberías deterioradas y presencia de desechos, lo que evidencia que no se realiza mantenimientos

periódicos. Se estima que estos sistemas tienen una vida útil de 30 años.

- j. SEBIOCA cuenta con una cisterna de 8,00x8,00x2,50 m con capacidad aproximada de 150 m<sup>3</sup> y un cuarto de bomba que transporta el agua del lago de la zona de Ingeniería hasta los invernaderos ubicados en Tecnología.

#### **Sistema de aguas residuales:**

- k. El edificio CTI ubicada en la zona de planificación 1, cuenta con una planta depuradora de aguas residuales mediante lodos activados por oxidación total, a la fecha 25 de agosto de 2021 no se encontraba operativa.
- l. El área de admisiones cuenta con una planta depuradora en base a un sistema de flotación por aire disuelto – DAF, a la fecha 25 de agosto de 2021 no se encontraba operativa.
- m. Las aguas servidas producidas por el área de Rectorado e Ingenierías son depuradas por la planta MBR y las lagunas de estabilización, removiendo la carga contaminante y cumpliendo con los límites permisibles establecidos por las TULSMA.
- n. Existen 15 pozos sépticos en funcionamiento en el Campus que requieren de limpieza periódica. Ninguno de ellos tiene registro de sus OPEX, tampoco presentan análisis de caracterización de aguas descargadas que permitan indicar si cumplen o no con los LMP del TULSMA.
- o. En el núcleo de ingeniería se evidenció conexiones ilícitas de aguas lluvias al sistema de aguas servidas, por el sector de FIMCP, diagonal a parque Ajá, área del edificio de STEM.
- p. Los canales abiertos existentes en el área de ingenierías presentan maleza, hojas secas y escombros, se evidencia la falta de mantenimiento en algunos sitios.
- q. La zona de Sweet & Coffee que recibe los caudales del Rectorado y de la Biblioteca, se ha nombrado como zona D, posee canales abiertos y

un colector con un diámetro de Ø500mm. Esta tubería ha tomado un efecto de cuello de botella, lo que provoca el rebose del agua de los canales inundando la zona, ya que el caudal recibido es 2,4 veces mayor a la capacidad de la tubería.

2. Se determinó las microcuencas existentes en los predios de ESPOL para la propuesta de la gestión eficiente de los sistemas de agua y alcantarillado, donde se encontró lo siguiente:
  - a. Mediante un estudio hidrológico se identificaron dos subcuencas, que contienen diez microcuencas y dos puntos principales de desfogue ubicados en: El sector de Socio Vivienda a la altura de la ciudadela nuevo Ceibos y en el sector de GOE.
  - b. Se analizó la red de drenaje pluvial en cuatro puntos específicos denominados zonas A, B, C y D. Para un periodo de retorno de 50 años, se estimó un caudal de escorrentía de 5,41 m<sup>3</sup>/s, 13,58 m<sup>3</sup>/s, 6,09m<sup>3</sup>/s y 1,21 m<sup>3</sup>/s respectivamente.
  - c. A nivel macro la ESPOL no presenta problemas de drenaje, sino más bien a nivel interno, en la zona D (sector de Sweet & Coffee), debido a que el caudal actual es 2,4 veces la capacidad de la tubería existente en la zona, de Ø500mm.
3. Se propuso las mejoras para la optimización y expansión del sistema a corto, mediano y largo plazo con su debido análisis ambiental y su debido presupuesto referencial, donde se propuso lo siguiente.
  - a. El Plan Maestro se diseñó para ser ejecutado en tres fases a corto (5 años), a mediano (10 años) y largo plazo (15 años).
  - b. ESPOL contará con una población para el año de diseño 2035, de 24.669 hab que corresponde a la ESPOL y de 1.517 hab a ZEDE, obteniendo un total de 26.216 hab al 2035.
  - c. Se analizó la densidad poblacional tomando en cuenta los registros de población y las áreas de mapa de planificación de la institución, donde se observó una densidad en el año 2019 de 28,9 hab/ha y su proyección en el año 2035 de 39,8 hab/ha.

- d. Se analizó la densidad poblacional interna, específicamente en el área de estudiantes de grado, donde refleja una densidad en el año 2019 de 1082 hab/ha, resultado que revela que dicha área, ya no puede crecer de manera horizontal, ni vertical debido a que, la infraestructura de la zona no lo permite, por lo que resulta necesario analizar y proponer nuevas áreas donde se pueda distribuir a la nueva población.
- e. Con el análisis de la densidad poblacional realizada, se propuso tres zonas de expansión que suma un total de 10,61ha. Estas zonas fueron distribuidas en diferentes áreas para ser intervenidas en periodos a corto, mediano y largo plazo.
- f. La zona de expansión fue distribuida de la siguiente manera:
  - i. Zona 1E: Cuenta con un área de 8,26ha, de las cuales 1,22ha corresponden al área de servidumbre debido a la presencia del lago en zona de ingenierías, obteniendo un área neta de 7,04ha.
  - ii. Zona 2E: Cuenta con un área de 3,39ha, de las cuales 0,80ha pertenecen al área de servidumbre debido a la presencia del lago en zona de ingeniería y 0,09ha pertenecen al área de servidumbre de la cisterna de SEBIOCA, obteniendo un área neta de 2.50 ha.
  - iii. Zona 3E: Cuenta con un área neta de 1,07 ha y se encuentra ubicada en el sector de Tecnologías.
- g. Para las tres zonas de expansión, se propone implementar un nuevo sistema de distribución de agua potable, que se alimenta del existente que sí tiene capacidad; y un sistema de alcantarillado sanitario, para un periodo de diseño de 15 años (Año 2035).

En las zonas de expansión, los caudales de consumo son: Zona 1E: 2,17 l/s, Zona 2E: 0,77 l/s y Zona 3E: 0,33 l/s. Las tuberías propuestas son de Ø25mm, Ø32mm y Ø50mm respectivamente.

- h. En la zona 1E de expansión, que produce un caudal de 3,26 l/s, se diseñó la red de alcantarillado sanitario para ser conectada al colector de FADCOM. Mediante un análisis de balance de masas, se constató que este colector puede receptor el caudal de la zona 1E y transportarlo hacia la planta MBR y ésta lo depurará sin alterar o sobrepasar su capacidad.

- i. En el año 2019 el área de Ingenierías produjo un caudal medio de aguas residuales de  $32 \text{ m}^3/\text{h}$  y en un futuro ese caudal aumentará debido a la zona de expansión 1E, siendo un caudal total de diseño de  $44,37 \text{ m}^3/\text{h}$ . Al relacionar el caudal total futuro del área de Ingenierías con la capacidad de tratamiento de la planta MBR, durante las 6 horas operativas al día ( $83,3 \text{ m}^3/\text{h}$ ) se obtiene que trabajaría al 53% de su capacidad, por tanto, aún existirá un 47% de capacidad que se encuentra subutilizada. Esto significa, que, en caso de que la ESPOL planee un crecimiento fuera de estas 3 zonas propuestas, la planta MBR podría recibirlos tranquilamente sin afectar su eficiencia.
- j. Para las zonas de expansión cercanas el área de tecnologías, se ha diseñado una red de alcantarillado sanitario que conecta la zona de expansión 2E y 3E, las cuales producen un caudal de diseño de  $1,66 \text{ l/s}$ ; dicha red opera a gravedad y se conecta a la caja existente denominada C-TNG del área de tecnologías, para posteriormente trasladarlas a la laguna de estabilización existente, sin embargo, ésta no tiene capacidad para recibirlo.
- k. Para la zona de inundación D, que hace referencia a Sweet & Coffee, se propuso la construcción de un canal trapezoidal que soporte un caudal de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ , para un periodo de retorno de 25 años con dimensiones de similares características a los canales implantados en la zona, los cuales son: Altura=  $1,00 \text{ m}$ , Ancho de Solera=  $0,50 \text{ m}$ , Área Hidráulica=  $0,60 \text{ m}^2$ , Espejo de Agua=  $0,99 \text{ m}$ , Radio Hidráulico=  $0,28 \text{ m}$ , Perímetro Mojado=  $2,20 \text{ m}$ , Talud=  $0,30$ , y Tirante=  $0,81 \text{ m}$ .
- l. En el predio de la Reserva Baja, donde se encuentra el sistema de bombeo que recibe el agua desde la acometida de Interagua y la envía hasta la reserva alta de ESPOL, se deben evitar de forma prioritaria, futuras invasiones; por lo que se investigó y se revisó la propuesta del proyecto integrador del entonces estudiante de Ingeniería Civil Christian Stephen Cruz Rosado realizada en el 2017, donde plantea la construcción de una edificación en ese sector, para hospedar a los estudiantes politécnicos que

no son de Guayaquil. Se considera que esa es una alternativa viable, e incluso se plantea que el sitio se transforme en un hotel ecoturístico.

- m. Se han elaborado memorias de cálculo, planos, presupuesto referencial y estimado el costo del plan de manejo ambiental, considerando las normas técnicas y códigos de la construcción, por lo cual se presenta dos propuestas, las cuales consideran el agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial.
- n. Como técnicos, se concluye que la propuesta 1 es la más acertada. El presupuesto referencial es de USD186.733,82, que incluye la construcción de un canal trapezoidal como solución a la zona D (Sweet & Coffee) y el tiempo de ejecución es de aproximadamente 5 meses y tres semanas. Sin embargo, se deja a criterio del cliente el tiempo a ejecutar las obras de la propuesta.

### **6.3 Recomendaciones**

1. Para el numeral 1, literales a-g, se planteó realizar un análisis de optimización del sistema de AA.PP, el mismo que ya se está desarrollando con los estudiantes de ingeniería civil Joel López y Carlos Zambrano del proyecto integrador “*Análisis del Sistema Existente y Diseños de Optimización del Sistema Matriz de Agua Potable de la ESPOL*”, que refleja un estudio exhaustivo del sistema de distribución de agua potable, para mejorar y optimizar el servicio con el que actualmente cuenta la institución.
2. Se debe realizar un programa de concientización al estudiante sobre el uso adecuado del agua potable.
3. Realizar mantenimientos periódicos, e incluso, un cambio de grifos con cierre automático y el uso de baterías sanitarias ecológicas en los baños de la institución, por parte del área de servicios generales.
4. Se debe diseñar un sistema de riego que recolecte agua de los lagos de la ESPOL, que cubra el 100% de áreas verdes del Campus Gustavo Galindo para así evitar el uso de agua potable para riego, en ciertas zonas.
5. Se debe incluir un plan de mantenimiento para la limpieza periódica de los 15 pozos sépticos o dar una solución definitiva; parte de ese proyecto ya se encuentra en ejecución con los estudiantes Ariana Fernández y Vicente Arias con

la tesis “Análisis y diseño de optimización del sistema depurador de aguas residuales de las zonas 2 y 4 de ESPOL”.

6. Se debe aprovechar el 100% del agua depurada por la planta MBR en el riego de áreas verdes que está rica en los nutrientes que necesitan las plantas, principalmente Nitrógeno y Fósforo, de esa forma se contribuye a la economía circular y se evitan problemas de cumplimiento de Normativa para descargas en cuerpos de agua.
7. Se debe evitar el ingreso del agua sobrante depurada por la planta MBR a las lagunas facultativas, ya que esta acción provoca la disminución del tiempo de retención de las lagunas afectando la eficiencia del sistema depurador. Por el contrario, al cumplir con los límites máximos permisibles pueden descargarse a un cuerpo hídrico, pero es mejor la recomendación 7.
8. Se debe considerar el diseño de un módulo adicional en el sistema depurador del área de tecnologías, debido a que la zona 2E Y 3E producirán un caudal de 6.7 l/s y éste caudal no fue considerado en la tesis “Análisis y diseño de optimización del sistema depurador de aguas residuales de las zonas 2 y 4 de ESPOL”, de los estudiantes Ariana Fernández y Vicente Arias.
9. Se sugiere realizar un catastro de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, tal como ya se realizó para el sistema de AAPP. Se contrastó en los planos proporcionados por la Gerencia de Infraestructura Física, que algunas tuberías presentan incongruencias de ubicación y posicionamiento.
10. Se debe realizar mantenimiento periódico en los canales del área de estudiantes de grado, debido a que se evidencia vegetación y presencia de sedimentos.
11. Se planteó realizar el análisis del proyecto integrador que se está desarrollando con el estudiante de ingeniería civil Joel Guevara denominado “*Análisis y Diseño de Alcantarillado de Aguas Lluvias para el área de Ingenierías del Campus Gustavo Galindo*”, donde plantea soluciones técnicas de drenaje urbano sostenible para minimizar los riesgos asociados a las inundaciones.
12. Para realizar los diseños de agua potable y alcantarillado sanitario se debe realizar un adecuado levantamiento de información topográfica.

# BIBLIOGRAFÍA

- ADMISIONES. (2021). *Oferta Académica*. Obtenido de Escuela Politécnica del Litoral:  
<http://www.admision.espol.edu.ec/oferta-acad%C3%A9mica-2>
- Alfaro, J. M., Carranza, J. L., & Reyes, I. G. (2012). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, AGUAS LLUVIAS Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN ISIDRO, DEPARTAMENTO DE CABAÑAS*. San Salvador: Universidad de El Salvador. Obtenido de [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1698/1/DISE%C3%91O\\_DEL\\_SISTEMA\\_DE\\_ALCANTARILLADO\\_SANITARIO,\\_AGUAS\\_LLUVIAS\\_Y\\_PLANTA\\_DE\\_TRATAMIENTO\\_DE\\_AGUAS\\_RE.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1698/1/DISE%C3%91O_DEL_SISTEMA_DE_ALCANTARILLADO_SANITARIO,_AGUAS_LLUVIAS_Y_PLANTA_DE_TRATAMIENTO_DE_AGUAS_RE.pdf)
- Avalos, R. I., & Guerrero, R. A. (2019). *Diagnóstico y propuesta de soluciones técnicas para el sistema de aguas servidas del Campus Gustavo Galindo*. Guayaquil: ESPOL.
- Bateman, A. (2007). *Hidrología Básica y Aplicada*. GITS (Grupo de Investigación en transporte y Sedimentos).
- Bioingeniería. (2014). *Sistemas de Depuración de Agua - Lagunas de Estabilización*. (Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana) Obtenido de <https://sites.google.com/site/bioingenieriauv15/unidad-1-sistemas-de-depuracion-de-agua/1-2-lagunas-de-estabilizacion>
- Bosque Protector "La Prosperina". (2019). *La Prosperina*. Obtenido de <http://www.bosqueprotector.espol.edu.ec/biodiversidad/>
- Bosque Protector "Prosperina". (2019). Obtenido de ESPOL Ecológico: <http://www.espol.edu.ec/es/espol-ecol%C3%B3gico>
- Chow, V. T. (1988). *Hidrología Aplicada*. Nueva York: McGraw-Hill.

- CLIMATE-DATA.ORG. (2020). *Climate-Data.org - Guayaquil*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-guayas/guayaquil-2962/>
- Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción. En *Capítulo 16: Norma Hidrosanitaria NHE Agua*.
- Cortés, F., Treviño, A., Agustín, S., & Ávila, C. (2015). Balance de masa de procesos industriales para aguas de desecho. *Revista de Arquitectura e Ingeniería, Vol 9*(No 1), pp. 1-13. doi:ISSN 1990-8830
- CPE INEN 5 Parte, 9.-1. (1992). *Normas para Estudio y Diseño de Sistema de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes*. Quito: INEN.
- Cruz Rosado, C. (2017). *Diseño de una Residencia Universitaria de Estructura Metálica de 6 Niveles, en el Campus Gustavo Galindo de la ESPOL*. Guayaquil: ESPOL.
- Cruz, & Hidalgo. (2021). Plan Maestro de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial para la ESPOL. Guayaquil, Ecuador.
- Cruz, O., & Hidalgo, K. (2021). *Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvia para ESPOL*. Guayaquil: ESPOL.
- De La Cruz, P. L. (2017). *Nivel de Aceptación de Servicios Básicos Ecológicos como Estrategia de Adaptación al Cambio Climático en el Centro Poblado de Macashca, Huaraz; 2012-2013*. (UNASAM, Ed.) Obtenido de Universidad Nacional "Santiago Antúñez de Mayolo": <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1685>
- ESPOL. (2019). *Escuela Superior Politécnica del Litoral*. Obtenido de Contacto: <https://www.espol.edu.ec/es/formulario-de-contactos>
- ESPOL. (2019). *Historia de ESPOL*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica del Litoral : <http://www.espol.edu.ec/es/nosotros/historia-de-la-espol#1991>
- ESPOL-FOCUS. (24 de Julio de 2017). *ZEDE Tecnológica del Litoral*. Obtenido de [Mapa]: [https://issuu.com/focusepol/docs/focus\\_74\\_pa\\_\\_ginas/22](https://issuu.com/focusepol/docs/focus_74_pa__ginas/22)
- Fernandez, & Arias. (2021). *Análisis y diseños de optimización del sistema depurador de aguas residuales de las zonas 2 y 4*. Guayaquil: ESPOL.
- FOCUS. (2017). Revista Institucional. *FOCUS*, 44 p. Obtenido de [https://issuu.com/focusepol/docs/focus\\_74\\_pa\\_\\_ginas/22](https://issuu.com/focusepol/docs/focus_74_pa__ginas/22)
- GEOCIMIENTOS. (2015). *Sondeos Geotécnicos*. Guayaquil.

- Gerencia de Planificación Estratégica. (2021). *Informe de Rendición de cuentas 2020*. GUAYAQUIL: ESPOL. Recuperado el 27 de 05 de 2021, de [planificacion.espol.edu.ec/sites/default/files/Informe%20de%20Revisi%20n%20de%20Cuentas%202020.pdf](http://planificacion.espol.edu.ec/sites/default/files/Informe%20de%20Revisi%20n%20de%20Cuentas%202020.pdf)
- Gutiérrez, O. E., & Naranjo, E. K. (2014). *Diseño del Plan Integral de Agua Potable y Aguas Servidas en el Recinto las Margaritas del cantón Samborondón de la Provincia del Guayas*. Guayaquil: Trabajo Final para la obtención del título: Ingeniero Civil. ESPOL. FICT.
- INAMHI. (2015). *Determinación de Ecuaciones para el Cálculo de Intensidades Máximas de Precipitación*. Obtenido de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología: [https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO\\_DE\\_INTENSIDAD\\_DES\\_V\\_FINAL.pdf](https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDAD_DES_V_FINAL.pdf)
- Infraestructura. (2021). Mapa de Áreas de Protección del Bosque Protector Properina ESPOL. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Infraestructura, G. d. (2019). *Señalética ESPOL*. Guayaquil: ESPOL.
- Interagua. (2015). *Ajuste y Revisión del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Alcantarillado Pluvial*. Obtenido de [https://www.interagua.com.ec/sites/default/files/portal-de-transparencia/planes-programas/tomo\\_i.pdf](https://www.interagua.com.ec/sites/default/files/portal-de-transparencia/planes-programas/tomo_i.pdf)
- INTERAGUA. (12 de 12 de 2020). Plano Ubicación - Línea de abastecimiento de AAPP. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Jiménez, J. M. (2013). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*. Veracruz: Universidad Veracruzana.
- Laboratorio FICT. (2015). *Registro de Perforación Mecánica, Columna Estratigráfica*. ESPOL, Laboratorio FICT. Guayaquil: Geocimientos.
- Largo, C., & Romero, D. (2018). *DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES CINÉTICOS PARA EL DISEÑO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA, CASO PRODUCTOS RAMO S.A.* Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16346/1/PROYECTO%20DE%20GRADO%20COEFICIENTES%20CINETICOS%20%20DE%20REMOCION%20EN%20INDUSTRIA%20ALIMENTARIA..pdf>

- López Alaña, J. I., & Zambrano Figueroa, C. E. (2021). *Análisis del Sistema Existente y Diseños de Optimización del Sistema Matriz de Agua Potable de la ESPOL*. Guayaquil.
- Mantenimiento, D. (15 de 12 de 2020). Ubicación de los macromedidores de agua potable. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Marín, C. A., Menjívar, M. J., & Zavaleta, J. M. (2012). *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN CANAL HIDRÁULICO DE PENDIENTE VARIABLE PARA USO DIDACTICO E INVESTIGACIÓN*. San Salvador: Universidad de El Salvador. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2761/1/Dise%C3%B1o%20y%20construccion%20de%20un%20canal%20hidraulico%20de%20pendiente%20variable%20para%20uso%20didactico%20e%20investigacion.pdf>
- MTC. (2009). *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje*. Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- NEC, N. (2011). *NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA*. Quito.
- Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). Cuenca Hidrográfica, unidad mínima de conservación, presentación y desarrollo sostenible. (Z. Novoa Goichea, Ed.) *¿Qué es una Cuenca Hidrográfica?*, 8-9. doi:ISBN: 978-9972-602-76-4
- PARCON. (2009). *PARCON ESPOL- Parque del Conocimiento*. (ESPOL, Editor) Obtenido de [https://www.youtube.com/watch?v=z9yXAsS8h1o&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?v=z9yXAsS8h1o&feature=emb_title)
- Pérez Carmona, R. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitarios, pluvial y drenaje en carreteras* (1era. ed. ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones. doi:ISBN 978-958-771-028-1
- Posada, I. G. (1982). *Repositorio ESPOL*. Obtenido de Estudio geológico del campus politécnico: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/3415>
- Quiñonez, J. K., & Vintimilla, A. A. (2020). *Análisis del sistema existente y propuesta del sistema depurador para las aguas residuales del área de tecnologías de la ESPOL*. Guayaquil: ESPOL.
- Ramakrishna, B. (1997). *Estrategias de Extensión para el Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas*. p. 326.
- Republica del Ecuador. (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*. Obtenido de <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp->

content/uploads/2019/06/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf

- Román, L. A. (2016). *Análisis de la metodología constructiva y de costos del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial con tubería de hormigón armado ubicado en la urbanización Las Delicias del Cantón Daule y su alternativa en tubería PVC 2*. Guayaquil: Universidad atómica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/6864>
- Santos, I. L. (1998). *Levantamiento Planimétrico de los Linderos del Campus Politécnico (La Prosperina)*. Guayaquil.
- SEBIOCA. (01 de 09 de 2021). Características del sistema de bombeo para transporte de agua para riego a SEBIOCA. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- SIAPA. (2014). *Criterios y Lineamientos Técnicos para Factibilidades - Alcantarillado Sanitario*. Obtenido de [https://www.academia.edu/31139026/Lineamientos\\_T%C3%A9cnicos\\_para\\_Factibilidades\\_SIAPA\\_CRITERIOS\\_Y\\_LINEAMIENTOS\\_T%C3%89CNICOS\\_PARA\\_FACTIBILIDADES](https://www.academia.edu/31139026/Lineamientos_T%C3%A9cnicos_para_Factibilidades_SIAPA_CRITERIOS_Y_LINEAMIENTOS_T%C3%89CNICOS_PARA_FACTIBILIDADES)
- Sostenibilidad. (2020). *Informe de Aguas Residuales en el "Campus Gustavo Galindo"*. Guayaquil: ESPOL.
- Suez. (2018). *Informe Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.suez.es/-/media/suez-es/files/publication-docs/suez-informe-desarrollo-sostenible-2018.pdf>
- SUIA. (2021). *Sistema Único de Información Ambiental*. Obtenido de Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica: [http://suia.ambiente.gob.ec/?page\\_id=738](http://suia.ambiente.gob.ec/?page_id=738)
- ZEDE. (2017). *Zona Especial de Desarrollo Económico del Litoral*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica del Litoral: <https://www.espol.edu.ec/es/zede-zona-especial-de-desarrollo-economico-del-litoral>
- ZEDE. (2018). *Zona Especial de Desarrollo Económico del Litoral*. Obtenido de ESPOL: <https://www.espol.edu.ec/es/nuestra-huella>

# **ANEXOS**

# **ANEXO A**

Formulario de Registro Ambiental

## FORMULARIO DE REGISTRO AMBIENTAL

<b>TRAMITE(SUIA)</b>	Registro Ambiental
<b>FECHA</b>	23/07/2021
<b>PROPONENTE</b>	ESPOL a través de GIF (Gerencia de Infraestructura)
<b>ENTE RESPONSABLE</b>	Escuela Superior Politécnica del Litoral

1. INFORMACION DEL PROYECTO									
<b>Registro Ambiental</b>  1. <u>Información del proyecto</u> 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	<b>1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b> (Fases y nombre proyecto)								
	<b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL</b>								
	<b>1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA</b> (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 30%;">Código de Catálogo</th> <th></th> </tr> <tr> <td>23.4.2.1.4.1</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de redes de agua potable.</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>23.4.2.1.2.2</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ampliación, Rehabilitación y Mejoramiento de líneas de conducción de agua.</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>23.4.2.2.1</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción y operación de sistemas integrados de alcantarillado sanitario, pluvial o combinado (No incluye planta de tratamiento de aguas residuales).</li> </ul> </td> </tr> </table>	Código de Catálogo		23.4.2.1.4.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de redes de agua potable.</li> </ul>	23.4.2.1.2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ampliación, Rehabilitación y Mejoramiento de líneas de conducción de agua.</li> </ul>	23.4.2.2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción y operación de sistemas integrados de alcantarillado sanitario, pluvial o combinado (No incluye planta de tratamiento de aguas residuales).</li> </ul>
	Código de Catálogo								
23.4.2.1.4.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de redes de agua potable.</li> </ul>								
23.4.2.1.2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ampliación, Rehabilitación y Mejoramiento de líneas de conducción de agua.</li> </ul>								
23.4.2.2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción y operación de sistemas integrados de alcantarillado sanitario, pluvial o combinado (No incluye planta de tratamiento de aguas residuales).</li> </ul>								
<b>1.3 RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b> (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)									
De acuerdo con la demanda de la población que está en crecimiento, se plantea la necesidad de realizar el plan maestro de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial para la ESPOL Campus La Prosperina, mediante el análisis de la situación existente, tomando en cuenta criterios técnicas y de sostenibilidad, para dar propuestas de mejoras, optimización y expansión de los sistemas a corto, mediano y largo plazo, con su debido presupuesto referencial.									

2. DATOS GENERALES			
SISTEMA DE COORDENADAS (WGS-84)			
	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD (msnm)
<b>Registro Ambiental</b>  1. Información del proyecto 2. <u>Datos generales</u> 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. finalización	616471,79	9762070,13	(380 – 25) m.s.n.m.
	616447,65	9762056,34	
	616300,38	9761999,52	
	616297,80	9762001,26	
	616151,81	9761943,32	
	616040,75	9761904,34	
	615779,39	9761801,00	
	615332,50	9761625,09	
	614852,95	9761483,11	
	614492,59	9761791,90	
	613945,04	9762055,04	
	613881,78	9761980,42	
	613745,29	9761905,76	
	613319,37	9761973,98	
	613156,25	9762166,20	
613162,00	9762548,00		
613235,00	9762890,00		

613299,00	9762948,00	
614718,85	9763465,78	
614745,37	9763460,56	
614828,20	9763479,50	
615490,99	9763711,67	
615803,57	9763784,12	
616205,02	9763854,13	
616503,41	9763917,01	
616852,93	9764012,05	
616993,57	9764021,50	
617012,33	9764010,81	
617134,47	9763608,68	
617078,16	9763498,43	
617080,90	9763433,16	
617101,06	9763282,50	
617098,10	9763248,93	
617092,22	9763189,02	
617115,17	9763184,32	
617117,90	9763195,98	
617134,88	9763219,21	
617160,43	9763229,48	
617189,91	9763223,41	
617188,97	9762956,58	
617186,24	9762811,74	
617181,54	9762569,26	
617154,80	9762355,68	
616877,17	9762239,58	
616779,99	9762200,13	
616623,43	9762141,15	
<b>ESTADO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (FASE)</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	
<input checked="" type="checkbox"/>	Rehabilitación y/o Ampliación	
<input type="checkbox"/>	Operación y mantenimiento	
<input type="checkbox"/>	Cierre y Abandono	
<b>DIRECCION DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b>		
Campus Gustavo Galindo Velasco Km 30.5 Vía Perimetral		
<b>PROVINCIA</b>	<b>CANTON</b>	<b>PARROQUIA</b>
Guayas	Guayaquil	Tarqui
<b>TIPO DE ZONA</b>		
Urbana	<input checked="" type="checkbox"/>	
Rural	<input type="checkbox"/>	

<b>Registro Ambiental</b>  1. Información del proyecto <b>2. Datos generales</b> 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA)	<b>DATOS DEL PROMOTOR</b>	
	<b>NOMBRE</b>	
	M.Sc. Carola Gordillo Vera	
	<b>CORREO ELECTRONICO DEL PROMOTOR</b>	<b>TELEFONO/CELULAR</b>
	cgordill@espol.edu.ec	098 113 0986
	<b>DOMICILIO DEL PROMOTOR</b>	
	Campus Gustavo Galindo Velasco Km 30.5 Vía Perimetral	
	<b>CARACTERISTICAS DE LA ZONA</b>	
	<b>Infraestructura:</b>	
	<input type="checkbox"/>	Industrial
<input checked="" type="checkbox"/>	Otros: Educativa	
<b>DESCRIPCION DE LA ZONA</b>		

8. Inventario forestal 9. Finalización	<b>ESPACIO FISICO DEL PROYECTO</b>								
	Área del proyecto (ha)		350 aprox.		Área de implantación (ha)		690		
	Agua potable	X	SI		NO	Consumo de agua por mes (m <sup>3</sup> )		17.964	
	Energía eléctrica	X	SI		NO	Consumo energía eléctrica por mes (KW/h)		-----	
	Acceso vehicular	X	SI		NO	Tipo de vías:	Vías Principales	X	
	Alcantarillado	X	SI		NO		Vías Secundarias	X	
<b>SITUACION DEL PREDIO</b>									
		<input type="checkbox"/>	Alquiler						
		<input type="checkbox"/>	Concesionadas						
		<input type="checkbox"/>	Propia						
		X	Otros (Pública)						

<b>Registro Ambiental</b>  1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. <b><u>Marco legal referencial</u></b> 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	<b>3. MARCO LEGAL REFERENCIAL</b>	
	Usted deberá ajustarse al siguiente marco legal	
	<b>NORMATIVAS</b>	
	<b>Constitución de la República del Ecuador</b>	
	Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i> . Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.	
	Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas: 27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.	
	Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: 4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural	
	<b>Ley de Gestión Ambiental</b>	
	Art. 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.	
	Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo	
	<b>Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario</b>	
	Art. ...- Los centros agrícolas, cámaras de agricultura y organizaciones campesinas sujetas de crédito del Banco Nacional de Fomento y las empresas importadoras de maquinaria, equipos, herramientas e implementos de uso agropecuario, nuevos de fábrica, podrán también importar dichos bienes reconstruidos o repotenciados, que no se fabriquen en el país, dotados de los elementos necesarios para prevenir la contaminación del medio ambiente, previa autorización del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con la obligación de mantener una adecuada provisión y existencia de repuestos para estos equipos, así como del suministro de servicios técnicos de mantenimiento y reparación durante todo el período de vida útil de estos bienes, reconociéndose como máximo para el efecto, el período de diez años desde la fecha de la importación. El Ministerio de Agricultura y Ganadería sancionará a las empresas importadoras de equipos reconstruidos o repotenciados, que no suministren inmediatamente los repuestos o servicios, con una multa de mil a cinco mil dólares de los Estados Unidos de Norteamérica y, dichas empresas quedarán obligadas a indemnizar al comprador tanto por daño emergente como por lucro cesante, por todo el tiempo que la maquinaria o equipos estuvieren paralizados por falta de repuestos o servicios de reparación	
<b>Acuerdo Ministerial 134</b>		
Mediante Acuerdo Ministerial 134 publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 812 de 18 de octubre de 2012, se reforma el Acuerdo Ministerial No. 076, publicado en Registro Oficial Segundo Suplemento No. 766 de 14 de agosto de 2012, se expidió la Reforma al artículo 96 del Libro III y artículo 17 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, expedido mediante Decreto Ejecutivo No. 3516 de Registro Oficial Edición Especial No. 2 de 31 de marzo de 2003; Acuerdo Ministerial No. 041, publicado en el Registro Oficial No. 401 de 18 de agosto de 2004; Acuerdo Ministerial No. 139, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 164 de 5 de abril de 2010, con el cual se agrega el Inventario de Recursos Forestales como un capítulo del Estudio de Impacto Ambiental		
<b>Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas</b>		
Art. 150.- Los constructores y contratistas respetarán las ordenanzas municipales y la legislación ambiental del país, adoptarán como principio la minimización de residuos en la ejecución de la obra. Entran dentro del alcance de este apartado todos los residuos (en estado líquido, sólido o gaseoso) que genere la propia actividad de la obra y que en algún momento de su existencia pueden representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores o del medio ambiente.		

<p>Art. 151.- Los constructores y contratistas son los responsables de la disposición e implantación de un plan de gestión de los residuos generados en la obra o centro de trabajo que garantice el cumplimiento legislativo y normativo vigente</p>		
<p><b>Acuerdo Ministerial No. 061</b></p>		
<p>Art. 262 "De los Informes Ambientales de Cumplimiento. - Las actividades regularizadas mediante un Registro Ambiental serán controladas mediante un Informe Ambiental de Cumplimiento, inspecciones, monitoreos y demás establecidos por la Autoridad Ambiental Competente. Estos Informes, deberán evaluar el cumplimiento de lo establecido en la normativa ambiental, plan de manejo ambiental, condicionantes establecidas en el permiso ambiental respectivo y otros que la autoridad ambiental lo establezca. De ser el caso el informe ambiental contendrá un Plan de Acción que contemple medidas correctivas y/o de rehabilitación. <b>Art. 263 De la periodicidad y revisión.</b> - Sin perjuicio que la Autoridad Ambiental Competente pueda disponer que se presente un Informe Ambiental de Cumplimiento en cualquier momento en función del nivel de impacto y riesgo de la actividad, una vez cumplido el año de otorgado el registro ambiental a las actividades, se deberá presentar el primer informe ambiental de cumplimiento; y en lo posterior cada dos (2) años contados a partir de la presentación del primer informe de Cumplimiento.</p>		
<p><b>Ordenanza que Regula la Aplicación del Subsistema de Manejo Ambiental, Control y Seguimiento Ambiental en el cantón Guayaquil</b></p>		
<p>He leído y comprendo las Normativas</p>	<p>X</p>	

Registro Ambiental	4. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS – FASES		
	MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS	ACTIVIDAD	IMPACTOS POTENCIALES
<ol style="list-style-type: none"> <li>Información del proyecto</li> <li>Datos generales</li> <li>Marco legal referencial</li> <li><b><u>4. Descripción del proceso</u></b></li> <li>Descripción del área de implantación</li> <li>Principales impactos ambientales</li> <li>Plan de manejo ambiental (PMA)</li> <li>Inventario forestal</li> <li>Finalización</li> </ol>	<p>Maquinaria: Volqueta Retroexcavadora Equipos: Herramienta menor palas, picos, equipos EPP.</p>	<p>Limpieza y remoción de escombros o restos de materiales de construcción.</p>	<p>Contaminación del aire por ruido y particulado suspendido. Alteración del paisaje Riesgos de accidentes por falta de Equipo de Protección Personal (EPP).</p>
	<p>Maquinaria: Retroexcavadora Volqueta Tanquero de agua.  Equipos: Herramientas menores, palas, vibrador</p>	<p>Excavación y adecuación del terreno</p>	<p>Contaminación del aire por ruido y particulado suspendido. Contaminación del suelo por desechos sólidos. Contaminación del suelo por material de desalojo. Riesgos de accidentes por falta de Equipo de Protección Personal (EPP). Riesgos de accidentes por falta de señalización.</p>
	<p>Maquinaria: Tanquero de agua  Equipos: Herramienta menor palas, compactadores o aplanadoras</p>	<p>Replanto y Nivelación.</p>	<p>Emisión de material particulado. Riesgos de accidentes por falta de señalización.</p>

	<p>Maquinaria: Retroexcavadora, pala cargadora, volqueta, herramientas menores. Insumo: combustible (se abastece en gasolineras) Construcción de Bodega para acopio de materiales y equipo menor.</p>	<p>Construcción de obra civil (oficinas, ingreso, garita, bodegas, talleres, sistema eléctrico y servicios básicos)</p>	<p>Alteración del suelo. Contaminación del aire por material particulado y gases de combustión de vehículo pesado Contaminación del aire por ruido. Alteración del Paisaje.</p>
	<p>Maquinaria: Retroexcavadora Volqueta Tanquero de agua.  Equipos: Herramientas menores, palas, vibrador</p>	<p>Excavación de Zanjas a máquina</p>	<p>Contaminación del aire por ruido y particulado suspendido. Contaminación del suelo por desechos sólidos. Contaminación del suelo por material de desalojo. Riesgos de accidentes por falta de Equipo de Protección Personal (EPP). Riesgos de accidentes por falta de señalización.</p>
	<p>Insumos: Barandillas de protección, cuarterones, estacas, tableros, tabloncillos que con puntales transversales sostengan la pared de forma sólida y continua.</p>	<p>Entibado de zanjas</p>	<p>Alteración paisajística Emisión de material particulado. Generación de ruido Riesgos de accidentes por falta de Equipo de Protección Personal (EPP). Riesgos de accidentes por falta de señalización.</p>
	<p>Insumo: Agregados finos y gruesos, cemento, agua, tuberías PVC, accesorios Equipos: Herramienta menor palas, compactadores</p>	<p>Instalación de tubería prefabricadas PVC y accesorios.</p>	<p>Erosión del suelo Emisión de Material particulado Generación de Ruido</p>
	<p>Insumo: Agregados finos y gruesos, cemento, agua, hierro, madera para encofrado, clavos de 1 1/2" Equipos: Herramienta menor palas, vibrador, concretera, parihuelas</p>	<p>Construcción de Pozos de revisión</p>	<p>Emisión de material particulado. Generación de ruido. Pérdida de capa vegetal. Riesgos de accidentes por falta de Equipo de Protección Personal (EPP).</p>
	<p>Maquinaria:</p>	<p>Relleno y compactación de Zanjas</p>	<p>Generación de gases de combustión.</p>

	Retroexcavadora, rodillo, tanquero de agua Equipos: herramientas menores, compactadoras, palas.		Generación de ruido. Generación de residuos sólidos. Alteración Paisajística. Riesgos de accidentes por falta de Equipo de Protección Personal (EPP).
	Disposición de materiales de construcción en la obra de manera temporal	Acopio de materiales	Contaminación del suelo.
	Insumos: Taladro de martillo neumático, pala, pico, cemento, agregados finos y gruesos, señalética.	Reposición de señalización	Emisión de Material particulado. Generación de Ruido Alteración Paisajística

<b>Registro Ambiental</b> 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso <b>5. <u>Descripción del área de implantación</u></b> 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	<b>5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN</b>	
	<b>CLIMA</b>	
	Clima	<input type="checkbox"/> Cálido - húmedo <input checked="" type="checkbox"/> Cálido - seco
	<b>Tipo de Suelo</b>	
	Tipo de suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilloso <input type="checkbox"/> Arenosos <input type="checkbox"/> Francos <input checked="" type="checkbox"/> Rocosos <input type="checkbox"/> Saturados <input type="checkbox"/> Otros
	<b>Pendiente del Suelo</b>	
	Pendiente del suelo	<input type="checkbox"/> Llano (pendiente menor al 30%) <input type="checkbox"/> Montañoso (terreno quebrado) <input checked="" type="checkbox"/> Ondulado (pendiente mayor al 30%)
	<b>Demografía (población más cercana)</b>	
Demografía	<input type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts. <input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts. <input checked="" type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts. <input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.	
<b>Abastecimiento de agua población</b>		

<b>Registro Ambiental</b>  1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso <b>5. Descripción del área de implantación</b> 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	<input type="checkbox"/> Agua lluvia <input checked="" type="checkbox"/> Agua potable	
	Abastecimiento de agua población <input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria <input type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales <input type="checkbox"/> Grifo publico <input type="checkbox"/> Pozo profundo <input type="checkbox"/> Tanquero	
	<b>Evacuación de aguas servidas población</b>	
	Evacuación de aguas servidas población <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Cuerpos de aguas superficiales <input checked="" type="checkbox"/> Fosa séptica <input type="checkbox"/> Letrina <input type="checkbox"/> Ninguno	
	<b>Electrificación</b>	
	Electrificación <input checked="" type="checkbox"/> Planta eléctrica <input type="checkbox"/> Red publica <input type="checkbox"/> Otra	
	<b>Vialidad y acceso a la población</b>	
	Vialidad y acceso a la población <input type="checkbox"/> Caminos vecinales <input type="checkbox"/> Vías principales <input checked="" type="checkbox"/> Vías secundarias <input type="checkbox"/> Otras	
	<b>Organización social</b>	
	Organización social <input checked="" type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización) <input type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa) <input type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)	
<b>Componente fauna</b>		
Piso zoo geográfico donde se encuentra el proyecto <input checked="" type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm) <input type="checkbox"/> Tropical Oriental (0-800 msnm)		
Grupos faunísticos <input checked="" type="checkbox"/> Anfibios <input checked="" type="checkbox"/> Aves <input checked="" type="checkbox"/> Insectos <input checked="" type="checkbox"/> Mamíferos <input checked="" type="checkbox"/> Peces <input checked="" type="checkbox"/> Reptiles <input type="checkbox"/> Ninguna		

6. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES		
MATERIALES E INSUMOS		
ACTIVIDAD	FACTOR	IMPACTO

Registro Ambiental			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Información del proyecto</li> <li>2. Datos generales</li> <li>3. Marco legal referencial</li> <li>4. Descripción del proceso</li> <li>5. Descripción del área de implantación</li> <li>6. <u>Principales impactos ambientales</u></li> <li>7. Plan de manejo ambiental (PMA)</li> <li>8. Inventario forestal</li> <li>9. Finalización</li> </ol>	Limpieza y remoción de escombros o restos de materiales de construcción.	Acústica Suelo Paisaje Socio - Económico	Generación de Ruido. Erosión y pérdida de capa vegetal. Alteración del paisaje. Riesgo a la salud humana y salud ocupacional.
	Excavación y adecuación del terreno	Aire Acústica Socio - Económico	Generación de Ruido. Generación de residuos sólidos. Riesgo a la salud humana y salud ocupacional.
	Replanto y Nivelación.	Aire Socio - Económico	Emisión de material particulado. Riesgo a la salud humana y ocupacional.
	Construcción de obra civil (oficinas, ingreso, garita, bodegas, talleres, sistema eléctrico y servicios básicos)	Aire Agua Acústica Suelo Socio - Económico	Generación de ruido. Emisión de material particulado. Generación de desechos peligrosos. Generación de residuos sólidos. Riesgo a la salud humana y salud ocupacional.
	Excavación de Zanjas a máquina	Aire Acústica Suelo Socio- Económico	Emisión de material particulado. Generación de ruido. Pérdida de capa vegetal. Riesgo a la salud humana y salud ocupacional.
	Entibado de zanjas	Acústica Aire Suelo Paisaje Socio - Económico	Emisión de material particulado. Generación de ruido. Generación de residuos sólidos. Alteración Paisajística. Riesgo a la salud humana y ocupacional.
	Instalación de tuberías prefabricadas PVC y accesorios.	Aire Acústica suelo	Emisión de material particulado, Generación de gases de combustión. Generación de Ruido Erosión
	Construcción de Pozos de revisión	Acústico Aire Paisaje Socio - Económico	Generación de Ruido. Generación de gases de combustión y emisión de material particulado. Alteración paisajística. Riesgo a la salud humana y salud ocupacional.
	Relleno y compactación de Zanjas	Aire Acústico	Generación de gases de combustión.

		Suelo Paisaje Socio - Económico	Generación de ruido. Generación de residuos sólidos. Alteración Paisajística. Riesgo a la salud humana y ocupacional.
	Acopio de materiales	Suelo	Contaminación del suelo.
	Reposición de señalización	Aire Acústico Paisaje	Emisión de Material particulado. Generación de ruido Alteración Paisajística

## ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

<b>Registro Ambiental</b>  1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. <u>Plan de manejo ambiental (PMA)</u> 8. Inventario forestal 9. Finalización	<b>7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b> (ingresar los planes que apliquen a su proyecto, obra o actividad)				
	<b>Plan de prevención y mitigación de impactos (PPM)</b>				
	<b>Actividad, Impacto Ambiental y Medida</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha a fin</b>	<b>Presupuesto</b>
	<b>Afectación a la flora y fauna por técnicas de desbroce inadecuadas:</b> Realizar la tala de árboles cuando sea estrictamente necesario. El equipo móvil para usar deberá realizar el mínimo deterioro a la vegetación y los suelos circundantes.	Jefe Contratista	Mes 1	Mes 2	USD 352.70
	<b>Desgaste de suelo:</b> Demarcar perfectamente la Zona Intervenida. Colocación de señales y cerramientos provisionales dentro de la zona de campamento.	Técnico Ambiental	Día 1	Día 30	USD 223.18
	<b>Afectación en calidad de agua por los desechos sólidos:</b> Los lugares destinados para escombros no pueden alterar el hábitat natural o cuerpos de agua. El transporte de materiales peligrosos será realizado por vehículos autorizados.	Contratista	Día 1	Día 30	USD 775.60
	<b>Plan de manejo de desechos (PMD)</b>				
	<b>Actividad, Impacto Ambiental y Medida</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha a fin</b>	<b>Presupuesto</b>
	<b>Contaminación de suelo por desechos sólidos y líquidos:</b> Los desechos orgánicos serán apartados, estos serán enviados al relleno sanitario municipal. Los residuos sólidos en recipientes metálicos, estos deberán ser recipientes de colores.	Técnico Ambiental  Oficina de Administración	Mes 1	Mes 6	USD 275.60
	<b>Contaminación de Agua por desechos peligrosos:</b> Los vehículos que transporten los desechos peligrosos deberán estar protegidos. Estos deben contar con una lona o toldo y cubiertos lejos de todo cuerpo de agua. Deben recibir capacitación respectiva de manejo y almacenamiento de	Contratista	Mes 1	Mes 6	USD 509.85

	productos, para garantizar la manipulación adecuada de los productos.				
<b>Plan de relaciones comunitarias (PRC)</b>					
<b>Actividad, Impacto Ambiental y Medida</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha a fin</b>	<b>Presupuesto</b>	
<b>Información y participación ciudadana:</b> Fomentar comportamiento de respeto hacia las comunidades que se encuentran en el área de influencia. A través de jornadas de capacitación y charlas formales. Desarrollo de talleres participativos para el conocimiento de la gestión ambiental del proyecto.	Capacitadores	Mes 1	Mes 2	USD 400.25	
<b>Plan de contingencias (PC)</b>					
<b>Actividad, Impacto Ambiental y Medida</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha a fin</b>	<b>Presupuesto</b>	
<b>Deficiente respuesta ante situaciones de emergencia causando afectaciones al ambiente y salud de personas:</b> Implementar lo que se ha aprendido en las capacitaciones para situaciones de emergencia. <b>En caso de derrame de combustible de maquinaria:</b> Actuar de acuerdo con el plan de manejo de desechos. <b>En caso de encontrarse atrapado con objetos grandes:</b> Avisar a control de brigadas, determinar los sistemas de alarma y comunicación de las situaciones de emergencia.	Capacitadores          Jefe Contratista	Mes 1	Mes 12	USD 643.25	
<b>Plan de comunicación y capacitación (PCC)</b>					
<b>Actividad, Impacto Ambiental y Medida</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha a fin</b>	<b>Presupuesto</b>	
<b>Daños a la salud del personal de mantenimiento por incumplir las medidas de seguridad. Alteración de la calidad de los factores ambientales:</b>  Se deberá realizar el seguimiento al Plan de Manejo Ambiental (PMA) con la finalidad de que se verifique la aplicación de las medidas ambientales. Se deberán mantener registros de los controles ambientales planteados en el PMA (controles de riesgos laborales durante el mantenimiento de las redes sanitarias y pozos, entre otras).	Jefe Contratista	Mes 1	Fin del proyecto	USD 780.50	
<b>Plan de seguridad y salud ocupacional (PSSO)</b>					
<b>Actividad, Impacto Ambiental y Medida</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha a fin</b>	<b>Presupuesto</b>	
<b>Seguridad y salud ocupacional – control de riesgo:</b> El personal debe usar los equipos de protección personal (EPP). Estos se	Contratista	Mes 1	Mes 12	USD 1250.00	



Plan de cierre, abandono y entrega del área (PCA)														
Actividad, Impacto Ambiental y Medida	Responsable	Fecha inicio	Fecha a fin	Presupuesto										
<p><b>Alteración de factores como la calidad del aire, calidad del agua, calidad del suelo, por los retiros de los equipos:</b></p> <p>Se debe realizar una inspección aérea con el fin de verificar el estado de la obra finalizada.</p> <p>Se deben definir acciones para la disposición final de los desechos que se generaron a lo largo de la obra.</p> <p>Debe contar con un informe de cumplimiento de PMA con registro fotográfico.</p>	Consultor Ambiental	Mes 11	Mes 12	USD 3010.00										
Cronograma del Plan de Manejo Ambiental														
PMA	Meses												Costo USD	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.														1351.48
Plan de Manejo de Desechos.														785.45
Plan de Relaciones Comunitarias														400.25
Plan de Contingencias.														643.25.
Plan de Comunicación y Capacitación														780.50
Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.														1250.00
Plan de Monitoreo y Seguimiento.														1800.00
Plan de Rehabilitación														1750.80
Plan de Cierre, abandono y entrega del área.														3010.00
											<b>TOTAL</b>	11.771,73		

## ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Registro Ambiental	8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (ingresar los planes que apliquen a su proyecto, obra o actividad)				
	Plan de prevención y mitigación de impactos (PPM)				
	Actividad, Impacto Ambiental y Medida	Responsable	Fecha inicio	Fecha a fin	Presupuesto
10. Información del proyecto 11. Datos generales 12. Marco legal referencial 13. Descripción del proceso 14. Descripción del área de implantación	<p><b>Afectación en el aire por malos olores:</b></p> <p>Monitoreo de la calidad del aire en las zonas cercanas a las diferentes plantas depuradoras de agua residual.</p>	Jefe Contratista	Mes 1	Permanente	USD 402.75
15. Principales impactos ambientales 16. Plan de manejo ambiental (PMA)	<p><b>Afectación en calidad de agua por los desechos sólidos:</b></p> <p>Los lugares destinados para escombros no pueden alterar el</p>	Contratista	Día 1	Permanente	USD 495,80



	<p>El botiquín debe encontrarse siempre en el campamento de obra, medicamentos caducados deben ser retirados.</p> <p><b>Tener al alcance un equipo contra incendios:</b> Recargar los extintores en el caso de que hayan sido previamente usados. Realizar mantenimiento periódico de extintores.</p> <p><b>Colocar la señalización:</b> Se deberá indicar claramente con la utilización de símbolos y colores universales.</p>	<p>Supervisor</p> <p>Oficina de Administración</p>											
<b>Plan de monitoreo y seguimiento (PMS)</b>													
<b>Actividad, Impacto Ambiental y Medida</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha a fin</b>	<b>Presupuesto</b>									
<p><b>Contaminación a la calidad de agua:</b></p> <p>En caso de que haya derrames se tomará muestras con frecuencia hasta que las descargas sean controladas dentro de los límites ambientales aceptables, estos deben ser realizados por laboratorios acreditados por el Organismo de Acreditación Ecuatoriana (OAE).</p>	Analista del laboratorio Consultor	Mes 1	Permanente	USD 590.00									
<b>Plan de rehabilitación al área afectada (PR)</b>													
<b>Actividad, Impacto Ambiental y Medida</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha fin</b>	<b>Presupuesto</b>									
NO APLICA													
<b>Plan de cierre, abandono y entrega del área (PCA)</b>													
<b>Actividad, Impacto Ambiental y Medida</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha a fin</b>	<b>Presupuesto</b>									
NO APLICA													
<b>Cronograma del Plan de Manejo Ambiental</b>													
<b>PMA</b>	<b>Meses</b>												<b>Costo USD</b>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.</i>													898.55
<i>Plan de Contingencias.</i>													745.00
<i>Plan de Comunicación y Capacitación</i>													680.00
<i>Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.</i>													950.00
<i>Plan de Monitoreo y Seguimiento.</i>													590.00
										<b>TOTAL</b>		3.863,55	

9. INVENTARIO FORESTAL	
<p><b>Registro Ambiental</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Información del proyecto</li><li>2. Datos generales</li><li>3. Marco legal referencial</li><li>4. Descripción del proceso</li><li>5. Descripción del área de implantación</li><li>6. Principales impactos ambientales</li><li>7. Plan de manejo ambiental (PMA)</li><li>8. <u>Inventario forestal</u></li><li><b>9.</b> Finalización</li></ol>	<p><b>¿Su proyecto tiene remoción de cobertura vegetal nativa?</b></p> <p><input type="checkbox"/> SI    <input checked="" type="checkbox"/> NO</p>

# **ANEXO B**

**(Especificaciones técnicas, APUS Presupuestos y  
Cronogramas Valorados)**

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **Desbroce, desbosque y limpieza**

**Descripción:** En este rubro se debe encargar la limpieza del terreno, capa de vegetación superficial. En caso de existir árboles, incluye la tala de árboles y de todo material vegetal que obstruya la ejecución de la obra.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

- **Replanteo y nivelación**

**Descripción:** Este rubro está destinado a la comprobación de las dimensiones del terreno, ubicaciones de tubería de 1m de la red pluvial y del canal trapezoidal, determinación de cotas de terreno natural y de la rasante, que permitan la correcta ubicación de la tubería y el canal.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

- **Replanteo y nivelación**

**Descripción:** Este rubro está destinado a determinar la ubicación exacta de las cotas de terreno natural y de rasante por donde serán ubicadas las tuberías de agua potable y alcantarillado.

**Unidad:** metro lineal (Ml).

- **Rotura y reposición de aceras H.S. f'c=210kg/cm<sup>2</sup>**

**Descripción:** Esta actividad radica en la rotura de aceras por donde se pasarán las tuberías y la reconstrucción de estas, de tal manera que se encuentren mejor o iguales condiciones de cómo estaban inicialmente.

**Unidad:** metro cúbico (m<sup>3</sup>).

- **Rotura de pavimento rígido 4.5 MPA**

**Descripción:** La actividad consiste en la rotura del pavimento por donde serán ubicadas las tuberías de agua potable y alcantarillado, el rubro considera el desalojo de los escombros producidos y la ubicación de estos en los lugares especificados.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

- **Excavación de zanja a máquina en tierra.**

**Descripción:** Esta actividad cubre las excavaciones de zanjas, por donde pasarán las tuberías de alcantarillado utilizando retroexcavadora y siguiendo las especificaciones de los planos.

**Unidad:** metro cúbico (m<sup>3</sup>).

- **Excavación a cielo abierto a mano en tierra**

**Descripción:** Esta actividad cubre la excavación del canal trapezoidal, utilizando herramienta manual y siguiendo las especificaciones de los planos.

**Unidad:** metro cúbico (m<sup>3</sup>).

- **Relleno cama de arena e=0.10m**

**Descripción:** Este rubro comprende ser colocada un relleno de arena con espesores de 10cm, de tal manera que ofrezca estabilidad para sustentar a la tubería de agua potable, alcantarillado y pluvial.

**Unidad:** metro cúbico (m<sup>3</sup>).

- **Suministro e instalación de tuberías PVC 200 mm (Desagüe)**

**Descripción:** Consiste en toda actividad necesaria para la instalación de tuberías de PVC 200 mm, rubro incluye soldadura la misma que debe cumplir con las normativas NTE INEN 1374, CS 272-75 Y ASTM D 2665-68

**Unidad:** metro lineal (m)

- **Suministro e instalación de tuberías PVC 220 mm (Desagüe)**

**Descripción:** Consiste en toda actividad necesaria para la instalación de tuberías de PVC 220 mm, rubro incluye soldadura la misma que debe cumplir con las normativas NTE INEN 1374, CS 272-75 Y ASTM D 2665-68

**Unidad:** metro lineal (m)

- **Cámara de revisión de hormigón (Incluye tapa)**

**Descripción:** Las cámaras de revisión deberán ser construidos en las ubicaciones que indiquen los planos, mientras se instalan las tuberías de alcantarillado.

**Unidad:** metro lineal (m)

- **Relleno compactado con material de sitio**

**Descripción:** Esta actividad consiste en la colocación de material extraído de la excavación como material de relleno en espacios vacíos adyacentes a los desarenadores. Este proceso se ejecutará una vez se haya culminado el proceso de hormigonado de los desarenadores, de acuerdo con los planos entregados.

**Unidad:** metro cúbico (m<sup>3</sup>).

- **Desalojo de materiales con volqueta**

**Descripción:** Esta actividad consiste en el retiro de todos los escombros de material sobrante en la construcción, se realizará el desalojo en los momentos que Fiscalización recomiende y a los lugares que especifique el municipio.

**Unidad:** metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

- **Limpieza de canales de agua lluvia**

**Descripción:** Consiste en la remoción de maleza, cobertura vegetal o cualquier objeto que obstruya la libre circulación del agua lluvia o impida el correcto funcionamiento de los canales.

**Unidad:** metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

- **Suministro e instalación de tuberías PVC 25 mm (Agua Potable)**

**Descripción:** Consiste en suministrar e instalar las tuberías de PVC-P de 25mm siguiendo la norma 1373 para AAPP, en los sitios que señalen los planos, según las órdenes del Fiscalizador. Este rubro además comprende cargar los materiales en camiones para el transporte de estos, descargar los materiales en obra, traslado y distribución de la tubería.

**Unidad:** metro lineal (m).

- **Suministro e instalación de tuberías PVC 50 mm (Agua Potable)**

**Descripción:** Consiste en suministrar e instalar las tuberías de PVC-P de 50mm siguiendo la norma 1373 para AAPP, en los sitios que señalen los planos, según las órdenes del Fiscalizador. Este rubro además comprende cargar los materiales en camiones para el transporte de estos, descargar los materiales en obra, traslado y distribución de la tubería.

**Unidad:** metro lineal (m).

- **Tee 25mm de polietileno**

**Descripción:** En esta actividad el Constructor deberá proporcionar las tee de 25mm y piezas especiales que son necesarias para instalación de los accesorios, según indicaciones del Fiscalizador. Antes de ubicar las tee de 25mm, el constructor deberá limpiar la tubería, al mismo momento de la instalación de la tubería se realizará la de los accesorios.

**Unidad:** unidad (u)

- **Tee 50 mm de polietileno**

**Descripción:** En esta actividad el Constructor deberá proporcionar las tee de 50mm y piezas especiales que son necesarias para instalación de los accesorios, según indicaciones del Fiscalizador. Antes de ubicar las tee de 50mm, el constructor deberá limpiar la tubería, al mismo momento de la instalación de la tubería se realizará la de los accesorios.

**Unidad:** unidad (u)

- **Válvula de compuerta de 50mm**

**Descripción:** Las válvulas de compuertas de 50mm se ubicarán de la forma de las uniones con la que vienen provistas, en cualquier posición y según las especificaciones del diseño.

**Unidad:** unidad (u)

- **Prueba hidráulica del sistema**

**Descripción:** En este rubro se deberá una vez terminada la unión de la tubería y anclada en su ubicación, llenar la tubería pausadamente y se desalojará el aire que existe en el interior de la tubería mediante válvulas de aire, en las zonas altas de la tubería.

Al llegar a la presión necesaria se mantendrá durante dos horas el paso de agua, posteriormente se revisarán fugas, en caso de existir se calculará el volumen y se procederá a resanar daños

**Unidad:** metro lineal (m)

- **Colector de H.A clase 60, d=1000mm**

**Descripción:** Se entiende por colector a un tubo de hormigón armado, que será utilizado para el alcantarillado pluvial.

El suministro corresponderá a cada una de las acciones que debe realizar el maestro constructor para poner en obra a los tubos.

La instalación será el conjunto de acciones que debe realizar el maestro constructor para ubicar en forma definitiva la tubería, siguiendo las especificaciones del proyecto y del Fiscalizador.

Antes del tendido de los tubos se procederá a adecuar el fondo de la zanja, para que los tubos queden bien asentados, se recomienda sobre excavar donde estarán ubicadas las uniones para evitar que se conviertan en soportes.

**Unidad:** metro lineal (m)

- **Hormigón simple  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$**

**Descripción:** El hormigón simple de  $280\text{kg/cm}^2$  de resistencia a la compresión será utilizado en puesta a la acción abrasiva del agua. El hormigón deberá ser ensayado en laboratorio para posteriormente ser calificado por el ente contratante. El contratista será el encargado de realizar el diseño de hormigón. Los cambios de diseño y dosificación deberán ser aprobados por la Fiscalización.

El cemento utilizado deberá cumplir con la norma INEN 152, se prohíbe el uso de diferentes marcas de cemento para la misma fundición, los cementos recomendados serán: Selva Alegre, Chimborazo, Rocafuerte y Guapán.

Se encuentra permitido el uso de aditivo en las dosificaciones establecidas en el diseño, siempre que cumplan INEN 1504.

El cemento será guardado en un área seca y ventilada, bajo sombra y en camas de madera.

**Unidad:** metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ).

- **Desalojo de materiales con volqueta**

**Descripción:** El rubro desalojo consistirá en el transporte de los escombros y del material sacado de las excavaciones, hasta los lugares de disposición final de los escombros o hasta el lugar que señale la Fiscalización.

El traslado será realizado por volquetas en buen estado, sin causar molestias en el tráfico y a la población.

**Unidad:** metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ).

- **Rotura de pavimento rígido 4.5 MPA**

**Descripción:** En esta actividad será necesario romper el pavimento, previo a realizar la excavación de las zanjas, que permita la ubicación de las redes de agua potable, pluvial y alcantarillado.

El material obtenido podrá ser reutilizado en la reposición del pavimento, en caso de considerarse inapropiado ubicar en los lugares considerados para disposición final.

**Unidad:** metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

- **Reposición de pavimento rígido**

**Descripción:** En esta actividad será necesario reconstruir el pavimento con las mismas características y mismo material del pavimento inicial.

**Unidad:** metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

- **Limpieza de final de la obra**

**Descripción:** Se refiere a las actividades de limpieza de la obra al terminar todos los trabajos donde serán necesarias herramientas manuales que permitan la evacuación de la basura que se encuentra en la obra.

**Unidad:** metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL  
 POBLACIÓN: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PROPUESTA 1 AAPP

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
<b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL</b>					
<b>1000</b>	<b>OBRA PRELIMINAR</b>				
1001	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	1352,730	\$ 2,62	\$ 3.544,15
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 3.544,15</b>
<b>4000</b>	<b>REDES DE AGUA POTABLE</b>				
4001	TRAZADO Y REPLANTEO ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS	ML	1352,730	\$ 1,48	\$ 2.002,04
4002	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS. F'C=210KG/CM2	M3	4,800	\$ 10,53	\$ 50,54
4003	ROTURA DE BORDILLOS	M2	1,152	\$ 0,94	\$ 1,08
4004	ENCOFRADO/DESENCOFRADO DE BORDILLOS 2 LADOS	M	1,152	\$ 1,05	\$ 1,21
4005	HORMIGÓN SIMPLE BORDILLO (f'c= 180 KG/CM2)	M	1,152	\$ 6,62	\$ 7,63
4006	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA	M3	1140,000	\$ 7,87	\$ 8.971,80
4007	RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M	M3	518,098	\$ 19,10	\$ 9.895,67
4008	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 25MM (AGUA POTABLE)	M	707,700	\$ 12,08	\$ 8.549,02
4009	TEE 25MM DE POLIETILENO	U	2,000	\$ 10,54	\$ 21,08
4010	VÁLVULA DE COMPUERTA DE 25MM	U	5,000	\$ 44,95	\$ 224,75
4011	SUMINISTRO E INSTALACION DE SIST. REDUCTOR, 400MM A 25MM	U	1,000	\$ 1.220,64	\$ 1.220,64
4012	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 50 MM (AGUA POTABLE)	M	711,900	\$ 25,78	\$ 18.352,78
4013	TEE 50MM DE POLIETILENO	U	2,000	\$ 19,57	\$ 39,14
4014	VÁLVULA DE COMPUERTA DE 50MM	U	5,000	\$ 70,24	\$ 351,20
4015	SUMINISTRO E INSTALACION DE SIST. REDUCTOR, 200MM A 50MM	U	1,000	\$ 235,82	\$ 235,82
4016	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	452,930	\$ 14,17	\$ 6.418,02
4017	DESALOJO DE MATEIALES CON VOLQUETA	M3	1045,440	\$ 10,46	\$ 10.935,30
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 67.277,72</b>
<b>5000</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD</b>				
5001	PRUEBA HIDRÁULICA DEL SISTEMA	M	1352,730	\$ 1,88	\$ 2.543,13
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 2.543,13</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 73.365,00</b>

\*Estos precios no incluyen IVA

PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL  
 POBLACIÓN: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PROPUESTA 2 AAPP

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
<b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL</b>					
<b>1000</b>	<b>OBRA PRELIMINAR</b>				
1001	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	1218,730	\$ 2,62	\$ 3.193,07
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 3.193,07</b>
<b>4000</b>	<b>REDES DE AGUA POTABLE</b>				
4001	TRAZADO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS	ML	1219,000	\$ 1,24	\$ 1.511,56
4002	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS, F' C=210KG/CM2	M3	4,800	\$ 10,53	\$ 50,54
4003	ROTURA DE BORDILLOS	M2	1,152	\$ 0,94	\$ 1,08
4004	ENCOFRADO/DESENCOFRADO DE BORDILLOS 2 LADOS	M	1,152	\$ 1,05	\$ 1,21
4005	HORMIGÓN SIMPLE BORDILLO (f' c= 180 KG/CM2)	M	1,152	\$ 6,62	\$ 7,63
4005.a	CORTE, ROTURA Y DESALOJO DE PAVIMENTO RÍGIDO	M2	5,950	\$ 31,14	\$ 185,28
4006	EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA	M3	823,220	\$ 7,87	\$ 6.478,74
4007	RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M	M3	780,406	\$ 18,72	\$ 14.609,20
4008	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 25MM (AGUA POTABLE)	M	567,450	\$ 12,08	\$ 6.854,80
4009	TEE 25MM DE POLIETILENO	U	2,000	\$ 10,54	\$ 21,08
4010	VÁLVULA DE COMPUERTA DE 25MM	U	5,000	\$ 44,95	\$ 224,75
4010.a	SUMINISTRO E INSTALACION DE SIST. REDUCTOR, 315MM A 25	U	1,000	\$ 811,43	\$ 811,43
4012	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 50 MM (AGUA POTABLE)	M	711,900	\$ 25,78	\$ 18.352,78
4013	TEE 50MM DE POLIETILENO	U	2,000	\$ 19,57	\$ 39,14
4014	VÁLVULA DE COMPUERTA DE 50MM	U	5,000	\$ 70,24	\$ 351,20
4014.a	SUMINISTRO E INSTALACION DE SIST. REDUCTOR, 355MM A 50	U	1,000	\$ 867,34	\$ 867,34
4016	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	427,740	\$ 14,17	\$ 6.061,08
4016.a	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO	M2	6,020	\$ 19,84	\$ 119,44
4017	DESALOJO DE MATERIALES CON VOLQUETA	M3	1045,440	\$ 10,46	\$ 10.935,30
					<b>\$ 67.483,58</b>
<b>5000</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD</b>				
5001	PRUEBA HIDRÁULICA DEL SISTEMA	M	1218,73	\$ 1,88	\$ 2.291,21
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 2.291,21</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 72.967,86</b>

\*Estos precios no incluyen IVA

PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL  
 POBLACIÓN: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PLAZO DE EJECUCIÓN:

ZONA 1 AASS

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
<b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL</b>					
<b>1000</b>	<b>OBRA PRELIMINAR</b>				
1001	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	342,600	\$ 2,62	\$ 897,61
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 897,61</b>
<b>2000</b>	<b>REDES DE ALCANTARILLADO</b>				
2001	TRAZADO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS	ML	571,000	\$ 1,24	\$ 708,04
2002	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS, F <sup>c</sup> =210KG/CM2	M3	1,207	\$ 10,53	\$ 12,71
2003	ROTURA DE BORDILLOS	M2	0,150	\$ 0,94	\$ 0,14
2004	ENCOFRADO/DESENCOFRADO DE BORDILLOS 2 LADOS	M	1,500	\$ 1,05	\$ 1,58
2005	HORMIGÓN SIMPLE BORDILLO (f <sup>c</sup> = 180 KG/CM2)	M	1,500	\$ 6,18	\$ 9,27
2005.a	CORTE, ROTURA Y DESALOJO DE PAVIMENTO RÍGIDO	M2	27,910	\$ 31,14	\$ 869,12
2006	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA EN TIERRA	M3	191,856	\$ 2,35	\$ 450,86
2007	ENTIBADO(INCLUIDO APUNTALAMIENTO)	M2	122,000	\$ 31,73	\$ 3.871,06
2008	RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M	M3	22,696	\$ 19,10	\$ 433,49
2009	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 220 MM (DESAGUE)	M	599,550	\$ 45,74	\$ 27.423,42
2010	CÁMARA DE REVISION DE HORMIGON H<2m -D=1.2m(INCLUYE TAPA)	U	6,000	\$ 940,02	\$ 5.640,12
2011	EMPATE A COLECTOR	U	2,000	\$ 10,46	\$ 20,92
2012	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	109,358	\$ 14,17	\$ 1.549,60
2013	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO	M2	1,207	\$ 19,84	\$ 23,95
2014	DESALOJO DE MATERIALES CON VOLQUETA	M3	230,227	\$ 10,46	\$ 2.408,17
<b>5000</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD</b>				
5002	PRUEBAS DE CONTINUIDAD DE FLUJO EN TUBERÍAS DE AASS.	M	571,000	\$ 2,42	\$ 1.381,82
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 44.804,27</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 45.701,88</b>

\*Estos precios no incluyen IVA

PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL  
 POBLACIÓN: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PLAZO DE EJECUCIÓN:

ZONA 2 Y 3 AASS

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
<b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL</b>					
<b>1000</b>	<b>OBRA PRELIMINAR</b>				
1001	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	230,080	\$ 2,62	\$ 602,81
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 602,81</b>
<b>2000</b>	<b>REDES DE ALCANTARILLADO</b>				
2001	TRAZADO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS	ML	397,000	\$ 1,24	\$ 492,28
2002	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS, F' C=210KG/CM2	M3	1,000	\$ 10,53	\$ 10,53
2003	ROTURA DE BORDILLOS	M2	0,080	\$ 0,94	\$ 0,08
2004	ENCOFRADO/DESENCOFRADO DE BORDILLOS 2 LADOS	M	0,800	\$ 1,05	\$ 0,84
2005	HORMIGÓN SIMPLE BORDILLO (f'c= 180 KG/CM2)	M	0,800	\$ 6,18	\$ 4,94
2005.a	CORTE, ROTURA Y DESALOJO DE PAVIMENTO RÍGIDO	M2	3,490	\$ 31,14	\$ 108,68
2006	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA EN TIERRA	M3	126,975	\$ 2,35	\$ 298,39
2007	ENTIBADO(INCLUIDO APUNTALAMIENTO)	M2	98,000	\$ 31,73	\$ 3.109,54
2008	RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M	M3	14,306	\$ 19,10	\$ 273,24
2009.a	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 200 MM (DESAGUE)	M	599,550	\$ 41,10	\$ 24.641,51
2010	CAMARA DE REVISION DE HORMIGON H<2m -D=1.2m(INCLUYE TAPA)	U	4,000	\$ 940,02	\$ 3.760,08
2011	EMPATE A COLECTOR	U	2,000	\$ 10,46	\$ 20,92
2012	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	76,185	\$ 14,17	\$ 1.079,54
2013	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO	M2	12,070	\$ 19,84	\$ 239,47
2014	DESALOJO DE MATERIALES CON VOLQUETA	M3	152,370	\$ 10,46	\$ 1.593,79
<b>5000</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD</b>				
5002	PRUEBAS DE CONTINUIDAD DE FLUJO EN TUBERÍAS DE AASS.	M	396,800	\$ 2,42	\$ 960,26
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 36.594,09</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 37.196,90</b>

\*Estos precios no incluyen IVA

PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL  
 POBLACIÓN: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PROPUESTA 1 PLUVIAL (CANAL TRAPEZOIDAL)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
<b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL</b>					
<b>1000</b>	<b>OBRA PRELIMINAR</b>				
1001	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	160,400	\$ 2,62	\$ 420,25
1002	LIMPIEZA DE CANALES DE AGUA LLUVIA	M	418,000	\$ 2,19	\$ 915,42
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 1.335,67</b>
<b>3000</b>	<b>DISEÑO PLUVIAL(CANAL TRAPEZOIDAL)</b>				
3001	REPLANTEO Y NIVELACIÓN PARA CANAL	M2	160,400	\$ 2,07	\$ 332,03
3003	EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA	M3	68,170	\$ 20,56	\$ 1.401,58
3005	ENTIBADO(INCLUIDO APUNTALAMIENTO)	M2	183,578	\$ 31,73	\$ 5.824,93
3007	RELLENO COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL IMPORTADO PARA CANAL	M3	4,090	\$ 13,85	\$ 56,65
3009	ENCOFRADO METÁLICO (INCLUYE PUNTALES)	M2	183,578	\$ 14,77	\$ 2.711,45
3010	DESENCOFRADO METÁLICO	M2	183,58	\$ 3,82	\$ 701,28
3011	HORMIGÓN SIMPLE F' C =280KG/CM2	M3	22,6129	\$ 148,42	\$ 3.356,21
3012	MALLA ELECTROSOLDADA (INCLUYE INSTALACIÓN)	M2	225,683	\$ 9,36	\$ 2.112,39
3013	BANDA PVC E=10CM (INCLUYE INSTALACIÓN)	M	69,68	\$ 12,43	\$ 866,12
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 17.362,64</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 18.698,31</b>

\*Estos precios incluyen IVA

PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL  
 POBLACIÓN: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PROPUESTA 2 PLUVIAL (TUBERÍA DE H.A)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
<b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL</b>					
<b>1000</b>	<b>OBRA PRELIMINAR</b>				
1001	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	160,400	\$ 2,62	\$ 420,25
1002	LIMPIEZA DE CANALES DE AGUA LLUVIA	M	418,000	\$ 2,19	\$ 915,42
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 1.335,67</b>
<b>3000</b>	<b>DISEÑO PLUVIAL(TUBERÍA DE H.A.)</b>				
3002	REPLANTEO Y NIVELACIÓN LINEAL	KM	0,8020	\$ 181,22	\$ 145,34
3004	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA EN TIERRA	M3	192,480	\$ 2,35	\$ 452,33
3005	ENTIBADO(INCLUIDO APUNTALAMIENTO)	M2	80,200	\$ 31,73	\$ 2.544,75
3006	RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M	M3	52,499	\$ 19,10	\$ 1.002,73
3014	COLECTOR DE H.A CLASE 60, D=1000MM(INCLUYE INSTALACIÓN)	M	80,200	\$ 154,48	\$ 12.389,30
3008	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	92,390	\$ 14,17	\$ 1.309,17
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 17.843,62</b>
	*Estos precios no incluyen IVA			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 19.179,29</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 1001

**DESCRIPCIÓN:** DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

**UNIDAD:** M2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
Herramienta menor 5% m.o.	A 1,00	B 0,11	C = A * B 0,11	R 1,00	D = C * R 0,11
SUBTOTAL M					0,11
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
E. Ocupac. E2	A 3	B 3,6	C = A * B 10,86	R 0,20	D = C * R 2,17
SUBTOTAL N					2,17
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O					0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					2,28
INDIRECTOS Y UTILIDADES 10,00%					0,23
OTROS INDIRECTOS 5%					0,11
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,62
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2,62</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 1002

**DESCRIPCIÓN:** LIMPIEZA DE CANALES DE AGUA LLUVIA

**UNIDAD:** M

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A * B	Rendimiento R	COSTO D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,09	0,09	1,000	0,09
<b>SUBTOTAL M</b>					0,090
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG)	Cantidad A	JOR./HR. B	Costo Hora C = A * B	Rendimiento R	COSTO D = C * R
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,500	1,81
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,810</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripcion	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
				0,00	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					1,90
INDIRECTOS Y UTILIDADES 10,00%					0,19
OTROS INDIRECTOS 5%					0,10
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2,19</b>

**VALOR OFERTADO**

**2,19**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 5001

**DESCRIPCIÓN:** PRUEBA HIDRÁULICA DEL SISTEMA

**UNIDAD:** M

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,02	0,02	1,000	0,02
Equipo de bombeo	1,00	25,00	25,00	0,050	1,25 0,00
<b>SUBTOTAL M</b>					1,27
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. C2	1,00	3,86	3,86	0,050	0,19
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,050	0,18
<b>SUBTOTAL N</b>					0,37
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
				0,00 0,00 0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS <math>X = (M+N+O+P)</math></b>					<b>1,64</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 10,00%					0,16
OTROS INDIRECTOS 5%					0,08
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1,88</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1,88</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 5002

**DESCRIPCIÓN:** PRUEBAS DE CONTINUIDAD DE FLUJO EN TUBERÍAS DE , **UNIDAD:** M

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor					0,06
Equipo de bombeo	1,00	5,00	5,00	0,077	0,39
					0,00
<b>SUBTOTAL M</b>					0,45
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. C2	1,00	3,90	3,90	0,077	0,30
E. Ocupac. E2	1,00	3,90	3,90	0,077	0,30
E. Ocupac. E3	2,00	3,90	7,80	0,077	0,60
<b>SUBTOTAL N</b>					1,20
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Agua	m3	0,32	1,40	0,45	
				0,00	
				0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,45
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>2,10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 10,00%</b>					<b>0,21</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,11</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2,42</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2,42</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**REFERENCIA:**

**RUBRO:** 2001

**DESCRIPCIÓN:** TRAZADO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS

**UNIDAD:** ML

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor 5% m.o.	1,00	6,88	6,88	0,02	0,020
Equipo topografico					0,138
<b>SUBTOTAL M</b>					0,16
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. B1	1,00	4,06	4,06	0,05	0,203
E. Ocupac. D2	2,00	3,66	7,32	0,05	0,366
<b>SUBTOTAL N</b>					0,569
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Estaca de madera	U	0,02	0,15	0,003	
Cal (50 Kg)	SACO	0,05	5,97	0,299	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,302
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	COSTO		
	A	B	$C=A*B$		
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS <math>X = (M+N+O+P)</math></b>					<b>1,03</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>0,155</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,052</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1,237</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1,24</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 2002  
**DESCRIPCIÓN:** ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS, **UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,16	0,16	1,000	0,16
Martillo Neumático	1,00	4,00	4,00	0,100	0,40
Concretera 1 saco	1,00	7,00	7,00	0,1	0,70
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,16</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	6,00	3,62	21,72	0,100	2,17
E. Ocupac. D2	3,00	3,66	10,98	0,100	1,10
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3,27</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Agua	m3	0,01	1,00	0,01	
Arena para hormigón	m3	0,04	15,00	0,60	
Cemento	kg	24,50	0,15	3,68	
Ripio	m3	0,07	15,00	1,05	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>5,34</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	A	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>8,77</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>1,32</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,44</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>10,53</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>10,53</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 2003  
**DESCRIPCIÓN:** ROTURA DE BORDILLOS **UNIDAD:** M2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,50	0,50	0,100	0,05
Amoladora	1,00	1,00	1,00	0,100	0,10
<b>SUBTOTAL M</b>					0,05
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,100	0,36
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,100	0,37
<b>SUBTOTAL N</b>					0,73
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	A	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>0,78</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					0,12
OTROS INDIRECTOS 5%					0,04
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0,94</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>0,94</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:**

2004

**DESCRIPCIÓN:**

ENCOFRADO/DESENCOFRADO DE BORDILLOS 2  
LADOS

**UNIDAD: M**

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,50	0,50	0,010	0,005
<b>SUBTOTAL M</b>					0,01
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,100	0,36
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,100	0,37
<b>SUBTOTAL N</b>					0,73
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Alfajilla 7 x7 cm	m	0,025	0,850	0,021	
Tabla para encofrado	m	0,030	0,850	0,026	
Tiras de madera	m	0,060	0,200	0,012	
Aceite Desechable	gl	0,050	0,400	0,020	
Clavos	m	0,050	1,250	0,063	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,14
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>0,88</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>0,13</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,04</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1,05</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1,05</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 2005  
**DESCRIPCIÓN:** HORMIGÓN SIMPLE BORDILLO (f'c= 180 KG/CM2) **UNIDAD:** M

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,50	0,50	0,067	0,034
Concretera	1,00	1,50	1,50	0,067	0,101
Vibrador de HS	1,00	1,00	1,00	0,067	0,067
<b>SUBTOTAL M</b>					0,03
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,067	0,24
E. Ocupac. D2	2,00	3,66	7,32	0,067	0,49
<b>SUBTOTAL N</b>					0,73
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cemento portland	Kg	22,000	0,140	3,080	
Arena	m3	0,050	10,000	0,500	
Ripio	m3	0,080	10,000	0,800	
Agua	m3	0,010	0,500	0,005	
<b>SUBTOTAL O</b>					4,39
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	A	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>5,15</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>0,77</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,26</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>6,18</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>6,18</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 2005.a

**DESCRIPCIÓN:** CORTE, ROTURA Y DESALOJO DE PAVIMENTO  
RÍGIDO

**UNIDAD:** M2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor					0,35
Volqueta 8m3	1,00	25,00	25,00	0,330	8,25
Retroexcavadora gallineta con martillo	1,00	26,40	26,40	0,330	8,71
Cortadora de hormigón	1,00	4,13	4,13	0,330	1,36
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>18,67</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,330	2,39
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,330	1,21
E. Ocupac. C1	0,10	4,05	0,41	0,330	0,14
E. Ocupac. C2	1,00	4,06	4,06	0,330	1,34
Chofer de volqueta	1,00	5,29	5,29	0,330	1,75
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>6,83</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Pintura	Lt.	0,10	4,50	0,45	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,45</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>25,95</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>3,89</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>1,30</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>31,14</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>31,14</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 2006

**DESCRIPCIÓN:** EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA EN TIERRA **UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,02	0,02	1,000	0,02
Retroexcavadora 75HP	1,00	35,00	35,00	0,042	1,47
<b>SUBTOTAL M</b>					1,49
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. C1	1,00	4,06	4,06	0,042	0,17
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,042	0,30
					0,00
<b>SUBTOTAL N</b>					0,47
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0,00	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					1,96
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					0,29
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					0,10
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					2,35
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2,35</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 2007  
**DESCRIPCIÓN:** ENTIBADO(INCLUIDO APUNTALAMIENTO) **UNIDAD:** M2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,55	0,55	1,000	0,55
<b>SUBTOTAL M</b>					0,55
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	1,000	3,66
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	1,000	7,24
<b>SUBTOTAL N</b>					10,90
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
PINGOS	M	2,00	1,00	2,00	
TABLAS PARA ENCOFRADO	M	5,00	2,50	12,50	
TIRAS DE MADERA	M	1,50	0,20	0,30	
CLAVOS	KG	0,05	1,25	0,06	
ALAMBRE	KG	0,05	2,50	0,13	
<b>SUBTOTAL O</b>					14,99
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>26,44</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%					3,97
OTROS INDIRECTOS 5%					1,32
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>31,73</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>31,73</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 2008

**DESCRIPCIÓN:** RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M

**UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor					0,14
<b>SUBTOTAL M</b>					0,14
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. C1	0,50	4,06	2,03	0,200	0,41
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,200	1,45
<b>SUBTOTAL N</b>					1,86
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Arena	m <sup>3</sup>	1,03	13,50	13,91	
<b>SUBTOTAL O</b>					13,91
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>15,91</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					2,39
OTROS INDIRECTOS 5%					0,80
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>19,10</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>19,10</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 2009  
**DESCRIPCIÓN:** SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 220 MM (DESAGUE) **UNIDAD:** M

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,15	0,15	1,000	0,15
SUBTOTAL M					0,15
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,400	1,45
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,400	1,46
SUBTOTAL N					2,91
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
TUBERIA PVC 220MMX 6M DESAGUE PLASTIGAMA	U	0,330	105,90	34,95	
SOLDADURA PVC POLILIMPIA PLASTIGAMA	3.785cc	0,0011	33,14	0,04	
SOLDADURA PVC POLILIMPIA PLASTIGAMA	3.785cc	0,0011	54,82	0,06	
SUBTOTAL O					35,05
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	A	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					38,11
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					5,72
OTROS INDIRECTOS 5%					1,91
COSTO TOTAL DEL RUBRO					45,74
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>45,74</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 2009.a  
**DESCRIPCIÓN:** SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 200 MM (DESAGUE) **UNIDAD:** M

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,15	0,15	1,000	0,15
<b>SUBTOTAL M</b>					0,15
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,400	1,45
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,400	1,46
<b>SUBTOTAL N</b>					2,91
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
TUBERIA PVC 220MMX 6M DESAGUE PLASTIGAMA	U	0,330	94,21	31,09	
SOLDADURA PVC POLILIMPIA PLASTIGAMA	3.785cc	0,0011	33,14	0,04	
SOLDADURA PVC POLILIMPIA PLASTIGAMA	3.785cc	0,0011	54,82	0,06	
<b>SUBTOTAL O</b>					31,19
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	A	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>34,25</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					5,14
OTROS INDIRECTOS 5%					1,71
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>41,10</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>41,10</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 2010  
**DESCRIPCIÓN:** CÁMARA DE REVISION DE HORMIGON H<2m - **UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	7,34	7,34	1,000	7,34
Concretera	1,00	3,13	3,13	8,000	25,04
Vibrador	1,00	2,50	2,50	8,000	20,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>52,38</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. C2	1,00	3,85	3,85	8,000	30,80
E. Ocupac. E2	2,00	3,60	7,20	8,000	57,60
E. Ocupac. D2	2,00	3,65	7,30	8,000	58,40
					0,00
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>146,80</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cemento	saco	23,76	7,50	178,20	
Acero corrugado fy=4200kg/cm <sup>2</sup>	kg	91,00	1,10	100,10	
Alambre galvanizado # 18	kg	1,00	1,80	1,80	
Tapa de H.F.	U	1,00	145,00	145,00	
Agua	m <sup>3</sup>		1,00	0,00	
Arena	m <sup>3</sup>	0,50	10,00	5,00	
Tabla	U	20,00	5,50	110,00	
Clavos	kg	1,00	1,39	1,39	
Cuartón	U	2,00	3,50	7,00	
Piedra	m <sup>3</sup>	2,64	12,00	31,68	
Tira	U	2,00	2,00	4,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>584,17</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>783,35</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>117,50</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>39,17</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>940,02</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>940,02</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL

RUBRO: 2011  
DESCRIPCIÓN: EMPATE A COLECTOR UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,50	0,50	0,220	0,11
SUBTOTAL M					0,11
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,220	0,80
E. Ocupac. D2	0,20	3,66	0,73	0,220	0,16
E. Ocupac. C2	0,10	3,86	0,39	0,220	0,09
SUBTOTAL N					1,05
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Cemento portland	Kg	0,24	7,50	1,800	
Arena	m3	0,100	3,00	0,300	
TUBERIA PVC 220MMX 6M DESAGUE PLASTIGAMA	U	0,200	27,10	5,42	
Agua	m3	0,030	0,85	0,026	
SUBTOTAL O					7,55
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$					8,71
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					1,31
OTROS INDIRECTOS 5%					0,44
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10,46
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>10,46</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL

RUBRO:

2012

DESCRIPCIÓN:

RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO

UNIDAD: M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor					0,04
Retroexcavadora	1,00	35,00	35,00	0,093	3,26
Volqueta m3	1,00	30,00	30,00	0,093	2,79
Rodillo vibratorio doble tambor	1,00	30,00	30,00	0,093	2,79
SUBTOTAL M					8,88
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. C1	1,00	4,06	4,06	0,093	0,38
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,093	0,67
E. Ocupac. C2	1,00	3,86	3,86	0,093	0,36
SUBTOTAL N					1,41
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Combustible	galón	0,49	3,11	1,52	
					0,00
SUBTOTAL O					1,52
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					11,81
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					1,77
OTROS INDIRECTOS 5%					0,59
COSTO TOTAL DEL RUBRO					14,17
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>14,17</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 2013

**DESCRIPCIÓN:** REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO

**UNIDAD:** M2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor					0,35
Vibrador	1,00	25,00	25,00	0,330	8,25
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>8,60</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,330	2,39
E. Ocupac. D2	2,00	3,66	7,32	0,330	2,42
E. Ocupac. C1	2,00	4,05	8,10	0,330	2,67
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>7,48</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Hormigón 240	m3	0,10	4,50	0,45	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,45</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>16,53</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>2,48</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,83</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>19,84</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>19,84</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 2014

**DESCRIPCIÓN:** DESALOJO DE MATERIALES CON VOLQUETA

**UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A * B	Rendimiento R	COSTO D = C * R
Herramienta menor Retroexcavadora	1,00	35,00	35,00	0,050	0,22 1,750
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,970</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG)	Cantidad A	JOR./HR. B	Costo Hora C = A * B	Rendimiento R	COSTO D = C * R
E. Ocupac. B1	1,00	4,06	4,06	0,050	0,20
E. Ocupac. E2	3,00	3,62	10,86	0,050	0,54
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,740</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
				0,00 0,00 0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripcion	UNIDAD	A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
Volqueta 8m3	U	0,2	30	6,00	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>6,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>8,71</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>1,31</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,44</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>10,46</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>10,46</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 3001

**DESCRIPCIÓN:** REPLANTEO Y NIVELACIÓN PARA CANAL

**UNIDAD:** M2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor 5% m.o.	1,00	0,06	0,06	1,00	0,06
Equipo topografico	1,00	3,75	3,75	0,08	0,30
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,36</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. E2	3,00	1,00	10,86	0,08	0,87
E. Ocupac. C1	1,00	1,00	4,06	0,08	0,32
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,19</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Estacas	U	0,05	3,00	0,15	
Clavo	U	0,01	1,39	0,01	
Piola	U	0,01	0,80	0,01	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,17</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS <math>X = (M+N+O+P)</math></b>					<b>1,72</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%</b>					<b>0,26</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,09</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2,07</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2,07</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA**

**RUBRO:** 3002

**DESCRIPCIÓN:** REPLANTEO Y NIVELACIÓN LINEAL

**UNIDAD:** KM

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor 5% m.o.	1,00	2,27	2,27	1,00	2,27
Equipo topografico	1,00	10,00	10	3,99	39,90
<b>SUBTOTAL M</b>					42,17
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. C1	1,00	4,06	4,06	3,99	16,20
E. Ocupac. D2	2,00	3,66	7,32	3,99	29,21
<b>SUBTOTAL N</b>					45,41
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Estaca de madera, pintura, mojones de hormigón	global	1,00	70,00	70,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					70,00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS <math>X = (M+N+O+P)</math></b>					<b>157,58</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%					15,76
OTROS INDIRECTOS 5%					7,88
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>181,22</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>181,22</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA**

**RUBRO:** 3003

**DESCRIPCIÓN:** EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA

**UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
Herramienta menor	A 1,00	B 0,82	C = A * B 0,82	R 1,000	D = C * R 0,82
<b>SUBTOTAL M</b>					0,82
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
E. Ocupac. D2	A 1,00	B 3,66	C = A * B 3,66	R 0,500	D = C * R 1,83
E. Ocupac. E2	8,00	3,62	28,96	0,500	14,48
<b>SUBTOTAL N</b>					16,31
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>17,13</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%</b>					<b>2,57</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,86</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>20,56</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>20,56</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA**

**RUBRO:** 3004

**DESCRIPCIÓN:** EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA EN TIERRA

**UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,02	0,02	1,000	0,02
Retroexcavadora 75HP	1,00	35,00	35,00	0,042	1,47
<b>SUBTOTAL M</b>					1,49
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. C1	1,00	4,06	4,06	0,042	0,17
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,042	0,30
					0,00
<b>SUBTOTAL N</b>					0,47
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
				0,00	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS <math>X = (M+N+O+P)</math></b>					<b>1,96</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%</b>					<b>0,29</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,10</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2,35</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2,35</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA**

**RUBRO:** 3005

**DESCRIPCIÓN:** ENTIBADO(INCLUIDO APUNTALAMIENTO)

**UNIDAD:** M2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,55	0,55	1,000	0,55
SUBTOTAL M					0,55
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	1,000	3,66
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	1,000	7,24
SUBTOTAL N					10,90
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
PINGOS	M	2,00	1,00	2,00	
TABLAS PARA ENCOFRADO	M	5,00	2,50	12,50	
TIRAS DE MADERA	M	1,50	0,20	0,30	
CLAVOS	KG	0,05	1,25	0,06	
ALAMBRE	KG	0,05	2,50	0,13	
SUBTOTAL O					14,99
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS $X= (M+N+O+P)$					26,44
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%					3,97
OTROS INDIRECTOS 5%					1,32
COSTO TOTAL DEL RUBRO					31,73
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>31,73</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA**

**RUBRO:** 3006

**DESCRIPCIÓN:** RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M

**UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor					0,14
SUBTOTAL M					0,14
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. C1	0,50	4,06	2,03	0,200	0,41
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,200	1,45
SUBTOTAL N					1,86
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Arena	m <sup>3</sup>	1,03	13,50	13,91	
SUBTOTAL O					13,91
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					15,91
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					2,39
OTROS INDIRECTOS 5%					0,80
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19,10
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>19,10</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA**

**RUBRO:** 3007

**DESCRIPCIÓN:** RELLENO COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL IMPORTADO PARA CANAL

**UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,03	0,03	1,000	0,03
Compactador	1,00	25,00	25,00	0,025	0,63
<b>SUBTOTAL M</b>					0,66
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. C1	1,00	4,06	4,06	0,025	0,10
E. Ocupac. E2	4,00	3,62	14,48	0,025	0,36
E. Ocupac. C2	2,00	3,86	7,72	0,025	0,19
<b>SUBTOTAL N</b>					0,65
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Combustible	galón	0,15	1,50	0,23	
Lastre	m³	1,00	10,00	10,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					10,23
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					11,54
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%</b>					1,73
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					0,58
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					13,85
<b>VALOR OFERTADO</b>					13,85

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA**

**RUBRO:** 3008

**DESCRIPCIÓN:** RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO

**UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor					0,04
Retroexcavadora	1,00	35,00	35,00	0,093	3,26
Volqueta m3	1,00	30,00	30,00	0,093	2,79
Rodillo vibratorio doble tambor	1,00	30,00	30,00	0,093	2,79
<b>SUBTOTAL M</b>					8,88

<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. C1	1,00	4,06	4,06	0,093	0,38
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,093	0,67
E. Ocupac. C2	1,00	3,86	3,86	0,093	0,36
<b>SUBTOTAL N</b>					1,41
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Combustible	galón	0,49	3,11	1,52	
					0,00
<b>SUBTOTAL O</b>					1,52
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					11,81
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					1,77
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					0,59
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					14,17
<b>VALOR OFERTADO</b>					14,17

#### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

### PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA

**RUBRO:** 3009

**DESCRIPCIÓN:** ENCOFRADO METÁLICO (INCLUYE PUNTALES)

**UNIDAD:** M2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,15	0,15	1,000	0,15
<b>SUBTOTAL M</b>					0,15
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. C1	1,00	4,06	4,06	0,200	0,81
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,200	1,45
E. Ocupac. C2	1,00	3,86	3,86	0,200	0,77
<b>SUBTOTAL N</b>					3,03
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Encofrado metalico	u	1	5	5,00	
Puntal de madera	m	0,2	3,80	0,76	
Cuartones de madera encofrado x	u	0,20	15,00	3,00	
Clavos de 3"	lb	0,10	1,50	0,15	
Tubería de pvc de 3/4" x 6m	m	0,10	2,08	0,21	
<b>SUBTOTAL O</b>					9,12
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	

SUBTOTAL P	A	B	C=A*B
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)			12,30
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%			1,85
OTROS INDIRECTOS 5%			0,62
COSTO TOTAL DEL RUBRO			14,77
<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>14,77</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA**

**RUBRO:** 3010

**DESCRIPCIÓN:** DESENCOFRADO METÁLICO

**UNIDAD:** M2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,15	0,15	1,000	0,15
SUBTOTAL M					0,15
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. C1	1,00	4,06	4,06	0,200	0,81
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,200	1,45
E. Ocupac. C2	1,00	3,86	3,86	0,200	0,77
SUBTOTAL N					3,03
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O					
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)			3,18		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%			0,48		
OTROS INDIRECTOS 5%			0,16		
COSTO TOTAL DEL RUBRO			3,82		
<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>3,82</b>		

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA**

**RUBRO:** 3011

**DESCRIPCIÓN:** HORMIGÓN SIMPLE F°C =280KG/CM2

**UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	1,90	1,90	1,000	1,90
Concretera	1,00	4,48	4,48	0,650	2,91
Vibrador	1	4,06	4,06	0,650	2,64
SUBTOTAL M					7,45
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R

E. Ocupac. C1	1,00	4,06	4,06	0,650	2,64
E. Ocupac. E2	14,00	3,62	50,68	0,650	32,94
E. Ocupac. C2	1,00	3,86	3,86	0,650	2,51
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>38,09</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Aditivo plastocrete	u	0,080	22,600	1,81	
Cemento	saco	8,250	7,680	63,36	
Agua	m3	0,180	0,850	0,15	
Ripio 3/4"	m3	0,950	13,500	12,83	
Arena	m3		13,500	0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>78,15</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					123,69
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%					18,55
OTROS INDIRECTOS 5%					6,18
COSTO TOTAL DEL RUBRO					148,42
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>148,42</b>

#### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

### PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA

RUBRO: 3012

DESCRIPCIÓN: MALLA ELECTROSOLDADA (INCLUYE INSTALACIÓN)

UNIDAD: M2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,02	0,02	1,000	0,02
Concreteira	1,00	3,00	3,00	0,030	0,09
Vibrador	1	5,00	5,00	0,030	0,15
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,26</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,030	0,11
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,030	0,22
E. Ocupac. C2	1,00	3,86	3,86	0,030	0,12
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,45</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Malla Electrosoldada 6,25x2,40 d=8,5mm S=15cm	m2	1,050	6,280	6,59	
Alambre galvanizado N 18	kg	0,100	2,460	0,25	
Alambre galvanizado N 14	kg	0,100	2,460	0,25	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>7,09</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	

SUBTOTAL P	A	B	C=A*B
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)			7,80
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%			1,17
OTROS INDIRECTOS 5%			0,39
COSTO TOTAL DEL RUBRO			9,36
<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>9,36</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA**

**RUBRO:** 3013

**DESCRIPCIÓN:** BANDA PVC E=10CM (INCLUYE INSTALACIÓN)

**UNIDAD:** M

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,11	0,11	1,000	0,11
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,11</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. C1	1,00	4,06	4,06	0,150	0,61
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,150	1,09
E. Ocupac. C2	1,00	3,86	3,86	0,150	0,58
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2,28</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cinta de pvc flexible para juntas de dilatación e=15cm	m2	1,020	7,700	7,85	
Alambre galvanizado N 18	kg	0,050	2,460	0,12	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>7,97</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>10,36</b>
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					10,36
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%					1,55
OTROS INDIRECTOS 5%					0,52
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12,43
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>12,43</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA**

**RUBRO:** 3014

**DESCRIPCIÓN:** COLECTOR DE H.A CLASE 60, D=1000MM(INCLUYE

**UNIDAD:** M

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,38	0,38	1,000	0,38
Retroexcavadora	0,22	35,74	7,86	0,500	17,87

SUBTOTAL M					18,25
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. C1	1,00	4,06	4,06	0,500	2,03
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,500	3,62
E. Ocupac. C2	1,00	3,86	3,86	0,500	1,93
SUBTOTAL N					7,58
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Tubo de hormigon armado,D=1000m m	m	1,050	98,000	102,90	
SUBTOTAL O					102,90
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	A	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS $X= (M+N+O+P)$					128,73
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					19,31
OTROS INDIRECTOS 5%					6,44
COSTO TOTAL DEL RUBRO					154,48
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>154,48</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**REFERENCIA:**

**RUBRO:** 4001

**DESCRIPCIÓN:** TRAZADO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS

**UNIDAD:** ML

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor 5% m.o.	1,00	6,88	6,88	0,02	0,020
Equipo topografico					0,138
<b>SUBTOTAL M</b>					0,16
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. B1	1,00	4,06	4,06	0,05	0,203
E. Ocupac. D2	2,00	3,66	7,32	0,05	0,366
<b>SUBTOTAL N</b>					0,569
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Estaca de madera	U	0,02	0,15	0,003	
Cal (50 Kg)	SACO	0,05	5,97	0,299	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,302
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	A	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS <math>X = (M+N+O+P)</math></b>					<b>1,03</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>0,155</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,052</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1,237</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1,24</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4002  
**DESCRIPCIÓN:** ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS, **UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,16	0,16	1,000	0,16
Martillo Neumático	1,00	4,00	4,00	0,100	0,40
Concretera 1 saco	1,00	7,00	7,00	0,1	0,70
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,16</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	6,00	3,62	21,72	0,100	2,17
E. Ocupac. D2	3,00	3,66	10,98	0,100	1,10
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3,27</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Agua	m3	0,01	1,00	0,01	
Arena para hormigón	m3	0,04	15,00	0,60	
Cemento	kg	24,50	0,15	3,68	
Ripio	m3	0,07	15,00	1,05	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>5,34</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	A	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>8,77</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>1,32</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,44</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>10,53</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>10,53</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4003  
**DESCRIPCIÓN:** ROTURA DE BORDILLOS **UNIDAD:** M2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,50	0,50	0,100	0,05
Amoladora	1,00	1,00	1,00	0,100	0,10
SUBTOTAL M					0,05
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,100	0,36
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,100	0,37
SUBTOTAL N					0,73
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
SUBTOTAL O					0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	A	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					0,78
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					0,12
OTROS INDIRECTOS 5%					0,04
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,94
VALOR OFERTADO					0,94

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4004  
**DESCRIPCIÓN:** ENCOFRADO/DESENCOFRADO DE BORDILLOS 2 LADOS **UNIDAD:** M

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,50	0,50	0,010	0,005
<b>SUBTOTAL M</b>					0,01
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,100	0,36
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,100	0,37
<b>SUBTOTAL N</b>					0,73
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Alfajilla 7 x7 cm	m	0,025	0,850	0,021	
Tabla para encofrado	m	0,030	0,850	0,026	
Tiras de madera	m	0,060	0,200	0,012	
Aceite Desechable	gl	0,050	0,400	0,020	
Clavos	m	0,050	1,250	0,063	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,14
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	A	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>0,88</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					0,13
OTROS INDIRECTOS 5%					0,04
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1,05</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1,05</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4005  
**DESCRIPCIÓN:** HORMIGÓN SIMPLE BORDILLO (f'c= 180 KG/CM2) **UNIDAD:** M

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,50	0,50	0,067	0,034
Concretera	1,00	1,50	1,50	0,067	0,101
Vibrador de HS	1,00	1,00	1,00	0,007	0,007
<b>SUBTOTAL M</b>					0,03
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,100	0,36
E. Ocupac. D2	2,00	3,66	7,32	0,100	0,73
<b>SUBTOTAL N</b>					1,09
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cemento portland	Kg	22,000	0,140	3,080	
Arena	m3	0,050	10,000	0,500	
Ripio	m3	0,080	10,000	0,800	
Agua	m3	0,010	0,500	0,005	
<b>SUBTOTAL O</b>					4,39
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	A	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>5,51</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>0,83</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,28</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>6,62</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>6,62</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4005.a

**DESCRIPCIÓN:** CORTE, ROTURA Y DESALOJO DE PAVIMENTO  
RÍGIDO

**UNIDAD:** M2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor					0,35
Volqueta 8m3	1,00	25,00	25,00	0,330	8,25
Retroexcavadora gallineta con martillo	1,00	26,40	26,40	0,330	8,71
Cortadora de hormigón	1,00	4,13	4,13	0,330	1,36
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>18,67</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,330	2,39
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,330	1,21
E. Ocupac. C1	0,10	4,05	0,41	0,330	0,14
E. Ocupac. C2	1,00	4,06	4,06	0,330	1,34
Chofer de volqueta	1,00	5,29	5,29	0,330	1,75
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>6,83</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Pintura	Lt.	0,10	4,50	0,45	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,45</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>25,95</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>3,89</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>1,30</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>31,14</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>31,14</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4006

**DESCRIPCIÓN:** EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA

**UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,31	0,31	1,000	0,31
<b>SUBTOTAL M</b>					0,31
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. D2	0,08	3,66	0,29	0,830	0,24
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,830	6,01
<b>SUBTOTAL N</b>					6,25
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS <math>X = (M+N+O+P)</math></b>					<b>6,56</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>0,98</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,33</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>7,87</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>7,87</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4007

**DESCRIPCIÓN:** RELLENO CAMA DE ARENA E=0.10M

**UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor					0,14
<b>SUBTOTAL M</b>					0,14
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. C1	0,50	4,06	2,03	0,050	0,10
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,200	1,45
<b>SUBTOTAL N</b>					1,55
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Arena	m <sup>3</sup>	1,03	13,50	13,91	
<b>SUBTOTAL O</b>					13,91
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>15,60</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					2,34
OTROS INDIRECTOS 5%					0,78
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>18,72</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>18,72</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4008  
**DESCRIPCIÓN:** SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 25MM (AGUA POTABLE) **UNIDAD:** M

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,08	0,08	1,000	0,08
SUBTOTAL M					0,08
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,140	0,51
E. Ocupac. D2	2,00	3,66	7,32	0,140	1,02
SUBTOTAL N					1,53
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Tubería termofusión Ø25mm	ML	1,03	2,5000	2,58	
tee de termofusión Ø25mm	U	0,10	2,0000	0,20	
Codo de termofusión Ø25mm x 90	U	0,25	1,5000	0,38	
unión de termofusión Ø25 mm	U	0,10	1,5000	0,15	
reductor PP termofusión Ø25x20	U	0,10	1,5000	0,15	
adaptador hembra 25mm x 3/4".	U		5,0000	5,00	
SUBTOTAL O					8,46
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$					10,07
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					1,51
OTROS INDIRECTOS 5%					0,50
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12,08
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>12,08</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4009  
**DESCRIPCIÓN:** TEE 25MM DE POLIETILENO **UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	2,00	0,05	0,10	1,000	0,05
<b>SUBTOTAL M</b>					0,05
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,123	0,45
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,123	0,45
<b>SUBTOTAL N</b>					0,90
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
tee de termofusión Ø25mm	U	1,00	7,8300	7,83	
<b>SUBTOTAL O</b>					7,83
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>8,78</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>1,32</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,44</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>10,54</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>10,54</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL

RUBRO: 4010  
 DESCRIPCIÓN: VÁLVULA DE COMPUERTA DE 25MM UNIDAD: U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	2,00	0,09	0,18	1,000	0,09
SUBTOTAL M					0,09
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,123	0,89
E. Ocupac. D2	2,00	3,66	7,32	0,123	0,90
SUBTOTAL N					1,79
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
VÁLVULA DE COMPUERTA DE 25MM	U	1,00	35,5800	35,58	
SUBTOTAL O					35,58
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			B	$C=A*B$	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$					37,46
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					5,62
OTROS INDIRECTOS 5%					1,87
COSTO TOTAL DEL RUBRO					44,95
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>44,95</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4010.a

**DESCRIPCIÓN:** SUMINISTRO E INSTALACION DE SIST. REDUCTOR, **UNIDAD:** U  
315MM A 25

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	2,00	0,05	0,10	1,000	0,05
<b>SUBTOTAL M</b>					0,05
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,123	0,45
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,123	0,45
<b>SUBTOTAL N</b>					0,90
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
REDUCTOR DE POLIETILENO 315MM A 250	U	1	342,00	342,000	
REDUCTOR DE POLIETILENO 250MM A 160MM	U	1	235,00	235,000	
REDUCTOR DE POLIETILENO 90MM A 50MM	U	1	24,00	24,000	
REDUCTOR DE POLIETILENO 50MM A 25MM	U	1	10,01	10,010	
REDUCTOR DE POLIETILENO 160MM A 90MM	U	1	64,23	64,230	
<b>SUBTOTAL O</b>					675,24
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>676,19</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>101,43</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>33,81</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>811,43</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>811,43</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4011

**DESCRIPCIÓN:** SUMINISTRO E INSTALACION DE SIST. REDUCTOR,  
400MM A 25MM

**UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	2,00	0,05	0,10	1,000	0,05
<b>SUBTOTAL M</b>					0,05
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,123	0,45
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,123	0,45
<b>SUBTOTAL N</b>					0,90
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
REDUCTOR DE POLIETILENO 400MM A 315	U	1	405,24	405,240	
REDUCTOR DE POLIETILENO 315MM A 250	U	1	342,00	342,000	
REDUCTOR DE POLIETILENO 250MM A 160MM	U	1	235,00	235,000	
REDUCTOR DE POLIETILENO 90MM A 50MM	U	1	24,00	24,000	
REDUCTOR DE POLIETILENO 50MM A 25MM	U	1	10,01	10,010	
REDUCTOR DE POLIETILENO 160MM A 90MM	U		64,23	0,000	
<b>SUBTOTAL O</b>					1.016,25
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>1.017,20</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>152,58</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>50,86</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.220,64</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1.220,64</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4012

**DESCRIPCIÓN:** SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 50 MM (AGUA POTABLE) **UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,22	0,22	1,000	0,22
<b>SUBTOTAL M</b>					0,22
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,300	2,17
E. Ocupac. D2	2,00	3,66	7,32	0,300	2,20
<b>SUBTOTAL N</b>					4,37
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tubería termofusión Ø50mm	ML	1,03	5,0000	5,15	
tee de termofusión Ø50mm	U	0,10	4,0000	0,40	
Codo de termofusión Ø50mm x 90	U	0,25	3,0000	0,75	
unión de termofusión Ø50 mm	U	0,10	3,0000	0,30	
reductor PP termofusión Ø20x20	U	0,10	3,0000	0,30	
adaptador hembra 50mm x 2".	U		10,0000	10,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					16,90
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>21,49</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>3,22</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>1,07</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>25,78</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>25,78</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4013  
**DESCRIPCIÓN:** TEE 50MM DE POLIETILENO **UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,05	0,05	1,000	0,05
<b>SUBTOTAL M</b>					0,05
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,123	0,45
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,123	0,45
<b>SUBTOTAL N</b>					0,90
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
tee de termofusión Ø50mm	U	1,00	15,3500	15,35	
<b>SUBTOTAL O</b>					15,35
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>16,30</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>2,45</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,82</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>19,57</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>19,57</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4014

**DESCRIPCIÓN:** VÁLVULA DE COMPUERTA DE 50MM

**UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,05	0,05	1,000	0,05
<b>SUBTOTAL M</b>					0,05
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,123	0,45
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,123	0,45
<b>SUBTOTAL N</b>					0,90
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
VALVULA DE CIERRE Ø50mm	U	1,00	57,5800	57,58	
<b>SUBTOTAL O</b>					57,58
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>58,53</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>8,78</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>2,93</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>70,24</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>70,24</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4014.a

**DESCRIPCIÓN:** SUMINISTRO E INSTALACION DE SIST. REDUCTOR,  
355MM A 50

**UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	2,00	0,05	0,10	1,000	0,05
<b>SUBTOTAL M</b>					0,05
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,123	0,45
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,123	0,45
<b>SUBTOTAL N</b>					0,90
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
REDUCTOR DE POLIETILENO 355MM A 250	U	1	398,60	398,600	
REDUCTOR DE POLIETILENO 250MM A 160MM	U	1	235,00	235,000	
REDUCTOR DE POLIETILENO 90MM A 50MM	U	1	24,00	24,000	
REDUCTOR DE POLIETILENO 160MM A 90MM	U	1	64,23	64,230	
<b>SUBTOTAL O</b>					721,83
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>722,78</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					108,42
OTROS INDIRECTOS 5%					36,14
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>867,34</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>867,34</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4015

**DESCRIPCIÓN:** SUMINISTRO E INSTALACION DE SIST. REDUCTOR,  
200MM A 50MM

**UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	2,00	0,05	0,10	1,000	0,05
<b>SUBTOTAL M</b>					0,05
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,123	0,45
E. Ocupac. D2	1,00	3,66	3,66	0,123	0,45
<b>SUBTOTAL N</b>					0,90
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
REDUCTOR DE POLIETILENO 200MM A 160MM	U	1	107,33	107,330	
REDUCTOR DE POLIETILENO 90MM A 50MM	U	1	24,00	24,000	
REDUCTOR DE POLIETILENO 160MM A 90MM	U	1	64,23	64,230	
<b>SUBTOTAL O</b>					195,56
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS <math>X = (M+N+O+P)</math></b>					<b>196,51</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					29,48
OTROS INDIRECTOS 5%					9,83
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>235,82</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>235,82</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4016

**DESCRIPCIÓN:** RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO

**UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor					0,04
Retroexcavadora	1,00	35,00	35,00	0,093	3,26
Volqueta m3	1,00	30,00	30,00	0,093	2,79
Rodillo vibratorio doble tambor	1,00	30,00	30,00	0,093	2,79
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>8,88</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. C1	1,00	4,06	4,06	0,093	0,38
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,093	0,67
E. Ocupac. C2	1,00	3,86	3,86	0,093	0,36
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,41</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Combustible	galón	0,49	3,11	1,52	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1,52</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>11,81</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>1,77</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,59</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>14,17</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>14,17</b>



**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4017

**DESCRIPCIÓN:** DESALOJO DE MATERIALES CON VOLQUETA

**UNIDAD:** M3

<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A * B	Rendimiento R	COSTO D = C * R	
Herramienta menor Retroexcavadora	1,00	35,00	35,00	0,050	0,22	1,750
<b>SUBTOTAL M</b>						1,970
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION (CATEG)	Cantidad A	JOR./HR. B	Costo Hora C = A * B	Rendimiento R	COSTO D = C * R	
E. Ocupac. B1	1,00	4,06	4,06	0,050	0,20	
E. Ocupac. E2	3,00	3,62	10,86	0,050	0,54	
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>0,740</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
				0,00	0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>						0,00
<b>TRANSPORTE</b>						
Descripcion	UNIDAD	A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Volqueta 8m3	U	0,2	30	6,00		
<b>SUBTOTAL P</b>						6,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>						<b>8,71</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>						1,31
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>						0,44
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						<b>10,46</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>						<b>10,46</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 4016.a

**DESCRIPCIÓN:** REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO

**UNIDAD:** M2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta menor Vibrador	1,00	25,00	25,00	0,330	0,35 8,25
<b>SUBTOTAL M</b>					8,60
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
E. Ocupac. E2	2,00	3,62	7,24	0,330	2,39
E. Ocupac. D2	2,00	3,66	7,32	0,330	2,42
E. Ocupac. C1	2,00	4,05	8,10	0,330	2,67
<b>SUBTOTAL N</b>					7,48
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Hormigón 240	m3	0,10	4,50	0,45	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,45
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>16,53</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>2,48</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>0,83</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>19,84</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>19,84</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 1301

**DESCRIPCIÓN:** PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS. **UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,00	-	1,000	0,00
<b>SUBTOTAL M</b>					0,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. E2		3,62	0,00		0,00
E. Ocupac. D2		3,66	0,00		0,00
<b>SUBTOTAL N</b>					0,00
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Plan de prevención y mitigación de impactos	U	1,00	2.338,76	2.338,76	
<b>SUBTOTAL O</b>					2.338,76
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)</b>					<b>2.338,76</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%</b>					<b>233,88</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 5%</b>					<b>116,94</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.751,48</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>2.751,48</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 1302

**DESCRIPCIÓN:** PLAN DE MANEJO DE DESECHOS **UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
SUBTOTAL M					0,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
SUBTOTAL N					
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Plan de manejo de desechos	u	1,00	3.147,63	3.147,63	$C=A*B$
SUBTOTAL O					3.147,63
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS $X= (M+N+O+P)$					3.147,63
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					314,76
OTROS INDIRECTOS 5%					157,38
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.585,45
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>3.585,45</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA  
ESPOL**

**RUBRO:** 1303  
**DESCRIPCIÓN:** PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS **UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,00	-	1,000	0,00
SUBTOTAL M					0,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
SUBTOTAL N					
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
	U	A	B	$C=A*B$	
Plan de relaciones comunitarias	U	1,00	624,11	624,11	
SUBTOTAL O					624,11
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$					624,11
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					62,41
OTROS INDIRECTOS 5%					31,21
COSTO TOTAL DEL RUBRO					734,25
VALOR OFERTADO					734,25

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 1304

**DESCRIPCIÓN:** PLAN DE CONTINGENCIA

**UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
SUBTOTAL M					0,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
SUBTOTAL N					0,00
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Plan contingencia	u	1,00	B	$C=A*B$	
SUBTOTAL O					1.056,76
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	A	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
SUBTOTAL P					0,00
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%					
TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$					1.056,76
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					105,68
OTROS INDIRECTOS 5%					52,84
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.243,25
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1.243,25</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 1305  
**DESCRIPCIÓN:** PLAN DE COMUNICACIÓN Y CAPACITACIÓN **UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
SUBTOTAL M					0,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
SUBTOTAL N					0,00
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Plan de comunicación y capacitacion	u	1,00	832,93	$C=A*B$	832,93
					0,00
SUBTOTAL O					832,93
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%		A	B	$C=A*B$	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					832,93
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					83,29
OTROS INDIRECTOS 5%					41,65
COSTO TOTAL DEL RUBRO					980,50
VALOR OFERTADO					980,50

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 1306  
**DESCRIPCIÓN:** PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL **UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,00	-	1,000	0,00
SUBTOTAL M					0,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
SUBTOTAL N					0,00
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Plan de seguridad y salud ocupacional	u	1,00	2.507,50	2.507,50	
SUBTOTAL O					2.507,50
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$					2.507,50
INDIRECTOS Y UTILIDADES 150%					250,75
OTROS INDIRECTOS 5%					125,38
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.950,00
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2.950,00</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%					

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 1307  
**DESCRIPCIÓN:** PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO **UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
Herramienta menor	1,00	0,08	0,08	1,000	0,08
SUBTOTAL M					0,08
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	Cantidad	JOR./HR.	Costo Hora	Rendimiento	COSTO
	A	B	$C = A * B$	R	$D = C * R$
E. Ocupac. E2	1,00	3,62	3,62	0,427	1,55
SUBTOTAL N					1,55
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Plan de monitoreo y seguimiento	u	1,00	2.635,00	2.635,00	
SUBTOTAL O					2.635,00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	A	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%			0,00
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$					2.636,63
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					263,66
OTROS INDIRECTOS 5%					131,83
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.100,00
VALOR OFERTADO					3.100,00

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL

**RUBRO:** 1308

**DESCRIPCIÓN:** PLAN DE REHABILITACIÓN

**UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A * B	Rendimiento R	COSTO D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,00	-	1,000	0,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,000</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG)	Cantidad A	JOR./HR. B	Costo Hora C = A * B	Rendimiento R	COSTO D = C * R
Chofer			<b>0</b>	<b>0,058</b>	0,00
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,000</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Plan de rehabilitación	u	1,00	1.488,18	1.488,18	
					0,00
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1.488,18</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripcion	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					1.488,18
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%					148,82
OTROS INDIRECTOS 5%					74,41
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.750,80</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					<b>1750,8</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA ESPOL**

**RUBRO:** 1309

**DESCRIPCIÓN:** PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DE ÁREA **UNIDAD:** U

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A * B	Rendimiento R	COSTO D = C * R
Herramienta menor	1,00	0,00	-	1,000	0,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,000</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG)	Cantidad A	JOR./HR. B	Costo Hora C = A * B	Rendimiento R	COSTO D = C * R
Chofer			<b>0</b>	<b>0,058</b>	0,00
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,000</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Plan de rehabilitación	u	1,00	3.238,50	3.238,50	
					0,00
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>3.238,50</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripcion	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					3.238,50
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15,00%					323,85
OTROS INDIRECTOS 5%					161,93
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>3.810,00</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%</b>					<b>3810</b>

PROPUESTA 1 - AAPP							PLAZO DE LA OBRA CIVIL			
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	
1000	OBRA PRELIMINAR									
10001	DESBRUCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	1218,73	\$ 2,62	\$ 3.193,07	\$ 3.193,07				
4000	REDES DE AGUA POTABLE									
4001	TRAZADO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS	ML	1352,730	\$ 1,24	\$ 1.677,39	\$ 1.677,39				
4002	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS. F C=210KG/CM2	M3	4,800	\$ 10,53	\$ 50,54	\$ 50,54				
4003	ROTURA DE BORDILLOS	M2	1,152	\$ 0,94	\$ 1,08	\$ 1,08				
4004	ENCOFRADO/DESENCOFRADO DE BORDILLOS 2 LADOS	M	1,152	\$ 1,05	\$ 1,21	\$ 1,21				
4005	HORMIGÓN SIMPLE BORDILLO (f=180 KG/CM2)	M	1,152	\$ 6,62	\$ 7,63	\$ 7,63				
4006	EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA	M3	1140,000	\$ 7,87	\$ 8.971,80	\$ 4.485,90	\$ 3.588,72	\$ 897,18		
4007	RELLENO CAMA DE ARENA E=0,10M	M3	518,098	\$ 18,72	\$ 9.698,79		\$ 4.849,40	\$ 4.849,40		
4008	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 25MM (AGUA POTABLE)	M	707,700	\$ 12,08	\$ 8.549,02		\$ 4.274,51	\$ 4.274,51		
4009	TEE 25MM DE POLIETILENO	U	2,000	\$ 10,54	\$ 21,08		\$ 10,54	\$ 10,54		
4010	VALVULA DE COMPUERTA DE 25MM	U	5,000	\$ 44,95	\$ 224,75		\$ 112,38	\$ 112,38		
4011	SUMINISTRO E INSTALACION DE SIST. REDUCTOR. 400MM A 25MM	U	1,000	\$ 1.220,64	\$ 1.220,64		\$ 610,32	\$ 610,32		
4012	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 50 MM (AGUA POTABLE)	M	711,900	\$ 26,78	\$ 18.352,78		\$ 9.176,39	\$ 9.176,39		
4013	TEE 50MM DE POLIETILENO	U	2,000	\$ 19,57	\$ 39,14		\$ 19,57	\$ 19,57		
4014	VALVULA DE COMPUERTA DE 50MM	U	5,000	\$ 70,24	\$ 351,20		\$ 175,60	\$ 175,60		
4015	SUMINISTRO E INSTALACION DE SIST. REDUCTOR. 200MM A 50MM	U	1,000	\$ 236,82	\$ 236,82		\$ 117,91	\$ 117,91		
4016	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	452,930	\$ 14,17	\$ 6.418,02			\$ 1.283,60	\$ 5.134,41	
4017	DESALOJO DE MATALES CON VOLQUETA	M3	1045,440	\$ 10,46	\$ 10.935,30			\$ 5.467,65	\$ 5.467,65	
5000	PRUEBA DE FUNCIONALIDAD									
5001	PRUEBA HIDRAULICA DEL SISTEMA	M	1352,730	1,88	2543,1324		\$ 1.271,57	\$ 1.271,57		

PROPUESTA 2 - AAPP							PLAZO DE LA OBRA CIVIL			
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	
1000	OBRA PRELIMINAR									
10001	DESBRUCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	1218,73	\$ 2,62	\$ 3.193,07	\$ 3.193,07				
4000	REDES DE AGUA POTABLE									
4001	TRAZADO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS	ML	1219,000	\$ 1,24	\$ 1.511,56	\$ 1.511,56				
4002	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS. F C=210KG/CM2	M3	4,800	\$ 10,53	\$ 50,54	\$ 50,54				
4003	ROTURA DE BORDILLOS	M2	1,152	\$ 0,94	\$ 1,08	\$ 1,08				
4004	ENCOFRADO/DESENCOFRADO DE BORDILLOS 2 LADOS	M	1,152	\$ 1,05	\$ 1,21	\$ 1,21				
4005	HORMIGÓN SIMPLE BORDILLO (f=180 KG/CM2)	M	1,152	\$ 6,62	\$ 7,63	\$ 7,63				
4006	CORTE, ROTURA Y DESALOJO DE PAVIMENTO RIGIDO	M2	5,950	\$ 31,14	\$ 185,28	\$ 92,64	\$ 74,11	\$ 18,53		
4007	EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA	M3	823,220	\$ 7,87	\$ 6.478,74		\$ 3.239,37	\$ 3.239,37		
4008	RELLENO CAMA DE ARENA E=0,10M	M3	780,406	\$ 18,72	\$ 14.609,20		\$ 7.304,60	\$ 7.304,60		
4009	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 25MM (AGUA POTABLE)	M	567,450	\$ 12,08	\$ 6.854,80		\$ 3.427,40	\$ 3.427,40		
4010	TEE 25MM DE POLIETILENO	U	2,000	\$ 10,54	\$ 21,08		\$ 10,54	\$ 10,54		
4011	VALVULA DE COMPUERTA DE 25MM	U	5,000	\$ 44,95	\$ 224,75		\$ 112,38	\$ 112,38		
4012	SUMINISTRO E INSTALACION DE SIST. REDUCTOR. 315MM A 25	U	1,000	\$ 811,63	\$ 811,43		\$ 405,72	\$ 405,72		
4013	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 50 MM (AGUA POTABLE)	M	711,900	\$ 26,78	\$ 18.352,78		\$ 9.176,39	\$ 9.176,39		
4014	TEE 50MM DE POLIETILENO	U	2,000	\$ 19,57	\$ 39,14		\$ 19,57	\$ 19,57		
4015	VALVULA DE COMPUERTA DE 50MM	U	5,000	\$ 70,24	\$ 351,20		\$ 175,60	\$ 175,60		
4016	SUMINISTRO E INSTALACION DE SIST. REDUCTOR. 355MM A 50	U	1,000	\$ 867,34	\$ 867,34		\$ 173,47	\$ 173,47		
4017	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	427,740	\$ 14,17	\$ 6.061,08			\$ 4.242,75	\$ 1.818,32	
4018	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO	M2	5,020	\$ 19,84	\$ 119,44				\$ 119,44	
4019	DESALOJO DE MATERIALES CON VOLQUETA	M3	1045,440	\$ 10,46	\$ 10.935,30				\$ 10.935,30	
5000	PRUEBA DE FUNCIONALIDAD									
5001	PRUEBA HIDRAULICA DEL SISTEMA	M	1218,73	1,88	2291,2124		\$ 1.145,61	\$ 1.145,61		

ZONA 1 - DISEÑO ÚNICO - AA.SS							PLAZO DE LA OBRA CIVIL			
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	
1000	OBRA PRELIMINAR									
1001	DESBRUCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	342,600	\$ 2,62	\$ 897,61	\$ 538,57	\$ 359,04			
2000	REDES DE ALCANTARILLADO									
2001	TRAZADO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS	ML	571,800	\$ 1,24	\$ 708,04	\$ 708,04				
2002	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS. F C=210KG/CM2	M3	1,207	\$ 10,53	\$ 12,71	\$ 12,71				
2003	ROTURA DE BORDILLOS	M2	0,150	\$ 0,94	\$ 0,14	\$ 0,14				
2005.a	CORTE, ROTURA Y DESALOJO DE PAVIMENTO RIGIDO	M2	27,910	\$ 31,14	\$ 869,12	\$ 347,65	\$ 521,47			
2006	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA EN TIERRA	M3	191,856	\$ 2,35	\$ 450,86	\$ 90,17	\$ 360,69			
2007	ENTRABADO(INCLUIDO APUNTALAMIENTO)	M2	122,000	\$ 31,73	\$ 3.871,06	\$ 774,21	\$ 3.096,85			
2008	RELLENO CAMA DE ARENA E=0,10M	M3	22,696	\$ 18,72	\$ 424,87		\$ 424,87			
2009	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 220 MM (DESAGUE)	M	599,550	\$ 44,81	\$ 26.865,84		\$ 5.373,17	\$ 10.746,33		
2010	CAMARA DE REVISION DE HORMIGON H=2m.-D=1.2m(INCLUYE TAPA)	U	6,000	\$ 940,02	\$ 5.640,12		\$ 584,01	\$ 2.538,05		
2011	EMPATE A COLECTOR	U	2,000	\$ 10,46	\$ 20,92		\$ 10,46	\$ 10,46		
2012	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	109,368	\$ 14,17	\$ 1.549,60			\$ 154,96		
2013	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO	M2	1,207	\$ 19,84	\$ 23,95			\$ 23,95		
2004	ENCOFRADO/DESENCOFRADO DE BORDILLOS 2 LADOS	M	1,500	\$ 1,05	\$ 1,58			\$ 1,58		
2005	HORMIGÓN SIMPLE BORDILLO (f=180 KG/CM2)	M	1,500	\$ 6,62	\$ 9,93			\$ 9,93		
2014	DESALOJO DE MATERIALES CON VOLQUETA	M3	230,227	\$ 10,46	\$ 2.408,17				\$ 2.408,17	
5000	PRUEBA DE FUNCIONALIDAD									
5001	PRUEBAS DE CONTINUIDAD DE FLUJO EN TUBERÍAS DE AASS.	M	571,000	\$ 2,42	\$ 1.381,82			\$ 138,18	\$ 414,55	

ZONA 2 Y 3 - DISEÑO ÚNICO - AA.SS							PLAZO DE LA OBRA CIVIL			
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 5	
1000	OBRA PRELIMINAR									
1001	DESBRUCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	230,080	\$ 2,62	\$ 602,81	\$ 361,69	\$ 241,12			
2000	REDES DE ALCANTARILLADO									
2001	TRAZADO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS	ML	397,000	\$ 1,24	\$ 492,28	\$ 492,28				
2002	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA HS. F C=210KG/CM2	M3	1,000	\$ 10,53	\$ 10,53	\$ 10,53				
2003	ROTURA DE BORDILLOS	M2	0,080	\$ 0,94	\$ 0,08	\$ 0,08				
2005.a	CORTE, ROTURA Y DESALOJO DE PAVIMENTO RIGIDO	M2	0,800	\$ 31,14	\$ 24,91	\$ 9,96	\$ 14,95			
2006	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA EN TIERRA	M3	0,800	\$ 2,35	\$ 1,88	\$ 0,38	\$ 1,50			
2007	ENTRABADO(INCLUIDO APUNTALAMIENTO)	M2	3,490	\$ 31,73	\$ 110,74	\$ 22,15	\$ 88,59			
2008	RELLENO CAMA DE ARENA E=0,10M	M3	126,975	\$ 18,72	\$ 2.376,97		\$ 2.376,97			
2009	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 200 MM (DESAGUE)	M	98,000	\$ 44,81	\$ 4.391,38		\$ 878,28	\$ 1.756,55		
2010	CAMARA DE REVISION DE HORMIGON H=2m.-D=1.2m(INCLUYE TAPA)	U	14,306	\$ 940,02	\$ 13.447,93		\$ 4.034,38	\$ 9.413,55		
2011	EMPATE A COLECTOR	U	599,550	\$ 10,46	\$ 6.271,29		\$ 3.135,65	\$ 3.135,65		
2012	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	4,000	\$ 14,17	\$ 56,68			\$ 5,67	\$ 51,01	
2013	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO	M2	1,200	\$ 19,84	\$ 23,81			\$ 23,81	\$ 39,88	
2004	ENCOFRADO/DESENCOFRADO DE BORDILLOS 2 LADOS	M	76,185	\$ 1,05	\$ 79,99			\$ 79,99		
2005	HORMIGÓN SIMPLE BORDILLO (f=180 KG/CM2)	M	12,070	\$ 6,62	\$ 79,99			\$ 79,99		
2014	DESALOJO DE MATERIALES CON VOLQUETA	M3	152,370	\$ 10,46	\$ 1.593,79				\$ 1.593,79	
5000	PRUEBA DE FUNCIONALIDAD									
5001	PRUEBAS DE CONTINUIDAD DE FLUJO EN TUBERÍAS DE AASS.	M	396,800	\$ 2,42	\$ 960,26			\$ 96,03	\$ 288,08	

CANAL TRAPEZOIDAL - PROPUESTA 1 - AALL							PLAZO DE LA OBRA CIVIL			
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 5	
1000	OBRA PRELIMINAR									
10001	DESBRUCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	160,40	\$ 2,62	\$ 420,25	\$ 420,25	\$ 168,10			
1002	LIMPIEZA DE CANALES DE AGUA LLUVIA	M	418,00	\$ 2,19	\$ 915,42	\$ 320,40	\$ 320,40	\$ 274,63		
3000	DISEÑO PLUVIAL(CANAL TRAPEZOIDAL)									
3001	REPLANTEO Y NIVELACION PARA CANAL	M2	160,4	\$ 2,07	\$ 332,03	\$ 332,03				
3003	EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MANO EN TIERRA	M3	68,17	\$ 20,56	\$ 1.401,58		\$ 1.401,58			
3005	ENTRABADO(INCLUIDO APUNTALAMIENTO)	M2	183,578	\$ 31,73	\$ 5.824,93	\$ 3.494,96	\$ 2.329,97			
3007	RELLENO COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL IMPORTADO PARA CANAL	M3	4,09	\$ 13,85	\$ 56,65		\$ 56,65			
3009	ENCOFRADO METALICO (INCLUYE PUNTALES)	M2	183,578	\$ 14,77	\$ 2.711,45		\$ 1.355,72	\$ 1.355,72		
3010	DESENCOFRADO METALICO	M2	183,578	\$ 3,92	\$ 719,28			\$ 359,64	\$ 359,64	
3011	HORMIGÓN SIMPLE F.C.=280KG/CM2	M3	22,6129	\$ 148,42	\$ 3.356,21			\$ 2.349,34		
3012	MALLA ELECTRODOLADA (INCLUYE INSTALACION)	M2	225,683	\$ 9,36	\$ 2.112,39			\$ 1.373,06		
3013	BANDA PVC E=10CM (INCLUYE INSTALACION)	M	69,68	\$ 12,43	\$ 866,12			\$ 662,98		

COLECTOR DE H.S. - PROPUESTA 2 - AALL							PLAZO DE LA OBRA CIVIL			
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	PRECIO TOTAL	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 5	
1000	OBRA PRELIMINAR									
10001	DESBRUCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	160,40	\$ 2,62	\$ 420,25	\$ 420,25	\$ 168,10			
1002	LIMPIEZA DE CANALES DE AGUA LLUVIA	M	418,00	\$ 2,19	\$ 915,42	\$ 320,40	\$ 320,40	\$ 274,63		
3000	DISEÑO PLUVIAL									

# **ANEXO C**

Planos Plan Maestro

DATOS POBLACIONALES							
Año	Estudiantes de Grado	Trabajadores ESPOL	Estudiantes COPOL	Trabajadores COPOL	Estudiantes Admisiones	Estudiantes Posgrados	Población Total ESPOL
2014	9690	1244	1221	226	5448	708	18537
2015	11463	1345	1486	228	5869	1255	21646
2016	11039	1494	1471	219	6091	1465	21779
2017	10803	1366	1381	217	5589	1520	20876
2018	10260	1417	1191	188	5301	1662	20019
2019	10254	1408	1061	195	4769	1345	19032

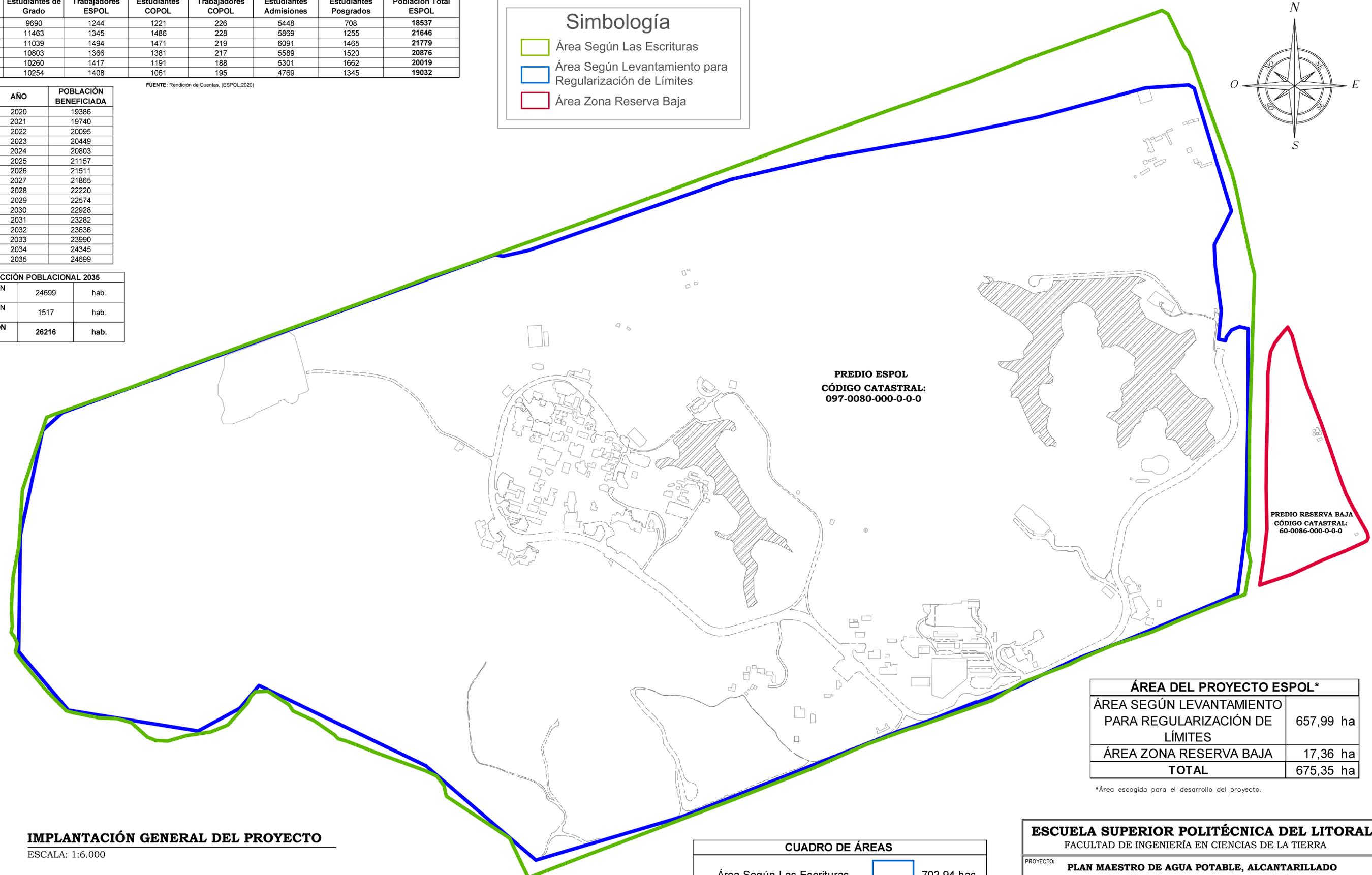
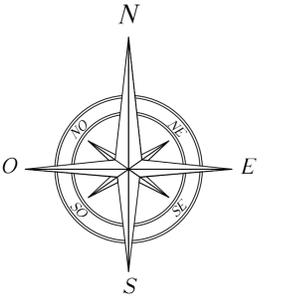
FUENTE: Rendición de Cuentas. (ESPOL,2020)

Población Proyectada	AÑO	POBLACIÓN BENEFICIADA
	2020	19386
	2021	19740
	2022	20095
	2023	20449
	2024	20803
	2025	21157
	2026	21511
	2027	21865
	2028	22220
	2029	22574
	2030	22928
	2031	23282
2032	23636	
2033	23990	
2034	24345	
2035	24699	

PROYECCIÓN POBLACIONAL 2035		
POBLACIÓN ESPOL	24699	hab.
POBLACIÓN ZEDE	1517	hab.
POBLACIÓN TOTAL	26216	hab.

### Simbología

- Área Según Las Escrituras
- Área Según Levantamiento para Regularización de Límites
- Área Zona Reserva Baja



ÁREA DEL PROYECTO ESPOL*	
ÁREA SEGÚN LEVANTAMIENTO PARA REGULARIZACIÓN DE LÍMITES	657,99 ha
ÁREA ZONA RESERVA BAJA	17,36 ha
<b>TOTAL</b>	<b>675,35 ha</b>

\*Área escogida para el desarrollo del proyecto.

### IMPLANTACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

ESCALA: 1:6.000

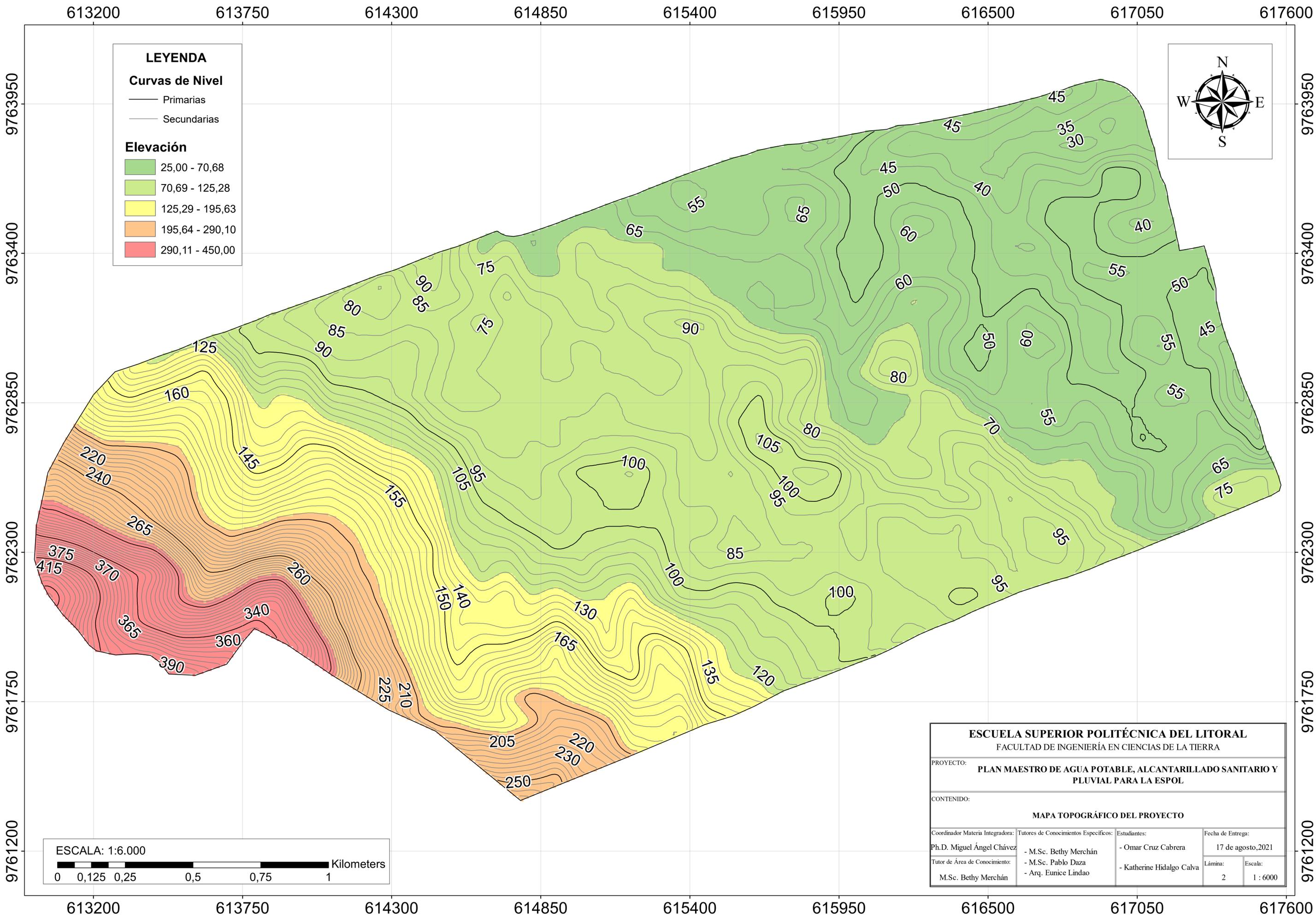
CUADRO DE ÁREAS		
Área Según Las Escrituras		702,94 has.
Área Según Levantamiento para Regularización de Límites		657,99 has.
Área Zona Reserva Baja		17,36 has.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL**

CONTENIDO: **IMPLANTACIÓN GENERAL DEL PROYECTO Y POBLACIÓN BENEFICIADA**

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - M.Sc. Bethy Merchán - M.Sc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Omar Cruz Cabrera - Katherine Hidalgo Calva	Fecha de emisión: 17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán			Lámina: 1
			Escala: 1:6.000



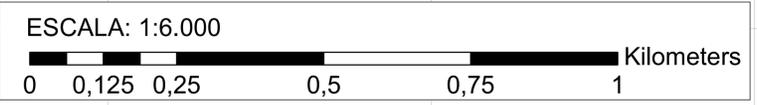
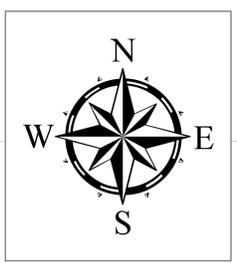
**LEYENDA**

**Curvas de Nivel**

- Primarias
- Secundarias

**Elevación**

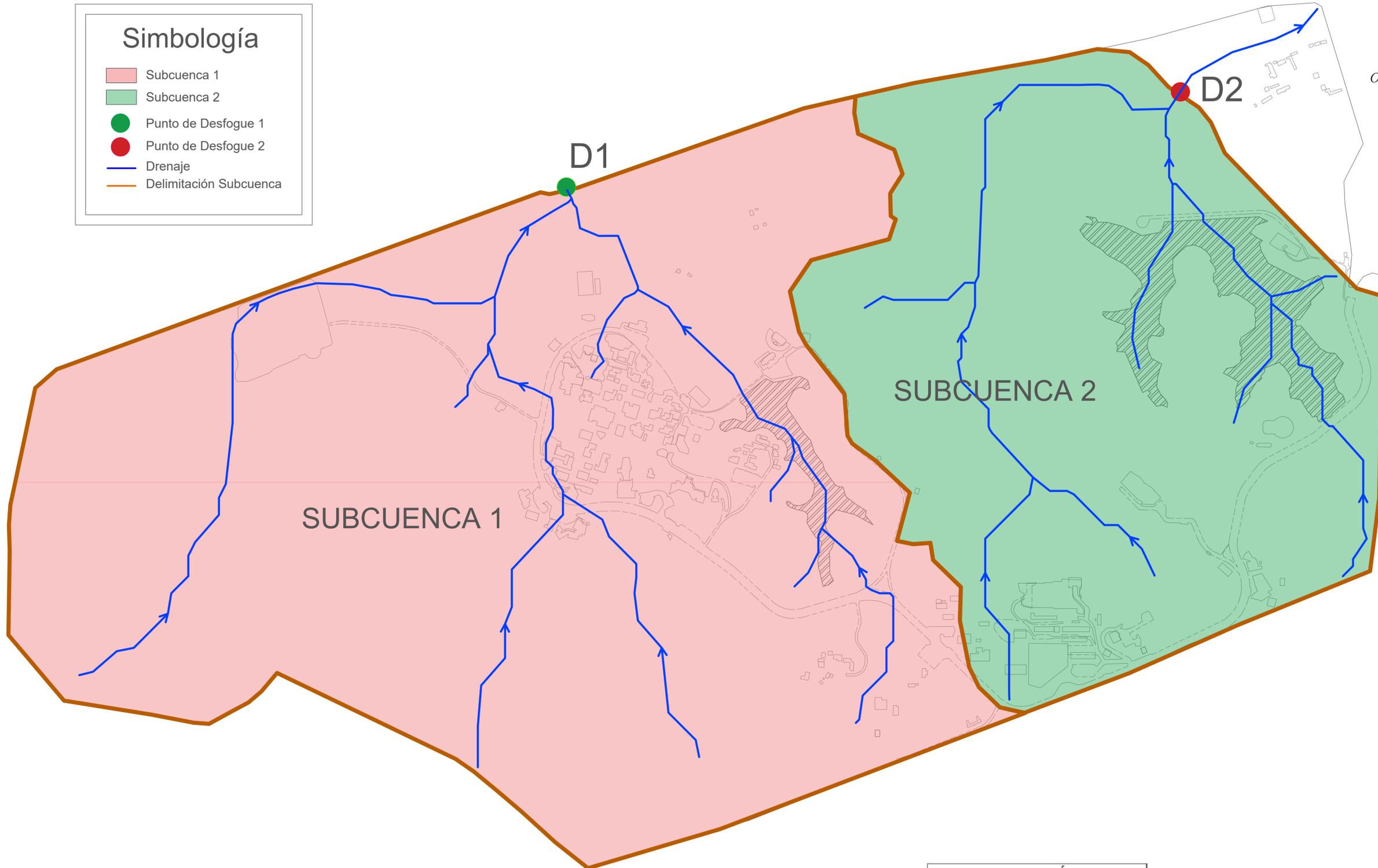
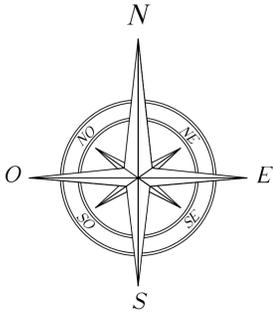
- 25,00 - 70,68
- 70,69 - 125,28
- 125,29 - 195,63
- 195,64 - 290,10
- 290,11 - 450,00



<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL</b>			
CONTENIDO: <b>MAPA TOPOGRÁFICO DEL PROYECTO</b>			
Coordinador Materia Integradora:	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
Ph.D. Miguel Ángel Chávez	- M.Sc. Bethy Merchán	- Omar Cruz Cabrera	17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento:	- M.Sc. Pablo Daza	- Katherine Hidalgo Calva	Lámina:
M.Sc. Bethy Merchán	- Arq. Eunice Lindao		Escala:
			2
			1 : 6000

### Simbología

- Subcuenca 1
- Subcuenca 2
- Punto de Desfogue 1
- Punto de Desfogue 2
- Drenaje
- Delimitación Subcuenca



SUBCUENCA 1

SUBCUENCA 2

D1

D2

**IMPLANTACIÓN GENERAL DE SUBCUENCAS DE DRENAJE**  
 ESCALA: 1:6000

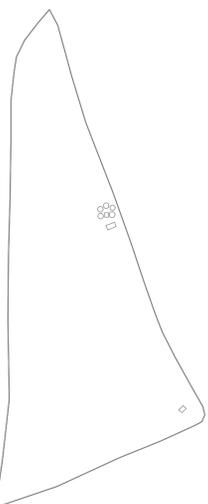
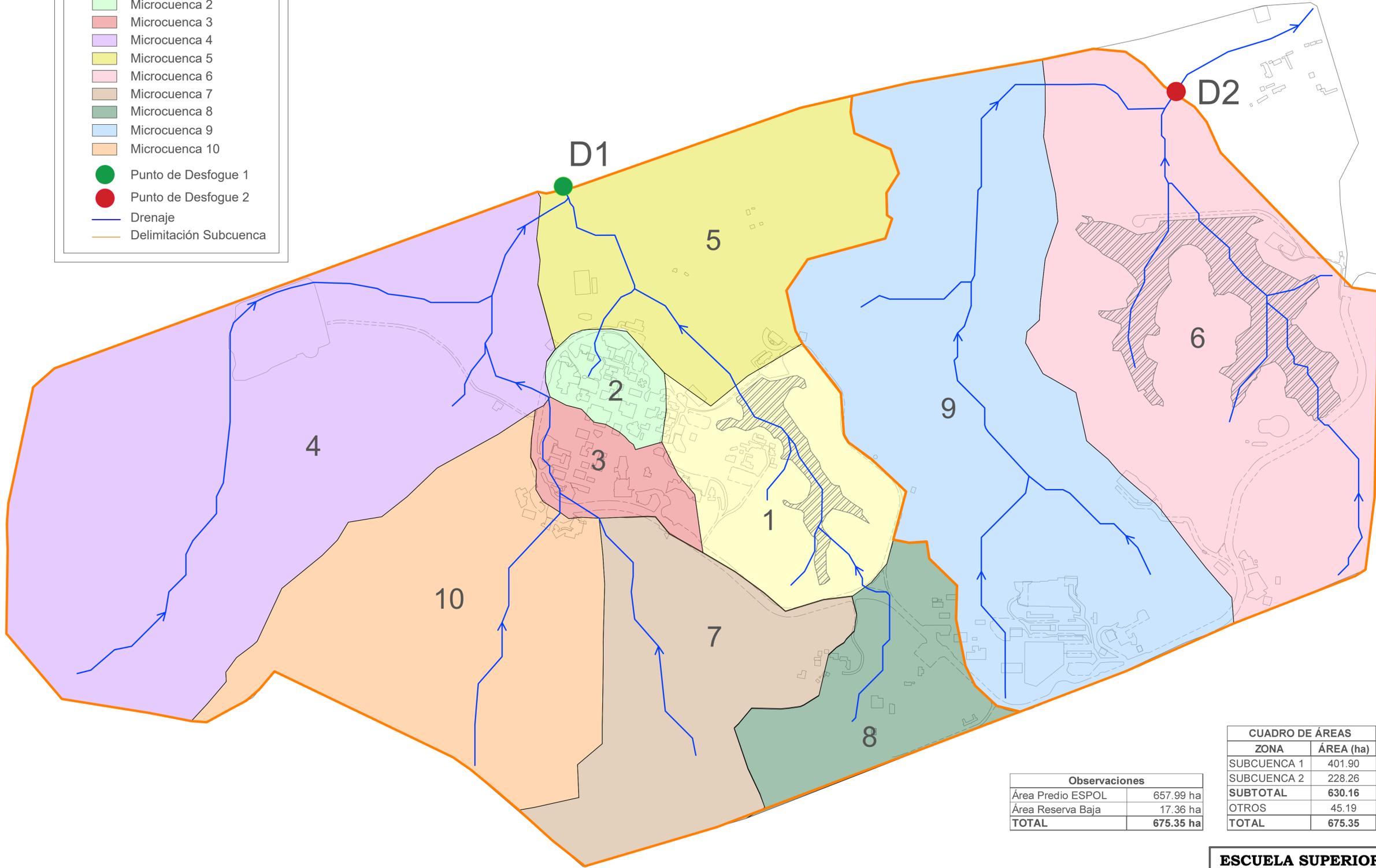
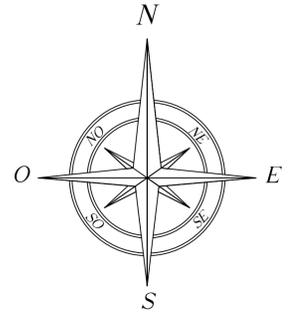
Observaciones	
Área Predio ESPOL	657.99 ha
Área Reserva Baja	17.36 ha
<b>TOTAL</b>	<b>675.35 ha</b>

CUADRO DE ÁREAS	
ZONA	ÁREA (ha)
SUBCUENCA 1	401.90
SUBCUENCA 2	228.26
<b>SUBTOTAL</b>	<b>630.16</b>
OTROS	45.19
<b>TOTAL</b>	<b>675.35</b>

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL</b>			
CONTENIDO: <b>IMPLANTACIÓN GENERAL DE SUBCUENCAS DE DRENAJE</b>			
Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - M.Sc. Bethy Merchán - M.Sc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Omar Cruz Cabrera - Katherine Hidalgo Calva	Fecha de emisión: 17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán		Lámina: 3	Escala: 1:6000

# SIMBOLOGÍA

- Microcuenca 1
- Microcuenca 2
- Microcuenca 3
- Microcuenca 4
- Microcuenca 5
- Microcuenca 6
- Microcuenca 7
- Microcuenca 8
- Microcuenca 9
- Microcuenca 10
- Punto de Desfogue 1
- Punto de Desfogue 2
- Drenaje
- Delimitación Subcuenca



Observaciones	
Área Predio ESPOL	657.99 ha
Área Reserva Baja	17.36 ha
<b>TOTAL</b>	<b>675.35 ha</b>

CUADRO DE ÁREAS	
ZONA	ÁREA (ha)
SUBCUENCA 1	401.90
SUBCUENCA 2	228.26
<b>SUBTOTAL</b>	<b>630.16</b>
OTROS	45.19
<b>TOTAL</b>	<b>675.35</b>

CUADRO DE ÁREAS	
Microcuenca	Área (Ha)
1	35.13
2	8.60
3	12.26
4	138.81
5	56.13
6	110.29
7	49.87
8	27.94
9	118.35
10	72.79
<b>SUBTOTAL</b>	<b>630.16</b>
Otros	45.19
<b>TOTAL</b>	<b>675.35</b>

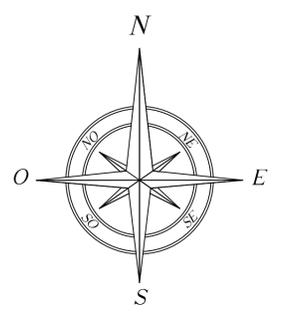
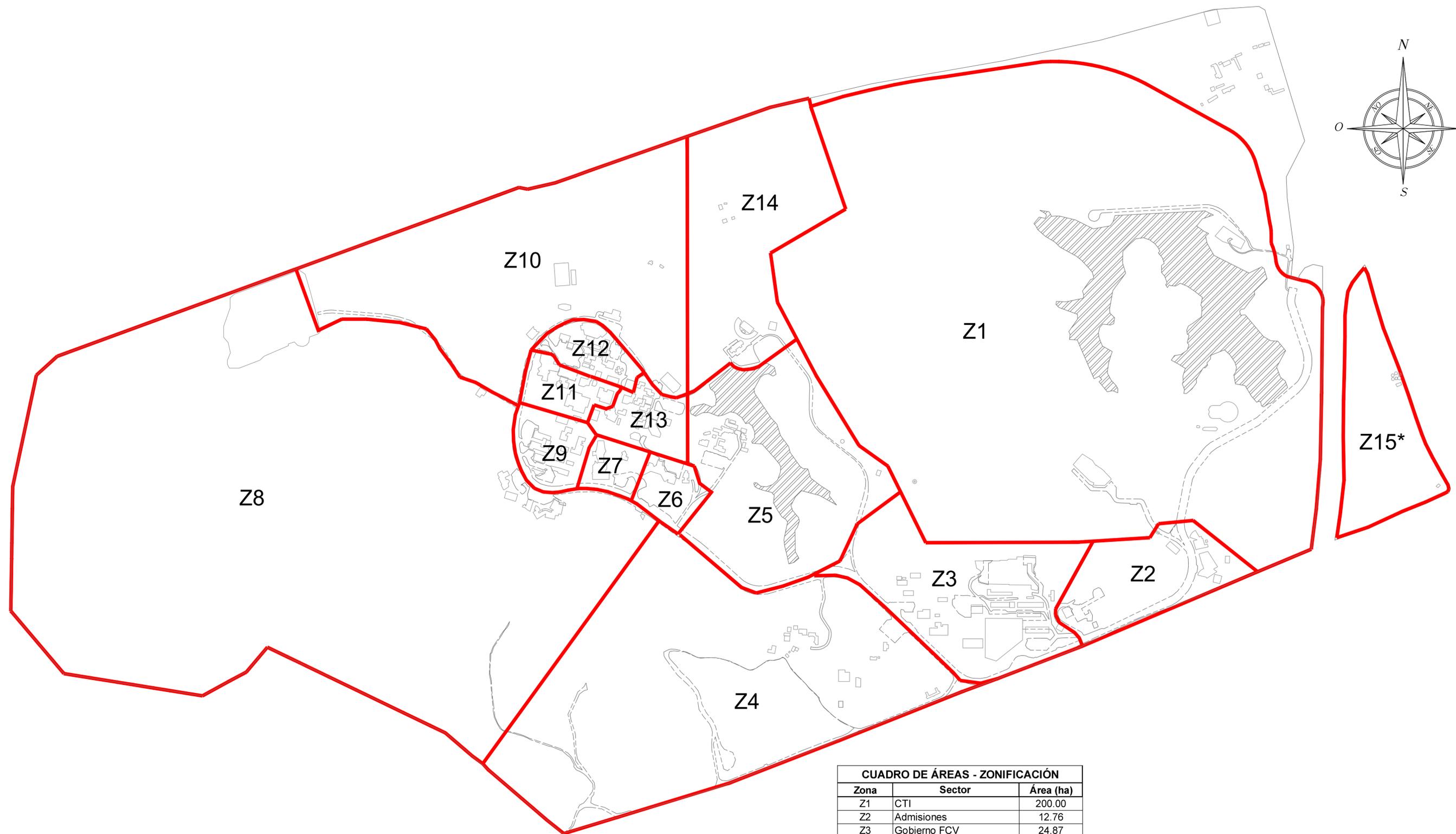
**MAPA DE DRENAJES NATURALES, SUBCUENCAS, MICROCUENCAS Y LUGAR DE DESFOGUE**  
 ESCALA: 1:6000

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL**

CONTENIDO: **IMPLANTACIÓN GENERAL DE DRENAJES NATURALES, SUBCUENCAS, MICROCUENCAS Y LUGAR DE DESFOGUE**

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - M.Sc. Bethy Merchán - M.Sc. Pablo Daza	Estudiantes: - Omar Cruz Cabrera - Katherine Hidalgo Calva	Fecha de emisión: 17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán	- Arq. Eunice Lindao	Lámina: 4	Escala: 1:6000



**ZONIFICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO**  
 ESCALA: 1:6.000

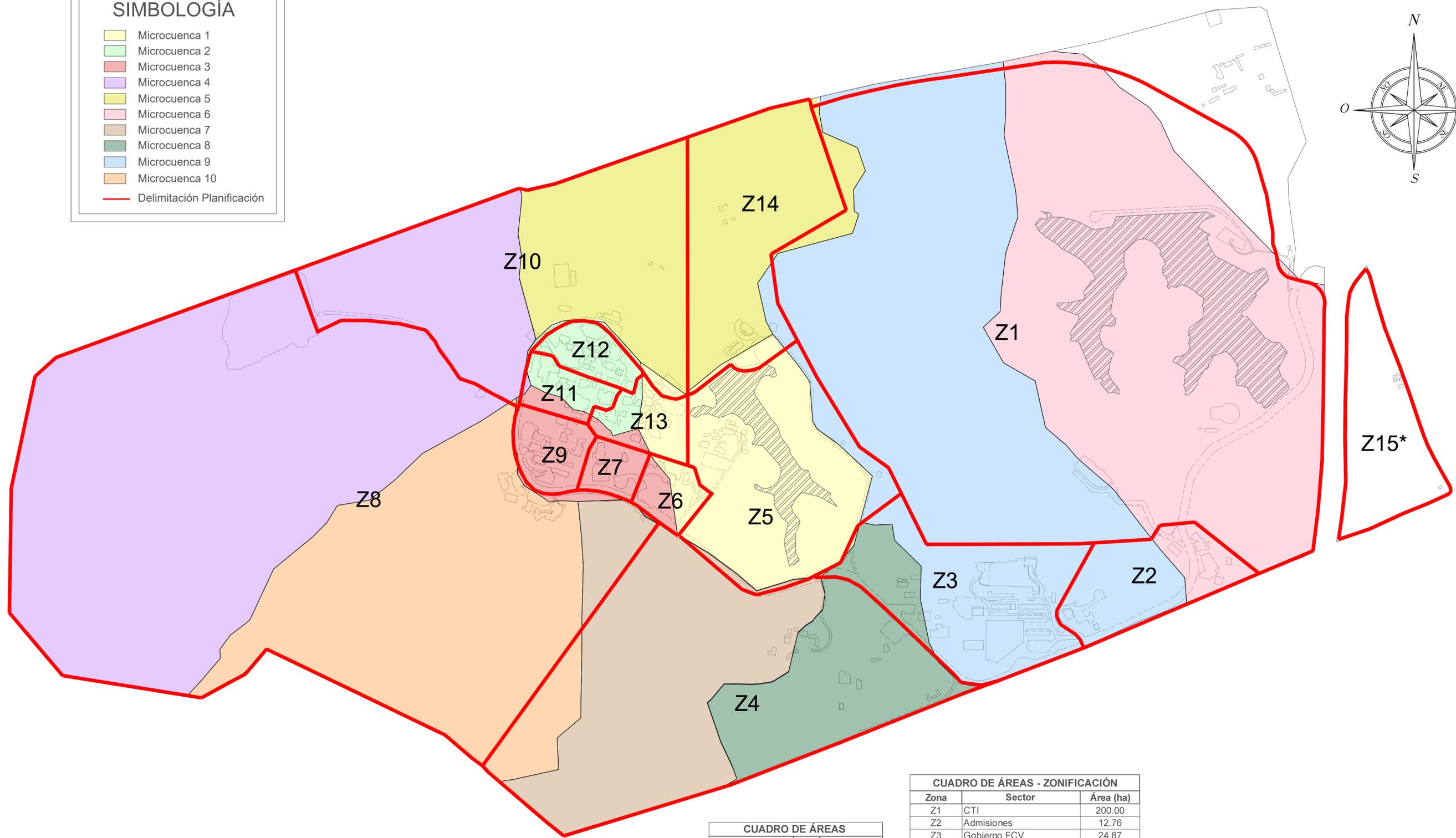
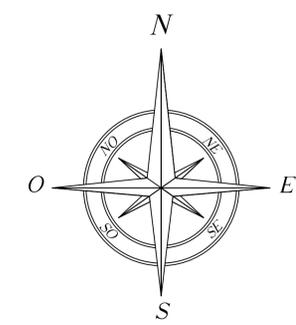
CUADRO DE ÁREAS - ZONIFICACIÓN		
Zona	Sector	Área (ha)
Z1	CTI	200.00
Z2	Admisiones	12.76
Z3	Gobierno FCV	24.87
Z4	Área Deportiva (Piscina)	73.75
Z5	Gobierno FIMCM	32.76
Z6	Rectorado	3.56
Z7	Biblioteca Central	2.81
Z8	Gobierno FCSH	168.39
Z9	Gobierno FCNM	5.03
Z10	Ubep/deportes	53.89
Z11	Gobierno FIEC	3.89
Z12	Gobierno FIMCP/Stem	3.99
Z13	Gobierno FICT	5.05
Z14	Gobierno FADCOM	27.99
	Otros (GOE)	39.25
<b>TOTAL</b>		<b>657.99</b>
Z15*	Reserva Baja	17.36
<b>TOTAL</b>		<b>675.35</b>

\*Nota Aclaratoria: El predio de la Reserva Baja no está considerada dentro de las 14 zonificaciones con la que ESPOL cuenta, por lo que, para fines de este proyecto, se le ha denominado a Z15 como "Zona Reserva Baja".

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL</b>			
CONTENIDO: <b>ZONIFICACIÓN GENERAL CAMPUS GUSTAVO GALINDO - RESERVA BAJA</b>			
Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - M.Sc. Bethy Merchán - M.Sc. Pablo Daza	Estudiantes: - Omar Cruz Cabrera - Katherine Hidalgo Calva	Fecha de emisión: 17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán	- Arq. Eunice Lindao	Lámina: 5	Escala: 1:6.000

**SIMBOLOGÍA**

Microcuenca 1
Microcuenca 2
Microcuenca 3
Microcuenca 4
Microcuenca 5
Microcuenca 6
Microcuenca 7
Microcuenca 8
Microcuenca 9
Microcuenca 10
Delimitación Planificación



**INTERSECCIÓN DE ZONAS DE PLANIFICACIÓN CON MICROCUENCAS DE DRENAJE**

ESCALA: 1:6000

\*Nota Aclaratoria: El predio de la Reserva Baja no está considerada dentro de las 14 zonificaciones con la que ESPOL cuenta, por lo que, para fines de este proyecto, se le ha denominado a Z15 como "Zona Reserva Baja".

Observaciones	
Área Predio ESPOL	657.99 ha
Área Reserva Baja	17.36 ha
<b>TOTAL</b>	<b>675.35 ha</b>

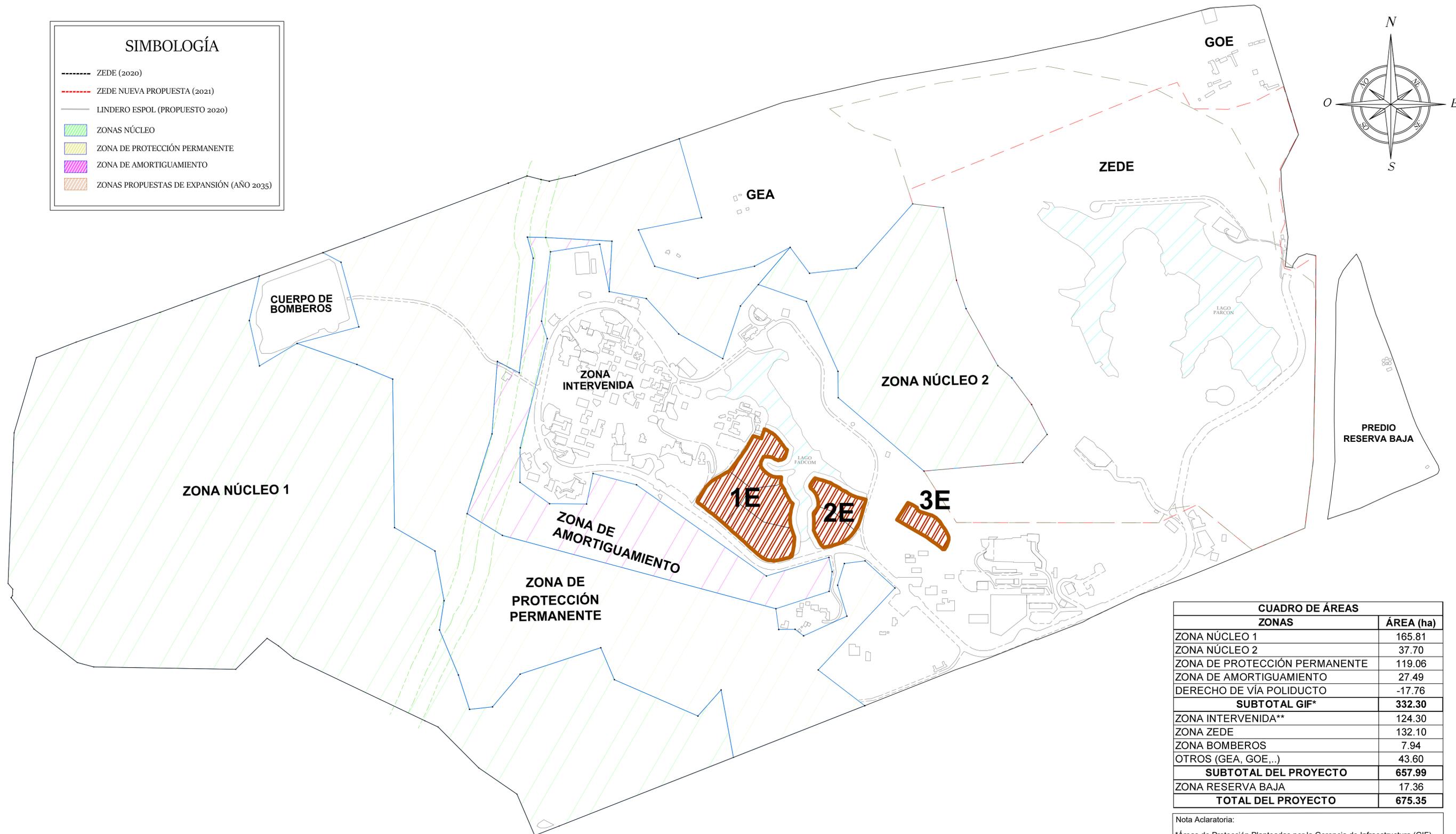
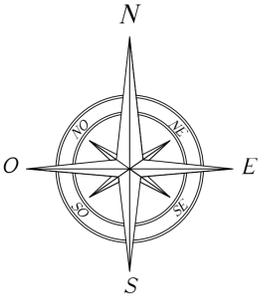
CUADRO DE ÁREAS	
Microcuenca	Área (Ha)
1	35.13
2	8.60
3	12.26
4	138.81
5	56.13
6	110.29
7	49.87
8	27.94
9	118.35
10	72.79
<b>SUBTOTAL</b>	<b>630.16</b>
Otros	45.19
<b>TOTAL</b>	<b>675.35</b>

CUADRO DE ÁREAS - ZONIFICACIÓN		
Zona	Sector	Área (ha)
Z1	CTI	200.00
Z2	Admisiones	12.76
Z3	Gobierno FCV	24.87
Z4	Área Deportiva (Piscina)	73.75
Z5	Gobierno FIMCM	32.76
Z6	Rectorado	3.56
Z7	Biblioteca Central	2.81
Z8	Gobierno FCSH	168.39
Z9	Gobierno FCNM	5.03
Z10	Ubep/deportes	53.89
Z11	Gobierno FIEC	3.89
Z12	Gobierno FIMCP/Stem	3.99
Z13	Gobierno FICT	5.05
Z14	Gobierno FADCOM	27.99
	Otros (GOE)	39.25
<b>TOTAL</b>		<b>657.99</b>
Z15*	Reserva Baja	17.36
<b>TOTAL</b>		<b>675.35</b>

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:	<b>PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL</b>		
CONTENIDO:	<b>INTERSECCIÓN DE ZONAS DE PLANIFICACIÓN CON MICROCUENCAS DE DRENAJE</b>		
Coordinador de Materia Integradora:	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes:	Fecha de emisión:
Ph.D. Miguel Ángel Chávez	- M.Sc. Bethy Merchán	- Omar Cruz Cabrera	17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento:	- M.Sc. Pablo Daza	- Katherine Hidalgo Calva	Lámina: Escala:
M.Sc. Bethy Merchán	- Arq. Eunice Lindao		6 1:6000

### SIMBOLOGÍA

- ZEDE (2020)
- ZEDE NUEVA PROPUESTA (2021)
- LINDERO ESPOL (PROPUESTO 2020)
- ZONAS NÚCLEO
- ZONA DE PROTECCIÓN PERMANENTE
- ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
- ZONAS PROPUESTAS DE EXPANSIÓN (AÑO 2035)



CUADRO DE ÁREAS	
ZONAS	ÁREA (ha)
ZONA NÚCLEO 1	165.81
ZONA NÚCLEO 2	37.70
ZONA DE PROTECCIÓN PERMANENTE	119.06
ZONA DE AMORTIGUAMIENTO	27.49
DERECHO DE VÍA POLIDUCTO	-17.76
<b>SUBTOTAL GIF*</b>	<b>332.30</b>
ZONA INTERVENIDA**	124.30
ZONA ZEDE	132.10
ZONA BOMBEROS	7.94
OTROS (GEA, GOE,...)	43.60
<b>SUBTOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>657.99</b>
ZONA RESERVA BAJA	17.36
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>675.35</b>

Nota Aclaratoria:  
 \*Áreas de Protección Planteadas por la Gerencia de Infraestructura (GIF).  
 \*\*Dentro de la Zona Intervenido se propone ubicar las nuevas Zonas de Expansión.

### ZONAS DE EXPANSIÓN PROPUESTAS ACORDE AL MAPA DE ÁREAS DE PROTECCIÓN

ESCALA: 1:6000

ÁREAS DE EXPANSIÓN PROPUESTAS DENTRO DE LA ZONA INTERVENIDA (AÑO 2035)	
ZONAS	ÁREA (Ha)
ZONA DE EXPANSIÓN 1E	7.04
ZONA DE EXPANSIÓN 2E	2.50
ZONA DE EXPANSIÓN 3E	1.07
<b>TOTAL</b>	<b>10.61</b>

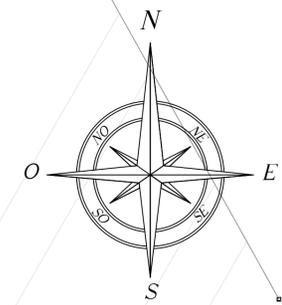
### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL**

CONTENIDO: **ZONAS DE EXPANSIÓN PROPUESTAS ACORDE CON EL MAPA DE ÁREAS DE PROTECCIÓN**

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - M.Sc. Bethy Merchán - M.Sc. Pablo Daza	Estudiantes: - Omar Cruz Cabrera - Katherine Hidalgo Calva	Fecha de emisión: 17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán	- Arq. Eunice Lindao	Lámina: 7	Escala: 1:6000



**ZONA INTERVENIDA**

**ZONA NÚCLEO 2**

LAGO FADCOM

ZONA 2E

ZONA 3E

**ZONA DE AMORTIGUAMIENTO**

ZONA 1E

CISTERNA SEBIOCA

**ZONA DE PROTECCIÓN PERMANENTE**

**SIMBOLOGÍA**

- PROPUESTAS DE EXPANSIÓN PARA 5 AÑOS
- PROPUESTAS DE EXPANSIÓN PARA 10 AÑOS
- PROPUESTAS DE EXPANSIÓN PARA 15 AÑOS

ÁREAS DE EXPANSIÓN PROPUESTAS DENTRO DE LA ZONA INTERVENIDA (AÑO 2035)	
ZONAS	ÁREA (Ha)
ZONA DE EXPANSIÓN 1E	7,04
ZONA DE EXPANSIÓN 2E	2,50
ZONA DE EXPANSIÓN 3E	1,07
<b>TOTAL</b>	<b>10,61</b>

DISTRIBUCIÓN ÁREAS DE EXPANSIÓN	
<b>ZONA DE EXPANSIÓN 1E</b>	
ÁREA PROPUESTA AÑO 5	1,55 ha
ÁREA PROPUESTA AÑO 10	4,56 ha
ÁREA PROPUESTA AÑO 15	2,15 ha
<b>SUBTOTAL</b>	<b>8,26 ha</b>
ÁREA DE SERVIDUMBRE ZONA 1E	-1,22 ha
<b>TOTAL</b>	<b>7,04 ha</b>
<b>ZONA DE EXPANSIÓN 2E</b>	
ÁREA PROPUESTA AÑO 5	1,58 ha
ÁREA PROPUESTA AÑO 10	1,80 ha
<b>SUBTOTAL</b>	<b>3,39 ha</b>
ÁREA DE SERVIDUMBRE ZONA 2E	-0,80 ha
ÁREA SERVIDUMBRE CISTERNA	-0,09 ha
<b>TOTAL</b>	<b>2,50 ha</b>
<b>ZONA DE EXPANSIÓN 3E</b>	
ÁREA PROPUESTA AÑO 15	1,07 ha
<b>TOTAL</b>	<b>1,07 ha</b>
<b>ÁREA TOTAL DE EXPANSIÓN</b>	<b>10,61 ha</b>

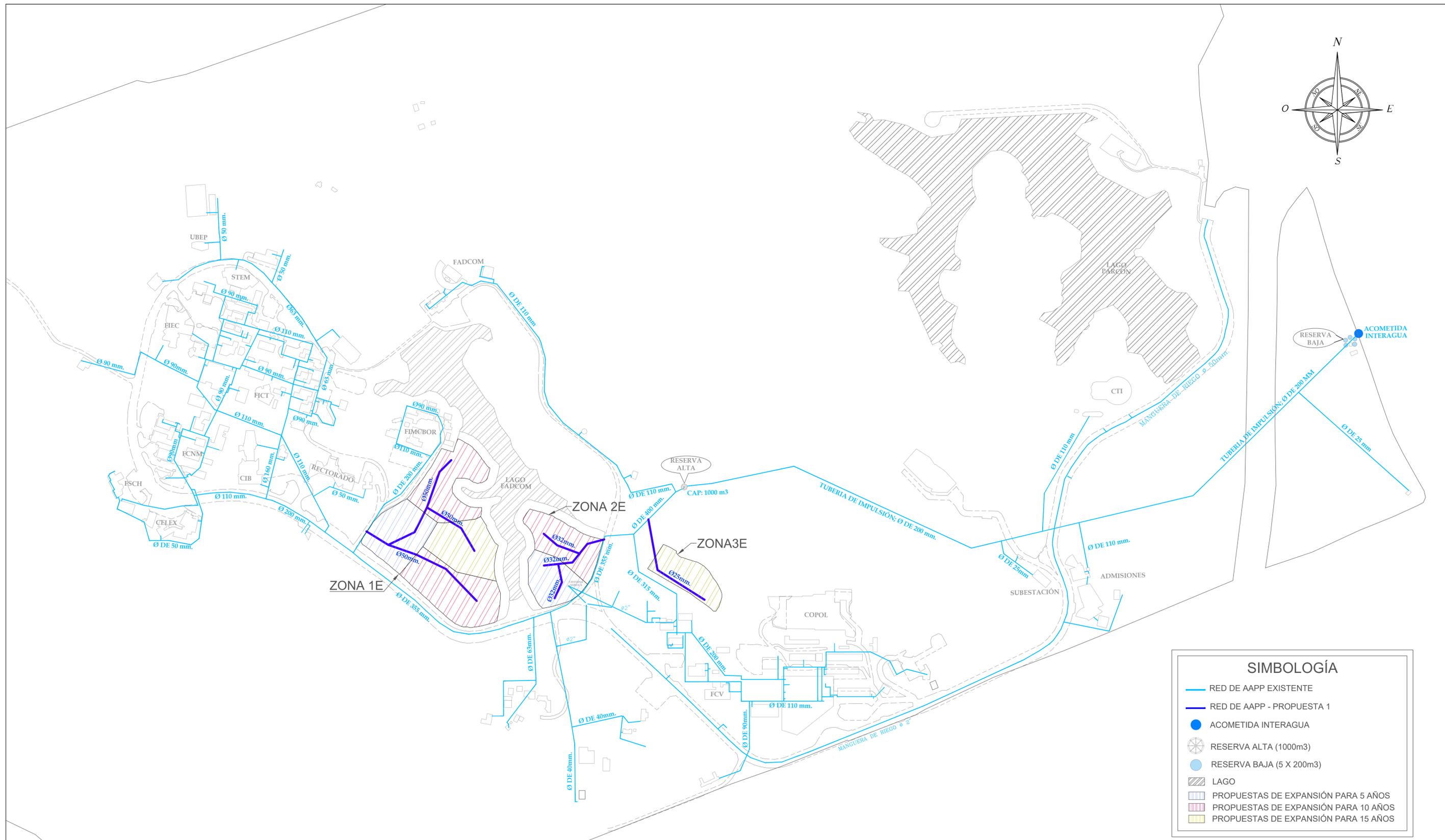
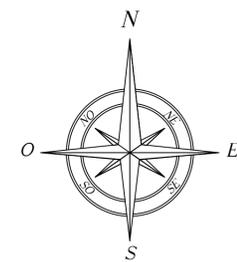
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL**

CONTENIDO: **DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN ZONAS DE EXPANSIÓN PROPUESTAS**

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - M.Sc. Bethy Merchán - M.Sc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Omar Cruz Cabrera - Katherine Hidalgo Calva	Fecha de emisión: 17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán			Lámina: 8
			Escala: 1:2000





**SISTEMA DE AGUA POTABLE EN ZONA DE EXPANSIÓN - PROPUESTA 1**  
 ESCALA: 1:4000

**SIMBOLOGÍA**

- RED DE AAPP EXISTENTE
- RED DE AAPP - PROPUESTA 1
- ACOMETIDA INTERAGUA
- RESERVA ALTA (1000m3)
- RESERVA BAJA (5 X 200m3)
- LAGO
- PROPUESTAS DE EXPANSIÓN PARA 5 AÑOS
- PROPUESTAS DE EXPANSIÓN PARA 10 AÑOS
- PROPUESTAS DE EXPANSIÓN PARA 15 AÑOS

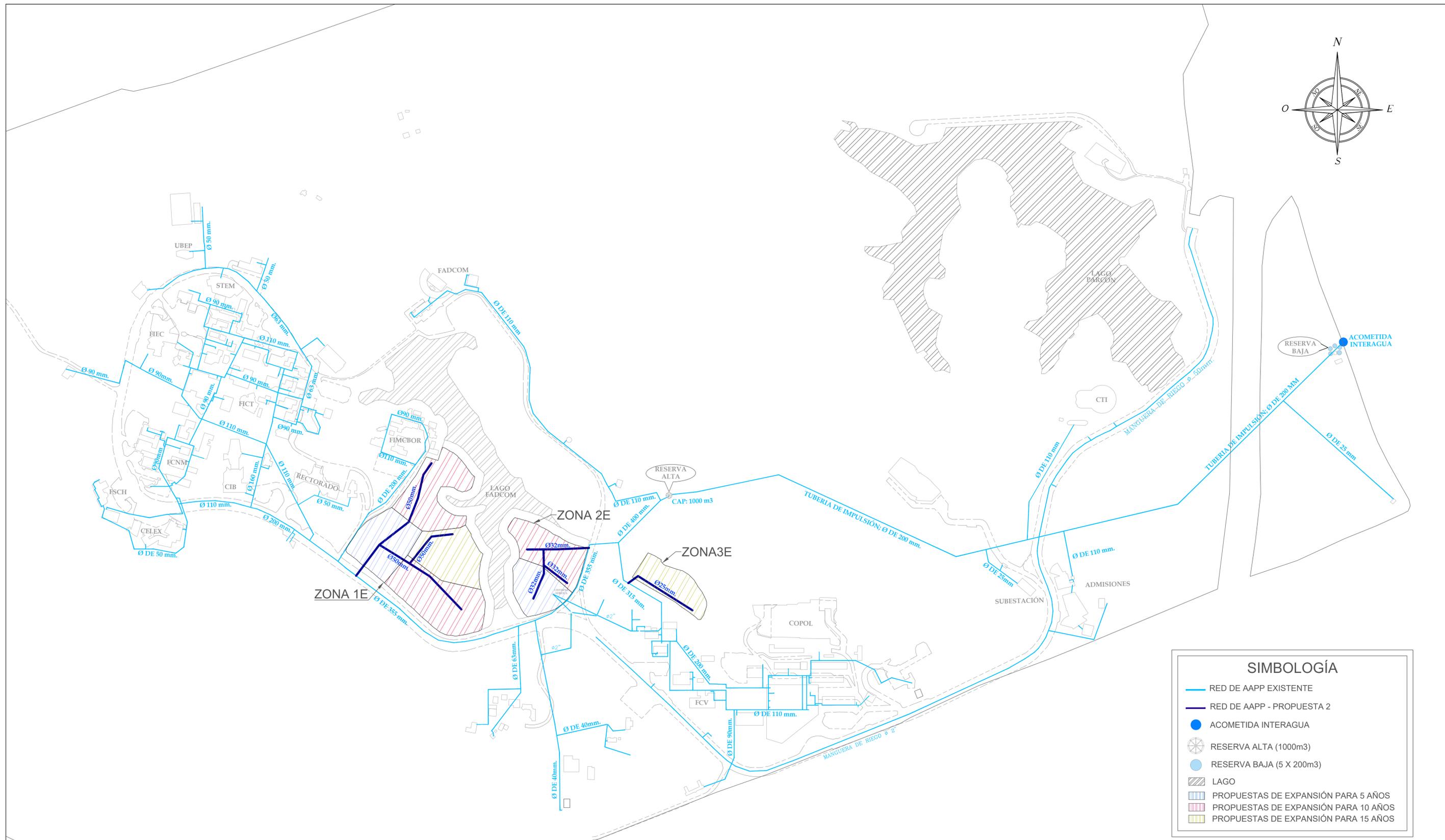
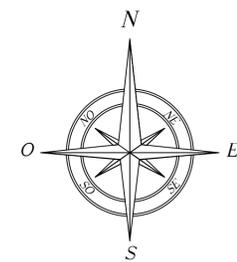
RESULTADOS PROPUESTA 1						
ZONAS	ÁREA TRIBUTARIA (ha)	CAUDAL DE CONSUMO (L/s)	TUBERÍAS Ø (mm)	Velocidad Promedio (m/s)	Presiones Promedio (m.c.a.)	COTA ACOMETIDA (m.s.n.m)
ZONA DE EXPANSIÓN 1E	7,04	2,17	50	0,48	31	99
ZONA DE EXPANSIÓN 2E	2,50	0,77	32	0,43	38	101
ZONA DE EXPANSIÓN 3E	1,07	0,33	25	0,67	32	104

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL**

CONTENIDO: **SISTEMA DE AGUA POTABLE EN ZONAS DE EXPANSIÓN - PROPUESTA 1**

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - M.Sc. Bethy Merchán - M.Sc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Omar Cruz Cabrera - Katherine Hidalgo Calva	Fecha de emisión: 17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán			Lámina: 10
			Escala: 1:4000



**SIMBOLOGÍA**

- RED DE AAPP EXISTENTE
- RED DE AAPP - PROPUESTA 2
- ACOMETIDA INTERAGUA
- RESERVA ALTA (1000m3)
- RESERVA BAJA (5 X 200m3)
- LAGO
- PROPUESTAS DE EXPANSIÓN PARA 5 AÑOS
- PROPUESTAS DE EXPANSIÓN PARA 10 AÑOS
- PROPUESTAS DE EXPANSIÓN PARA 15 AÑOS

**SISTEMA DE AGUA POTABLE EN ZONAS DE EXPANSIÓN- PROPUESTA 2**  
 ESCALA: 1:4000

RESULTADOS PROPUESTA 2						
ZONAS	ÁREA TRIBUTARIA (ha)	CAUDAL DE CONSUMO (L/s)	TUBERÍAS Ø (mm)	Velocidad Promedio (m/s)	Presiones Promedio (m.c.a.)	COTA ACOMETIDA (m.s.n.m)
ZONA DE EXPANSIÓN 1E	7,04	2,17	50	0,58	28	96
ZONA DE EXPANSIÓN 2E	2,50	0,77	32	0,52	36	101
ZONA DE EXPANSIÓN 3E	1,07	0,33	25	0,67	33	91

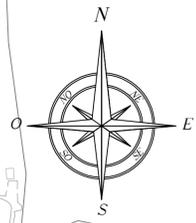
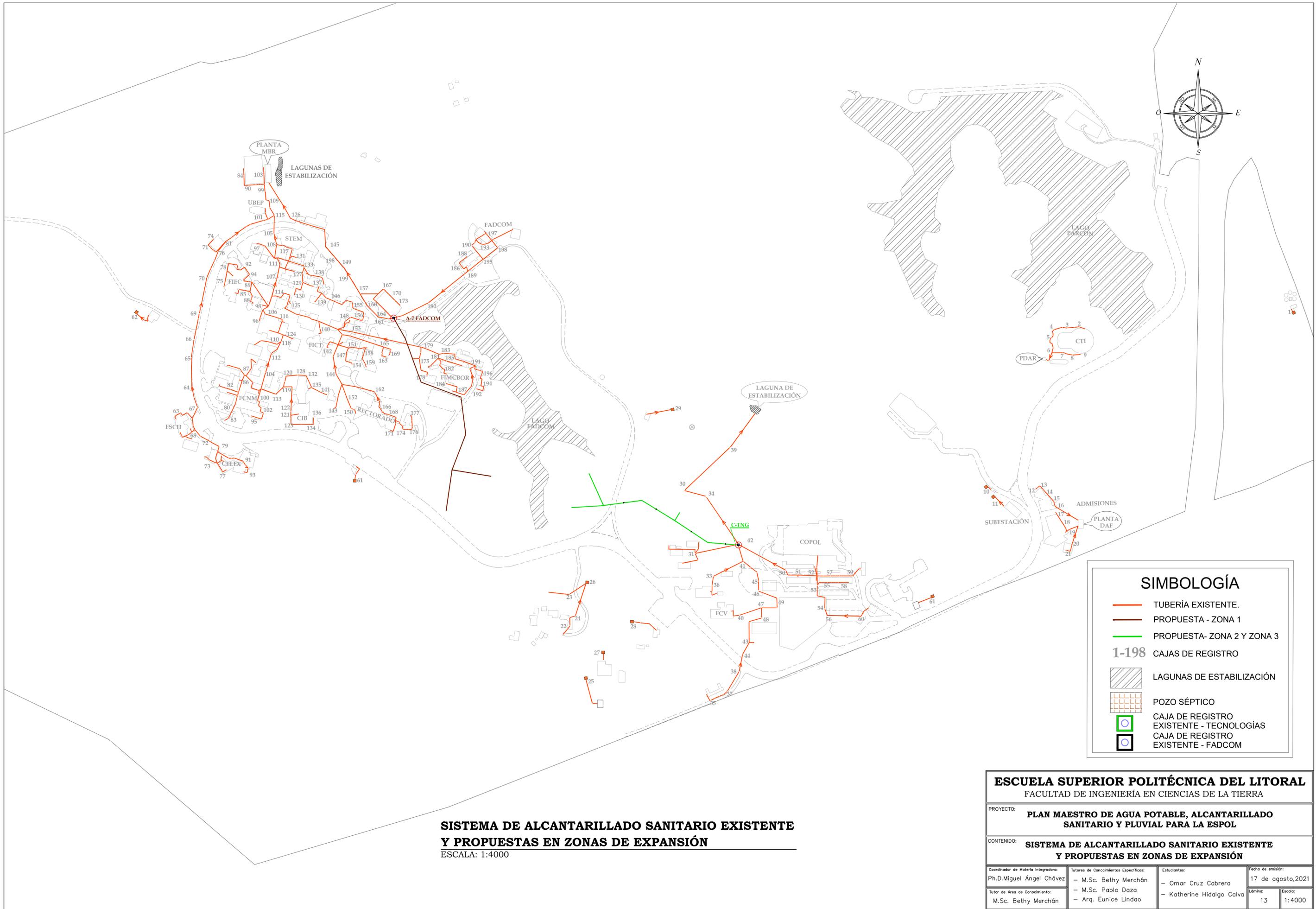
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL**

CONTENIDO: **SISTEMA DE AGUA POTABLE EN ZONAS DE EXPANSIÓN - PROPUESTA 2**

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - M.Sc. Bethy Merchán - M.Sc. Pablo Daza	Estudiantes: - Omar Cruz Cabrera - Katherine Hidalgo Calva	Fecha de emisión: 17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán	- Arq. Eunice Lindao	Lámina: 11	Escala: 1:4000





### SIMBOLOGÍA

- TUBERÍA EXISTENTE.
- PROPUESTA - ZONA 1
- PROPUESTA- ZONA 2 Y ZONA 3
- 1-198** CAJAS DE REGISTRO
- LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN
- POZO SÉPTICO
- CAJA DE REGISTRO EXISTENTE - TECNOLOGÍAS
- CAJA DE REGISTRO EXISTENTE - FADCOM

## SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EXISTENTE Y PROPUESTAS EN ZONAS DE EXPANSIÓN

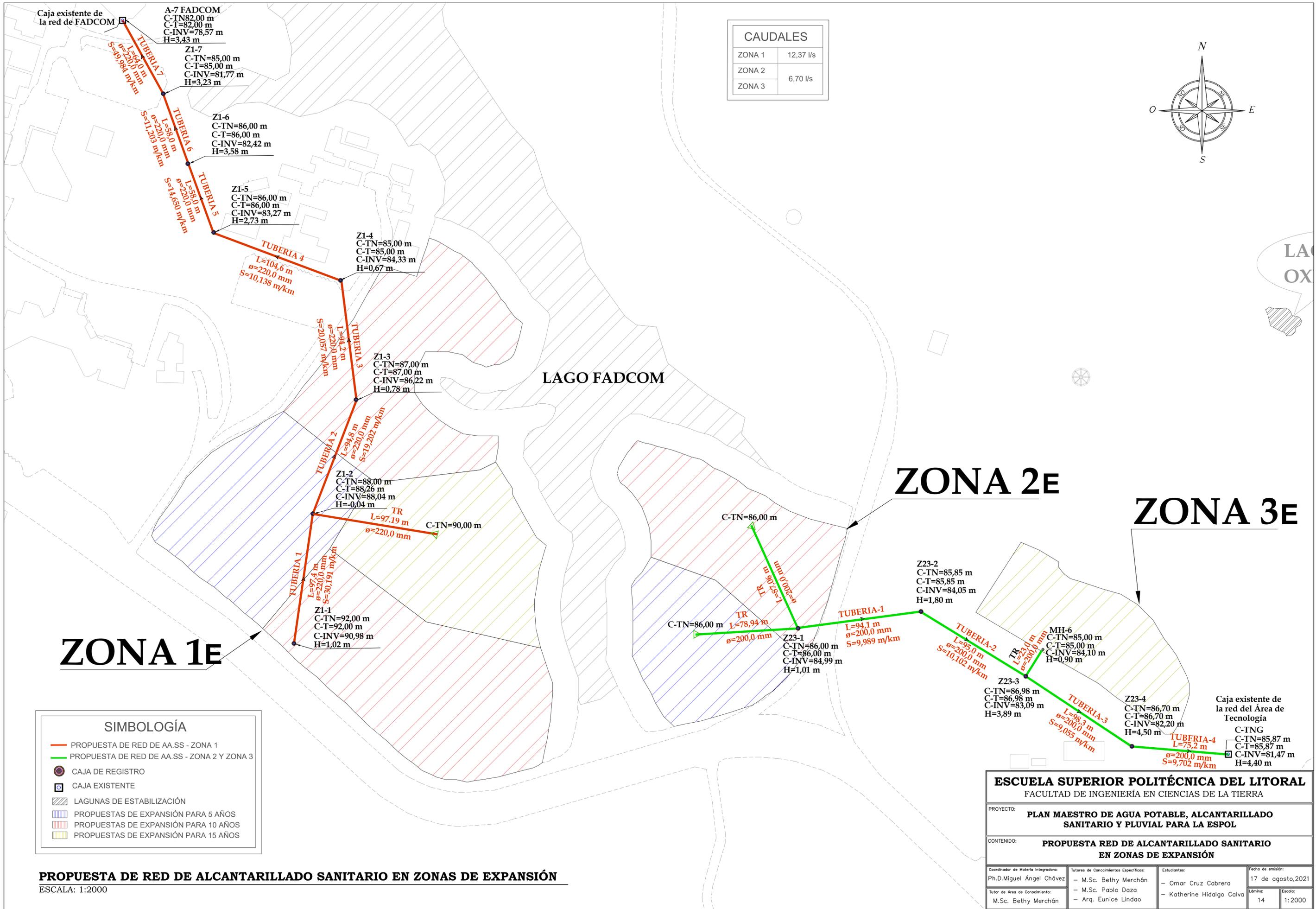
ESCALA: 1:4000

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

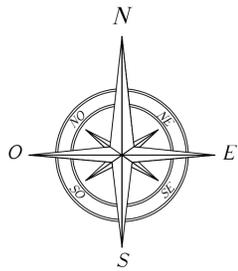
PROYECTO: **PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL**

CONTENIDO: **SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EXISTENTE Y PROPUESTAS EN ZONAS DE EXPANSIÓN**

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - M.Sc. Bethy Merchán - M.Sc. Pablo Daza	Estudiantes: - Omar Cruz Cabrera - Katherine Hidalgo Calva	Fecha de emisión: 17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán	- Arq. Eunice Lindao	Lámina: 13	Escala: 1:4000



CAUDALES	
ZONA 1	12,37 l/s
ZONA 2	6,70 l/s
ZONA 3	



**ZONA 1E**

**ZONA 2E**

**ZONA 3E**

LAGO FADCOM

**SIMBOLOGÍA**

- PROPUESTA DE RED DE AA.SS - ZONA 1
- PROPUESTA DE RED DE AA.SS - ZONA 2 Y ZONA 3
- CAJA DE REGISTRO
- CAJA EXISTENTE
- LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN
- PROPUESTAS DE EXPANSIÓN PARA 5 AÑOS
- PROPUESTAS DE EXPANSIÓN PARA 10 AÑOS
- PROPUESTAS DE EXPANSIÓN PARA 15 AÑOS

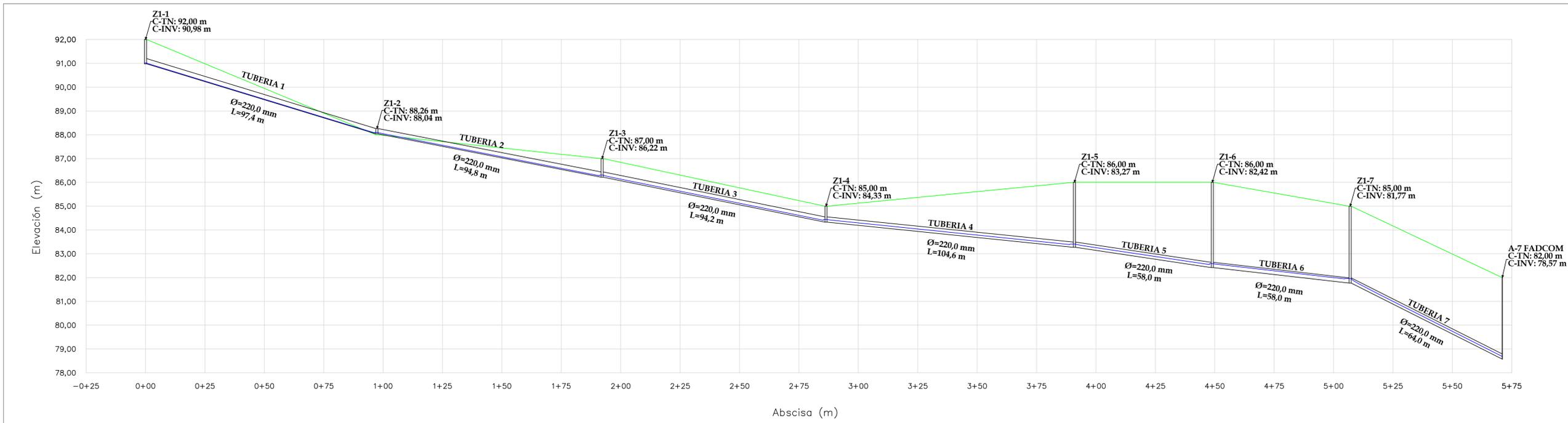
**PROPUESTA DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN ZONAS DE EXPANSIÓN**  
 ESCALA: 1:2000

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL**

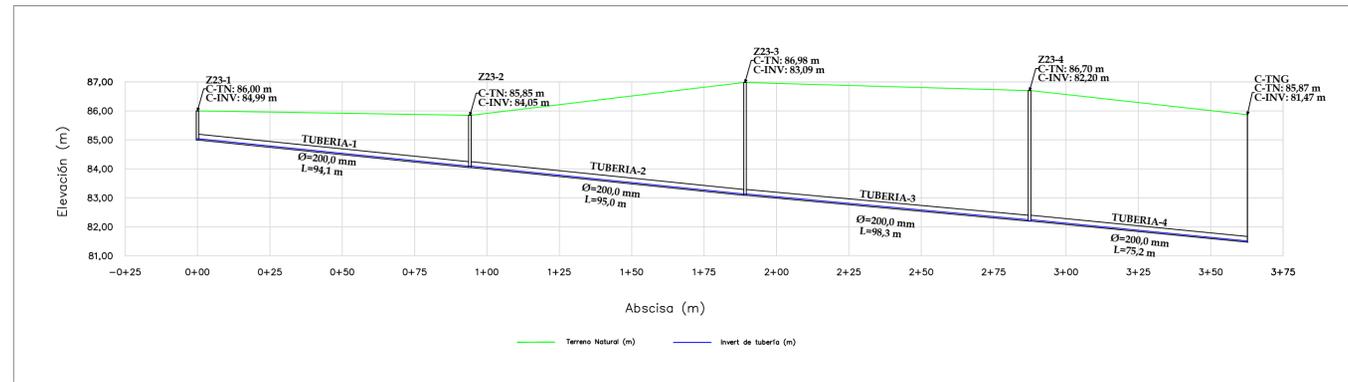
CONTENIDO: **PROPUESTA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN ZONAS DE EXPANSIÓN**

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - M.Sc. Bethy Merchán - M.Sc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Omar Cruz Cabrera - Katherine Hidalgo Calva	Fecha de emisión: 17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán			Láminas: 14
			Escala: 1:2000



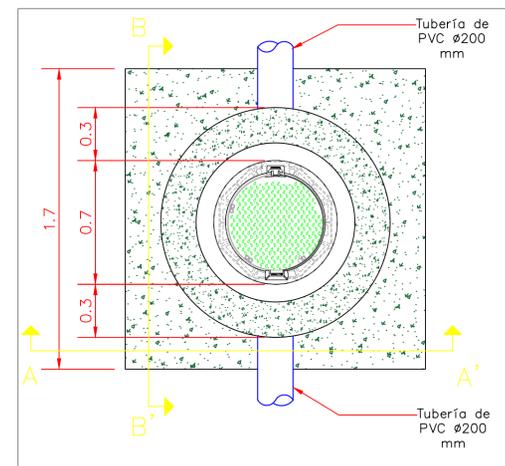
**Perfil (ZONA 1)**

**ESC: 1-3000**



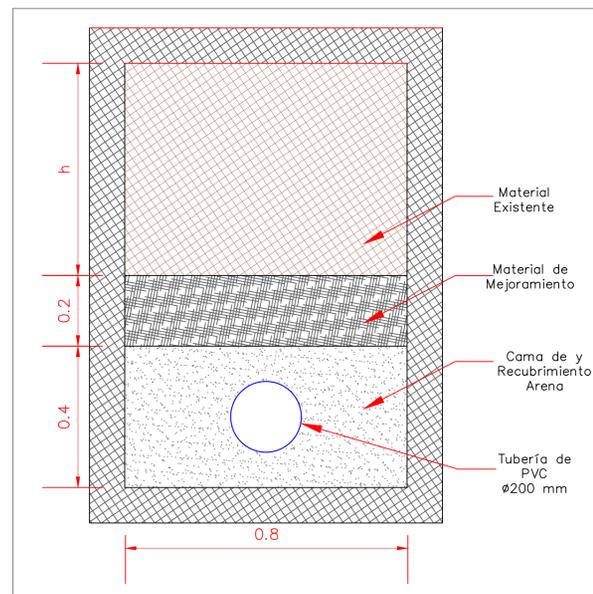
**Perfil (ZONA 2 Y ZONA 3)**

**ESC: 1-4000**



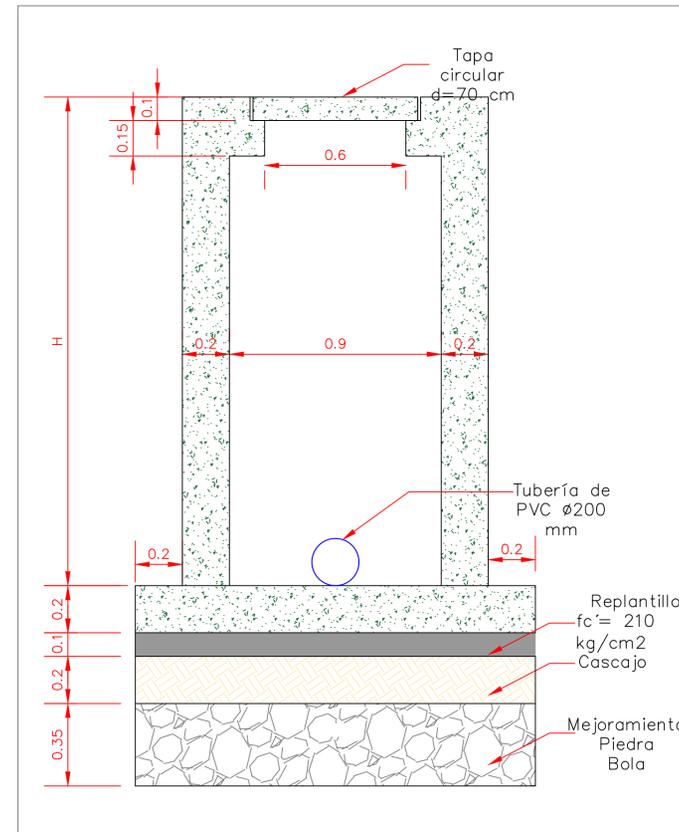
**IMPLANTACIÓN POZO DE REVISIÓN**

**ESC: 1-20**



**ZANJA DE TUBERÍA TÍPICA**

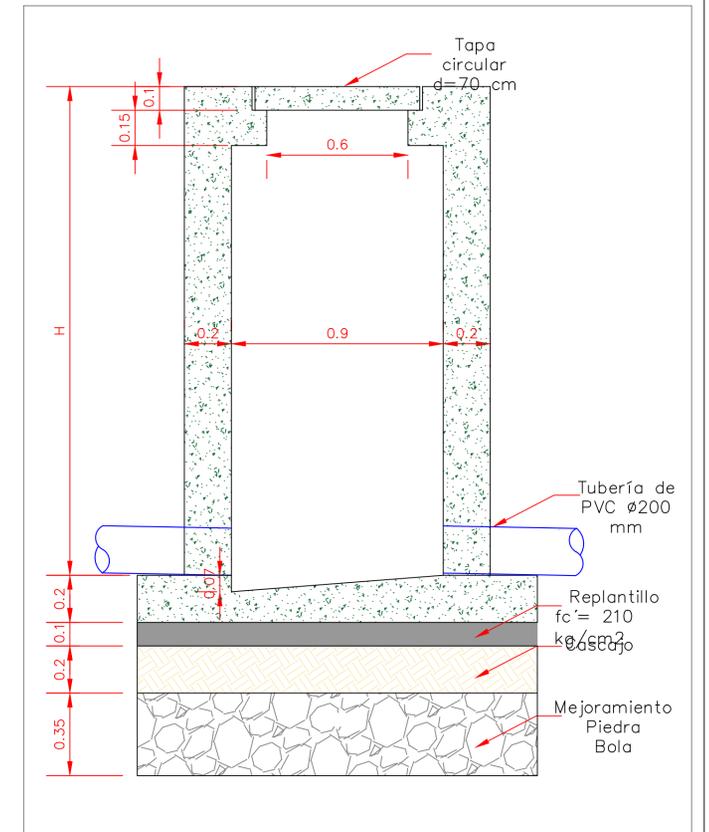
**ESC: 1-10**



**CORTE A-A'**

**ESC: 1-15**

Pozos de Análisis		H m	h m
Z1-1	Z1-2	1,02	0,51
Z1-2	Z1-3	0,60	0,09
Z1-3	Z1-4	0,78	0,27
Z1-4	Z1-5	0,67	0,16
Z1-5	Z1-6	2,73	2,22
Z1-6	Z1-7	3,58	3,07
Z1-7	A-7-FADCOM	3,23	2,72



**CORTE B-B'**

**ESC: 1-15**

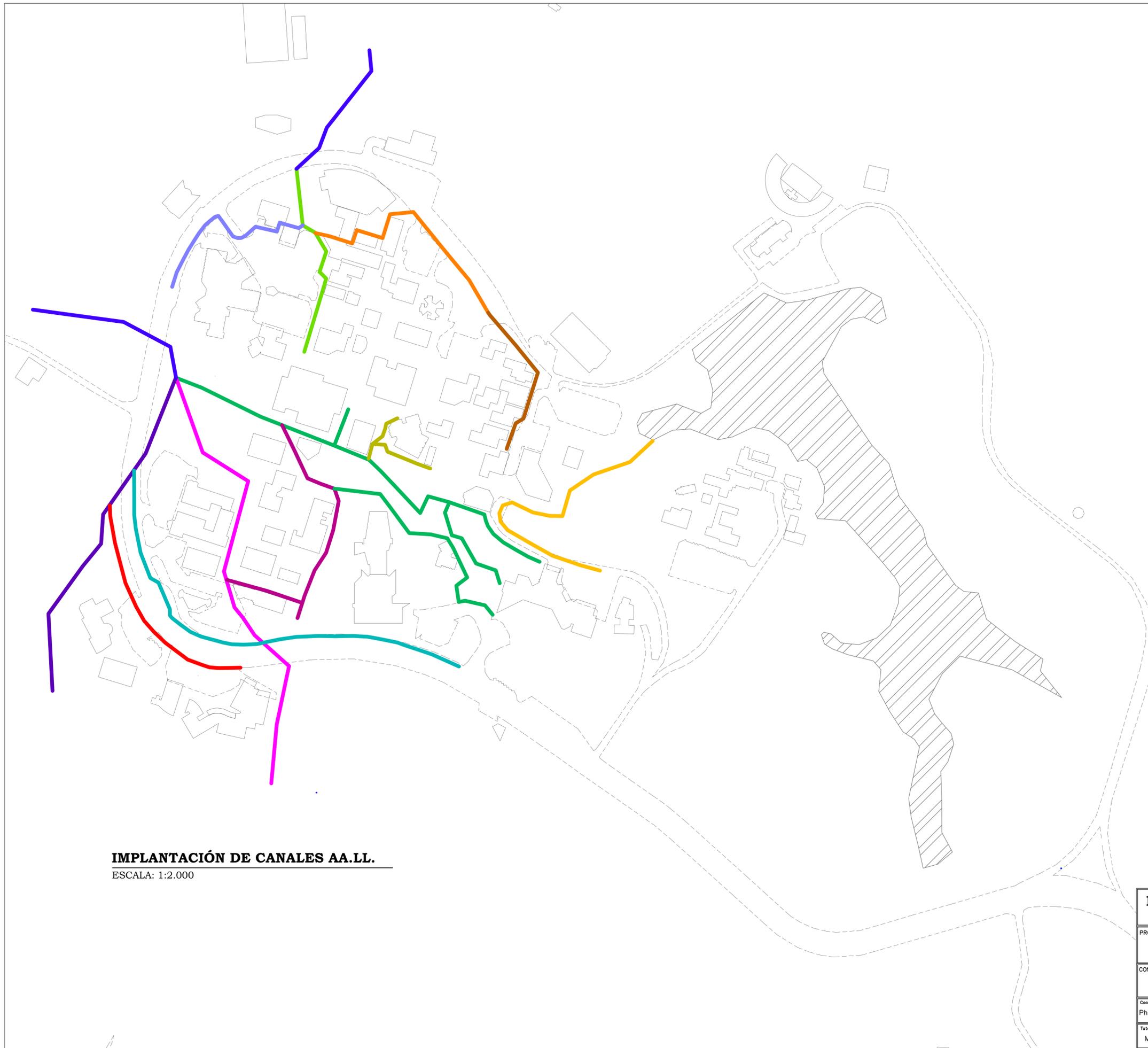
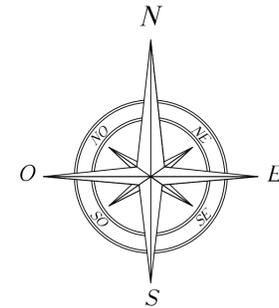
Pozos de Análisis		H m	h m
Z23-1	Z23-2	1,01	0,52
Z23-2	Z23-3	1,8	1,31
Z23-3	Z23-4	0,9	0,41
Z23-4	C-TNG	4,50	4,01

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL**

CONTENIDO: **PERFILES LONGITUDINALES DE AA.SS DE LAS ZONAS DE EXPANSIÓN. DETALLE TÍPICO DE POZO Y ZANJA DE TUBERÍA.**

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - M.Sc. Bethy Merchán - M.Sc. Pablo Daza	Estudiantes: - Omar Cruz Cabrera - Katherine Hidalgo Calva	Fecha de emisión: 17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán	- Arq. Eunice Lindao	Lámina: 15	Escala: Indicada



**SIMBOLOGÍA**

- CANAL FCSH
- CANAL CELEX-FCSH
- CANAL CIB-FCSH
- CANAL FCNM
- CANAL CELEX-FCNM
- CANAL RECTORADO-FCNM-FIEC
- CANAL FICT
- CANAL FIMCP-STEM
- CANAL FIMCBOR
- CANAL LABS. FICT
- CANAL STEM
- CANAL FIEC-AJA
- DRENAJES
- LAGO FADCOM

**CAUDAL DE ESCORRENTÍA**

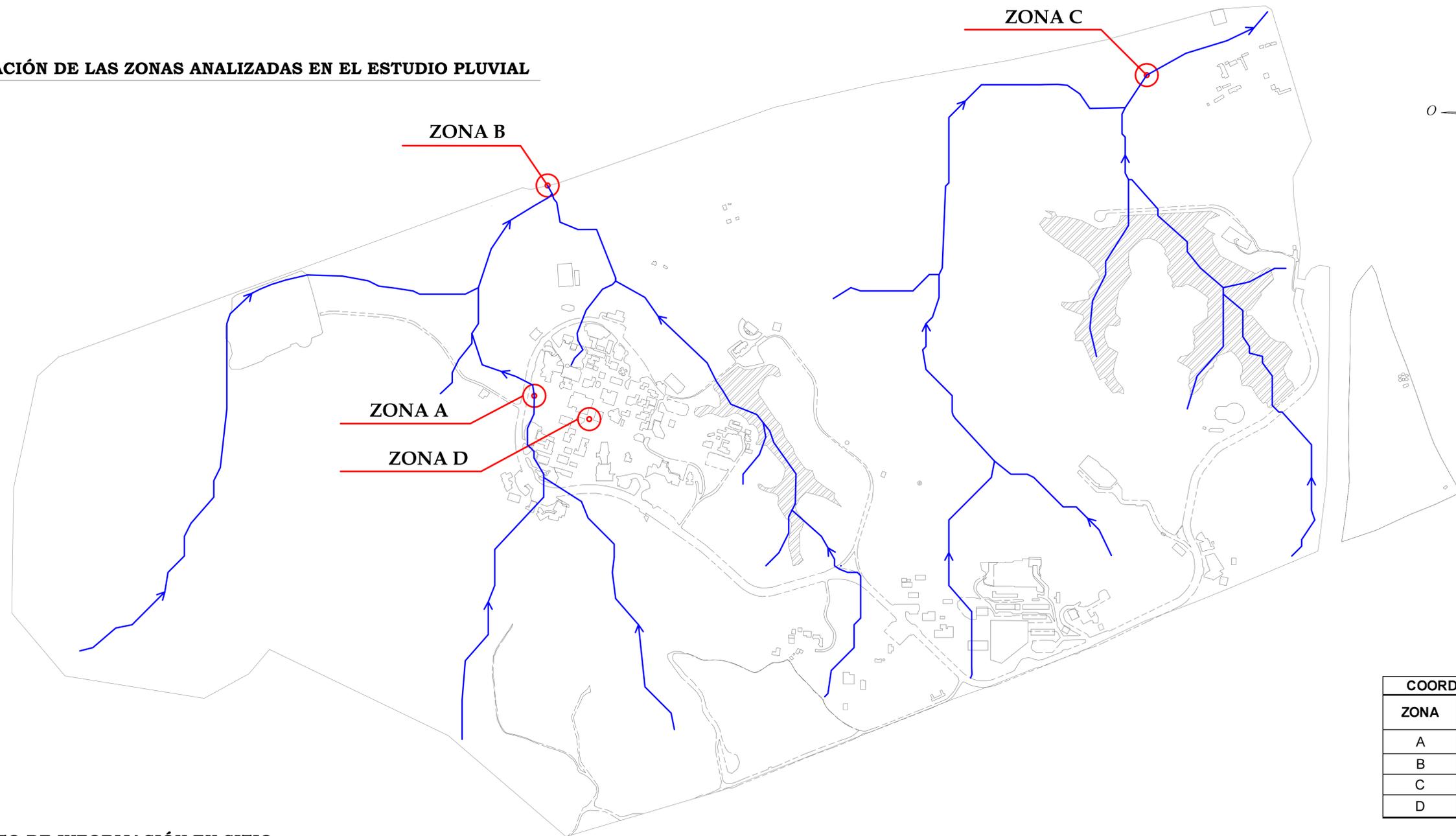
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDAL CALCULADO (m <sup>3</sup> /s)
5	0,64
10	0,77
15	0,86
20	0,93
25	1,00
50	1,21

**IMPLANTACIÓN DE CANALES AA.LL.**  
 ESCALA: 1:2.000

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
<b>PROYECTO: PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL</b>			
<b>CONTENIDO: IMPLANTACIÓN DE CANALES DE AGUAS LLUVIAS UBICADAS EN EL ÁREA DE INGENIERÍAS</b>			
Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - M.Sc. Bethy Merchán - M.Sc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Omar Cruz Cabrera - Katherine Hidalgo Calva	Fecha de emisión: 17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán		Lámina: 16	Escala: 1:2.000

# MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ZONAS ANALIZADAS EN EL ESTUDIO PLUVIAL

ESCALA: 1:6000



COORDENADAS UTM- WGS 84		
ZONA	X	Y
A	614756,66	9762852,30
B	614819,97	9763473,08
C	616544,48	9763743,22
D	614919,10	9762760,50

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN SITIO

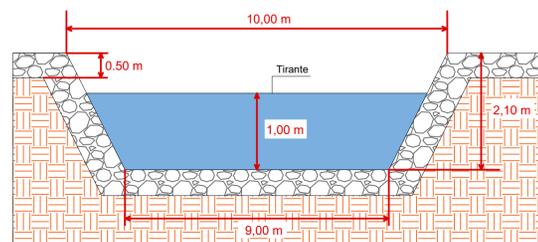
ANÁLISIS CANAL TRAPEZOIDAL ZONA A			
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAPACIDAD ACTUAL Q (m <sup>3</sup> /s)	RELACIÓN CAPACIDAD %
0	1.73	26.40	0.07
5	2.69	26.40	0.10
10	3.28	26.40	0.12
15	3.67	26.40	0.14
20	4.03	26.40	0.15
25	4.37	26.40	0.17
50	5.41	26.40	0.20

ANÁLISIS CANAL RECTANGULAR ZONA B			
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAPACIDAD ACTUAL Q (m <sup>3</sup> /s)	RELACIÓN CAPACIDAD %
0	4.31	13.88	0.31
5	6.71	13.88	0.48
10	8.21	13.88	0.59
15	9.19	13.88	0.66
20	10.16	13.88	0.73
25	10.96	13.88	0.79
50	13.58	13.88	0.98

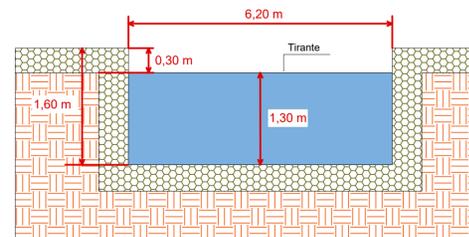
ANÁLISIS CANAL RECTANGULAR ZONA C			
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAPACIDAD ACTUAL Q (m <sup>3</sup> /s)	RELACIÓN CAPACIDAD %
0	1.89	9.57	0.20
5	2.96	9.57	0.31
10	3.63	9.57	0.38
15	4.07	9.57	0.43
20	4.50	9.57	0.47
25	4.89	9.57	0.51
50	6.09	9.57	0.64

ANÁLISIS DE LA TUBERÍA ZONA D			
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA (m <sup>3</sup> /s)	CAPACIDAD ACTUAL (m <sup>3</sup> /s)	RELACIÓN CAPACIDAD (%)
5	0.64	0.17	3.69
10	0.77	0.17	4.45
15	0.86	0.17	4.97
20	0.93	0.17	5.36
25	1.00	0.17	5.75

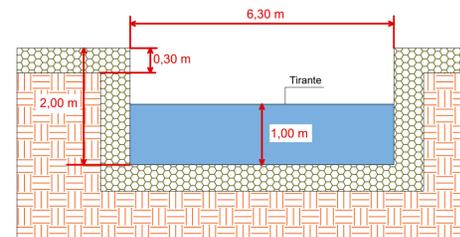
CAUDALES DE ESCORRENTÍA				
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	ZONA A Q (m <sup>3</sup> /s)	ZONA B Q (m <sup>3</sup> /s)	ZONA C Q (m <sup>3</sup> /s)	ZONA D Q (m <sup>3</sup> /s)
5	2.69	6.71	2.96	0.64
10	3.28	8.21	3.63	0.77
15	3.67	9.19	4.07	0.86
20	4.03	10.16	4.50	0.93
25	4.37	10.96	4.89	1.00
50	5.41	13.58	6.09	1.21



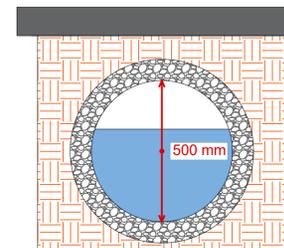
**CANAL EXISTENTE EN LA ZONA A**  
ESCALA: 1:100



**CANAL NATURAL EXISTENTE EN ZONA B**  
ESCALA: 1:100



**CANAL NATURAL EXISTENTE EN ZONA C**  
ESCALA: 1:100



**TUBERÍA EXISTENTE EN LA ZONA D**  
ESCALA: 1:100

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL**

CONTENIDO: **UBICACIÓN DE LAS ZONAS ANALIZADAS EN EL ESTUDIO PLUVIAL CON SUS RESPECTIVOS CAUDALES DE ESCORRENTÍA**

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - M.Sc. Bethy Merchán - M.Sc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Omar Cruz Cabrera - Katherine Hidalgo Calva	Fecha de emisión: 17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán			Lámina: 17
			Escala: 1:6000

# ZONA D

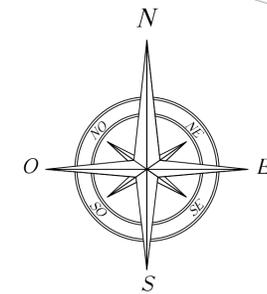
ZONA DE ESTUDIO D

ESCALA: 1:2500

DETALLE

# DETALLE

ESCALA: 1:200



Lab. Ing. Eléctrica

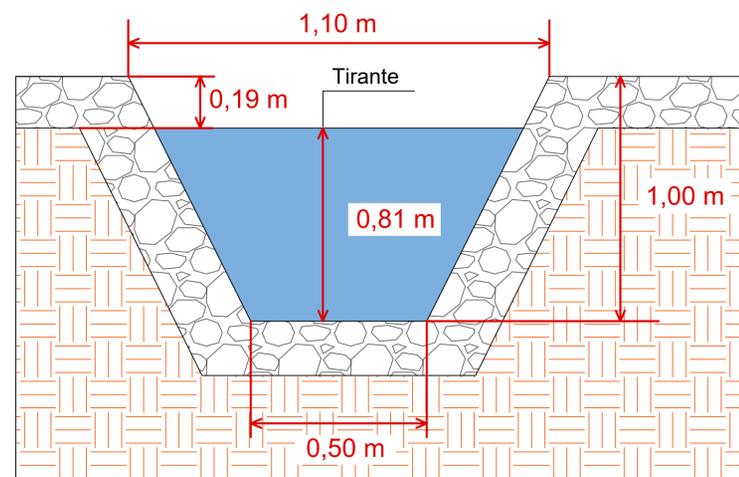
Alcantarillado Pluvial

80.20

Aulas FCNM

Sweet&Coffee

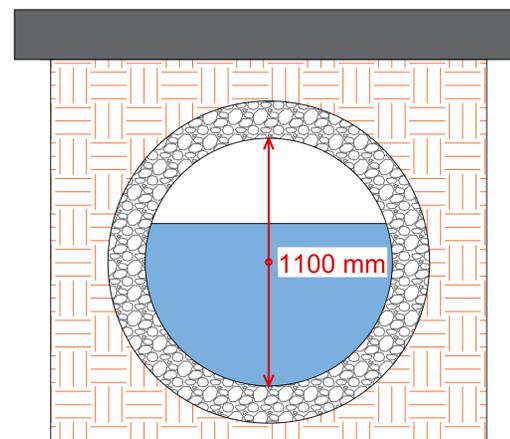
## ALCANTARILLADO PLUVIAL - PROPUESTA 1



CANAL TRAPEZOIDAL

ESCALA: 1:200

## ALCANTARILLADO PLUVIAL - PROPUESTA 2



TUBERÍA DE HORMIGÓN

ESCALA: 1:200

### PROPUESTA 1: DISEÑO CANAL TRAPEZOIDAL

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDAL ZONA D Q (m <sup>3</sup> /s)	SOLERA (m)	TIRANTE ESTIMADO (m)	ÁREA HIDRÁULICA (m <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	ESPEJO DE AGUA (m)	VELOCIDAD (m/s)
5	0.64	0.50	0.62	0.43	1.80	0.24	0.87	1.50
10	0.77	0.50	0.70	0.49	1.95	0.25	0.92	1.56
15	0.86	0.50	0.74	0.54	2.05	0.26	0.95	1.60
20	0.93	0.50	0.78	0.57	2.13	0.27	0.97	1.63
25	1.00	0.50	0.81	0.60	2.20	0.28	0.99	1.65

### PROPUESTA 2: DISEÑO TUBERÍA DE HORMIGÓN

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDAL ESCORRENTÍA (m <sup>3</sup> /s)	DIAMETRO NECESARIO (m)	VELOCIDAD NORMAL (m/s)
5	0.64	0.88	1.50
10	0.77	0.97	1.50
15	0.86	1.03	1.50
20	0.93	1.06	1.50
25	1.00	1.10	1.50

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL**

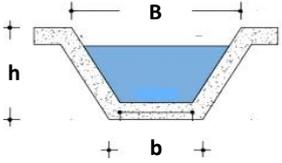
CONTENIDO: **PROPUESTAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA ZONA D**

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - M.Sc. Bethy Merchán - M.Sc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Omar Cruz Cabrera - Katherine Hidalgo Calva	Fecha de emisión: 17 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán			Lámina: 18
			Escala: Indicadas

# **ANEXO D**

Levantamiento de Canales en el Área de Ingenierías

ANEXO: CANALES DE AA.LL

ITEM	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	REFERENCIA	COTA (msnm)	COORDENADAS		CANAL	FOTOGRAFÍA		
DIMENSIONES DEL CANAL TRAPEZOIDAL										
01	Canal Rectorado Margen Derecho (A)	Rectorado	Desde Rectorado hasta GTSI	99,85	ESTE	NORTE	Trapezoidal			
					615094	9762613	<b>DIMENSIONES</b> B= 1,15m b= 0,55m h= 0,55 m			
02	Colector Rectorado-GTSI (A-B)	Rectorado	Desde Rectorado hasta GTSI	93,6	ESTE	NORTE	CIRCULAR			
					615051	9762698	$\phi$ interior= 0,50m espesor= 0,07m			
03	Canal Rectorado Margen Izquierdo	Rectorado	Desde Parqueadero Biblioteca hasta Bodega	101,18	ESTE	NORTE	Circular		Tubería circular recepta las AA.LL provenientes del parqueadero de Rectorado y Biblioteca Central	
					615044	9762596,2	$\phi$ interior= 0,30m espesor= 0,05m			
04	Canal Posterior a GTSI (B)	Rectorado	Desde 911 ESPOL hasta GTSI	96,04	ESTE	NORTE	Trapezoidal			
					615054	9762697,7	B= 1,20m b= 0,55m h= 0,65 m			
05	Canal Frente a Fresh Food	Fresh Food	Desde Fresh Food hasta CEMA	96,04	ESTE	NORTE	Trapezoidal			
							<b>Datos Canal</b>			B= 1,20m b= 0,95m h= 0,55 m
							<b>Datos Ducto</b>			Largo= 1,16 m Ancho= 0,55m
06	Canal Área verde	Área Verde	Entre FEPOL y GTSI	89,82	ESTE	NORTE	Trapezoidal			
							<b>Datos Canal</b>			B= 1,20m b= 0,95m h= 0,55 m
							<b>Datos Colector</b>			$\phi$ interior= 0,50m espesor= 0,07m
07	Canal FICT	Colindante al Auditorio FICT	Escalinatas	86,63	ESTE	NORTE	Trapezoidal			
							<b>Datos Canal</b>			B= 1,14m b= 0,50m h= 0,70 m Valores promedio
08	Canal FEPOL	FEPOL - Sweet & Coffee	Desde FEPOL a Sweet & coffee	84,33	ESTE	NORTE	Trapezoidal		Canal trapezoidal ubicado a un costado de FEPOL y cubierto con una plancha de hormigón. Sus aguas desembocan en el colector Sweet & coffee (Punto de inundación)	
							<b>Datos Canal</b>			B= 1,00m b= 0,50m h= 1,20 m

PROYECTO: "PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL"								
ESTUDIANTES: OMAR CRUZ & KATHERINE HIDALGO						AÑO: 2021		
ANEXO: CANALES DE AA.LL								
ITEM	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	REFERENCIA	COTA (msnm)	COORDENADAS		CANAL	FOTOGRAFÍA
					ESTE	NORTE		
09	Colector Sweet & Coffee (Punto de Inundación)	Sweet & Coffee	Conforma el canal FEPOL y recoge el caudal del canal posterior a las copiadoras	81,19	614919	9762760,5	Circular	
							Datos	
								Punto de inundación

**PROYECTO: "PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL"**  
**ESTUDIANTES: OMAR CRUZ & KATHERINE HIDALGO** **AÑO: 2021**

**ANEXO: CANALES DE AA.LL**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	REFERENCIA	COTA (msnm)	COORDENADAS		CANAL	FOTOGRAFÍA	
					ESTE	NORTE			
10	Colector Canal Rectorado Margen Izquierdo	Biblioteca Central	Escalinatas Biblioteca Central hacia FEPOL	86,08	615006	9762676,5	Circular		Esta tubería recolecta las AA.LL provenientes del canal izquierdo de rectorado y se sitúa por las escalinatas de la Biblioteca Central hacia FEPOL
							Datos		
11	Canal Escalinatas Biblioteca Central	Biblioteca Central	Escalinatas Biblioteca Central hacia FEPOL	82,26	614952	9762730,5	Trapezoidal		Canal ubicado frente a la entrada de las aulas de FCNM y diagonal al Sweet & coffee
							Datos Canal		
12	Colector Escalinatas Biblioteca Central y Canal FCNM	FCNM	Diagonal a Sweet & Coffee	77,41	614897	9762732,5	Circular		Colector ubicado frente a la entrada de las aulas de FCNM y diagonal al Sweet & coffee
							Datos		
13	Canal Aulas del Básico	Básico	Desde Aulas Básico hacia comedor FSCH	84,43	614901	9762632,9	Trapezoidal		Canal trapezoidal recepta la escorrentía de esta zona
							Datos Canal		
14	Canal Escaleras Biblioteca Central	Comedor FSCH	Desde Escaleras Biblioteca Central hacia comedor FSCH	86,25	614880	9762586,4	Trapezoidal		Canal trapezoidal rectangular - trapezoidal
							Datos Canal		
15	Canal Comedor FSCH	Comedor FSCH	Desde Comedor FSCH hacia Aulas FSCH	82,21	614827	9762615,6	Trapezoidal		
							Datos Canal		
16	Ductos Cajón	Posterior CELEX	Posterior CELEX	89,67	614841	9762434	2 Ducto Cajón		Ductos cajón construidos de hormigón armado
							Datos Ductos		
17	Vertedero rectangular	Posterior CELEX	Canal natural - Posterior CELEX	87,87	614860	9762442,4	Vertedero rect.		Vertedero rectangular de hormigón, recepta las AA.LL del canal natural
							Datos		
18	Canal CELEX	CELEX	Desde CELEX hacia la vía Principal	87,64	614859	9762475,2	Trapezoidal		
							Datos Canal		

**PROYECTO: "PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL"**  
**ESTUDIANTES: OMAR CRUZ & KATHERINE HIDALGO** **AÑO: 2021**

**ANEXO: CANALES DE A.A.LL**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	REFERENCIA	COTA (msnm)	COORDENADAS		CANAL	FOTOGRAFÍA	
					ESTE	NORTE			
19	Canal Vía Principal CELEX	CELEX	Frente a CELEX	90,59	614871	9762524,4	Trapezoidal		Canal adjunto a la vía principal
							Datos Canal		
							B= 0,87 m b= 0,30m h= 0,60 m Valores promedio		
20	Canal Posterior Posgrado FSCH (3P)	Posgrado FSCH	Posgrado FSCH	94,04	614646	9762518	Trapezoidal		
							Datos Canal		
							B= 3 m b= 0,90m h= 1,50 m Valores promedio		
21	Canal Intersección	Posgrado FSCH	<b>Canales naturales</b>	-	ESTE	NORTE	Trapezoidal		
			Canal Posterior Posgrado (3P)	91,32	614638	9762586,8	Canal Intersección (5P) Solera= 9,50m		
			Canal Cerro (4P)	90,96	614628	9762585,3			
			Canal intersección (5P)	91,68	614636	9762603,5			
22	Ducto Cajón	CELEX-FSCH	Entre la vía principal y posterior a las copiadoras FSCH	85,89	614840	9762563,8	Ducto Cajón		Se ubica cruzando la vía principal y dirigiéndose hacia las copiadoras de FSCH
							Datos		
							Ancho= 1,80 m Altura= 1,80 m		
23	Canal (revestido piedra)	CELEX-FSCH	Entre la vía principal y posterior a las copiadoras FSCH	85,89	614840	9762563,8	Canal Rectang.		—
							Datos		
							Ancho= 3,10 m Altura= 1,00 m		
24	Canal Aulas FSCH	FSCH	Entre las aulas FSCH y Laboratorios de Química	84,27	614808	9762644,8	Canal Rectang.		—
							Datos		
							Ancho= 3,00 m Altura= 1,10 m Valores promedios		
25	Canal Decanato FCNM	FSCH	Entre el Decanato FCNM y Laboratorios de Química	85	614829	9762719	Trapezoidal		
							Datos		
							Ancho= 4,00 m Altura= 2 m Valores promedios		
26	Colector Decanato FCNM	FCNM	Posterior Decanato FCNM	87	614835	9762696	Circular		—
							Datos		
							φ interior= 0,50m espesor= 0,07m		
27	Canal Laboratorios de Química	Laboratorios Química	Diagonal a los Laboratorios de Química	83,38	-	-	Trapezoidal		—
							Datos		
							Ancho= 4,00 m Valor promedio		

**PROYECTO: "PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA ESPOL"**  
**ESTUDIANTES: OMAR CRUZ & KATHERINE HIDALGO** **AÑO: 2021**

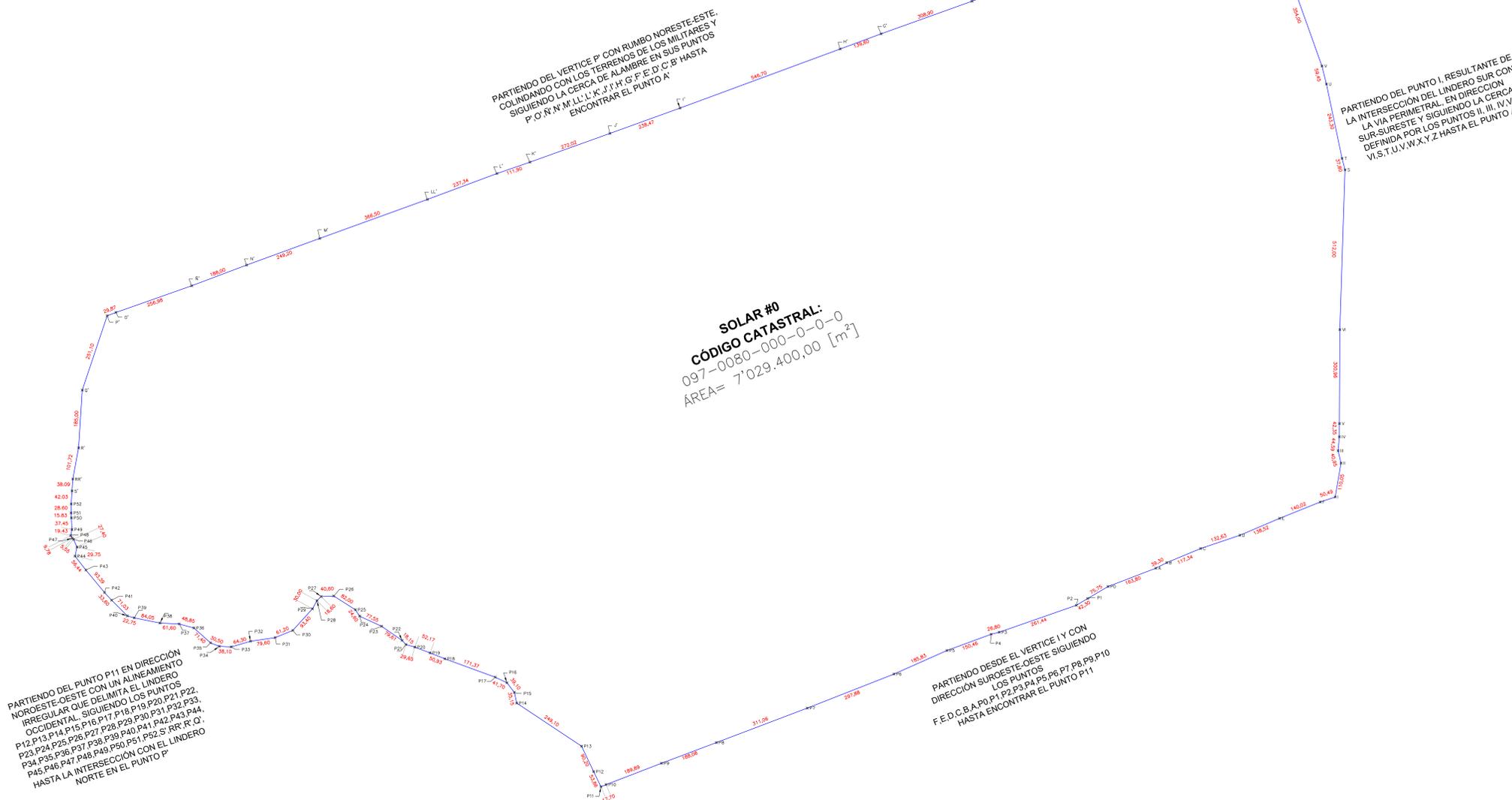
**ANEXO: CANALES DE AA.LL**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	REFERENCIA	COTA (msnm)	COORDENADAS		CANAL	FOTOGRAFÍA		
					ESTE	NORTE				
28	Ducto Cajón	Diagonal Laboratorios Química	Canal Intersección Posgrado FSCH	92	614749	9762765	Ducto Cajón		—	
							Datos			Ancho= 1,80 m Altura= 1,80 m
29	Canal proveniente de Posgrado FSCH	Diagonal Laboratorios Química	Canal Intersección Posgrado FSCH hacia FIEC NUEVA	92	614749	9762765	Trapezoidal		—	
							Datos			---
30	Canal Intersección (I)	Diagonal FIEC NUEVA	Canal Intersección: Canal Posgrado FSCH y Canal Laboratorios Química	81,97	614775	9762814,2	Trapezoidal		—	
							Datos			
							Canal Lab. Química:			Ancho= 5 m
							Canal Posgrado:			Ancho= 4 m
	Canal Intersección:	Ancho= 10 m								
31	Ducto Cajón	Canal Intersección (I)	Canal Intersección (I)	81,97	614775	9762814,2	3 Ducto Cajón		Las AA.LL receptadas por los ductos cajón son trasladadas hacia el otro lado de la vía principal, específicamente cercanas a la línea de tubería de Petroecuador.	
							Datos C/ducto			Ancho= 1,80 m Altura= 1,80 m
32	Ducto Cajón (Al otro lado de la vía principal)	Canal Intersección (I)	Canal Intersección (I)	-	-	-	3 Ducto Cajón		Ductos cajón al otro lado de la vía principal	
							Datos C/ducto			Ancho= 1,80 m Altura= 1,80 m
33	Colector (Tubería circular)	Cercana a la tubería de Petroecuador.	Al otro lado de la vía principal	-	-	-	Circular		Desemboca la medio natural	
							-			
34	Colector Edificio STEM	STEM	STEM	80	614893	9763042	Circular		—	
							Datos			φ interior= 0,80m

# **ANEXO E**

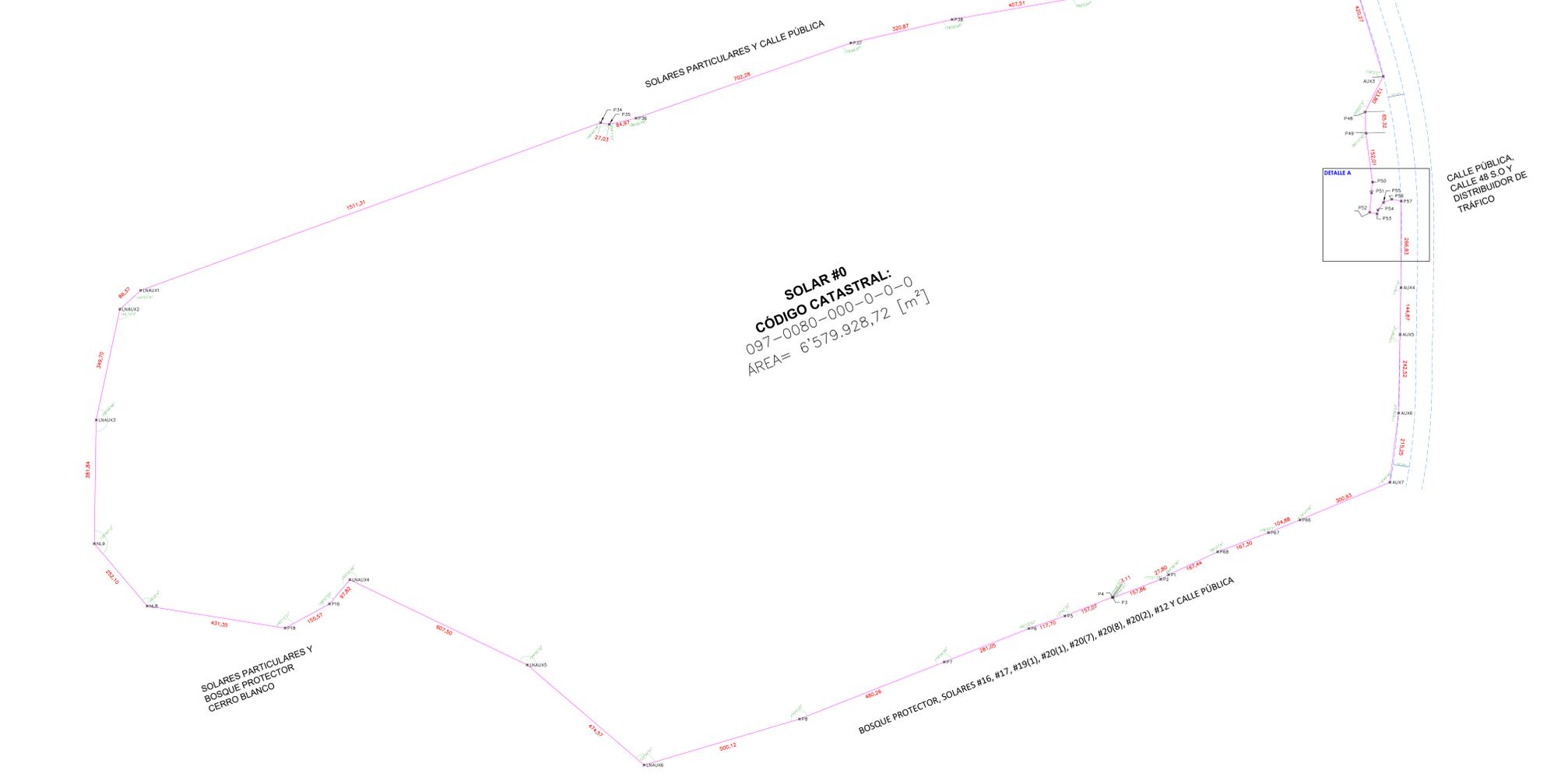
Planos Proporcionados Por GIF.

GRÁFICO  
SEGÚN ESCRITURA  
ESCALA 1:6000



**SOLAR #0**  
**CÓDIGO CATASTRAL:**  
097-0080-000-0-0-0  
**ÁREA= 7'029.400,00 [m<sup>2</sup>]**

GRÁFICO  
SEGÚN LEVANTAMIENTO EN SITIO  
ESCALA 1:6000



**SOLAR #0**  
**CÓDIGO CATASTRAL:**  
097-0080-000-0-0-0  
**ÁREA= 6'579.928,72 [m<sup>2</sup>]**

**CONTIENE:**  
Levantamiento Planimétrico  
Escuela Superior Politécnica del Litoral

**CÓDIGO CATASTRAL:**  
**097-0080-000-0-0-0**

**DIBUJO:**  
Ing. Bill Klein  
Vera Muentes  
REG. SENESCOT N° 1021-0202-2194319

**FECHA:**  
JULIO / 2021

**FORMATO:**  
**A0**

**TOPÓGRAFO:**  
Ing. Bill Klein  
Vera Muentes  
REG. SENESCOT N° 1021-0202-2194319

**ESCALA:**  
INDICADAS

**LÁMINA:**  
**1/1**

**UBICACIÓN**  
Provincia: Guayas  
Cantón: Guayaquil  
Parroquia: Tarquí  
Calle: Vía Perimetral, Distribuidor de tráfico, y Calle 181 N.O.  
Sector: 097  
Manzana: 0080  
Solar: 000

**Sistema de Referencia:**  
UTM WGS84 17S

**RESPONSABLE TÉCNICO:**  
**CAROLA MARIA GORDILLO VERA**  
Firmado digitalmente por CAROLA MARIA GORDILLO VERA  
Fecha: 2021.07.22 13:48:38 -05'00'  
Ing. Carola Maria Gordillo Vera, MSc  
REG. SENESCOT N° 1021-02-315418

**REPRESENTANTE LEGAL:**  
PhD. Cecilia Alexandra Paredes Verduga  
REG. SENESCOT N° 1021-07-066559

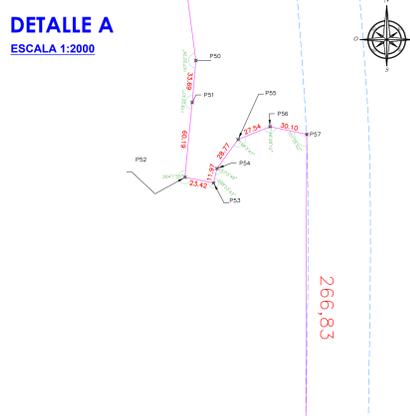
**SELLOS MUNICIPALES:**

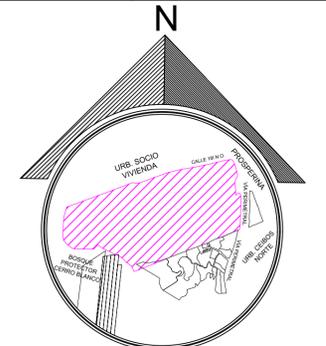
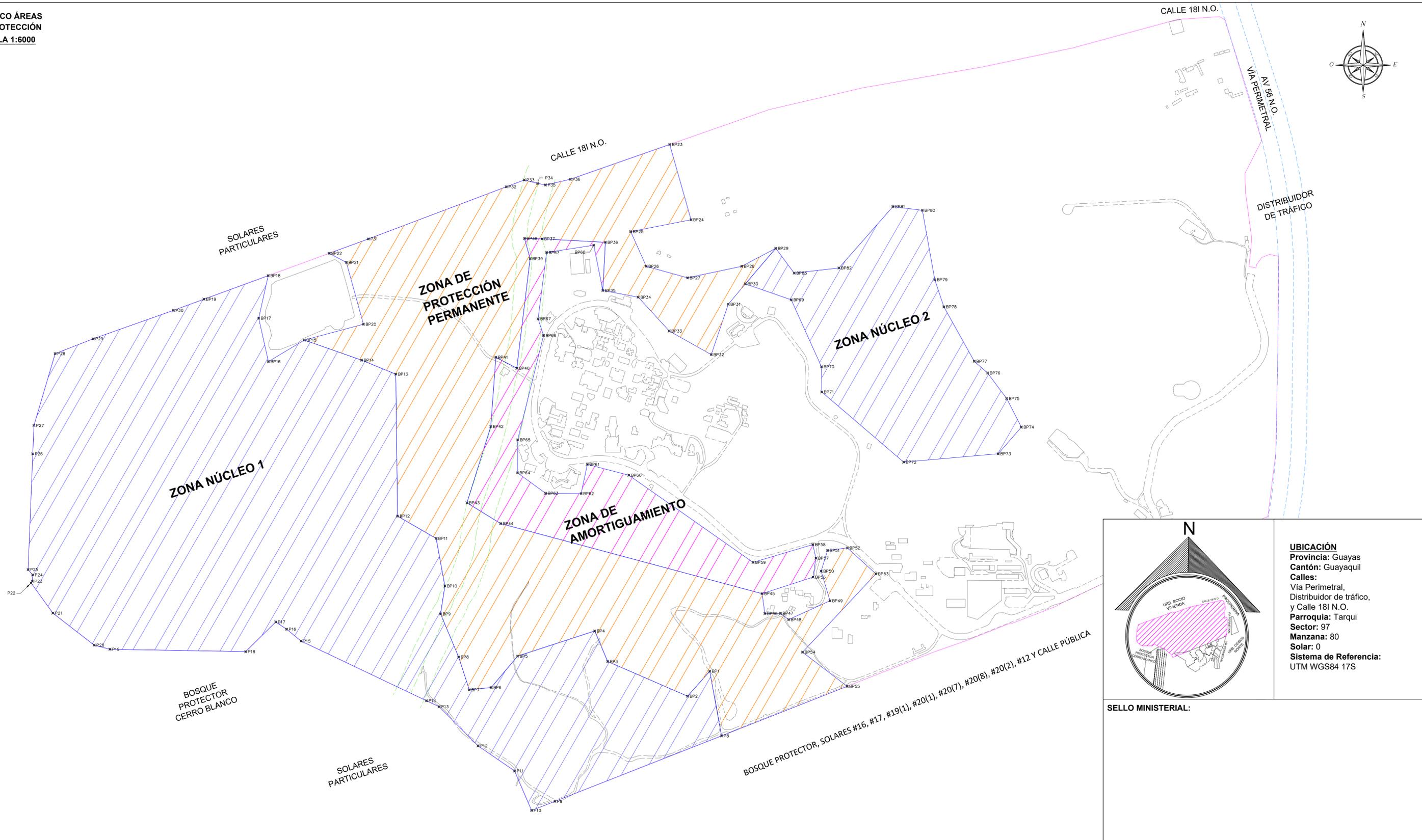
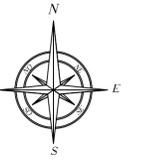
LINDEROS Y MENSURAS SEGÚN ESCRITURAS		LINDEROS Y MENSURAS SEGÚN LEVANTAMIENTO EN SITIO	
NORTE	PARTIENDO DEL VERTICE P' CON RUMBO NORESTE-ESTE, COLINDANDO CON LOS TERRENOS DE LOS MILITARES Y SIGUIENDO LA CERCA DE ALAMBRE EN SUS PUNTOS P, Q, N, M, L, K, J, I, H, G, F, E, D, C, B' HASTA ENCONTRAR EL PUNTO A''	NORTE	SOLARES PARTICULARES Y CALLE PÚBLICA DESDE PUNTO UNALUX1 HASTA PUNTO P42 = 3893,15 mts
SUR	PARTIENDO DESDE EL VERTICE I Y CON DIRECCIÓN SUROESTE-OESTE SIGUIENDO LOS PUNTOS F, E, D, C, B, A, P0, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10 HASTA ENCONTRAR EL PUNTO P11	SUR	BOSQUE PROTECTOR, SOLARES #16, #17, #19(1), #20(1), #20(2), #12 Y CALLE PÚBLICA DESDE PUNTO AUX7 HASTA PUNTO UNALUX = 2529,29 mts
ESTE	PARTIENDO DEL PUNTO I, RESULTANTE DE LA INTERSECCIÓN DEL LINDERO SUR CON LA VÍA PERIMETRAL, EN DIRECCIÓN SUR-SURESTE SIGUIENDO LA CERCA DEFINIDA POR LOS PUNTOS II, III, IV, V, VI, S, T, U, V, W, X, Y Z HASTA LA INTERSECCIÓN CON EL LINDERO NORTE EN EL PUNTO P'	ESTE	CALLE PÚBLICA, CALLE 48 S.O. Y DISTRIBUIDOR DE TRÁFICO DESDE PUNTO P42 HASTA PUNTO AUX7 = 1978,45 mts
OESTE	PARTIENDO DEL PUNTO P11 EN DIRECCIÓN NOROESTE-OESTE Y CON UN ALINEAMIENTO IRREGULAR QUE DELIMITA EL LINDERO OCCIDENTAL, SIGUIENDO LOS PUNTOS P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28, P29, P30, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37 HASTA LA INTERSECCIÓN CON EL LINDERO NORTE EN EL PUNTO P'	OESTE	SOLARES PARTICULARES Y BOSQUE PROTECTOR CERRO BLANCO DESDE PUNTO UNALUX HASTA PUNTO UNALUX1 = 2886,28 mts
SUPERFICIE=7'029.400,00 m <sup>2</sup>		SUPERFICIE = 6'579.928,72 m <sup>2</sup>	

DIFERENCIA DE ÁREAS	
ÁREA SEGÚN ESCRITURA	7'029.400,00 m <sup>2</sup>
ÁREA SEGÚN LEVANTAMIENTO	6'579.928,72 m <sup>2</sup>
DIFERENCIA DE ÁREAS	449.471,28 m <sup>2</sup>

CUADRO DE COORDENADAS UTM					
VÉRTICES	ESTE [m]	NORTE [m]	VÉRTICES	ESTE [m]	NORTE [m]
P1	616471,79	9762070,13	P16	613881,78	9761980,42
P2	616447,05	9762056,34	P17	613745,29	9761905,76
P3	616400,38	9761990,52	N18	613139,37	9761972,28
P4	616397,80	9762002,26	N19	612196,25	9762162,20
P5	616351,82	9761943,82	UNALUX2	612162,00	9762948,00
P6	616040,75	9761904,34	UNALUX2	612325,00	9762990,00
P7	615779,39	9761801,00	UNALUX1	612299,00	9762948,00
P8	615332,50	9761625,09	P34	614718,37	9763465,78
UNALUX	614852,95	9761483,11	P35	614745,37	9763460,56
UNALUXS	614492,59	9761791,90	P36	614828,20	9763479,50
UNALUX4	613945,04	9762055,04	P37	615400,99	9763711,67

DATOS LEVANTADOS CON EQUIPO RTK Y ESTACIÓN TOTAL					
VÉRTICES	ESTE [m]	NORTE [m]	VÉRTICES	ESTE [m]	NORTE [m]
P38	615803,57	9763784,12	P52	617092,22	9763189,02
P39	616205,02	9763854,13	P53	617115,17	9763184,02
P40	616003,41	9763917,91	P54	617127,80	9763195,98
AUX1	616822,89	9764212,05	P55	617134,88	9763219,21
P42	616993,57	9764021,50	P56	617160,43	9763229,48
AUX2	617012,33	9764010,81	P57	617189,91	9763233,41
AUX3	617134,47	9763608,68	AUX4	617188,97	9762956,58
P48	617078,16	9763498,43	AUX5	617186,24	9762811,74
P49	617080,90	9763433,16	AUX6	617181,54	9762569,26
P50	617101,06	9762882,50	AUX7	617154,80	9762355,68
P51	617098,10	9762548,93	P66	616877,17	9762339,58
P67	616790,99	9762000,13	P68	616623,43	9762141,15





**UBICACIÓN**  
 Provincia: Guayas  
 Cantón: Guayaquil  
 Calles:  
 Vía Perimetral,  
 Distribuidor de tráfico,  
 y Calle 181 N.O.  
 Parroquia: Tarqui  
 Sector: 97  
 Manzana: 80  
 Solar: 0  
 Sistema de Referencia:  
 UTM WGS84 17S

SELLO MINISTERIAL:

TABLA DE COORDENADAS ZONA DE AMORTIGUAMIENTO				TABLA DE COORDENADAS ZONA NÚCLEO 1				TABLA DE COORDENADAS ZONA DE PROTECCIÓN PERMANENTE				TABLA DE COORDENADAS ZONA NÚCLEO 2				TABLA DE ÁREAS						
VÉRTICES	ESTE [m]	NORTE [m]		VÉRTICES	ESTE [m]	NORTE [m]		VÉRTICES	ESTE [m]	NORTE [m]		VÉRTICES	ESTE [m]	NORTE [m]		VÉRTICES	ESTE [m]	NORTE [m]		ÁREA TOTAL		
BP41	614579.63	9762886.62	P23	613033.52	9762140.48	P19	613292.62	9761913.44	BP12	614251.78	9762357.22	BP34	615054.84	9763086.52	P8	615332.50	9761625.09	BP30	615411.97	9763131.17	ZONA NÚCLEO 1	165.81 ha
BP40	614649.67	9762850.07	P24	613034.55	9762161.28	P18	613745.29	9761905.76	BP13	614245.86	9762830.31	BP33	615158.04	9762974.02	BP47	615529.20	9762033.39	BP29	615513.31	976249.57	ZONA NÚCLEO 2	37.70 ha
BP39	614694.12	9763215.35	BP12	614251.78	9762357.22	P17	613845.48	9762004.65	BP14	614131.95	9762876.92	BP32	615298.38	9762895.29	BP46	615477.04	9762032.71	BP76	616220.15	9762834.12	ZONA DE PROTECCIÓN PERMANENTE	119.06 ha
BP38	614675.49	9763282.36	BP13	614245.86	9762830.31	P16	613881.78	9761980.42	BP15	613940.87	9762943.78	BP31	615354.95	9763063.06	BP45	615467.79	9762098.92	BP77	616175.64	9762873.13	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO	27.49 ha
BP37	614734.18	9763281.15	BP14	614131.95	9762876.92	P15	613930.20	9761940.83	BP1	615293.24	9761840.35	BP30	615411.97	9763131.17	BP44	614598.79	9762332.27	BP78	616074.23	9763054.96	DERECHO DE VÍA POLIDUCTO	-17.76 ha
BP36	614945.11	9763269.59	BP15	613940.87	9762943.78	P14	614348.47	9761741.96	BP2	615219.21	9761757.13	BP29	615513.31	9763249.57	BP43	614483.32	9762401.62	BP79	616043.81	9763145.03		
BP35	614936.51	9763108.99	BP16	613821.16	9762872.14	P13	614390.70	9761722.26	BP3	614952.84	9761872.70	BP28	615399.72	9763189.59	BP42	614562.76	9762655.69	BP80	616002.37	9763376.07		
BP45	615467.79	9762098.92	BP17	613788.73	9763016.64	P12	614520.41	9761591.76	BP4	614909.55	9761974.52	BP27	615219.12	9763151.20	BP31	614154.42	9763280.81	BP81	615904.29	9763388.46		
BP44	614595.79	9762332.27	BP18	613820.48	9763158.49	P11	614642.17	9761508.26	BP5	614652.23	9761890.57	BP26	615081.32	9763189.56	BP82	615724.00	9763184.00					
BP43	614483.32	9762401.62	BP19	613605.90	9763079.89	P10	614698.94	9761376.58	BP6	614504.27	9761786.14	BP25	613029.69	9763305.21	BP83	615575.00	9763167.00					
BP42	614562.76	9762655.69	BP1	615293.24	9761840.35	P9	614776.69	9761406.62	BP7	614491.11	9761778.36	BP24	615230.90	9763344.68	BP89	615565.20	9763077.82					
BP60	615023.39	9762493.50	BP2	615219.21	9761757.13	P8	615332.50	9761625.09	BP8	614455.61	9761887.81	BP23	615159.59	9763595.59	BP70	615665.94	9762854.98					
BP61	614884.89	9762529.68	BP3	614952.84	9762564.70	P26	613035.00	9762564.70	BP9	614395.36	9762031.31	BP22	614023.77	9762322.95	BP71	615666.70	9762770.96					
BP62	614864.20	9762432.39	BP4	614909.55	9761974.52	P27	613038.77	9762659.09	BP32	614614.57	9763454.42	BP21	614081.17	9762302.53	BP72	615940.07	9762537.19					
BP63	614745.96	9762433.35	BP5	614652.23	9761890.57	P28	614408.72	9762124.33	BP10	614408.72	9762124.33	BP20	614138.10	9762996.52	BP73	616255.39	9762964.97					
BP64	614651.80	9762501.51	BP6	614564.27	9761786.14	P29	613236.58	9762348.01	BP11	614380.71	9762282.73	P33	614674.64	9762477.24	BP74	616332.68	9762653.71					
BP65	614652.70	9762611.28	P22	613029.47	9762134.45	P30	613504.09	9763042.60	BP12	614718.85	9763465.78	P36	614828.20	9763479.50	BP75	616283.55	9762749.11					
BP66	614738.88	9762959.18	BP7	614491.11	9761778.36	BP41	614579.63	9762886.62	BP55	615751.42	9761789.99	BP54	615602.89	9761903.87								
BP67	614720.74	9763014.68	BP8	614455.61	9761887.81	P35	614745.37	9763460.56	BP54	615602.89	9761903.87	BP53	615847.51	9762164.95								
BP67	614749.04	9763235.64	BP9	614395.36	9762031.31	BP40	614649.67	9762850.07	BP53	615847.51	9762164.95	BP39	614694.12	9763215.35	BP52	615752.34	9762251.11					
BP68	614906.38	9763259.96	BP10	614409.72	9762124.33	BP39	614694.12	9763215.35	BP52	615752.34	9762251.11	BP38	614675.49	9763282.36	BP51	615686.24	9762242.90					
BP56	615637.70	9762153.82	BP11	614380.71	9762282.73	BP37	614734.18	9763281.15	BP50	615664.79	9762173.77	BP36	614945.11	9763269.59	BP49	615694.36	9762075.20					
BP57	615647.36	9762217.00	P25	613019.39	9762178.96	BP37	614734.18	9763281.15	BP50	615664.79	9762173.77	BP35	614936.51	9763108.99	BP48	615556.29	9762012.37					
BP58	615637.11	9762262.33	P21	613102.04	9762034.06	BP36	614945.11	9763269.59	BP49	615694.36	9762075.20											
BP59	615437.53	9762203.01	P20	613240.03	9761927.25	BP35	614936.51	9763108.99	BP48	615556.29	9762012.37											

RESPONSABLE TÉCNICO:

CONTIENE:

Áreas de protección del Bosque Protector Prosperina ESPOL

CÓDIGO CATASTRAL:  
**97-0080-000-0-0-0**

REPRESENTANTE LEGAL:

FECHA:  
**ENE/2021**

ESCALA:  
**INDICADA**

DIBUJO:

FORMATO:  
**A1**

TOPÓGRAFO:

LÁMINA:  
**1/1**

Ing. Edwin Rolando Jimenez  
REG. SENESCYT N° 1008-05-585922

Ing. Bill Vera  
REG. SENESCYT N° 1021-2020-2194319

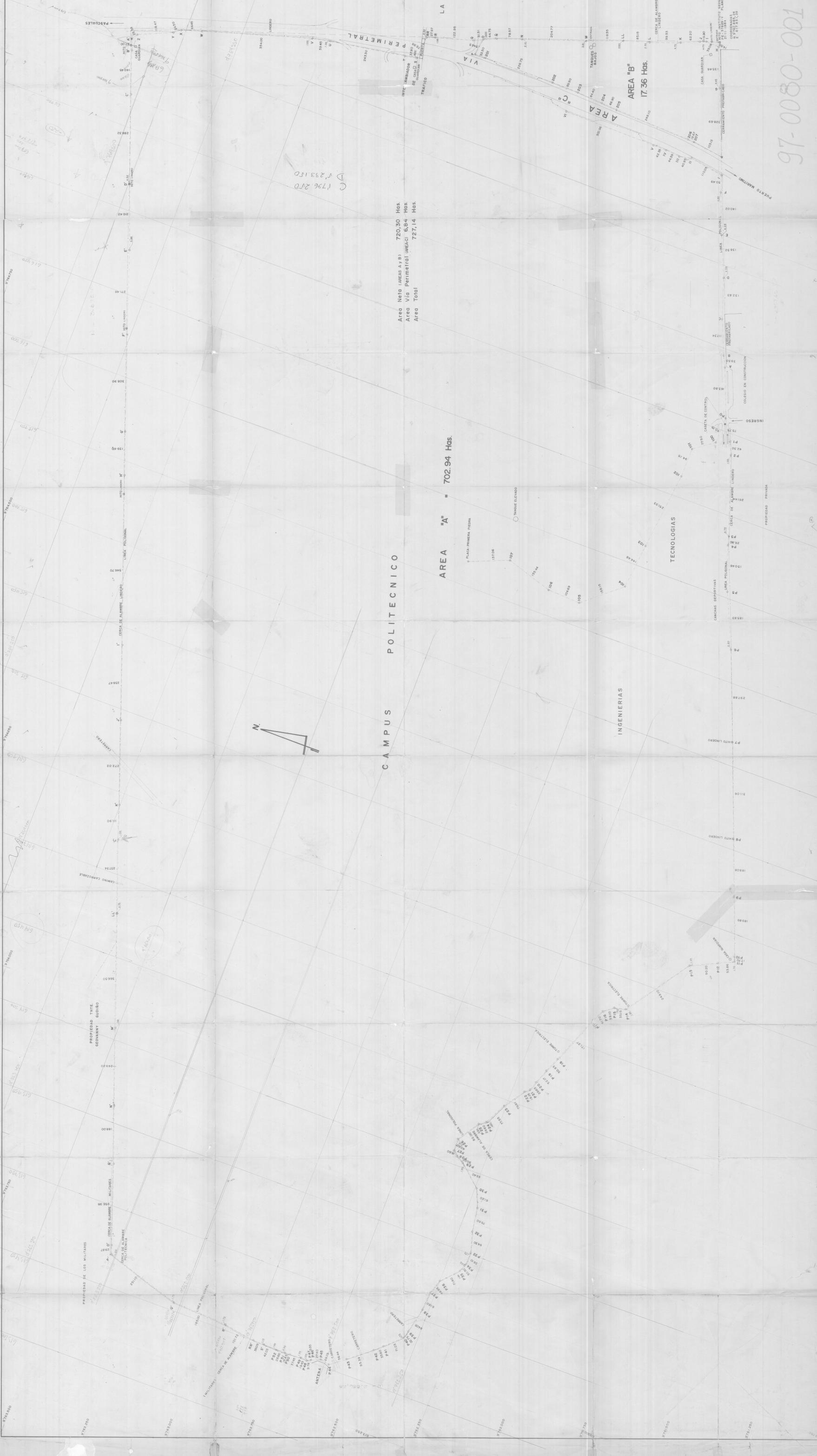
PhD. Cecilia Paredes Verduga  
REG. SENESCYT N° 1021-07-668599

Ing. Bill Vera  
REG. SENESCYT N° 1021-2020-2194319



UBICACION  
Escala 1:50,000

PUNTO	LATITUD SUR	LONGITUD ESTE
1	02°08' 41.54"	79°56' 22.44"
2	02°07' 48.92"	79°56' 46.52"
3	02°08' 49.17"	79°58' 45.71"
4	02°08' 49.17"	79°58' 48.44"
5	02°09' 13.72"	79°57' 55.44"
6	02°08' 59.93"	79°57' 03.71"



Area Neta (AREAS A Y B) 720.30 Has.  
 Area Via Perimetral (AREAS C) 6,84 Has.  
 Area Total 727.14 Has.

AREA "A" = 702.94 Hds.

AREA "B"  
 17.36 Hds.

NOTA: EL AREA B SE SUBDIVIDE EN AREA B Y AREA B1  
 ( ver referencias en el plano o estado (1:2,000 del levantamiento  
 planimetrico de este sector.)

LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO DE LOS LINDEROS DEL CAMPUS POLITECNICO (LA PROSPERINA)  
 UBICACION: Centon GUAYAQUIL - Provincia GUAYAS  
 PROYECTO: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
 FECHA: 1997  
 ESCALA: 1:50,000

97-0080-001

# ANEXO F

ENLACE DE DESCARGA DE ARCHIVOS Y PROGRAMAS:

<https://espolec->

[my.sharepoint.com/:f:/g/personal/oocruz\\_espolec\\_edu\\_ec/EjSERxUUYUIFu6cKPAeWamoBbv2DweLEVZ5VxMp95QCO3Q?e=hfD9uc](https://my.sharepoint.com/:f:/g/personal/oocruz_espolec_edu_ec/EjSERxUUYUIFu6cKPAeWamoBbv2DweLEVZ5VxMp95QCO3Q?e=hfD9uc)