

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“Diseño del sistema de riego para las áreas verdes en la zona de ingeniería de la
ESPOL”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Henry Ernesto Cedeño Chávez

Andrés David García Villavicencio

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico primero a Dios por dame la fortaleza para salir a delante y nunca rendirme.

En segundo lugar, a toda mi familia, la cual siempre me dio su confianza y siempre me ayudó en todo lo que necesitara para lograr cumplir mis metas.

Por último, agradezco a mi novia, amigos y todas las personas que fueron parte de mi crecimiento académico.

Henry Cedeño Chávez

DEDICATORIA

Primordialmente, dedico este proyecto al Dios de Israel que me concedió realizar mis estudios en esta facultad y me sustentó en todo tiempo.

Mi madre, quien ha sido un apoyo incondicional desde mucho antes de la iniciación de mis estudios.

A familiares y amigos, que de una y otra manera han sido parte de toda mi trayectoria hasta la culminación de este proyecto.

Andrés García Villavicencio

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios porque “Hasta aquí nos ayudó Jehová” 1 Samuel 7:12

Nuestro más sincero agradecimiento al PhD. Mijaíl Arias Hidalgo por brindarnos su ayuda y sabiduría como nuestro tutor en todo el desarrollo de este proyecto. Y a todo el cuerpo de docentes que ha estado involucrado en la formación de toda nuestra preparación académica, por sus consejos y correcciones muy acertadas para moldear nuestro carácter profesional. Agradecemos también al Ing. Jaime Proaño, docente de la Facultad de Ciencias de la Vida de la ESPOL por su siempre predisposición a recibirnos, ayudándonos con asesorías en el campo de la agricultura.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me(nos) corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; (*nombre de los participantes*) y doy(damos) mi(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”



Henry Cedeño Chávez



Andrés García

EVALUADORES

SAMANTHA
ELIZABETH
HIDALGO
ASTUDILLO

Firmado digitalmente
por SAMANTHA
ELIZABETH HIDALGO
ASTUDILLO
Fecha: 2023.02.13
18:38:52 -05'00'

Ing. Samantha Hidalgo

PROFESOR DE LA MATERIA



Firmado electrónicamente por:
MIJAIL EDUARDO
ARIAS HIDALGO

PhD. Mijaíl Arias

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

La ESPOL como institución está en la búsqueda del cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, y para esto una de las metas es poder utilizar los recursos que dispone a favor del medio ambiente y la reducción del uso de los recursos agotables, como es el agua potable. Se conoce actualmente que se pagan en planillas por recibir el servicio de agua potable asciende a una cantidad de \$ 210.639,22, los cuales del 56% a 70% de lo consumido son por pérdidas atribuidas al riego de áreas verdes. Por lo que ESPOL cancela exclusivamente por motivos de riego un monto de \$1312.702,71. Este proyecto trata de poder utilizar el agua del lago de las ingenierías de ESPOL para el riego de las áreas verdes de las zonas de ingeniería. El consumo actual para áreas verdes es de 33.965,57 m³ y respecto al balance de masa, existe una necesidad de riego alrededor de 14025.4 m³, donde se utiliza el riego a través de tubo lleno, por lo cual se está teniendo un desperdicio mayor al que necesitan las plantas, arbustos y césped. Se desarrolló el diseño agronómico para un sistema por goteo para las plantas ornamentales y el diseño del sistema por aspersión para el césped. Para esto fue necesario realizar el diseño en base a las necesidades de las plantas, el tipo de suelo y la topografía. A partir de esto se determinó una frecuencia e intervalo de riego de 6 y 7 días respectivamente, y 40 minutos al día de regadío. Una vez determinada la ubicación, cantidad y disposición de los receptores y aspersores más el diseño agronómico se obtiene un consumo al año de 16.430,34 m³. Se realizó el diseño hidráulico de las tuberías para la distribución del agua para riego respecto a las necesidades de cada sistema, implementando una malla cerrada para reducir pérdidas y controlar velocidades y presiones. Con la implementación del sistema de riego se ha obtenido una reducción del consumo de agua extraída del lago de un 51.3% en gran parte debido a las disposiciones en los tiempo e intervalos de riego. El presupuesto referencial estimado es de \$321.307,70 que representa la construcción de los dos sistemas de riego al mismo tiempo, lo cual es lo más recomendado. En caso de solo querer disponer del sistema por goteo, el costo estimado corresponde a \$119.477,65, y de solo realizar la obra para el sistema por aspersión representa un presupuesto referencial de \$284.253,6.

Palabras claves: Riego, aspersión, goteo, diseño agronómico, diseño hidráulico.

ABSTRACT

ESPOL as an institution is in search of the fulfillment of the sustainable development objectives. For this reason, is to be able to use the resources available in favor of the environment and the reduction of the use of exhaustible resources, such as drinking water. It is currently known that an amount of \$210,639.22 is paid in payrolls to the company in charge of supplying drinking water, of which between 56% and 70% of what is consumed are due to losses attributed to the irrigation of green areas. Therefore, ESPOL pays \$1,312,702.71 exclusively for irrigation. The objective of this project is to be able to use the water from the ESPOL engineering lake to irrigate the green areas of the engineering areas. The current consumption for green areas is 33,965.57 m³ and regarding the mass balance, there is a need for irrigation of around 14,025.4 m³, where irrigation is used through a full tube, for which there is a greater waste than they need plants, shrubs and grass. The agronomic design for a drip system for ornamental plants and the design of the sprinkler system for lawns were developed. For this it was necessary to carry out the design based on the needs of the plants, the type of soil and the topography. From this, an irrigation frequency and interval of 6 and 7 days respectively, and 40 minutes per day of irrigation were determined. Once the location, quantity and layout of the receivers and sprinklers plus the agronomic design have been determined, a yearly consumption of 16,430.34 m³ is obtained. The hydraulic design of the pipes for the distribution of water for irrigation was carried out with respect to the needs of each system, implementing a closed mesh to reduce losses and control speeds and pressures. With the implementation of the irrigation system, a 51.3% reduction in the consumption of water extracted from the lake was obtained, largely due to the provisions in the time and intervals of irrigation. The estimated referential budget is \$293.769,29, which represents the construction of the two irrigation systems at the same time, which is the most recommended. In case of only wanting to have drip system the estimated cost corresponds to \$91.939,24, and only carrying out the work for the sprinkler system represents a referential budget of \$256.715,20.

Keywords: *Irrigation, sprinkler, drip, agronomic design, hydraulic design.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	IX
SIMBOLOGÍA	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE PLANOS	XV
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Localización	2
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Justificación	5
CAPÍTULO 2.....	6
2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	6
2.1 Información básica.....	6
2.1.1 Generalidades sobre áreas verdes de ESPOL.....	6
2.1.2 Clima	7
2.1.3 Topografía.....	8
2.1.4 Lago	8
2.1.5 Suelo.....	9
2.1.6 Calidad del agua	10

2.1.7	Balance Hídrico	12
2.1.8	Sistema de distribución	15
2.2	Marco Teórico.....	16
2.2.1	Caracterización de las principales plantas ornamentales.....	16
2.2.2	Césped Filipino.....	17
2.2.3	Césped cebollín.....	17
2.2.4	Riego para cultivos y plantas ornamentales	17
2.2.5	Sistema de Riego por Goteo	18
2.2.6	Sistema de Riego por Aspersión	18
2.2.7	Sistema de Riego por Inundación	18
2.2.8	Características del suelo	19
2.2.9	Propiedades del suelo	20
2.2.10	Porosidad	24
2.2.11	Contenido de Humedad en suelos	26
2.2.12	Requerimientos hídricos en los sistemas de riego	26
2.2.13	Cuenca Hidrográfica.....	27
2.2.14	Microcuenca	27
2.2.15	Evaporación	28
2.2.16	Transpiración.....	29
2.2.17	Evapotranspiración.....	29
2.3	Metodología	30
2.4	Trabajo de campo, laboratorio y gabinete.....	32
2.4.1	Determinación de la evapotranspiración	32
2.4.2	Evapotranspiración potencial	32
2.4.3	Coeficiente de cultivo Kc	34
2.4.4	Coeficiente de jardín (Kj).....	36
2.4.5	Coeficiente de especie (Ke)	36

2.4.6	Coeficiente de densidad (K_e)	38
2.4.7	Coeficiente microclima (K_m).....	38
2.4.8	Programación Agro-técnica Del Riego	39
2.4.9	Agua para riego: lámina de agua a aplicarse	39
2.4.10	Agotamiento de agua permisible en la zona de raíces “ d_a ”	39
2.4.11	Intervalo de riego “ i ”	41
2.4.12	Lamina neta de agua requerida para suplir la deficiencia “ d_n ”	41
2.4.13	Programación agrotécnica para el riego (plantas jardineras)	42
2.4.14	Fracción de lavado	43
2.5	Análisis de alternativas	44
2.5.1	Restricciones.....	44
2.5.2	Descripción de las alternativas.....	44
	Alternativa 2: Diseñar un sistema único de riego localizado	45
	Alternativa 3: Diseño de un sistema de riego por aspersión automatizado.....	46
2.6	Plan de Trabajo	48
CAPÍTULO 3.....		50
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES.....	50
3.1	Diseño del sistema de riego por goteo.....	50
3.1.1	Longitud de tuberías regantes o líneas laterales	50
3.1.2	Diseño agronómico con software en Excel	52
3.1.3	Diseño del sistema con tanque elevado.....	55
3.1.4	Diseño con bomba centrífuga.....	62
3.1.5	Sistema de filtrado.....	65
3.1.6	Diseño hidráulico de la red de distribución	66
3.1.7	Modelación del sistema de distribución	69
3.2	Diseños sistema por aspersión	75
3.2.1	Modelo de la Distribución del Conjunto de Aspersores.	75

3.2.2	Tipos de Aspersores y Difusores.....	78
3.2.3	Requisitos para la Precipitación	83
3.2.4	Distribución de aspersores	86
3.2.5	Diseño agronómico	99
3.2.6	Diseño del sistema con tanque elevado.....	103
3.2.7	Diseño con bomba centrífuga.....	109
3.2.8	Diseño hidráulico de la red de distribución	112
3.2.9	Modelación del sistema de distribución.....	115
3.2.10	Comparación de alternativas.....	120
3.3	Especificaciones técnicas	122
CAPÍTULO 4.....		123
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	123
4.1	Objetivos.....	123
4.1.1	Objetivo General	123
4.1.2	Objetivos Específicos	123
4.2	Descripción del proyecto.....	123
4.2.1	Ubicación del Proyecto.....	124
4.3	Línea base ambiental.....	125
4.3.1	Medio Físico	125
4.3.2	Medio biótico	126
4.3.3	Medio Socioeconómico	127
4.4	Actividades del proyecto.....	128
4.4.1	Fase de la Construcción.....	128
4.5	Identificación de impactos ambientales en el momento que se lleva a cabo la obra.	128
4.6	Valoración de impactos ambientales	130
4.7	Análisis general de impactos del sistema de riego que se va a ejecutar	133
4.7.1	Plan de prevención/mitigación.....	133

4.7.2	Plan de Seguridad y Salud Ocupacional	134
4.7.3	Control sobre la contaminación acústica y del aire.....	134
4.7.4	Plan del manejo del material de hormigón en la Construcción	135
4.7.5	Plan del manejo de la basura	136
4.7.6	Plan de cooperación comunitaria	136
4.7.7	Limpieza y cierre de la obra	137
4.8	Fase Operativa	137
4.8.1	Plan de manejo de Impacto Ambiental Operacional.....	137
4.9	Conclusiones y Recomendaciones	140
CAPÍTULO 5.....		141
5.	PRESUPUESTO	141
5.1	Estructura de desglose de Trabajo (EDT).....	141
5.2	Descripción de rubros	141
5.3	Análisis de costos unitarios.....	144
5.4	Descripción de cantidades de obra.....	144
5.5	Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental.....	146
5.6	Cronograma de obra.....	146
CAPÍTULO 6.....		147
6.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	147
	Conclusiones	147
	Recomendaciones	148
BIBLIOGRAFÍA.....		148
6.1.1	Bibliografía en caso de utilizar norma APA	151
ANEXOS.....		158
cRONOGRAMA DE TRABAJO VALORADO		216

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCM	Facultad de Ingeniería marítima y ciencias del mar
FCSH	Facultad de ciencias sociales y humanística
FCNM	Facultad de ciencias naturales y matemáticas
UBEP	Unidad de Bienestar Estudiantil
FIEC	Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación
COPOL	Unidad Educativa Particular Politécnico
FADCOM	Facultad de Arte, Diseño y Comunicación audiovisual
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura
FICT	Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
GIF	Gerencia de Infraestructura
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
TULSMA	Texto Unificado de Legislación secundaria de medio ambiente
SEVIOCA	Sociedad Ecuatoriana de Biotecnología de la ESPOL
PARCOM	Parque del conocimiento
SENAE	Campo de prácticas de la carrera de ingeniería Agropecuaria

SIMBOLOGÍA

ADP	Agua disponible para la planta
CC	Capacidad de campo
CE	Conductividad eléctrica
cm	Centímetro
CRAD	Capacidad de retención de agua disponible
D	Diámetro
da	Agotamiento de agua permisible en la zona de raíces
dn	Lamina neta de agua
Et	Evapotranspiración
ETc	Evapotranspiración máxima
ETo	Evapotranspiración potencial
GPM	Galones por minutos
H	Perdida de carga total
hf	Perdida de carga unitaria
hp	Caballos de fuerza
kW	kilovatio
L	Litros
m	Metro
m.c.a.	Metros de columna de agua
m.sn.m	Metros sobre el nivel del mar
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
mg	Miligramo
mph	Metros sobre hora
Nb	Necesidad bruta de riego
Nh	Necesidad neta de riego
p	Presión
Pb	Potencia de bomba
Pm	Potencia mecánica
PMP	Punto de marchitez

PR	Precipitación
PVC	Policloruro de vinilo
Q	Caudal
Qb	Caudal de bombeo
Qf	Caudal de infiltración
Sa	Cantidad de retención de agua
T	Temperatura
USD	Dólares americanos
v	velocidad
VT	Volumen total

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ortofoto Campus Gustavo Galindo ESPOL. Fuente: (GIF ESPOL)	3
Figura 1.2 Zonificación ESPOL. Fuente: (Cruz O. & Hidalgo K., 2021).....	3
Figura 2.1 Zonas verdes de ESPOL. Fuente: Autores	7
Figura 2.2 Curvas de nivel Campus ESPOL. Fuente: (GIF ESPOL).....	8
Figura 2.3 Ubicación de calicatas en Google Maps (2015).....	9
Figura 2.4.4: Ubicación de los nodos para el modelado del sistema de distribución. Fuente: (Cruz O. & Hidalgo K., 2021)	16
Figura 2.5 Composición física ideal del suelo. Fuente: (Jaramillo D., 2002)	21
Figura 2.6 Diagrama triangular de texturas (SSDS, 1993).....	23
Figura 2.7: Relación general entre el agua disponible para la planta, la capacidad de camp, el punto de marchitez, agua no disponible y la textura. Fuente: Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. Fuente:(Hillel D., 1998)	25
Figura 2.8: Microcuencas, drenajes y puntos donde defoga el agua en ESPOL	27
Figura 2.9 Microcuencas 1 y 2 que abastecen de agua al lago de ingenierías (Velásquez Molina & Rosales Serrano, 2022).....	28
Figura 2.10: Curva de necesidades de lavados. Fuente: (Rodríguez A. et al., 2003)	44
Figura 3.1 Ubicación de tanque elevado para riego por goteo.....	57
Figura 3.2 Distribución de gastos en nodos AUTOR.....	70
Figura 3.3 Modelación del sistema de riego por goteo con tanque	71
Figura 3.4 Modelación del sistema de riego por goteo con bombas	71
Figura 3.5 Plano sistema aspersión	74
Figura 3.6 Modelación del riego por aspersión con tanque elevado	116
Figura 3.7 modelación del riego por aspersión con bomba.....	117
Figura 3.8 Plano sistema riego aspersión	121
Figura 4.1 Área de Zona Intervenida. Fuente: Google Maps	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.1: Áreas verdes en ESPOL. Fuente: autor	6
Tabla 2.2 Resultados de la caracterización del lago respecto a la calidad del agua para uso en riego. Fuente:(Rosales P. & Velázquez A., 2022)	11
Tabla 3.1.1 Especificaciones para tuberías de goteros por el fabricante	52
Tabla 3.2 Resultado diseño agronómico goteo	53
Tabla 3.3 Gasto por nodo en el sistema por goteo	55
Tabla 3.4 Altura estática total.....	61
Tabla 3.5 Selección de tipo de filtro	66
Tabla 3.6 Diámetros y comprobación de velocidades.....	67
Tabla 3.7 Resultado en nodos software.....	72
Tabla 3.8 Distribución de aspersores por área.....	86
Tabla 3.9 Resultados de diseño agronómico para riego por aspersion.....	100
Tabla 3.10 Sectorización del sistema por aspersion	102
Tabla 3.11 Altura estática total.....	108
Tabla 3.12 Diámetros y comprobación de velocidades.....	112
Tabla 3.13.....	117
Tabla 3.14 Diámetros de tuberías fuera del sistema cerrado.....	120
Tabla 4.1: Coordenadas del área intervenida	125
Tabla 4.2: Población para el año 2035 de ESPOL. Fuente: (Cruz et al., 2021)	127
Tabla 4.3: Actividades, factor ambiental y sus impactos.....	128
Tabla 4.4: Resumen detallado de la valoración de impacto	131
Tabla 4.5: Matriz de Leopold.....	132
Tabla 4.6: Valoración del Impacto (CITA)	133
Tabla 4.7: Plan del manejo de Salud y Seguridad Laboral.....	134
Tabla 4.8: Medidas de mitigación del ruido y polvo.....	135
Tabla 4.9 : Plan del manejo de Desechos Contaminantes.....	135
Tabla 4.10: Plan del manejo de la basura	136
Tabla 4.11: Plan del manejo de la basura	136
Tabla 4.12: Plan del manejo de Desechos en la Construcción	138
Tabla 4.13: Costo referencial de obra.....	140

Tabla 5.1 Cantidades de obra.....	144
Tabla 5.2 Costo del diseño del sistema de riego	146

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Diseño general del sistema de riego por goteo
- PLANO 2 Diseño general del sistema de riego por aspersión
- PLANO 3 Sistema de riego por goteo desde la captación hasta el sistema cerrado
- PLANO 4 Sistema de riego por goteo zona de rectorado
- PLANO 5 Sistema de riego por goteo zona FSCH Y FCNM
- PLANO 6 Sistema de riego por goteo zona FSCH Y FCNM
- PLANO 7 Sistema de riego por goteo zona FIEC Y edificio de bienestar
- PLANO 8 Sistema de riego por goteo zona FIMCP Y FICT
- PLANO 9 Sistema de riego por goteo zona FIMCM
- PLANO 10 Sistema de riego por goteo zona FADCOM
- PLANO 11 Sistema de riego por aspersión desde la captación hasta el sistema cerrado
- PLANO 12 Sistema de riego por aspersión zona de rectorado
- PLANO 13 Sistema de riego por aspersión zona FSCH Y FCNM
- PLANO 14 Sistema de riego por aspersión zona FSCH Y FCNM
- PLANO 15 Sistema de riego por aspersión zona FIEC Y edificio de bienestar
- PLANO 16 Sistema de riego por aspersión zona FIMCP Y FICT
- PLANO 17 Sistema de riego por aspersión zona FIMCM
- PLANO 18 Sistema de riego por aspersión zona FADCOM

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Escuela Superior Politécnica del Litoral nace en 1958 por la demanda de instituciones técnico-científico de alto nivel académico en el país. Esta institución pública está comprometida a desarrollar modelos sostenibles para el cuidado del medio ambiente y uso adecuado de los recursos naturales, entre los cuales se encuentra el agua dulce (Pozo Paredes, 1997). La escasez de agua es una de las amenazas más importantes que enfrenta el planeta tierra, esto se debe a diversos factores como, por ejemplo: el cambio climático, la descarga de desechos industriales en lago y ríos, la tala indiscriminada de árboles y la falta de voluntad política de los gobiernos para invertir en tecnologías en el tratamiento de aguas servidas de las ciudades.

La mayor parte del agua que se encuentra en el planeta tierra es salada con un 97.5% y solo el 2.5% es dulce, de la que se encuentra en sus diferentes formas como glaciales que representa el 69.7% y en lugares con presencia de nieve, acuíferos 30%, ríos y arroyos un 0.3%. (De Alba Murrieta & Hernández Guerrero, 2015).

El agua superficial se usa para satisfacer las necesidades humanas, crianza de animales y para el riego de diversos cultivos para la supervivencia de estos. Este recurso natural se ha sobreexplotado tanto, debido al crecimiento poblacional y principalmente por el pésimo uso de este llegando a desperdiciarse en cantidades muy significativas. Esto ha impulsado al hombre a recurrir a fuentes de abastecimientos como acuíferos subterráneos dado que la naturaleza por sí misma ya no es capaz de satisfacer la demanda de agua que se necesitan en la actualidad. En pocas palabras, se gasta más de lo que se produce de este líquido vital generando así un déficit para las siguientes generaciones.

En diversas partes del mundo no se cuenta con un clima capaz de satisfacer la demanda de agua que necesitan las plantaciones, por lo que a lo largo del tiempo se ha llevado a cabo un sistema capaz de proveer de manera continua agua a todo tipo de vegetación. Esta técnica de riego con el paso del tiempo ha ido evolucionando de acuerdo con las necesidades de cada región. Actualmente nos encontramos con una variedad de métodos de riego para cultivo de alimentos y plantas ornamentales. Algunos de estos

pueden ser más eficientes que otros, debido a que mayormente se encuentran sujetos a diversos factores, tales como la forma de trabajo en cada uno de ellos, las condiciones climáticas, la calidad del agua, las propiedades del suelo y su topografía.

En este proyecto se impulsa la utilización de agua proveniente del lago de las ingenierías de ESPOL, debido a que la universidad actualmente realiza trabajos de riego de sus áreas verdes con las prestaciones de la empresa externa Interagua, lo que conlleva el pago de planillas de agua potable con un alto costo según el Plan Maestro de Agua Potable (Cruz et al., 2021). Por lo que este proyecto propone un diseño de un sistema de riego, el cual pueda utilizarse el agua del embalse a través de un sistema de riego capaz de generar un menor consumo de agua del mismo, y por ende eliminar la utilización del servicio externo en su totalidad para los regadíos de áreas verdes.

1.2 Localización

El campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), se encuentra ubicado en el kilómetro 30.5 de la vía perimetral, en el sector de la Prosperina, parroquia Tarqui de la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas, Ecuador. Este posee una extensión aproximada de 720 hectáreas de los cuales se encuentran zonas como el Bosque Protector el cual alberga un bosque tropical seco y, además, el Lago artificial de la institución. Sin embargo, según el plan Maestro, se hizo un levantamiento topográfico en el 2021 donde se evidencia que en realidad la ESPOL cuenta con 657.99 hectáreas.



Figura 1.1 Ortofoto Campus Gustavo Galindo ESPOL. Fuente: (GIF ESPOL)

En base a lo recabado por (Cruz O. & Hidalgo K., 2021) se tiene a disposición el mapa de zonificación del campus de ESPOL. Con esta información es que se pudo verificar cuales son las zonas que están siendo regadas actualmente. Para esto se tuvo una reunión con el señor Tomalá, supervisor del área de jardinería de la ESPOL. Además, se hizo esta pequeña entrevista para poder verificar lo obtenido por (Rosales P. & Velázquez A., 2022) donde ya se especifica a partir del mapa de zonificación cuales son las áreas que deben de ser regadas por el lago de ESPOL y se encuentran especificadas en la tabla 1.1.

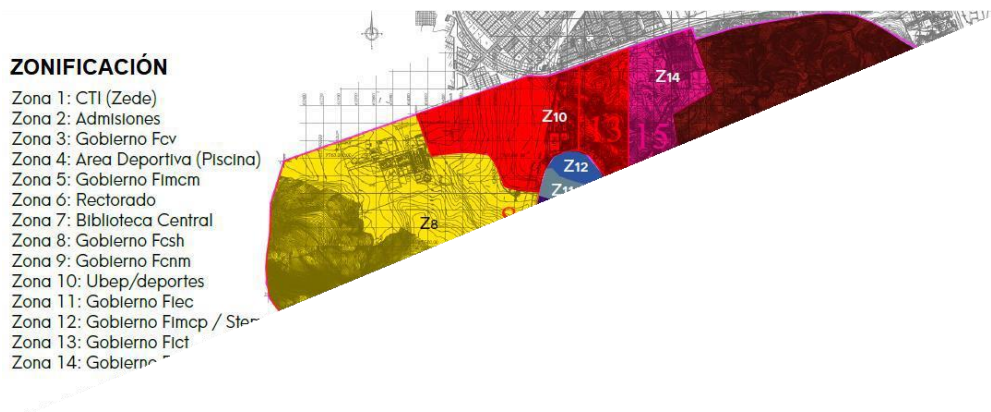


Figura 1.2 Zonificación ESPOL. Fuente: (Cruz O. & Hidalgo K., 2021)

Tabla 1.1 zonificación del área de estudio para el sistema de riego

Zonificación Para Agua Potable	
Zona	Ubicación
Z0	Vía Principal
Z5	FIMCM
Z6	Rectorado
Z7	Biblioteca Central
Z8	FCSH
Z9	FCNM
Z10	UBEP/ Deportes
Z11	FIEC
Z12	FIMCP/STEM
Z13	FICT
Z14	FADCOM

La zona de estudio que va a ser impartida de agua de riego proveniente del lago para el regadío de sus áreas verdes son solo las consideradas “regiones de ingeniería” debido a que otras zonas pueden ser provistas directamente por el lago de PARCON, lo cual descarta ZEDE. Además, en base a lo descrito por el señor Tomalá, supervisor del área de jardinería, zonas como la FCV y el área deportiva de la piscina. Por último, pero no menos importante las canchas ubicadas en UBEP son regadas por aguas residuales previamente tratadas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Diseñar un sistema de riego para las áreas verdes de la zona de ingenierías de ESPOL a partir del agua proveniente del lago de la zona de ingenierías de la institución, para reducir el consumo de agua potable en el regadío y abastecer las necesidades en el sector.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Proponer diversos sistemas de riego y compararlos entre sí para una mayor optimización del agua.
2. Dimensionar el sistema de distribución en base a las necesidades de riego para cada área verde.

3. Cumplir con las especificaciones ambientales nacionales e internacionales vigentes en la actualidad con la ayuda de un sistema de riego eficiente para el aprovechamiento de los recursos hídricos que cuenta la institución.
4. Cuantificar el costo económico del proyecto por medio del cálculo del presupuesto para la verificación de la viabilidad del mismo.

1.4 Justificación

Con el agua potable que brinda la empresa externa Interagua se está usando un porcentaje en el riego actual de las áreas verdes de las zonas de ingeniería, lo cual significa un pago promedio global al año de planillas de \$210.639,22 (Cruz et al., 2021).

La Escuela Superior Politécnica del Litoral es una de las instituciones en busca de poder aplicar los conceptos de economía circular, como también los objetivos de desarrollo sostenible que implanto la Organización de Naciones Unidas (ONU). Implementar un sistema de riego y que este utilice como fuente de abastecimiento un recurso hídrico único que posee la institución implicaría cumplir con los conceptos y objetivos mencionados anteriormente, como también al mismo tiempo se reduciría el pago de planillas y así no depender del abastecimiento o el servicio de la empresa externa para el regío en la institución en lo que respecta al área de ingenierías. Este sistema brinda una alternativa para la obtención de agua por parte de la ESPOL, además de poder mantener una armonía con la naturaleza durante todos los periodos del año.

Como parte de uno de los objetivos a cumplir que plantea las Naciones Unidas a la hora de generar un sistema de riego a partir del agua de la ESPOL, se tiene como meta que *“De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua”* (Objetivo 6.4) pues a la hora de estar utilizando directamente agua de una fuente hídrica se está aprovechando de este recurso y sobre todo reduciendo el consumo de agua potable y permitiendo que se distribuya hacia otros sectores.



CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Información básica

2.1.1 Generalidades sobre áreas verdes de ESPOL

El campus cuenta con una gran diversidad de áreas verdes de donde están presentes especies que necesitan un mayor cuidado y mantenimiento en diferentes épocas del año, ya que requieren una alta demanda de agua en épocas secas o por las características del suelo en el que se encuentre localizado. La zona de ingeniería de ESPOL actualmente cuenta con un total de 123,370.80 m² de zonas verdes, las cuales fueron calculadas a través de la herramienta ArcGis. De estas áreas, que van desde FADCOM hasta las lápidas (tumba de rectores anteriores de la ESPOL), una gran mayoría son regadas por bombas, teniendo un total de 107,166 m² abastecido por este sistema, dejando un total de áreas verdes por regar de 16,205 m². Esto se presenta detalladamente en la tabla 2.1. En la figura 2.1 se ilustra cómo están distribuidas las zonas verdes de ingeniería para el campus. De manera más detallada se encuentra en el ANEXO D la distribución de áreas por cada sector de la zona de Ingenieras.

Tabla 2.1.1: Áreas verdes en ESPOL. Fuente: autor

Áreas	
Vía Principal + STEM	13769
CELEX	1152
Rectorado	14255
FADCOM+ Mantenimiento	19610
Biblioteca	14565
FCSH	6615
AULAS BASICO	19094
FIEC	6518
FIMCP	4392
FICT	7195
Postgrado FCSH	2721
FIMCM	13484
Áreas Verdes Totales	123,370.80

m²



Figura 2.1 Zonas verdes de ESPOL. Fuente: Autores

2.1.2 Clima

Saber cómo es el clima donde se implantará el sistema de riego es importante porque este es un factor que puede afectar la eficiencia del método o métodos de riego que sea más adecuado en ejecutar. En la ciudad de Guayaquil se registran temperaturas máximas de 32.3°C y mínimas de 23.1°C para la época de invierno, las cuales van desde el mes de enero hasta mayo, para lo que resta del año se tienen temperaturas que van desde los 20.9°C hasta 32.5°C. (INAMHI, 2012).

Para lo que es la intensidad de lluvia o precipitaciones, se tiene un registro para la época de invierno de 606.6 mm como máxima de la suma mensual y mínima de 65.1(mm) en el mes más desfavorable, mientras que, para la época de verano, el mes con mayores lluvias es en diciembre con 6.8 mm y mínimos de 0 [mm]. Todo esto en base a la información de la estación M1096. (INAMHI,2012).

2.1.3 Topografía

En general la topografía de todo el campus de ESPOL es considerada irregular o accidentada, con presencia de desniveles a tomar en cuenta especialmente en este proyecto. Esto debido a que a partir de las curvas de nivel se puede identificar cómo y dónde colocar el sistema de riego y sobre todo cuál de estos es el que mejor se adapta al nivel del terreno natural. La información de las curvas de nivel se obtuvo gracias al aporte de la Gerencia de Infraestructura Física de la institución.

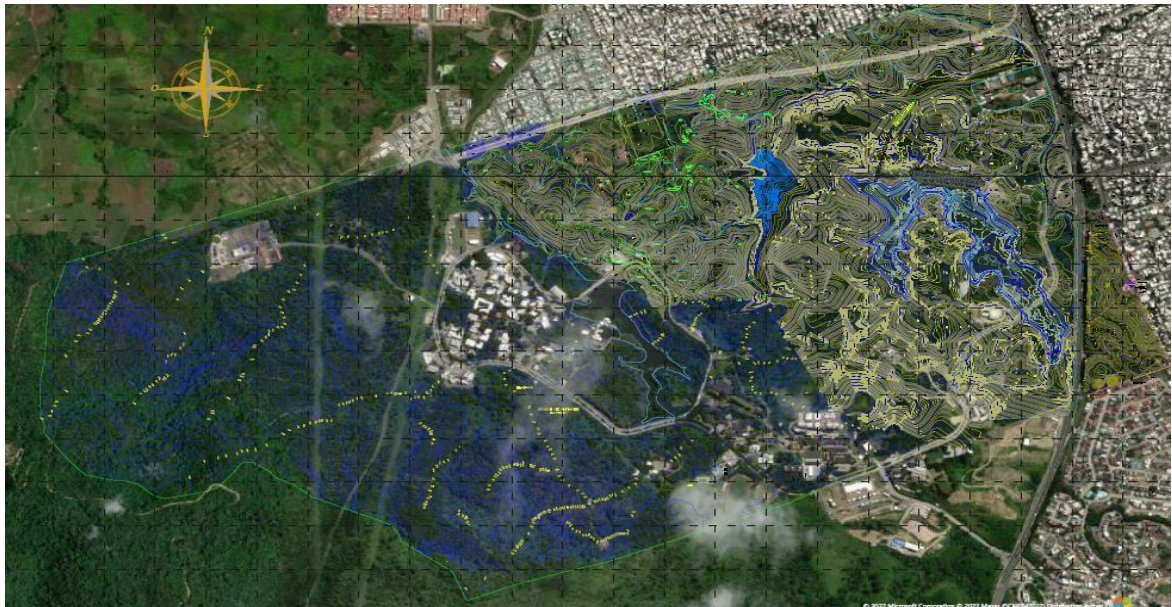


Figura 2.2 Curvas de nivel Campus ESPOL. Fuente: (GIF ESPOL)

2.1.4 Lago

El lago de la ESPOL cuenta aproximadamente con una capacidad de almacenamiento de 380.000,00 m³ el cual cuenta con una cota máxima de 78 m.s.n.m. y una profundidad máxima de 17 metros respecto a su superficie más baja. Esta información fue recabada por parte de (Rosales P. & Velázquez A., 2022), los cuales entrevistaron al diseñador del lago (Dr. Miguel Angle Chávez) y la presa que la contiene (Chávez, 2022) y obtuvo que existe una infiltración de 5 litros/s, hacia aguas debajo de la presa.

2.1.5 Suelo

Como una de las informaciones más importantes para poder realizar el diseño del sistema de riego es poder conocer qué tipo de suelo que va a ser suministrado por el líquido vital para que las raíces de las plantas puedan absorber esto de la manera óptima. Debido a que los suelos cuentan con una capacidad retentiva (Ruiz, López, 2001) la cual determinara la cantidad de agua que puede ser aprovechada por las plantas en su mantenimiento es de vital importancia en riego conocer el tipo de suelo que se está utilizando para el diseño agrónomo. Conforme a los análisis del suelo del campus de ESPOL, hechos por (Pozo L., 1997) se concluye que el suelo es de tipo franco- arcilloso, rico en minerales. Además, se cuentan con estudios de suelo recientes que han sido facilitados por la GIF ESPOL, donde se cuenta con la toma de calicatas y la estratificación respectiva, en la ubicación que se aprecia en la figura 2.3, de la cual se tienen especificadas las coordenadas en la tabla 2.2. Se cuenta en estos informes con todos los parámetros físicos de un estudio de laboratorio, de lo cual de las tres muestras se indicó ser según la clasificación SUCS una grava mal graduada.

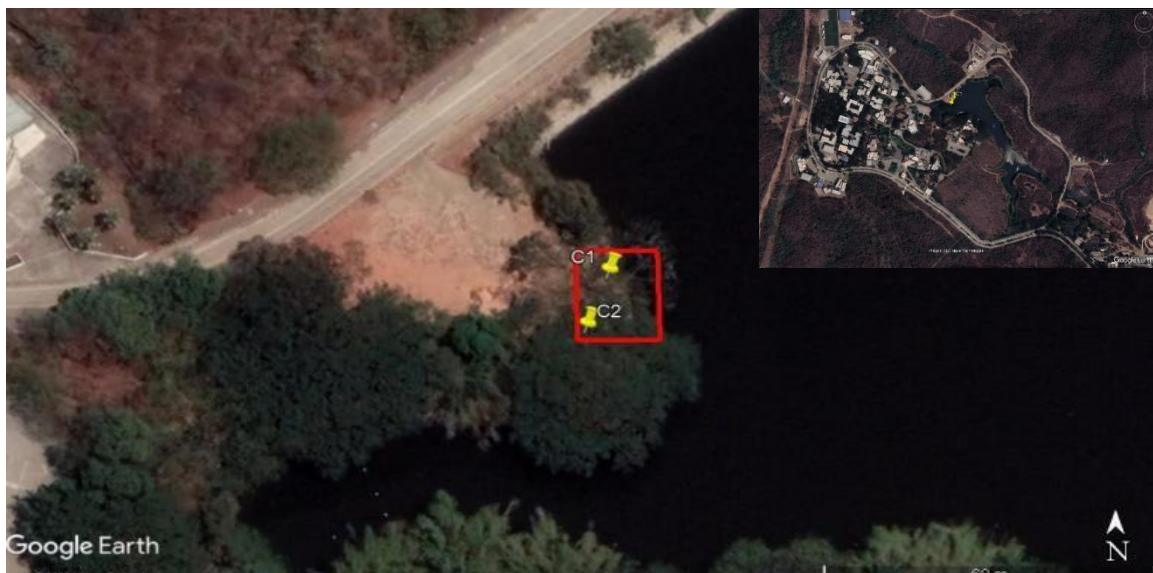


Figura 2.3 Ubicación de calicatas en Google Maps (2015)

Tabla 2.2 Ubicación de calicatas con sus coordenadas en el sistema WGS84

SONDEO	COORDENADAS UTM			NIVEL FREÁTICO (m)	PROFUNDIDAD (m)	Cota (m.s.n.m)
	ZONA	ESTE	NORTE			
C1	17 M	0615317 E	9762828 S	No se detecto	2.00	+78.10
C2	17 M	0615313 E	9762817 S	No se detecto	2.00	+79.37

2.1.6 Calidad del agua

Es importante conocer la calidad de agua para riego, más específicamente la salinidad, pues este es un parámetro que influye directamente en el crecimiento de las plantas, afectando su metabolismo y fisiología (Alcaraz F., 2012). Alta cantidad de salinidad presente en el suelo perjudica que las raíces de las plantas puedan extraer el agua, además de llegar al punto de ser tóxica (Munns R. & Tester M., 2008). A la hora del riego se toma en cuenta la tolerancia de sales por parte de la planta y la salinidad del agua para poder tener una cantidad extra de riego necesario para el lavado de sales. (Rodríguez A. et al., 2003) En la tabla 2.3 se muestran los parámetros de calidad de agua del lago de ESPOL medidos in situ, por (Rosales P. & Velázquez A., 2022).

Tabla 2.3 Parámetros de calidad del agua. Fuente:(Rosales P. & Velázquez A., 2022)

Parámetro	Representación	Unidad	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Temperatura	T	°C	24.7	24.9	24.7	24.9
Conductividad eléctrica	CE	µS/m	564.7	561.9	556.1	558.9
Salinidad		mg/L	143.9	146.3	144	145

Para medir los parámetros de calidad del agua apta para riego se utiliza los grados de restricción de la tabla 5 de la normativa (TULSMA, 2015). Como parte del estudio hecho en (Rosales P. & Velázquez A., 2022) se tienen los resultados de la caracterización del lago.

Tabla 2.2 Resultados de la caracterización del lago respecto a la calidad del agua para uso en riego. Fuente:(Rosales P. & Velázquez A., 2022)

Calidad de agua uso riego									
Parámetro	Expresado	Unidad	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	TULSMA		
							Ninguno	Ligero-Moderado	Severo
Conductividad eléctrica	CE	Milimhos/cm	0.567	0.562	0.556	0.558	0.7	0.7-3.0	>3
Solidos disueltos totales	SDT	mg/L	146.9	148.6	147.3	147.6	450	450-2000	>2000
Sodio	Na+	meq/L	0.50	0.51	-	-	3	3.0-9.0	>9
Laboratorio Sanitario Cloruro	CL-	meq/L	0.30	0.32	-	-	4	4.0-10	>10
Laboratorio Química Cloruro	CL-	meq/L	2.81	3.26	-	-	4	4.0-10.0	>10
Nitritos	CL-	meq/L	8.317	2.179	0.744	0.061	5	5.0-30	>30
Nitratos	NO3	mg/L	BLD	BLD	BLD	BLD	5	5.0-30	>30
Bicarbonato	HCO3-	meq/L	2.03	2.00	-	-	1.5	1.5-8.5	>8.5
pH	Rango Normal	-	6.44	6.66	6.57	6.48	-	6.5-8.4	-

2.1.7 Balance Hídrico

Se conoce gracias a la información brindada por el señor Tomalá, supervisor del área de jardinería de la ESPOL y de la tesis obtenida de (Velásquez Molina & Rosales Serrano, 2022) que existen dos bombas que trabajan dependiendo de las dos épocas del año (invierno y verano).

Tabla 2.4: Bombeo de caudal en áreas verdes. Fuente: (Velásquez Molina & Rosales Serrano, 2022)

Bombeo riego actual ingenierías, desde FADCOM hasta el triángulo.				
Cantidad de bombas	1	1		u
Capacidad de bomba	25	25		hp
Caudal de descarga	130	130		U.S.GPM
	8.19	8.19		L/s
	29.48	29.48		m3/h
Días de riego por semana	4	3		días
Horas de riego por día	6	6		horas
Volumen		verano	invierno	m3
	Diario	176.90	176.90	m3
	Semanal	707.62	530.71	m3
	Anual	25474	8491	m3
		TOTAL	33,966	m3

Una vez que se conocen cuáles son las áreas verdes regadas por metro cúbico por día para un año regular, donde se realiza el riego 256 días, se ejecuta el balance hidrológico para determinar las necesidades en el riego a partir del agua de la ESPOL. Por entradas y salidas se entiende a la diferencia entre todas las salidas y todas las entradas que se presentan en el lago, las cuales según (Velásquez Molina & Rosales Serrano, 2022) son las siguientes:

- Salidas:
 - Bombeo riego actual de ingenierías.
 - Bombeo riego CENAE
 - Fuga en el cuerpo de la presa

- Evapotranspiración
- Entradas:
 - Precipitación
 - Escorrentía

Donde se resume en la tabla 2.4 se puede percatar que el gasto o salida de agua más fuerte en metros cúbicos se da en fugas.

El balance de masas es un método matemático que guarda el principio de conservación de la masa. Es decir, todo lo que entra es igual a todo lo que sale y fue elaborada por Lomonosov M. y descubierta después Lavoisier A. en 1748.

Se tiene los datos de cota proporcionado por el Ing. Miguel Ángel Chávez Ph.D. del embalse sobre la disminución del lago que va de 78 msnm a 76.8 msnm en los meses de mayo a septiembre que equivale a un volumen de consumido (VC) 87.103 m³. Y como salidas: evapotranspiración (S1), fuga (F), riego actual (S2) y bombeo a CENAE (S3). Se tiene la ecuación:

$$VC = S1 + S2 + S3 + F \quad (2.1)$$

Reemplazando se tiene:

$$87,103 = 417 + 14,152 + 51,840 + F$$

$$F = 20,694 \text{ m}^3$$

Para los meses de mayo a septiembre que corresponden a un total de 153 días tenemos un caudal de infiltración:

$$Q_f = \frac{20.694 \text{ m}^3}{153 \text{ días}} * \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{ s}} * \frac{1000 \text{ L}}{\text{m}^3}$$

$$Q_f = 1.57 \text{ L/s}$$

Este caudal de infiltración (Q_f) es aquel que atraviesa la presa que conecta el antiguo coliseo con FADCOM. Q_f varía dependiendo de qué tan lleno se encuentre el lago. En

época invernal se tiene un $Q_f = 5$ L/s, dato que fue proporcionado por el Ing. Miguel Ángel Chávez Ph.D. Para obtener un caudal de infiltración anual (Q_{fp}), se toma el promedio de caudales de infiltración de invierno con el de verano. Tal operación dio como resultado 3.28 L/s. En la Tabla 2.5 se muestra el monto en m^3 de agua que abandona el embalse.

Tabla 2.5: Salidas desde el Embalse para año 2022. Fuente: (Rosales P. & Velázquez A., 2022).

SALIDAS					
Actual Riego Ingeniería s m3	CENAE	Fugas m3	Evapotranspiración m3	Total, salidas m3	Volumen disponible m3
33,965.57	82,944.00	157,680	75,410.41	349,999.97	104103.7

En la tabla 2.6 se muestra todas las entradas de volumen de agua que ingresan al embalse haciendo que éste incremente su calado. Estas entradas fueron calculadas en la literatura existente (Rosales P. & Velázquez A., 2022)

Tabla 2.6: Entradas de volúmenes de Agua al Lago para año 2022. Fuente: (Velásquez Molina & Rosales Serrano, 2022)

Entrada de Agua al Embalse			
	Precipitación m3	Escorrentía m3	Total de Entradas
Valor histórico	73,449	378,395	

Para el cálculo de balance de masa, se tiene agua entrando al lago en forma de precipitación, escorrentía. Y como salida el volumen consumido por infiltración, la evapotranspiración, riego actual de áreas verdes, riego en cultivos de CENAE para el año 2022, obsérvese las tablas 2.6.

Restando las entradas con las salidas, se puede determinar el volumen disponible. A la vez que se determina el riego que se va a consumir en m³ anualmente para regar las zonas que aún usan agua potable y el agua para el consumo de la población de la ESPOL para el 2022, se calcula la necesidad total y se compara con el volumen disponible antes mencionado. Dando como resultado positivo en m³, que el agua del embalse cubre con las necesidades de riego total en el área de ingenierías. Obsérvese un resumen en la tabla 2.7.

Tabla 2.7: Balance de Masas para el año 2022.

Volumen disponible m3	Necesidad			Balance de masas	Estado
	Riego m3	Agua Potable m3	Total necesidad ESPOL m3		
157,872.50	14,025.40	104,976.42	119,001.90	38,870.70	Ok

2.1.8 Sistema de distribución

Para la implantación del sistema de riego, es importante conocer cuáles son los equipos que la institución cuenta actualmente para realizar la distribución del agua potable suministrado por Interagua. Esta información fue obtenida gracias a los datos recabados por la Gerencia de Infraestructura (GIF).

El sistema de abastecimiento de agua potable actual está representado en la figura 2.1. 4 donde se pueden visualizar todos los nodos presentes en el campus, los cuales pueden ser tanto salidas para consumo, como también intersecciones entre tuberías. La implementación de esto se encuentra en (Lopez J. & Zambrano C., 2021)

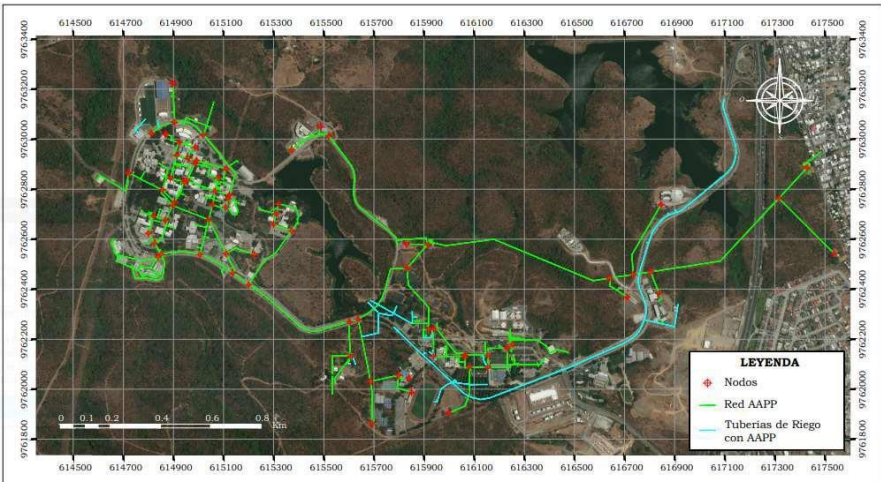


Figura 2.4.4: Ubicación de los nodos para el modelado del sistema de distribución.

Fuente: (Cruz O. & Hidalgo K., 2021)

Dentro de este sistema de abastecimiento existen nodos que son utilizados para el riego, por lo que se determinó el consumo de estos, teniendo en cuenta una dotación de $5L/m^2 \cdot día$, en base a la tabla con título “Norma Hidrosanitaria NHE agua” presente en la normativa ecuatoriana de la construcción (NEC). En la siguiente tabla se detalla el consumo medio diario de los nodos para el riego con su respectiva ubicación y áreas de interés consideradas. La ubicación de los nodos se puede observar en la figura 2.8 en base al análisis hecho en (López J. & Zambrano C., 2021)

Tabla 2.8: Nodos con áreas y consumo de riego con Agua Potable. Fuente: (López J. & Zambrano C., 2021)

Nodo	Área de riego [m²]	Consumo de riego [L/s]	Ubicación
N-9	21906.2	1.27	Zona 5
N-14	981.4	0.06	Zona 3
N-17	1645.9	0.10	Zona 3
N-20	6627.3	0.38	Zona 3
N-21	33766.0	1.95	Zona 3
N-23	2023.4	0.12	Zona 3
N-31	2231.3	0.13	Zona 5
N-32	858.0	0.05	Zona 4
N-67	6133.1	0.35	Zona 10

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Caracterización de las principales plantas ornamentales

Existen varios tipos de césped ornamental en la naturaleza, entre los cuales, en la actualidad en el Campus Gustavo Galindo de la ESPOL tiene sembrado el césped Filipino y Cebolla. Estas dos especies tienen diferentes características como por ejemplo el consumo de agua, apariencia y modo de ser cultivado.

2.2.2 Césped Filipino

Este tipo de césped es muy utilizado en residencias, parques, instituciones públicas y privadas para uso ornamental juntamente con otras plantas que le dan un aspecto muy pintoresco al lugar donde se lo plante. Debido a su precio bastante asequible, resistencia significativa y a que se adapta a climas secos es una opción bastante considerable para quienes desean tener un jardín. Según el Sr. Salomón Alvarado Sánchez, que labora en el área de jardinería, este tipo de césped consume poca agua necesitando una vez a la semana que sea regado como mínimo para mantenerlo en condiciones favorables.

2.2.3 Césped cebollín

Este césped, también conocido como chufa (*Cyperus esculentus*) se reproduce a través de tubérculos dentro de la superficie del suelo. Una sola tiene la capacidad de generar cientos de ellos en una cierta temporada del año y puede sobrevivir más de 10 años. Según el Sr. Alvarado, jardinero de la ESPOL menciona que este tipo de césped debe ser regado 2 veces por semana, aunque variará de acuerdo con la temporada del año en que se encuentre.

2.2.4 Riego para cultivos y plantas ornamentales

En los medios de comunicación se ha mostrado muchas veces la importancia que tiene el ahorro de agua a nivel doméstico. Sin embargo, en este campo apenas representa del 10% al 12% del agua extraída, siendo el sector agrícola el mayor consumidor a nivel mundial. De ello, se estima más de un 70% del agua obtenida esto según el Banco Mundial (Klohn & B, 1999). En los Estados Unidos el 87% del agua dulce que extraen en ese país se utiliza para riego (Rodríguez Vargas, 2007).

Por tal motivo, se han desarrollado sistemas de riego que con la ayuda de sensores de humedad y con un riguroso control informático que los han hecho más eficiente y a la vez no necesitan perennemente la presencia de mano de obra. Algunos de estos sistemas son: Por microaspersión, por goteo el cual se ha hecho bastante conocido desde los años ochenta del siglo pasado (Gil Olcina, 2017).

Actualmente se han desarrollado distintos sistemas de riego entre los cuales tenemos: Riego por goteo, riego por aspersión y riego por inundación.

2.2.5 Sistema de Riego por Goteo

Este sistema fue creado en Israel en 1969 por el ingeniero israelí Simcha Blass, viendo la falta de agua de esta joven nación y sabiendo que los cultivos demandan la mayoría de agua dulce. En el momento de su investigación se percató que un árbol estaba más desarrollado que los demás a causa de que una tubería había quedado enterrada, la cual estaba goteando y su raíz quedaba expuesta de manera directa al agua que salía de la ella (Sneh, 2006). El sistema de riego por goteo es presurizado y dirige el agua por tuberías o conductos que se encuentran cerradas y que se necesita presión. Es capaz de humedecer una zona puntual del suelo cubriendo un cierto alcance que dependen de las características del suelo y en términos de eficiencia ronda de 90% a 95% aunque un pésimo manejo del sistema podría alterar su desempeño haciendo que se genere pérdidas de agua de distintas maneras (Antúnez et al., 2010).

2.2.6 Sistema de Riego por Aspersión

Este sistema de riego está constituido por de accesorios, tuberías, aspersores que en conjunto trabajan a presión expulsando el agua en forma de precipitación a través de unas boquillas que se encuentran localizadas en la parte superior de los aspersores (Tarjuelo Martín-Benito, 1991). El sistema posee cierta uniformidad, la cual si se trabaja con valores bajos de la misma puede repercutir en su rendimiento, como la calidad del cultivo y hasta la eficiencia del agua cruda que se va a utilizar (Letey, Vaux Jr, & Feinerman, 1984). La repartición del agua en el riego por aspersión es susceptible a la caracterización del aspersor como lo son: el tamaño del aspersor, su tipo, el ángulo y su número (Yan, Jin, & Qian, 2010).

2.2.7 Sistema de Riego por Inundación

Este sistema de irrigación utiliza una gran cantidad de agua para formar una lámina de agua para inundar el cultivo al que se va a aplicar. Aunque este sistema hay muchas pérdidas debido a la percolación, evaporación a la atmósfera y escorrentía, es utilizado en los cultivos de arroz (Blanco Alibés, 2014). Así que la eficiencia va a estar determinada

finalmente por la caracterización de la especie de la planta que se va a cultivar y su capacidad de procesar la asimilación de carbono y con la evaporación de agua que va a tener; así como también el lugar en donde se va a crecer la planta (Gulías et al., 2007).

2.2.8 Características del suelo

El suelo a lo largo del tiempo ha contado con varias definiciones, dependiendo de quien lo diga y el uso al cual se esté enfocando. Por lo cual no existe una definición precisa que encasille lo que es un suelo. Para los agrícolas el suelo significa una fuente que al estar correctamente cuidada proveerá en mayor o menor cantidad de alimentos, para un ingeniero es un material para la construcción y más específicamente para un constructor el suelo es la base donde se edificara una estructura (Jaramillo D., 2002). Así pues, para diversas áreas, el suelo tiene aplicaciones variadas, para (Hillel D., 1998) se define con respecto a un científico ambiental al suelo como un cuerpo natural, el cual cuenta con múltiples interacciones dinámicas con la atmosfera de arriba y los estratos de abajo, los cuales se ven influenciados por el clima y el ciclo hidrológico. Acorde a (Jaramillo D., 2002) el suelo es la base donde se producirá la germinación al sembrar semillas y como consiguiente servirá de soporte de las plantas. Un suelo dependiendo de la cantidad de materia orgánica presente en su estructura, es capaz de proveer los nutrientes suficientes para el crecimiento de plantas (Grandy A. et al., 2006). Además, uno de los muchos factores que influye en la relación suelo-planta es la naturaleza de los nutrientes(Hernández A. & Pastor J., 1989).

Se define en base a lo establecido por (Soild Quality Institute, 1999) a la calidad del suelo como la capacidad que tiene para contener, disipar contaminantes y regular el flujo tanto de agua como de solutos. El suelo en la agricultura en general cumple varias funciones, en base a lo descrito en (Pozo L., 1997) se tiene que el suelo permite la fijación de las plantas a través de las raíces, construye una reserva alimenticia de agua y nutrientes, como también es fundamental para completar el ciclo del carbono, nitrógeno, fosforo y otros elementos, sin dejar de lado el ciclo del agua (Novillo I. et al., 2018).

2.2.9 Propiedades del suelo

A través de las propiedades físicas de los suelos es como se puede determinar si es apto o no para ciertas actividades. Para su enfoque en esta tesis las propiedades físicas implican cuan fácil o hasta que profundidad una raíz podrá penetrar (Rucks L. et al., 2004)

La primera persona en establecer las variables que afectan en la formación del suelo fue el científico Hans Jenny (Jenny H., 1941) donde estableció una función la cual está representada en la siguiente ecuación:

$$S = f(C, MP, O, R, t) \quad (2.2)$$

Donde:

S: desarrollo del suelo

C: clima

MP: material parental

O: organismos

t: tiempo

El suelo está compuesto volumétricamente por tres fases: sólido, líquido y gaseoso. Según (Jaramillo D., 2002) el suelo para que pueda tener una buena interacción con la planta y brindarle los recursos necesarios, debe contener con los siguientes porcentajes DE QUE, ilustrado en la figura 2.5

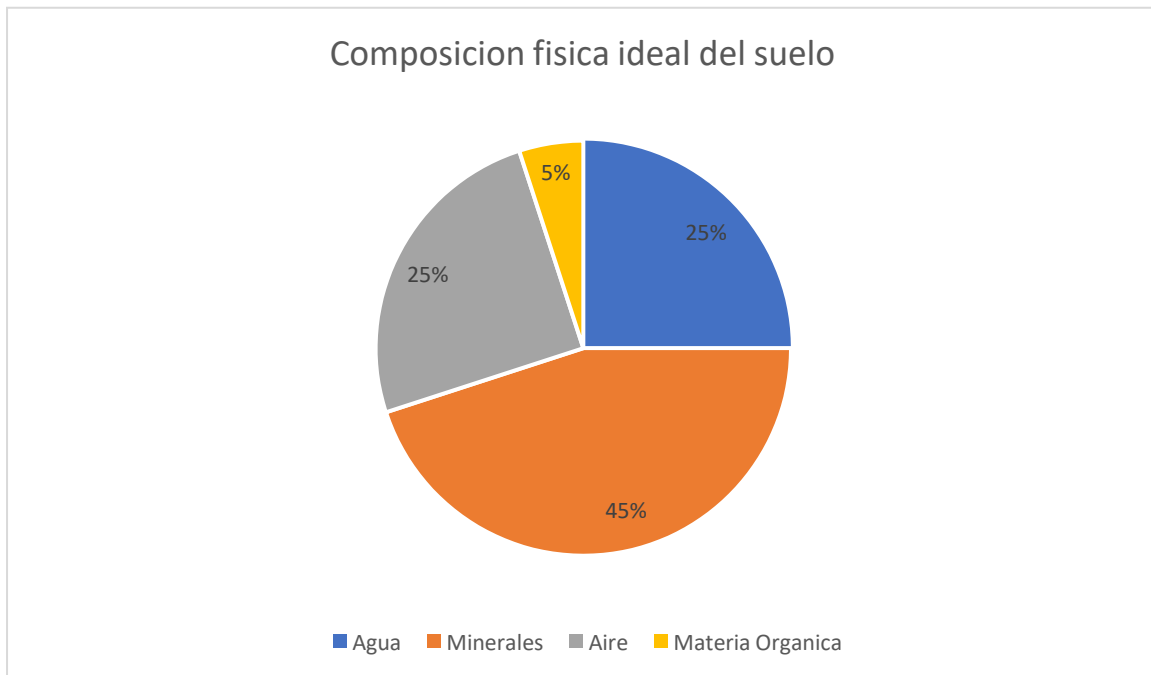


Figura 2.5 Composición física ideal del suelo. Fuente: (Jaramillo D., 2002)

Para que un suelo pueda cumplir con muchas de sus funciones se tienen que tomar en cuenta sus propiedades físicas, pues de esto dependerá mucho el crecimiento de las plantas (Rucks L. et al., 2004).

El comportamiento edáfico o del suelo con las plantas dependerá también de la presencia de diversas propiedades físicas y la interacción entre ellas. La textura del suelo es la propiedad que depende única y exclusivamente de la fase sólida. Se define según (Jaramillo D., 2002) como aquella propiedad que mide la cantidad relativa de partículas de menores a 2 [mm]. Se considera una partícula de textura gruesa si existe mayor proporción de partículas de tamaño grande y si en cambio las denominadas de textura fina son aquellas donde predominan las partículas de menor tamaño. La clasificación de los suelos según el diámetro de partícula se muestra en la tabla 2.9.

Tabla 2.9 Clasificación de los separados del suelo, sistema USDA. Fuente: (Mejía, 1963)

SEPARADO	RANGO DE DIÁMETRO DE PARTICULA (mm)
Arena muy gruesa	2-1

Arena gruesa	1-0.5
Arena media	0.5-0.25
Arena fina	0.25-0.1
Arena muy fina	0.1-0.05
Limo grueso	0.05-0.02
Limo medio	0.02-0.005
Limo fino	0.05-0.02
Arcilla gruesa	0.002-0.0002
Arcilla fina	<0.0002

Se tiene otra tabla la cual especifica los diversos contenidos de arena, limo y arcilla que tiene cada clase de textura. En esta clasificación de los separados está presente la clase Franca, la cual es aquella que mejor equilibrio en su contenido tiene para el enfoque en el uso de la vegetación. En la tabla 2.10 se puede visualizar en porcentaje.

Tabla 2.10 Rango de variación de los contenidos de arena, limo y arcilla en las clases texturales (Jaramillo D., 2002)

CLASE TEXTURAL	RANGO (%) EN EL CONTENIDO DE		
	ARENA	LIMO	ARCILLA
Arenosa	100-85	15-0	10-0
Arenosa franca	90-70	30-0	15-0
Franco arenosa	85-43	50-0	20-0
Franca	53-23	50-32	27-7
Franco limosa	50-0	87-50	27-0
Limosa	20-0	100-80	12-0
Franco arcillo arenosa	80-45	28-0	35-20
Franco arcillosa	45-20	53-15	40-27
Franco arcillo limosa	20-0	73-40	40-27
Arcillo arenosa	67-45	20-0	55-35

Arcillo limosa	20-0	60-40	60-40
Arcillosa	45-0	40-0	100-40

Otra forma de clasificar el tipo granulométrico o la textura es a través de los diagramas triangulares. Esto es una representación gráfica de lo visto en la tabla 2.2. La manera en que funciona el triángulo es a partir de los datos granulométricos, se puede identificar en una casilla interior la textura del suelo (Rucks L. et al., 2004).

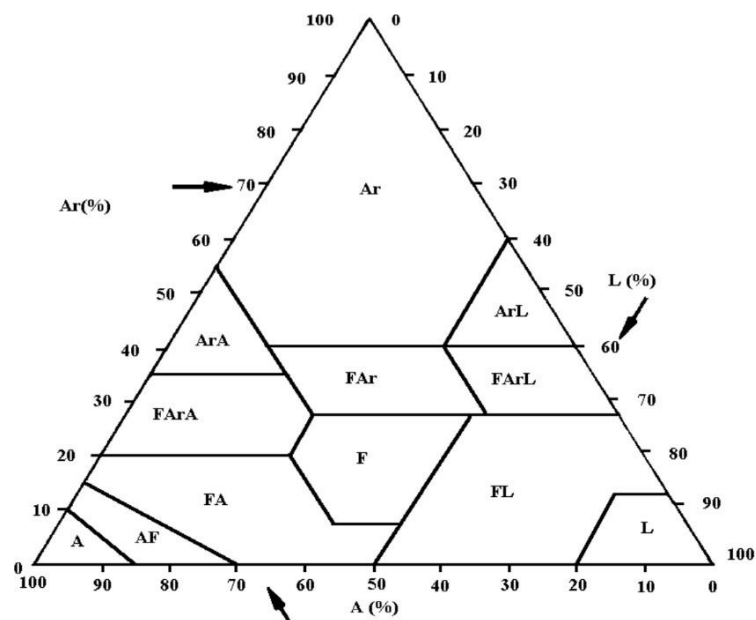


Figura 2.6 Diagrama triangular de texturas (SSDS, 1993)

2.2.9.1 Propiedades de la arena

Respecto a la saturación, en área se da con poca cantidad de agua y se puede saturar rápidamente, lo que ocasiona disgregación. Además, es maleable, pero solo a cierta cantidad (Pozo L., 1997) de humedad. Se la considera un tipo de suelo pegajoso, tiene facilidad para el drenaje. Por último, para que un suelo tenga las características de una arena, debe predominar en abundancia.

2.2.9.2 Propiedad del Limo

Las propiedades del limo indican que es un tipo de material muy fino y sedoso aun estando húmedo. Además de ser considerado pegajoso y con poca plasticidad. Una de las características a destacar en temas de riego es que el porcentaje de humedad que pierde es rápido con respecto al tiempo.(Jaramillo D., 2002)

2.2.9.3 Propiedades de la arcilla

Es un suelo cohesivo o fino. Se considera un material plástico cuando se junta con agua y son duras al calentarse por encima de los 800 °C. (Zapata R. & Angelone S., 2018)El porcentaje de humedad que se manejan no bajan drásticamente con el tiempo. Por último, en poca presencia predomina como la propiedad principal del suelo.

2.2.10 Porosidad

La porosidad es el espacio no ocupado por el suelo donde puede circular el aire y agua, de esto es que las plantas son capaces a través de sus raíces de poder vivir. Hay suelos que dependiendo su textura son más o menos porosos. Ya más específicamente, existen dos tipos de poros, los macroporos y microporos (Rucks L. et al., 2004). El primero de estos es el encargado de dar circulación al agua o son los encargados de drenar la misma y dar aeración. El otro cumple la función de retener el agua, por lo que se lo considera el más importante para las plantas. A medida que el agua ingresa por los poros del suelo, estos se llenan y crean un estado de saturación, de la cual cierto porcentaje llega hasta las raíces de las plantas. Dependiendo de la cantidad de agua, se tiene según (Pozo L., 1997) las siguientes cuatro fases:

- 1 Saturación: según la FAO se define a un suelo saturado como un estado cuando la cantidad de agua en el mismo ocupa todos los espacios o poros del suelo. Dependiendo de la textura los suelos pueden estar mayor o menor tiempo en saturación. Un suelo que se encuentre por debajo del nivel freático es considerado completamente saturado, lo que significa que los poros están llenos únicamente por agua.(Meza V., 2012).
- 2 Capacidad de campo (CC): una vez que han pasado 48 horas desde que los poros fueron ocupados por el agua hasta que a través de los macroporos esta sustancia es

drenada. De acuerdo a lo establecido en (Hernández A. & Pastor J., 1989) se define a la CC como a la humedad resultante de un suelo humedecido que se deja percolar, mientras el suelo es cubierto contra la evaporación.

- 3 Punto permanente de marchitez (PMP): se da cuando el suelo ha consumido toda el agua, ya sea por el drenaje o porque las raíces han ocupado de esta. En este punto la planta se encuentra marchita, por lo cual según la FAO no podrá revivir, aunque se vierta de agua hasta llegar a una fase de saturación. En base a lo indicado en (Hernández J. et al., 2018) que el PMP está relacionado fuertemente con la textura del suelo.
- 4 Agua disponible para la planta (ADP): se refiere a la disponibilidad que da el suelo para el crecimiento de las plantas. Es la diferencia entre la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez.
- 5 Capacidad de retención de agua disponible (CRAD): según (Zotarelli L. et al., 2013) se determina multiplicando el ADP por la profundidad de la zona de las raíces para que pueda obtener el agua.

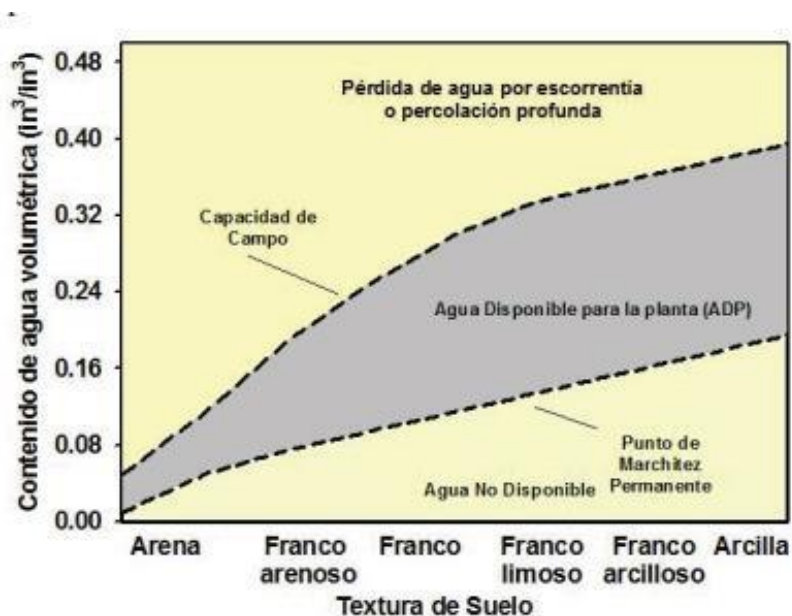


Figura 2.7: Relación general entre el agua disponible para la planta, la capacidad de campo, el punto de marchitez, agua no disponible y la textura. Fuente: Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. Fuente:(Hillel D., 1998)

Tabla 2.11: Resumen de las propiedades físicas de los suelos. Fuente:(Pozo Paredes, 1997)

Textura Del suelo	Densidad aparente (g/cm^3)	Capacidad de campo (% θ g)	Punto de marchitez permanente ((% θ g)	Infiltración básica (mm/h)
Arenoso	1.65 (1.55 – 1.90)	9 (6 – 12)	4 (2 – 6)	50 (25 – 250)
Franco arenoso	1.50 (1.40 – 1.60)	14 (10 – 18)	6 (4 – 8)	25 (13 – 75)
Franco	1.40 (1.35 – 1.50)	22 (18 – 26)	10 (8 – 12)	13 (8 – 20)
Franco arcilloso	1.35 (1.30 – 1.40)	27 (23 – 31)	13 (11 – 15)	8 (2.5 – 15)
Arcilloso	1.25 (1.20 – 1.30)	35 (31 – 39)	17 (15 – 19)	5 (1.3 – 10)

2.2.11 Contenido de Humedad en suelos

Se entiende por el contenido de humedad del suelo como la capacidad de retener líquido, la cual se ve directamente afectada por las principales propiedades físicas como es la textura y la estructura del suelo (Jenny H., 1941).

Dentro del área de estudio, y debido a las infraestructuras existentes, se han debido realizar estudios del suelo previos para el diseño. Con la ayuda de la Gerencia de Infraestructura Física se pudieron recabar la información de diversos estudios del suelo, para con esta información poder identificar los diversos parámetros necesarios en la metodología de diseño.

2.2.12 Requerimientos hídricos en los sistemas de riego

A la hora de implementar un sistema de riego se deben de cumplir ciertos requerimientos a lo largo de todas las épocas del año para poder mantener en equilibrio el agua que necesitan las plantas. El suelo como fuente de absorción del agua, ya sea de manera natural, como por parte del riego es de suma importancia a la hora de realizar el balance

hídrico para poder saber cuánto y cómo realizar el riego de las plantas. Pues el balance o ciclo hídricos es de los factores fundamentales para poder decidir cuándo regar, pues esto nos determinara el consumo de agua que requieren los cultivos. El proceso de riego suelen ser complejos, pues se llegan a presentar diversos factores físicos, biológicos o económicos que pueden llegar a afectar este método (Losada A., 2005).

2.2.13 Cuenca Hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es aquel sitio o área definida natural donde se forma las lluvias forman un curso principal de agua, decir que está conformada por diversos conjuntos de agua y su divisoria de agua o también llamados límites de la cuenca. Se trata del parte más elevado que gracias a las precipitaciones, se ha generado un curso principal de agua (RamaKrishna, 1997).

2.2.14 Microcuenca

Los caudales máximos de escorrentías fueron calculados haciendo uso del método racional en la tesis (Cruz et al., 2021) para distintos tiempos de 5, 10 y 15 años. En la siguiente gráfica se representa los principales puntos donde desfoga el agua y las zonas donde se delimitan las microcuencas.

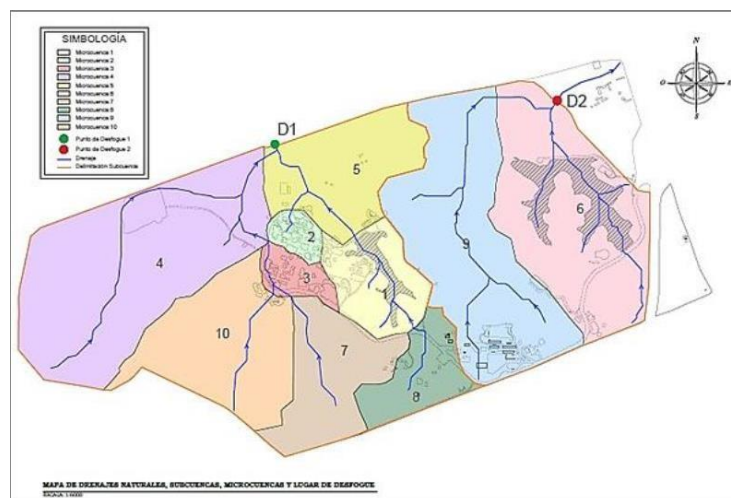


Figura 2.8: Microcuencas, drenajes y puntos donde defoga el agua en ESPOL

Fuente: (Cruz et al., 2021)

En el estudio de este proyecto, nos vamos a enfocar en la microcuenca número 1, ya que involucra de nuestra área de estudio, dado que el lago será lugar de abastecimiento para el área de ingenierías, porque esta área está circundante con el lago.

Luego que se estableció las microcuencas que aportan agua al lago, se llegó a determinar que la microcuenca 1 es con diferencia mayor a la mostrada en el Pan Maestro. Con la utilización de softwares computacionales para ingeniería como ArcGis y un correcto análisis ingenieril, se llegó a determinar el área que realmente tiene la microcuenca, la cual es la que se muestra en la figura 2.8. En la microcuenca número 1 se incrementó el área de aportación de 35.13 ha hasta 90.13 ha al juntarse con la número 2, obsérvese figura 2.9.

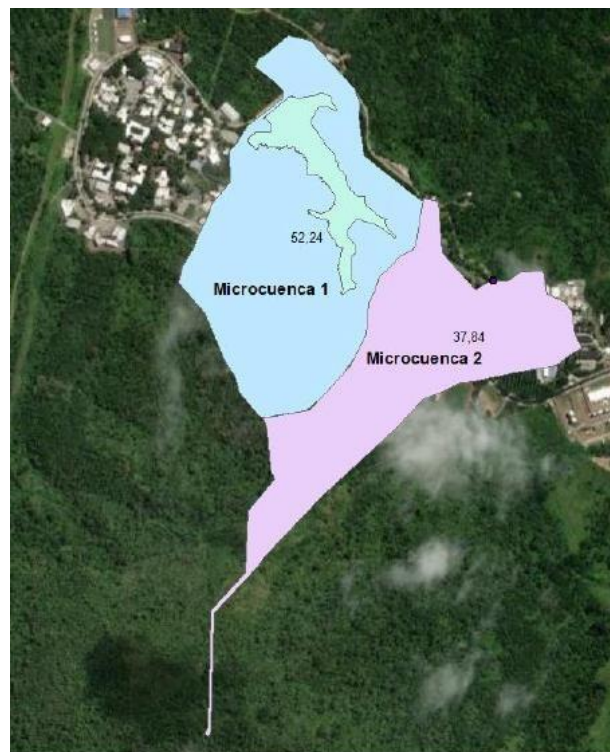


Figura 2.9 Microcuencas 1 y 2 que abastecen de agua al lago de ingenierías (Velásquez Molina & Rosales Serrano, 2022)

2.2.15 Evaporación

Se tiene como evapotranspiración al proceso hidrológico donde el agua se convierte en vapor, y, por tanto, se transfiere hasta la atmósfera. Este proceso puede ocurrir naturalmente a través de la energía que imparte el sol, acorde a lo enunciado por (Shuttleworth W., 1979). La evaporación es la pérdida natural para los embalses, por lo

que se toma en cuenta en el análisis de balance de masas que se realizó en esta tesis para el lago de ESPOL.(Campos D., 1998). Esto es importante para poder saber los ciclos de riego, la cual será tratada más adelante.

2.2.16 Transpiración

Es el mismo proceso de cambio de estado del agua, líquida a gaseosa, pero esta viene proveniente de las plantas (Campos D., 1998).

2.2.17 Evapotranspiración

La evapotranspiración es un conjunto de procesos donde interactúan tanto el suelo, plantas y la atmosfera. Existen procesos de evaporación y transpiración, los cuales son los encargados de transmitir y transportar el agua hacia la atmosfera. (Losada A., 2005).

Como ya se ha mencionado anteriormente el correcto balance hídrico sirve para determinar la eficiencia de regadío. Este se basa en la expresión de los procesos referentes en el ciclo de riego. Tales están esquematizados en la gráfica 2.10 y son principalmente: Riego o precipitación®, evapotranspiración (Et), escorrentía (E) y filtración profunda (P). En la actualidad, la tasa: de evapotranspiración está sujeta a parámetros como el déficit de presión de vapor, la radiación solar, intercambio de humedad, el tipo de cobertura vegetal, sanidad de cultivo, las características físicas y químicas del suelo, el sombrero, el riego y demás factores que impacten en este valor (Jaramillo A., 2006).

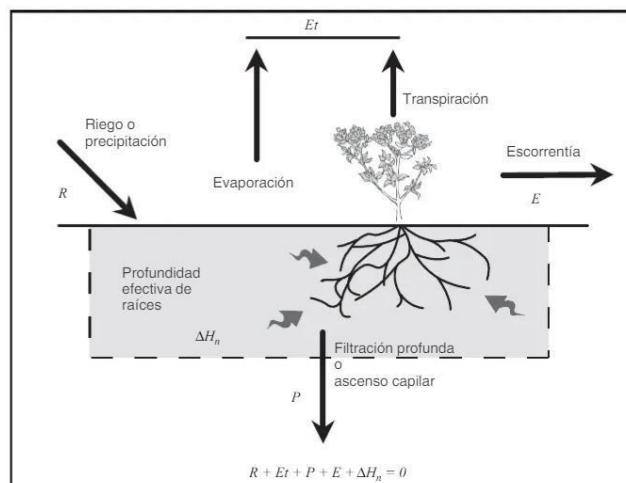


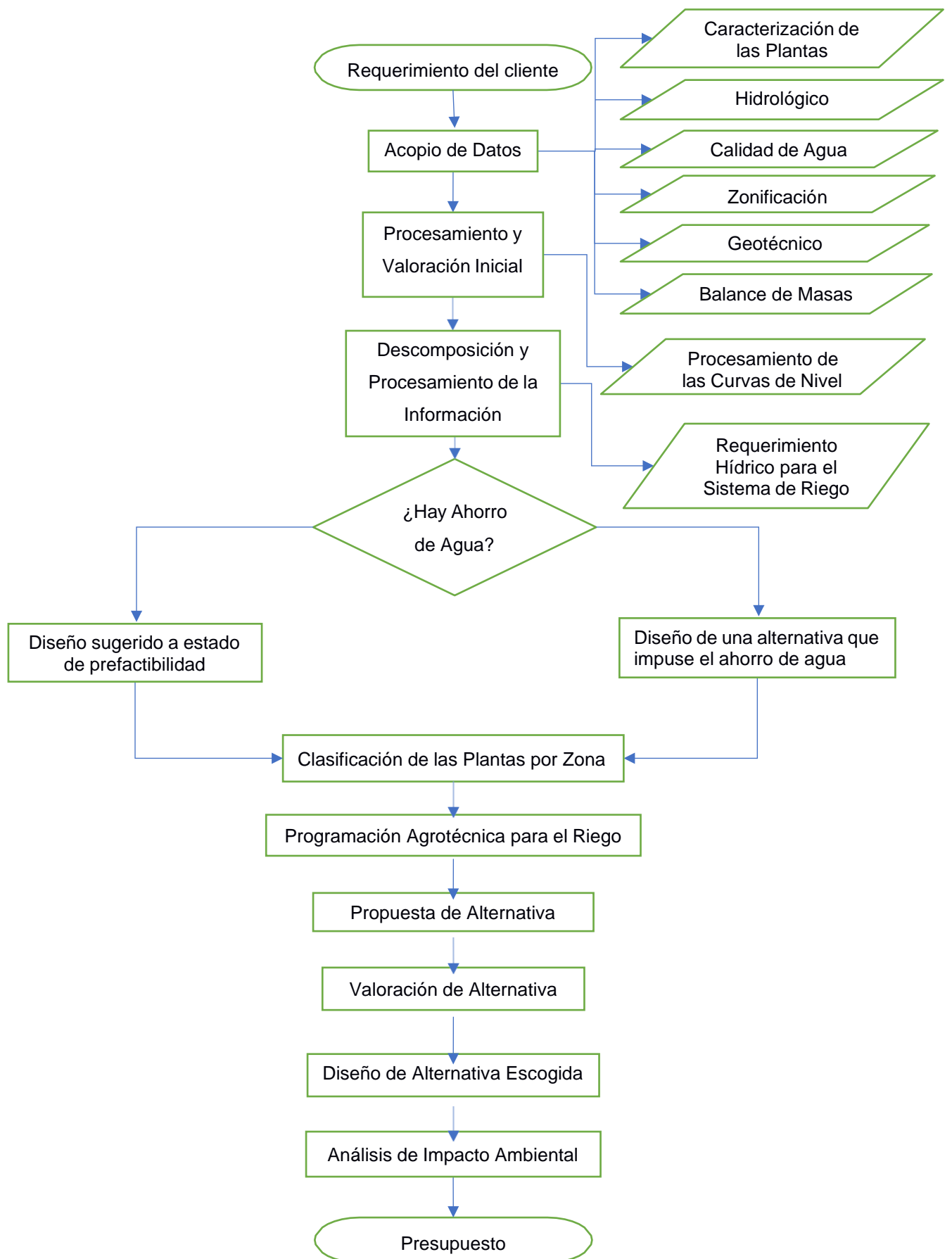
Figura 2.10 Balance hídrico en suelo. Fuente: (Losada, 2005)

2.3 Metodología

En el siguiente diagrama de flujo se muestra el inicio y los procesos a seguir en el desarrollo de este trabajo. Se empieza con identificar los requerimientos y objetivos que busca el con la elección de este proyecto. En la siguiente parte de la Metodología se ha proporcionado un conjunto de datos acerca del embalse que va a servir como fuente de abastecimiento, información de alta importancia que se ha obtenido mediante la revisión literaria, trabajos que están estrechamente relacionados a este tema y también de trabajos o estudios hechos en campo realizados por ESPOL, la cual nos ha proporcionado a través de su Departamento de Infraestructuras.

Se debe estudiar y procesar toda la información suministrada, a la vez que se debe hacer un cuidadoso balance de masas para constatar que haya el volumen suficiente para satisfacer la necesidad presente actualmente. Posteriormente se realiza el debido diseño distribución de agua para el riego de todas las áreas verdes de la zona de Ingeniería de la ESPOL. Luego se debe analizar para constatar que haya el ahorro de agua que se va a reflejar en la reducción de las planillas de agua, a la vez que se utiliza el agua del lago con una mayor eficiencia, es decir, con el menor desperdicio posible. Caso contrario hay que proponer otro sistema de riego y un nuevo diseño respecto a éste.

Se cuente o no el volumen suficiente para satisfacer la demanda de riego, se caracterizan las distintas especies de plantas ornamentales que posee el área de ingenierías. Se muestran distintas alternativas para luego tomar la más conveniente para su debido diseño y análisis ambiental. Finalmente, se elabora el presupuesto correspondiente de la alternativa ganadora.



2.4 Trabajo de campo, laboratorio y gabinete

2.4.1 Determinación de la evapotranspiración

Se tienen diversos métodos racionales para el cálculo de la evapotranspiración máxima (ET_c), de los cuales hay algunos que solo necesitan valores estadísticos a otros con métodos más complejos donde se deben de realizar pruebas de campo durante todo un periodo de tiempo. Cabe denotar que ninguno de los métodos se considera completamente precisos, sino más bien empíricos. En un estudio realizado para los pastizales de las zonas de ingeniería en la ESPOL se usó el método Blaney Criddle en el cálculo del ETo. Para corroborar estos resultados se utilizará el método detallado en (Doorenbos y Pruitt, 1977), donde se puede calcular la Etc a través de la siguiente ecuación:

$$ET_c = ET_o \times k_c \quad (2.3)$$

Donde:

$ET_o =$ evapotranspiración de referencia, $\left(\frac{mm}{d}\right)$

$k_c =$ coeficiente de cultivo (adimensional)

2.4.2 Evapotranspiración potencial

Para el cálculo del ETo se parte de un valor conocido para un tipo de pasto o gramínea, en buenas condiciones y constantemente regado. Una vez que se ha calculado el ETo a través de fórmulas o con la ayuda de tablas, se puede calcular la evapotranspiración al multiplicar por el coeficiente Kc dependiendo del tipo de cultivo.

Para la determinación del ETo se tienen diversos métodos que pueden ser utilizados dependiendo de los datos o estudios previos que se tenga. Alguno de estos se los puede apreciar en la tabla 2.11 donde se puede ver los datos obtenida desde (Pozo L., 1997).

Tabla 2.11 Datos mínimos que se requieren para cada método. Fuente: (Blaney H., 1950)

Método	Temperatura	Humedad	Viento	Insolación	Radiación	Evaporación	Cond. Locales
Blaney-Criddle	*	0	0	0			0
Radiación	*	0	0	*	(*)		0
Penman	*	8	*	*	(*)		0
Thornthwaite	*			*			
Cubeta		0	0			*	*

- **Datos medidos: ***
- **Datos estimados por métodos estadísticos:0**
- **Cuando puede disponerse de ellos, pero no son indispensables: (*)**

Para el cálculo de la ETo se obtuvieron los datos de la estación meteorológica por nombre Guayaquil- Radio Sonda, obtenido de (Inamhi,2012). En la tabla 2.12 se especifican los datos al detalle de la estación.

Tabla 2.12: Datos estación meteorológica. Fuente: (INAMHI,2012)

Datos estación meteorológica						
Código	Nombre	Tipo	Zona hidro	Latitud		
MA2V	Guayaquil- Radio Sonda	CO	0	2°	12'	0'' S
Longitud			altitud	Provincia	Instituto Propietario	
79°	53'	0'' W	6	9	INAMHI	

En una tesis anterior se realizó el cálculo de la evapotranspiración potencial (ET_o) para la misma estación meteorológica. En este caso fue para el balance de masas del lago de ESPOLE (Rosales P. & Velázquez A., 2022) con el método de Thornthwaite, teniendo como resultados en la tabla 2.9 los valores promedios de evapotranspiración potencial.

Tabla 2.13 Evapotranspiración mensual método de Thornthwaite

	Temperatura (C)	i	ET _o sin corregir	Numero días mes	Numero horas luz	ET _o corregida (mm/año)
Enero	27.12	12.94	145.5	31	8.50	106.5
Febrero	26.82	12.71	139.4	28.25	8.49	92.9
Marzo	27.34	13.10	149.8	31	8.21	105.9
Abril	27.58	13.27	154.5	39	8.50	109.5
Mayo	27.07	12.90	144.4	31	8.22	102.2
Junio	25.76	11.96	120.6	30	8.50	85.4
Julio	25.09	11.49	109.5	31	8.50	80.1
Agosto	24.89	11.36	106.2	31	7.66	70.1
Septiembre	24.89	11.59	111.6	30	8.49	79.0
Octubre	25.45	11.75	115.3	31	8.21	81.5
Noviembre	25.82	12.01	121.6	20	8.50	86.1
Diciembre	26.96	12.82	142.4	31	8.22	100.8
Total	315.10	147.89	-	-	-	1100

2.4.3 Coeficiente de cultivo K_c

Como se mencionó anteriormente, el coeficiente K_c se utiliza para poder determinar el E_t por cada especie de planta. Esto se debe a que existen diversos factores que hacen variar el consumo de agua del cultivo. Los cuales según (Carrazón J., 2007) son los siguientes:

- Cobertura del suelo

- Superficie foliar
- El diferente albedo (reflexión de la radiación solar por la cobertura planta-suelo)
- La altura del cultivo

Hay que tener en cuenta que el valor de K_c también cambia según la fase de vida o estados vegetativos en la que se encuentre la planta. Las cuales son: fase inicial, fase de desarrollo, fase media y por finalmente de maduración. En la tabla 2.14 se pueden observar los valores de K_c para fines de diseño.

Tabla 2.14 Valor de K_c para fines de diseño. Fuente: adaptado (Allen et al., 1998)

Grupo de cultivos	$K_{c_{inc}}$		$K_{c_{med}}$		$K_{c_{fin}}$
Hortalizas pequeñas (crucíferas, apios, etc.)	0.70		1.05		0.95
Solanáceas (tomate, berenjena)	0.60		1.15		0.80
Cucurbitáceas (pepino, melón)	0.50		1.00		0.95
Raíces y tubérculos	0.50		1.10		0.95
Leguminosas (frijol, cacahuate)	0.40		1.15		0.55
Cultivos oleaginosos (ricino, colza)	0.35		1.15		0.35
Pastos:	H^*	S^*	H	S	
• Alfalfa	0.5	0.40	0.85	0.95	
• Leguminosas	0.55	0.55	1.00	1.05	
• Pasto para heno	0.60	0.55	0.80	0.90	
• Pasto para pastoreo	0.55	0.50	0.95	1.00	

Para el caso de estudio se tiene en ESPOLE una gran variedad de cultivos de jardinerías, por lo que se debió trabajar con el coeficiente de jardín (K_i) igual a 0.8 para las plantas ornamentales y 0.9 para el césped.

2.4.4 Coeficiente de jardín (Kj)

Representa las necesidades hídricas para las plantas de jardín, donde se deben de tener en cuenta tres coeficientes que relacionados directamente a este valor. Según (Rodríguez A. et al., 2003) se tienen los siguientes coeficientes:

- Especies que componen el jardín, (Ke)
- Densidad de plantación, (Kd)
- Condiciones micro climáticas, (Km)

Cabe destacar que el coeficiente de jardín busca optimizar el consumo de agua necesario para que solo la vegetación cumpla una función estética, mas no de maximizar el rendimiento que pueda tener, como es el caso de los cultivos. Se expresa por medio de (Rodríguez A. et al., 2003) el coeficiente de jardín en la ecuación 2.4:

$$Kj = Ke * Kd * Km \quad (2.4)$$

2.4.5 Coeficiente de especie (Ke)

Este valor se especifica por cada tipo de planta, la cual va a ser regada y lo que se busca con esto es poder cumplir las necesidades hídricas de cada especie botánica y va entre valores de 0.8 a 1. Uno de los factores que influye en el valor de Ke es tanto el clima, como la velocidad del viento y la humedad (Brouwer C. & Heibloem M., 1986). Como en un área pueden existir varias especies, se suele tomar el valor de la planta que más consume para poder cumplir con todos los requerimientos. No existe una lista normalizada para los valores del coeficiente de especie, debido a que suele ser un valor que establece el agrónomo. En la tabla 2.15 se tiene una tabla con los valores de referencia para plantas ornamentales, a falta de un guía oficial para estos valores. Además, en la tabla 2.16 se tienen valores de Ke para las diferentes especies ornamentales presentes en el campus. Los valores son referenciales al ser tomados de un manual para el riego de jardinería en España.

Tabla 2.15 Coeficientes Ke por especies. Fuente: Elriego.com

Tipo de Planta	Coeficiente Ke
Planta de zona arida (xorofilias)	0.2-0.3
Cítricos y frutales	0.6-0.7
Arbustos ornamentales	0.7-0.8
Balance de flores	0.8-1.0

Tabla 2.16 Coeficiente Ke por especie. Fuente:(Rodríguez A. et al., 2003)

Especie	Coeficiente Ke
Pennisetum Cladestinum(filipino)	0.2
Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	0.5
Ixora coccinia	0.5
Ficus microcarpa (=F.nitida)	0.5
Cordyline Terminalis	0.5
Cycas revoluta (Palmera Pequeña)	0.5
Swinglea (Limoncillo Ornamental)	0.4
Heliconia jakarta	0.4
Croton Payaso	0.5

2.4.6 Coeficiente de densidad (Ke)

Como su nombre lo indica, el coeficiente de densidad es aquel factor que toma en cuenta la cantidad y tipo de especies presentes en un área de jardinería. Pues hay que dejar claro que, según (Rodríguez A. et al., 2003) entre más denso es un jardín, mayor será la pérdida de agua con respecto a un menos denso.

Los valores para el Ke están presentes en la tabla 2.15 donde tenemos coeficientes que varían tanto por el porcentaje de suelo sombreado, como es el caso de los árboles, donde a medida que la cubierta vegetal es mejor el Kd disminuye. Pero en caso de que haya plantas como pastos y arbustos, el valor puede subir hasta un 1.3.

Tabla 2.16 Coeficiente de densidad (Kd) para jardines

Tipo de vegetación	Coeficiente de densidad (Kd)		
	Alta	Media	Baja
Árboles	1.3	1.0	0.5
Arbustos	1.1	1.0	0.5
Tapizantes	1.1	1.0	0.5
Plantación mixta (dos o tres tipos de vegetación)	1.3	1.1	0.6
Césped	1.0	1.0	0.6

2.4.7 Coeficiente microclima (Km)

Se denomina a microclima a una variedad de zonas con diversos tipos de climas en un área delimitada. Hay que tener en cuenta las edificaciones, el pavimento para poder calcular K_j, pues dependiendo de que este rodeado las jardineras se consumirá más o menos agua. Para microclimas donde las estructuras no afecten en el consumo de agua, se puede considerar un coeficiente Km de 1. Para condiciones mayores o menores ya existen factores externos que afectan al jardín. A medida que un jardín este rodeado de edificaciones la evapotranspiración aumenta, por consiguiente, también los valores para Km.

Tabla 2.17 Coeficiente de Microclima (Km) para jardines. Fuente: (Rodríguez A. et al., 2003)

Tipo de vegetación	Coeficiente de Microclima (Km)		
	alta	Media	Baja
Árboles	1.4	1.0	0.5
Arbustos	1.3	1.0	0.5
Tapizantes	1.2	1.0	0.5
Plantación mixta	1.4	1.0	0.5
Césped	1.2	1.0	0.8

2.4.8 Programación Agro-técnica Del Riego

Para un correcto aprovechamiento de los recursos hídricos que brinda el embalse de ESPOL en el riego, se debe de saber utilizar el agua de la manera más eficiente y correcta, por lo que existen parámetros a calcular para un adecuado diseño del sistema de riego.

2.4.9 Agua para riego: lámina de agua a aplicarse

Como se ha mencionado anteriormente para la evapotranspiración, el conjunto de climas, suelo y planta requiere saber cuándo y cómo regar agua, y esto se ve conectado con lo siguiente según (Pozo L., 1997):

- Agotamiento de agua permisible en la zona de raíces “da”
- Frecuencia de riego “i”
- Lamina neta de agua requerida para suplir la deficiencia “dn”
- Lamia bruta de agua necesaria a aplicar en el riego “d”

2.4.10 Agotamiento de agua permisible en la zona de raíces “da”

Se denomina la capacidad de la planta para absorber agua desde sus raíces antes de incidir en su crecimiento. El caculo del agotamiento del agua permisible se expresa según (Pozo L., 1997) a través de la ecuación 2.3:

$$da = Sa * D * p \quad (2.5)$$

Donde:

S_a = cantidad retenida de agua disponible del suelo por unidad de profundidad

D = profundidad de las raíces de los cultivos

p = fracción de agua disponible en zona de raíces

Para “ S_a ” se puede utilizar la tabla 2.18 o utilizando la diferencia entre la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez (PMP) como se ha mencionado anteriormente.

Tabla 2.18: Cantidad de agua que el suelo puede retener según su textura. Fuente: (Blair, 1979)

TIPO DE SUELO	CANTIDAD DE RETENCION DE AGUA DISPONIBLE (S_a)
Suelos de textura gruesa	80 mm/ m
Suelos de textura media	140 mm/ m
Suelos de textura fina	200 mm/ m

En el caso del facto “ D ” este depende de las condiciones del sector, como son el nivel freático. Para el caso del campus de ESPOL se observó en la tesis de (Pozo L., 1997) que las raíces alcanzan profundidades entre 30-45 cm.

Para la determinación de “ p ” se utiliza la tabla 2.19, la cual dependiendo de la profundidad de la raíz dará un valor de la fracción de agua disponible en las raíces. Esta fracción de agua puede variar durante las diversas estaciones climáticas del año, pues a temperaturas bajas “ p ” será mayor, y viceversa.

Tabla 2.19: Fracción de agua disponible en la zona de raíces. Fuente (Blair E., 1979)

PROFUNDIDAD DE RAICES	P (%)
30-60	35
60-100	50
>100	65

2.4.11 Intervalo de riego “i”

El intervalo de riego está en función del nivel de agotamiento de agua permisible “da” y la evapotranspiración por cultivo Etc.(Pozo L., 1997):

$$i = \frac{da}{Etc} \quad (2.6)$$

2.4.12 Lamina neta de agua requerida para suplir la deficiencia “dn”

Este es un factor que se lo puede considerar de seguridad, para poder abastecer correctamente el agua que se vaya a aplicar en el riego, pues se sabe que al momento de aplicar el agua esta no es distribuida uniformemente o pueden existir diversas pérdidas. La ecuación 2.7 expresa el gasto óptimo de aplicación de agua:

$$dn = i * Etc \quad (2.7)$$

Los cálculos para poder determinar la cantidad de agua a aplicarse para pastos con las ecuaciones y tablas anteriormente enunciadas fueron hechos por (Pozo L., 1997) utilizando datos de una estación meteorológica diferente a la utilizada en este proyecto y también utilizando el método de Criddle. Los resultados se muestran en la tabla 2.20

Tabla 2.20: Valores para el laminado de agua. Fuente:(Pozo Paredes, 1997)

	VALORES MEDIOS	VALORES MAXIMOS
ET (mm/día)	5.49	5.6
Cantidad de retención de agua “Sa”	9.6 (140 mm/ m)	9.6 (140 mm/ m)
Profundidad de raíces D	60 cm	60 cm
Agotamiento permisible da	29.4 mm	26.94 mm
Intervalo de riego i	5 días	4 días
Laámina neta	27.47	27.47

Para este documento se utilizan las mismas ecuaciones anteriormente mencionadas, pero con los datos de la estación meteorológica mencionada en la tabla 2.12 y a través del método de Thornthwaite para el cálculo de Etc de los céspedes.

Tabla 2.21: Valores para el laminado de agua. Fuente:(Pozo Paredes, 1997)

	VALORES MEDIOS	VALORES MAXIMOS
Etc (mm/día)	3.01	3.64
Cantidad de retención de agua "Sa"	9.6 (140 mm/ m)	9.6 (140 mm/ m)
Profundidad de raíces D	60 cm	60 cm
Agotamiento permisible da	29.4 mm	26.94 mm
Intervalo de riego i	10 días	8 días
Lamina neta	30.1 mm/día	29.12 mm/ día

Se escogen 8 días de frecuencia de riego. Durante 8 días se hace el riego del césped, con una lámina neta de agua de 29.1 mm/día y se deja de regar durante los próximos 8 días, así sucesivamente. Cabe destacar que este es un valor promedio para todas las épocas del año.

2.4.13 Programación agrotécnica para el riego (plantas jardineras)

Como se ha mencionado anteriormente los sistemas de riego no son 100% eficientes, por lo que se necesita tener un factor que precise los valores a lo más real posible. Para esto se considera la eficiencia de aplicación del sistema "Ea", el cual varía dependiendo de cada uno de los sistemas (Liotta M., 2015). El riego localizado contiene una eficiencia entre un 85-90%, mientras que para el riego de aspersion se tienen porcentajes menores, hasta un 70-80%. estos valores dependen del manejo que se decida tener a la hora de hacer el riego. La necesidad bruta del riego se calcula con la siguiente ecuación:

$$Nb = \frac{Nh}{Ea} * 100 \quad (2.8)$$

Donde:

$N_h = \text{necesidad neta de riego, en } \left[\frac{\text{mm}}{\text{días}} \right]$

$E_a = \text{eficiencia de aplicación}$

2.4.14 Fracción de lavado

Se necesita tener en cuenta la cantidad de agua suficiente para el lavado de sales, cuando el agua es salina. Para tener en cuenta esto se debe de calcular en función de la salinidad del riego y del umbral de tolerancia de las plantas a la salinidad.

Cuando se tiene diversas zonas o hidro zonas se tienen diversas plantas, las cuales tendrán fracciones de lavado diferente, por lo que para su cálculo se recomienda la de menor tolerancia

Para obtener la fracción de lavado se debe calcular el factor de concentración permisible (F_c) para luego ir con este a una curva de necesidades de lavado. La ecuación 2.9 representa el factor F_c :

$$F_c = \frac{\text{Umbral de tolerancia del cultivo}}{\text{Salinidad del agua de riego}} \quad (2.9)$$

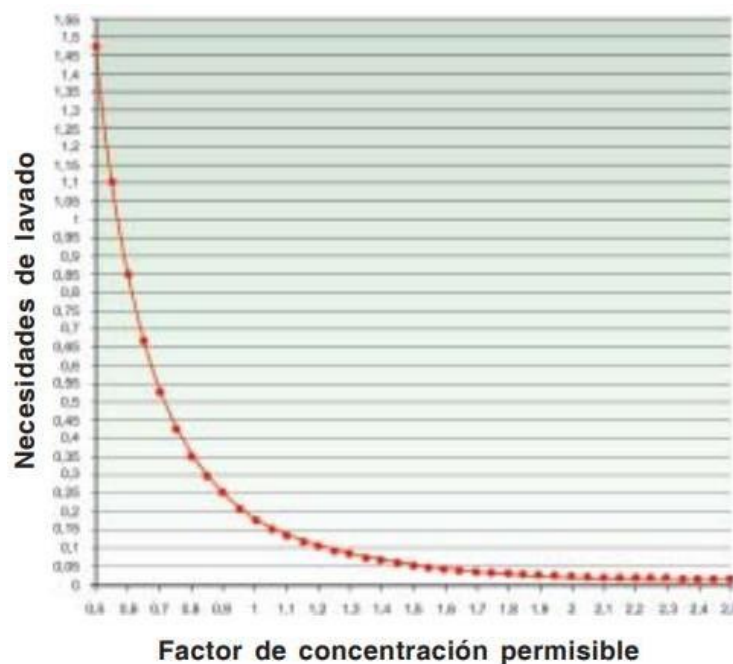


Figura 2.10: Curva de necesidades de lavados. Fuente: (Rodríguez A. et al., 2003)

Por último, para el cálculo de la necesidad bruta del riego se lo calcula dependiendo del sistema de riego, si es localizado o por aspersión (Mendoza A., 2003):

- **Riego localizado:** existen dos ecuaciones, de las cuales se selecciona la menor.

$$Nb = \frac{Nn}{Ea} * 100 \quad (2.10)$$

$$Nb = \frac{Nn}{(1 - FL)} * 100$$

- **Riego por aspersión:**

Si la fracción lavada es inferior al 10%:

$$Nb = \frac{Nn}{Ea} * 100 \quad (2.11)$$

$$Nb = \frac{0.9 * Nn}{Ea * (1 - FL)} * 100$$

Donde:

$Nb = \text{Necesidad bruta, en } \left[\frac{mm}{dias} \right]$

2.5 Análisis de alternativas

2.5.1 Restricciones

Para el presente proyecto se cuentan con las siguientes restricciones o condicionantes para llevar a cabo la alternativa seleccionada.

- Mantener niveles aceptables para la biota en el embalse.
- Recursos financieros limitados para generar el mejor costo-beneficio.

2.5.2 Descripción de las alternativas

Luego, de haber realizado las investigaciones respectivas sobre el tema agronómico para los sistemas de riego y después de tener varias entrevistas con ingeniero agrónomo

Yuri Navarrete Tomalá, docente de la Universidad Agraria, se han planteado las mejores opciones para el campus de la ESPOL. Para ello, se ha tenido en cuenta el balance de masa, necesidades de cada área, los sistemas de actuales que se encuentran en funcionamiento. De estos, hay partes provenientes del lago y otros directamente de la red de agua potable. Con esto se plantearon alternativas para que toda el agua que se emplee en riego provenga del lago de ingenierías, mejorando el sistema actual y optimizando los consumos para aplicar lo necesario.

Alternativa 1: Diseño de un sistema de riego localizado y por aspersión automatizado.

En base a la recopilación de datos y la investigación de cómo funciona cada sistema de riego y cuáles son sus ventajas y desventajas, se plantea la creación de un sistema de riego el cual se enfoca en colocar aspersores única y exclusivamente para los dos tipos de pastos presentes, y un sistema localizado para las demás especies de jardinería. Esto conlleva matizar diversas microzonas donde cada especie será dotada de la cantidad específica de agua en el riego, según la programación agro-técnica de este. En cada microzona se colocarán diversos aspersores, con diferentes salidas de presión y se creará una red de tuberías principales, secundarias y terciarias que a través de emisores proveerán específicamente a un tipo de planta según su necesidad. Para esto se tendrá que determinar si las bombas de impulsión y las tuberías para el riego proveniente del lago pueden ser utilizadas para este diseño. Además de tener que llevar a cabo trabajos de demolición y excavación en un campus donde todas áreas verdes ya han sido plantadas o puestas antes de la ejecución de este proyecto. Cabe acotar, que al tener un sistema combinado se tendrán que crear redes de distribución específicas para cada método y también la implementación de un sistema de filtrado preliminar para el método de goteo.

Alternativa 2: Diseñar un sistema único de riego localizado.

Se plantea un sistema de riego que sea única y exclusivamente por goteo, lo cual implicaría mayores ahorros en el consumo de agua y sobre todo menores pérdidas para el riego, pues este sistema es el más eficiente de todos. Se implementaría un sistema

único que tanto para césped, como para plantas jardineras sea regado a través de receptores por cada planta y según su necesidad. Se debería de hacer una inversión mayor con respecto a las demás alternativas.

Alternativa 3: Diseño de un sistema de riego por aspersión automatizado.

Para el planteamiento de esta alternativa se tiene como solución implantar un sistema por aspersores automatizados, los cuales se pueden activar de manera remota a cualquier hora del día desde una aplicación, según los resultados agro-técnicos para el riego. Toda especie sería dotada de agua por aspersores de diferente tipo de presión.

A través de la matriz de Lickert se hizo una valoración de todas las consideraciones que conllevan la ejecución del proceso de diseño para la mejor alternativa seleccionada. Esta forma de evaluación consta de calificar del 1 al 5, donde el 1 es la nota más baja y el 5 la más alta, y luego ponderar sobre un total del 100% el puntaje de cada consideración para cada alternativa. La métrica para calificar se muestra en la tabla 2.22

Tabla 2.22 Métrica de calificación para la matriz de Linker

Muy Desfavorable	Desfavorable	No afecta	Favorable	Muy favorable
1	2	3	4	5

Tabla 2.23 Diferentes alternativas planteadas

Diseñar un sistema de riego	Alternativas		
	1: Diseño de un sistema riego combinado: aspersión y localizado	2: Diseñar un sistema de riego localizado	3: Diseño de un sistema de riego por aspersión automatizado
Consideraciones Técnicas y de diseño (25%)			
Determinación de la demanda para riego por cada especie de planta	3	3	4
Aprovechamiento del agua del lago y por las plantas	5	5	2
Dificultad de acceso	2	1	2
Total	10	9	8
Ponderado	2.5	2.25	2
Consideraciones Sociales (10%)			
Intervención en las actividades diarias de riego para el personal encargado.	5	3	4
Interrupción del tránsito peatonal	3	1	3
Total	8	4	7
Ponderado	0.8	0.4	0.7
Consideraciones económicas (35%)			

Costos de implementación (OPEX)	3	1	2
Costos de mantenimientos (CAPEX)	3	1	4
Costos de planillas de agua	4	5	2
Total	10	7	8
Ponderado	3.5	2.45	2.8
Consideraciones ambientales (30%)			
Destrucción de flora	4	3	4
Afectación del paisajismo.	3	1	4
Disminución de la cota del embalse.	4	5	1
Total	11	9	9
Ponderado	3.3	2.7	2.7
TOTAL	10.1	7.8	8.2

Para este caso de estudio la opción ganadora es la número 1, la cual implica el trabajo con un sistema de riego combinado, que será implementado dependiendo de la necesidad de riego y del tipo de especie presente.

2.6 Plan de Trabajo

Se presenta en la tabla 2.24 el plan de trabajo con sus respectivas actividades, las cuales serán llevadas a cabo a lo largo del periodo establecido.

Tabla 2.24 Plan de actividades

Actividades	Duración	Descripción
Reunión con el Cliente	6 días	Restricciones, Alcance y la problemática
Búsqueda de Información	17 días	Caracterización del suelo y plantas, Topografía, datos hidrológicos
Procesamiento de la Información	10 días	Clasificación de datos, CivilCad
Proponer las Alternativas	2 días	Plantear Alternativas en base a lo requerido por el cliente.
Evaluación de Alternativa	2 días	Evaluación de Alternativas empleando la matriz de Likert
Elección de la Alternativa	2 días	Dados los resultados en la matriz Likert, se procede a la elección
Entrega de la memoria I Parcial	1 día	Se entrega los 2 primeros capítulos
Diseño del Sistema de riego Seleccionado	15 días	Análisis y diseño de la solución final que se va a ejecutar al problema
Presentación del avance EIA	5 días	Se entrega el análisis del impacto ambiental ocasionado por el proyecto.
Presentación de los Planos	6 días	Creación de los planos y cálculo de presupuesto de la obra.
Presentación del 80% mínimo del proyecto a nuestro cargo	42 días	Se debe entregar la memoria técnica que va desde el capítulo 1 al 5.
Presentación del 99% mínimo de la memoria técnica	52	Se debe entregar la memoria técnica que va desde el capítulo 1 al 6.
Presentación del 100% de la memoria técnica	52 días	Se debe entregar el documento final con todas las correcciones pertinentes.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseño del sistema de riego por goteo

Una vez elaborado el diseño agronómico en base a todas las características mencionadas en el capítulo previo, el siguiente paso a seguir es la selección del funcionamiento óptimo para el sistema localizado. Se ha tomado como consideración para la aplicación de este sistema, implementarlo solo en plantas ornamentales que se encuentren mayormente en hileras, debido a que los jardines en el campus no cuentan con una secuencia u orden en la distribución de las plantas.

Como parte del diseño del sistema, se toma en cuenta que la cancha de FCSH es regada con agua residual tratada para el riego y por ende no es considerada en los gastos del sistema. Para la selección del emisor a utilizar se tiene en cuenta los productos disponibles en el mercado ecuatoriano (Rain Bird Corporation, 2020) para el riego de jardines, así como también que brinden una gran eficiencia en el ahorro de agua, menores gastos en mantenimiento y que se adecuen a las necesidades del área de estudio. En este proyecto se ha planteado dos alternativas de suministro del agua del lago a la red. La primera es a través de una bomba que conecta a un tanque elevado y de ahí el sistema funciona a gravedad, y el otro es solo un sistema a presión sin contar con un tanque. Al final de este capítulo se escoge el método más eficiente para suministrar de agua al sistema.

3.1.1 Longitud de tuberías regantes o líneas laterales

En un sistema de riego por goteo existe una clasificación para cada tubería según su ubicación y funcionamiento. Las líneas laterales son aquellas que llevan los goteros en toda su longitud desde el primero hasta el último de estos. Normalmente para estos tipos de tuberías se utiliza PVC flexible y están separadas una distancia predeterminada. En base a la selección de la línea de tuberías (Rain Bird Corporation, 2020), se cuenta ya con datos como son el diámetro interno, el caudal, presión y espaciamiento entre goteros, como se puede observar en la tabla **3.1.1**

Como se cuentan con los datos mencionados anteriormente, en el diseño hidráulico se busca conocer cuál es la extensión de tubería que puede ser utilizada considerando una pérdida de carga permisible. Para sistemas de riego por goteo normalmente los emisores trabajan a una presión de 10 m.c.a y la pérdida de carga recomendable por fricción suele ser del 10% de la presión de operación.

Para el cálculo de la pérdida de carga en tuberías con múltiples salidas se debe obtener la pérdida de carga en tuberías ciegas y multiplicarlo por un factor de salidas múltiples (Cristiansen J.E., 1942).

$$hf_s = hf * F \text{ (m. c. a)} \quad (3.1)$$

$$F = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2} \text{ (adimensional)} \quad (3.2)$$

Donde:

hfs = pérdida de carga por fricción en tubería con salida múltiple

hf = pérdida de carga en una tubería simple de mismo diámetro

F = factor de salidas múltiples

N = número de salidas a lo largo de la tubería

m = exponente de la velocidad

Para estimar Hf se tienen diferentes métodos disponibles para el cálculo. Hazzen-Williams (1995) en la ecuación 3.3 utiliza los siguientes parámetros para el cálculo de la pérdida de carga.

$$hf = 10.674 * \left[\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right] * L * F \text{ (m. c. a)} \quad (3.3)$$

Donde:

n = coeficiente de fricción (adimensional)

L = longitud de la tubería (m)

D = diámetro interno de tubería (m)

$$Q = \text{caudal} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

Debido a que los productos a escoger ya cuentan con una longitud lateral máxima de tuberías, se debe de trabajar la colocación de manera que se distribuyan estas en una extensión máxima para que las pérdidas admisibles permitan llegar con la presión adecuada hasta el último emisor. La tabla 3.1.1 muestra las longitudes máximas en base al modelo de tubería que se escoge. Para este caso se han escogido dos tipos de tuberías por lo cual se tendrán dos longitudes máximas permisibles en el lateral.

Tabla 3.1.1 Especificaciones para tuberías de goteros por el fabricante

Longitud lateral máxima de las tuberías de goteo				
	Presión de entrada (m.c.a)	Separación (cm)	Caudal nominal (l/h)	Longitud Lateral máxima (m)
Tubería de goteo en superficie XFCV	14	45	2.3	77
Tubería de goteo en superficie XFD	10.5	45	2.3	95.7

3.1.2 Diseño agronómico con software en Excel

A través de una ampliación en Excel para el diseño agronómico se hizo el cálculo de la evapotranspiración potencial, utilizando el método de FAO-Penman-Monteith con datos limitados con el objetivo de corroborar lo obtenido en el capítulo previo. Tomando en cuenta el coeficiente de cultivo k_c de 0.8 para arbustos ornamentales se obtuvo la evapotranspiración correspondiente, de la cual se obtiene la necesidad bruta para el riego por goteo. Además, en la tabla 3.2 se puede observar el tiempo de riego, la frecuencia, intervalo de tiempo entre riego. Además, los cálculos se hicieron tomando en cuenta una profundidad de raíces de 50 [cm], lo cual determina la frecuencia e intervalo de riego. Por motivos de uniformidad se ha decidido tener una frecuencia de riego máxima de 5 y 6 días El volumen para el cálculo de la capacidad del tanque elevado fue de 13.7 [m³] por el factor de autonomía, al ser el más crítico.

Tabla 3.2 Resultado diseño agronómico goteo

Plantas ornamentales												
DISEÑO AGRONMICO GOTEO METODO FAO												
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
ET (mm/día)	3.4	3.7	2.6	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	2.9	3.4	3.8
Cantidad retenida de agua "Sa" (mm/m)	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
Profundidad de raíces "D" plantas ornamentales(cm)	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Agotamiento Permisible "da"	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
Intervalo de riego "i" (días)	7.3	6.7	9.5	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0	22.1	8.4	7.3	6.4
lamina de riego (mm/día)	24.5	24.5	24.5	24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	24.5	24.5	24.5	24.5
Frecuencia de Riego (días)	7.3	6.7	9.5	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0	22.1	8.4	7.3	6.4
Frecuencia de riego escogida	5.0	5.0	6.0	6	0.0	0.0	0.0	0.0	6	6	6	5
Tiempo de riego (h)	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.4

Tiempo de riego (min)	22.3	20.6	14.6	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	16.4	19.0	21.6
VOLUMEN (L)	13734.7	12353.5	8762.2	4473.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3749.6	9867.7	11393.7	12947.6
Volumen (m3)	13.7	12.4	8.8	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	9.9	11.4	12.9
Factor de autonomía	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
VOLUMEN TOTAL	34.3	31.0	22.0	11.25	0	0	0	0	9.25	24.75	28.5	32.25

3.1.3 Diseño del sistema con tanque elevado

A partir de realizar el acomodo de los receptores, se determinó los diferentes gastos por áreas a regar, conociendo el espaciamiento entre goteros y el caudal que sale por ellos. Haciendo una repartición de los gastos por cada nodo del sistema se tiene el caudal total necesario para el riego del sistema, el cual se presenta en la tabla 3.3

Tabla 3.3 Gasto por nodo en el sistema por goteo

Nodo	Caudal l/s
N1	0.00
N2	0.00
N3	0.26
N4	0.11
N5	0.08
N6	0.15
N7	0.15
N8	0.09
N9	0.24
N10	0.03
N11	0.39
N12	0.18
N13	0.21
N14	0.59
N15	0.15
N16	0.07
N17	0.11
N18	0.04
N19	0.00
N20	0.06
N21	0.12
N22	0.00
N23	0.00
N24	0.06
N25	0.00
N26	0.04
N27	0.04
N28	0.00
N29	0.11
N30	0.16
N31	0.06
N32	0.62
N33	0.47
N34	0.09
N35	0.22

N36	0.23
N37	0.10
N38	0.00
N39	0.00
N40	0.36
N41	0.03
N42	0.30
N43	0.19
N44	0.00
N45	0.38
N46	0.43
N47	0.06
N48	0.25
N49	0.17
N50	0.24
N51	0.00
N52	0.00
N53	0.20
N54	0.00
N55	0.60
N56	0.45
N57	0.46
N58	0.25
N59	0.00
N60	0.00
N61	0.09
N62	0.09
N63	0.11
N64	0.11
Total	10.01

3.1.3.1 Volumen requerido para el tanque elevado

Se considera para el tanque elevado exclusivo de riego por goteo una demanda de 10.01 [L/s] de donde se tiene un tiempo de riego calculado en el diseño agronómico de 1440 segundos (1 día). Se ha decidido trabajar con un factor de autonomía igual a 2.5 para que en casos de que exista una desconexión en el sistema eléctrico, el riego pueda proseguir por varios días.

$$VT = 10.01 * 1440 * 2.5 = 34.3 [m^3]$$

$$VT = 14[m^3]$$

3.1.3.2 Ubicación del tanque elevado

Luego de revisar los puntos más elevados del campus con acceso fácil para una futura construcción se ha escogido la ubicación para el tanque elevado con las siguientes coordenadas: E615933.50; S9762607.00 y con una cota de 110 m.s.n.m..



Figura 3.1 Ubicación de tanque elevado para riego por goteo

3.1.3.3 Tubería de impulsión

Uno de los elementos de la estación de bombeo necesarios para el cálculo de la potencia que tendrá la bomba es la tubería de impulsión, posterior a la bomba. Se calcula el diámetro de impulsión en base al caudal necesario para el diseño. En base la normativa CPE INEN 5 parte 9-1 se recomienda tener una velocidad entre 1.8 m/s a 2.4 m/s y por ningún motivo ser menor a 0.6m/s. Para la determinación del diámetro se utiliza la fórmula de Bresse para instalaciones que no son operadas de manera continua (López R., 1995):

$$D = K * X^{\frac{1}{4}} * Qb^{\frac{1}{2}} [m] \quad (3.4)$$

Donde:

X = número de horas bombeo/24

$K = 1.3$

$D = \text{diámetro [m]}$

$Qb = \text{Caudal de bombeo } \left[\frac{m^3}{s}\right]$

Se recomienda según (OPS & CEPIS, 2005) que una bomba para un correcto funcionamiento tenga un periodo de bombeo de 8 horas para que esta se mantenga en correcto estado a lo largo del tiempo. Debido a las horas de riego al día se ha escogido 4 horas de bombeo para contar con un diámetro de tubería inferior.

$$D = 1.3 * 0.016^{\frac{1}{4}} * 0.010^{\frac{1}{2}} = 0.083[m]$$

En base al diámetro obtenido se verifica las recomendaciones de velocidad, por lo que para cumplir con este parámetro se escoge una tubería de 0.076[m].

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.010}{\frac{\pi * 0.076^2}{4}} = 2.20 \left[\frac{m}{s}\right]$$

3.1.3.4 Tubería de succión

La tubería de succión es una de las partes más importantes del sistema de bombeo. Se recomienda según la CPE INEN 5 parte 9-1 una velocidad entre 1.2[m/s] y 1.8[m/s]. La línea de succión debe tener un diámetro mayor que la tubería de impulsión por lo cual se tiene una tubería 0.102[m]. La velocidad es de 1.23[m/s] por lo cual cumple los parámetros establecidos por la normativa. La sumergencia se recomienda obtenerla a través de la siguiente ecuación (López R., 1995):

$$\text{Sumergencia} = 2.5D + 0.1 = 0.35[m] \quad (3.5)$$

3.1.3.5 Línea de conducción

Para la tubería de distribución que conecta directamente el tanque hasta el nodo 48 se tiene un diámetro de 100[mm] y se escoge el diámetro de 160 [mm] debido a la pérdida de carga. Además, se trabaja con una velocidad de 0.52[m/s]. Los cálculos se hacen a través de la ecuación de Hazen-William para pérdidas.

$$Q = \alpha * C * D^{2.63} * hf \quad (3.6)$$

Donde:

$Q =$ caudal del tramo, en $\left(\frac{m^3}{s}\right)$

$\alpha =$ constante de Hazen y Williams

$C =$ coeficiente de rugosidad del material de la tubería

$D =$ diámetro de la tubería, en(m)

$hf =$ pérdida de carga unitaria $\left(\frac{m}{m}\right) = \frac{H}{L}$

$H =$ pérdida de carga total en el tramo, en(m)

$L =$ longitud del tramo, en (m)

$$0.01001 \left[\frac{m^3}{s}\right] = 0.2785 * 150 * D^{2.63} * \left(\frac{14}{940.12}\right)$$

Entonces.

$$D = 100 [mm]$$

Como se debe de comprender de una velocidad de diseño menor a 2.5[m/s] y mayor a 0.5 [m/s] en base a la normativa CPE INEN 5 parte 9.1 y una presión mínima de salida se escoge un diámetro de 160[mm].

$$v = \frac{Q}{A} \quad (3.7)$$

Donde:

$v =$ velocidad $\left[\frac{m}{s}\right]$

$Q =$ caudal de diseño $\left[\frac{m^3}{s}\right]$

$A =$ área de la sección transversal de tubería $[m^2]$

$$v = \frac{0.01004}{\frac{\pi * (160)^2}{4}} = 0.53 \left[\frac{m}{s}\right]$$

3.1.3.6 Dimensionamiento del tanque

Se asume un tanque cilíndrico y un diámetro de 3 metros. Con estos datos se pudo determinar la altura efectiva respecto a las necesidades.

$$h = \frac{4V}{\pi D^2} \quad (3.8)$$
$$h = \frac{4 * 34.3}{\pi * 3^2} = 4.9 [m]$$

Se toma una altura efectiva de 5 metros y un borde libre de 0.90 m, además de que el tanque debe de estar lleno con un mínimo de 1m de alto, tendiendo una altura total de 6.90 metros. Esto da una cota mínima de 123.95m.s.n.m. y una cota máxima de 130.85 m.s.n.m. La altura de elevación del tanque con respecto al nivel del suelo es de 15 m debido a los requerimientos de los goteros para la presión de salida. La cota máxima del sistema de riego es de 99 m.s.n.m y se necesita una presión de salida en las tuberías de goteo de 10 m.c.a. Las pérdidas desde el tanque elevado hasta el nodo 45 con la cota más alta de todo el sistema se calculan de la siguiente manera:

$$hf = 10.67 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * \frac{L}{D^{4.87}} \quad (3.9)$$
$$hf = 10.67 * \left(\frac{0.010}{150}\right)^{1.852} * \frac{144.98}{0.16^{4.87}}$$
$$hf = 1.43[m]$$

A través de un software para la modelación de la red se ha obtenido una elevación mínima de 15 metros para el tanque para que en el punto más alejado del sistema exista la presión mínima de servicio.

$$P_{min} = 123.95 - 99 = 25.935 [m]$$
$$H_{tanque} = h_s + hf \quad (3.10)$$

Donde:

H_{tanque} = presión en la cota mínima del tanque, en [m]

h_s = presión mínima de servicio

h_f = pérdida por fricción en el sistema, en [m]

$$H_{tanque} = 10 + 1.43 = 13.539 \text{ [m]}$$

Por consiguiente, la presión mínima en el tanque cumple con la presión mínima que debe tener el sistema.

3.1.3.7 Selección del sistema de bombeo

Para escoger el tipo de bomba necesaria para el sistema hay que calcular la altura dinámica de elevación, la cual consta de la altura estática total y las pérdidas por fricción tanto en la línea de impulsión como en la de succión. La altura estática para la línea de impulsión irá desde la línea de succión hasta el tanque elevado, pues a partir de este punto el sistema funciona a gravedad. Se ha escogido una cota mínima del lago de 76.5 m.s.n.m. y cota de la bomba de 81.5 m.s.n.m.

$$H_T = H_{ST} + h_f$$

Donde:

$$H_T = \text{carga total de bombeo, en [m]}$$

$$H_{ST} = \text{altura estática total(impulsión y succión), en [m]}$$

$$h_f = \text{pérdida por fricción, en [m]}$$

La altura estática de succión y de impulsión está representada en la tabla 3.4

Tabla 3.4 Altura estática total

Altura estática de succión = 82.5 - 76.45	5.05	m
Altura estática de impulsión = 122 - 82.5	49.35	m
Altura estática total	54.4	m

Las pérdidas de carga tanto para la succión e impulsión se estiman a través de la ecuación de Hazen-Williams:

1. Pérdida en la succión:

$$hf = 10.67 * \left(\frac{0.01}{150}\right)^{1.852} * \frac{11.40}{0.102^{4.87}}$$

$$hf = 0.155[m]$$

2. Pérdida en la impulsión:

$$hf = 10.67 * \left(\frac{0.01}{150}\right)^{1.852} * \frac{282}{0.076^{4.87}}$$

$$hf = 15.522[m]$$

3. Pérdida de velocidad en la descarga:

$$Vi = \frac{V^2}{2g} = 0.25[m] \quad (3.11)$$

A partir del caudal de diseño de 0.010 [m³/s] y la pérdida dinámica total de elevación de 70.32[m] se toma una bomba con velocidad de rotor de 2900 [rpm] con una eficiencia del 75%. Con estos datos se realiza el cálculo de la potencia de la bomba:

$$P_b = \frac{\gamma QH}{e} \quad (3.12)$$

$$P_b = \frac{9.81 * 0.010 * 70.32}{0.75} = 9.21 [kW]$$

Se recomienda una potencia mecánica de entre 1.15 a 1,20 veces la potencia de la bomba para evitar el recalentamiento y pérdidas mecánicas.

$$P_m = 1.2 * 9.21 = 11.05 [kW]$$

3.1.4 Diseño con bomba centrífuga

Debido al poco tiempo al día que se necesita para el riego, la opción de colocar solo una bomba en el sistema y no utilizar un reservorio elevado es factible. Para el diseño de la bomba si no hay un tanque de almacenamiento posterior al cabezal CEPIS (CEPIS,2015) indica que la capacidad del sistema de bombeo solo se calcula en base al caudal de

diseño y las pérdidas del sistema. A partir de que se necesita una presión mínima de funcionamiento para los goteros, se hace la simulación en el software para verificar que se llega al punto más alejado con la presión requerida. El caudal de diseño es de 10.01 [l/s] y la altura dinámica total para que se llegue con la presión requerida es de 50 [m]. Se selecciona una bomba centrífuga de 2900[rpm] y se decide trabajar con una eficiencia del 75%, por lo cual la potencia de la bomba es:

$$P_b = \frac{9.81 * 0.010 * 50}{0.75} = 6.55 [kW]$$

Como recomendación la potencia de motor debe de ser de entre 1.15 a 1.20 la potencia de la bomba, de esta manera:

$$P_m = 1.2 * 6.55 = 7.86 [kW]$$

3.1.4.1 Tanque de presión

Como parte del sistema hidroneumático se cuenta con un tanque de presión el cual es calculado en función de las necesidades de la red. Este recipiente contiene tanto aire como agua que es suministrada por la bomba, la cual mientras abastece al sistema va llenando el contenedor de agua y el aire se va comprimiendo y por ende la presión aumenta, y como parte del funcionamiento del sistema la bomba se detiene en abastecer y lo hace el tanque de presión y así se repiten tantos ciclos sean necesarios (Rodríguez H., 2005).

Como parte del diseño se debe de definir el número de ciclos de bombeo, lo cual está definido como el número de veces que la bomba se prende para abastecer de agua al sistema en un lapso de 1 hora. La selección del ciclo de bombeo es frecuentemente recomendable que vaya entre 4 a 6 ciclos (de Wekker J., 2004). La presión mínima para este sistema de riego es de 10 m.c.a y como parte de las recomendaciones, la presión máxima debe superar en 20 m.c.a a la mínima, pero muchas veces esto queda a criterio del profesional encargado. Por ende, para este sistema la presión máxima es de 30 m.c.a.

1. Ciclo de bombeo:

$$T_c = 1 \text{ hora}/U \tag{3.13}$$

Donde:

$T_c = \text{ciclo de bombeo}$

$U = \text{número de ciclos por hora}$

$$T_c = \frac{1}{6} = 0.166 \text{ [hora]}$$

2. Volumen útil del tanque:

Representa como su nombre lo indica el volumen de agua que usa el tanque para aplicar entre las presiones designadas (Sistemas Hidroneumáticos c.a., n.d.).

$$V_u = \frac{T_c * Q}{4} \quad (3.14)$$

donde:

$Q = \text{caudal de bombeo}$

$T_c = \text{volumen del tanque, en [L]}$

$$V_u = \frac{600 * 10}{4} = 1500[L]$$

3. Porcentaje del volumen útil

$$\%V_u = \frac{90 * (P_{max} - P_{min})}{P_{max}} \quad (3.15)$$

donde:

$P_{max} = \text{presión máxima del sistema}$

$P_{min} = \text{presión mínima del sistema}$

$$\%V_u = \frac{90 * (30 - 10)}{30} = 60\%$$

4. Volumen del tanque:

$$V_t = \frac{V_u}{\%V_u/100} \quad (3.16)$$

donde:

$V_t = \text{volumen del tanque}$

$$V_t = \frac{1500}{60\%/100} = 2500 [L]$$

Los tanques de presión hidroneumáticos presentes en el mercado ecuatoriano, que se pueden tomar para completar el volumen del tanque son dos, uno con una capacidad de 2000 litros y otro con 500 litros a una presión máxima de 10 bares.

3.1.5 Sistema de filtrado

El sistema de goteo es una de las partes más importantes debido a que se pueden provocar obstrucciones en las salidas de los receptores por presencia de partículas suspendidas (arena, arcilla, grava), materia orgánica o precipitados (Liotta M., 2015). La no colocación de los filtros solo se da cuando es agua pura libre de impurezas. Los tres tipos más usados en el goteo son: filtro desarenador, filtro de malla y de arena (Blair E., 1979).

1. Filtro desarenador: también conocido como filtro hidrociclón. Sirve como pre filtrado antes del filtro por arena. Normalmente se instala dentro del cabezal. Separa partículas más densas que el agua. Son capaces de separar partículas mayores a las 100 micras (Mendoza A., 2003).
2. Filtro de malla: es el más utilizado por los sistemas por goteo. Su funcionamiento consiste en el paso del agua por una o dos mallas de densidad para la separación de las partículas menores a 100 micras. La selección del tipo de filtro de malla depende del tamaño de las partículas de arena para determinar el tipo de la malla (Blair E., 1979).
3. Filtro de arena: sirve cuando el embalse contiene materia orgánica en suspensión que no pueden ser retenidas por el desarenador y que generaría un taponamiento en el filtro de malla.

Para la selección de los filtros se tiene la tabla 3.5 como referencia una vez que se conoce la composición del agua (Blair E., 1979). Una vez determinado los filtros necesarios en el cabezal se calcula el tamaño del sistema de riego para escoger la capacidad necesaria del tipo de filtro. En el lago se cuenta con presencia de hojas por lo cual se debe de colocar filtro de malla y de arena. A pesar de cumplir con lo establecido por la tabla 5 de la normativa (TULSMA, 2015) sobre la calidad del agua para el riego,

se recomienda también la colocación del filtro desarenador al ser un sistema de riego por goteo.

Tabla 3.5 Selección de tipo de filtro

Solidos en suspensión	Tamaño de las partículas (mm)	Malla de recomendada	Filtro desarenador	Filtro de malla	Filtro de Arena
Arena	0.002-0.080	10-270	X	X	X
Cieno	0.00008-0.002	270		X	X
Orgánicos (algas, etc.)				X	X
Minerales				X	

3.1.6 Diseño hidráulico de la red de distribución

Para el diseño del sistema de distribución de las redes de riego a partir del agua del lago se deben de verificar las presiones necesarias para que las goteras funcionen correctamente. Se ha decidido crear un sistema de red cerrada debido a los beneficios en temas de ahorro y eficiencia. Para ello se ha realizado el trazado de la red, donde se crean diferentes circuitos con el objetivo de mantener la red cerrada. Para un sistema de distribución de agua potable se recomienda trabajar con una velocidad apropiada de 1.2 [m/s], y teniendo como velocidad mínima 0.5[m/s] según lo recomendado por la normativa CPE INEN 5 parte 9.1.

Para el cálculo de los diámetros, el control de las pérdidas de carga y las velocidades de diseño, se usa el método iterativo de Hardy-Cross o también conocido como método de relajamiento. La tabla 3.6 muestra tanto los caudales reales, los diámetros comerciales escogidos y la comprobación de velocidades. Además, en el ANEXO B se tiene los valores iniciales de caudal que se obtuvieron de hacer la distribución de gastos en todos los circuitos.

Tabla 3.6 Diámetros y comprobación de velocidades

Tubería	Q (m3/s)	Diámetro i (m)	Velocidad (m/s)	Velocidad > 0.5	Velocidad <2.5	Q (l/s)	L (m)
48-45	0.00719	0.0844	1.2850	Cumple	Cumple	7.1893	103.017
45-46	0.00028	0.0243	0.6011	Cumple	Cumple	0.2788	99.88
46-47	-0.00015	0.01885	-0.5419	Cumple	Cumple	-0.1512	102.54
47-48	-0.00142	0.04924	-0.7461	Cumple	Cumple	-1.4207	129.1
45-42	0.00627	0.0844	1.1208	Cumple	Cumple	6.2705	63.98
42-43	0.00226	0.04924	1.1878	Cumple	Cumple	2.2620	68.02
43-44	0.00207	0.04924	1.0881	Cumple	Cumple	2.0720	109.81
44-25	0.00207	0.0381	1.8174	Cumple	Cumple	2.0720	64.93
25-24	0.00145	0.03246	1.7550	Cumple	Cumple	1.4523	44.78
24-23	0.00018	0.01885	0.6286	Cumple	Cumple	0.1754	53.16
23-22	0.00018	0.01885	0.6286	Cumple	Cumple	0.1754	54.31
22-5	0.00034	0.0243	0.7352	Cumple	Cumple	0.3409	53.62
5-4	-0.00026	0.0243	-0.5599	Cumple	Cumple	-0.2597	42.68
4-3	-0.00037	0.0243	-0.7971	Cumple	Cumple	-0.3697	63.65
3-2	-0.00080	0.03246	-0.9661	Cumple	Cumple	-0.7995	37.17
2-1	-0.00080	0.03246	-0.9661	Cumple	Cumple	-0.7995	56.22
1-52	-0.00080	0.03246	-0.9661	Cumple	Cumple	-0.7995	30.52
52-51	-0.00080	0.03246	-0.9661	Cumple	Cumple	-0.7995	50.26
51-50	-0.00080	0.03246	-0.9661	Cumple	Cumple	-0.7995	83.35
50-49	-0.00104	0.03246	-1.2561	Cumple	Cumple	-1.0395	81.13
49-47	-0.00121	0.0381	-1.0609	Cumple	Cumple	-1.2095	155.04
47-46	0.00015	0.01885	0.5419	Cumple	Cumple	0.1512	102.54
46-45	-0.00028	0.0243	-0.6011	Cumple	Cumple	-0.2788	99.88
42-40	0.00371	0.049	1.9666	Cumple	Cumple	3.7085	69.89
40-41	0.00038	0.0243	0.8246	Cumple	Cumple	0.3824	85.44
41-25	0.00035	0.0243	0.7552	Cumple	Cumple	0.3503	77.11
25-44	-0.00207	0.0381	-1.8174	Cumple	Cumple	-2.0720	64.93
44-43	-0.00207	0.04924	-1.0881	Cumple	Cumple	-2.0720	109.81
43-42	-0.00226	0.04924	-1.1878	Cumple	Cumple	-2.2620	68.02
40-33	0.00297	0.04924	1.5576	Cumple	Cumple	2.9661	144.88
33-59	0.00163	0.0381	1.4331	Cumple	Cumple	1.6339	121.88
59-32	0.00170	0.0381	1.4873	Cumple	Cumple	1.6956	72.75
32-30	-0.00027	0.0243	-0.5879	Cumple	Cumple	-0.2726	28.65
30-31	-0.00027	0.0243	-0.5850	Cumple	Cumple	-0.2713	68
31-28	-0.00033	0.0243	-0.7142	Cumple	Cumple	-0.3312	48.2
28-27	-0.00060	0.03246	-0.7282	Cumple	Cumple	-0.6026	57.84
27-26	-0.00064	0.03246	-0.7766	Cumple	Cumple	-0.6426	76.8
26-25	-0.00097	0.03246	-1.1718	Cumple	Cumple	-0.9697	156.7

25-41	-0.00035	0.0243	-0.7552	Cumple	Cumple	-0.3502	77.11
41-40	-0.00038	0.0243	-0.8246	Cumple	Cumple	-0.3824	85.44
19-20	-0.00029	0.01885	-1.0416	Cumple	Cumple	-0.2907	92.52
20-21	-0.00035	0.0243	-0.7557	Cumple	Cumple	-0.3505	57.63
21-24	-0.00122	0.0381	-1.0674	Cumple	Cumple	-1.2169	54.47
24-25	-0.00145	0.03246	-1.7548	Cumple	Cumple	-1.4522	44.78
25-26	0.00097	0.03246	1.1718	Cumple	Cumple	0.9697	156.7
26-19	0.00029	0.01885	1.0293	Cumple	Cumple	0.2872	102.49
29-28	-0.00027	0.0243	-0.5851	Cumple	Cumple	-0.2713	66.43
28-31	0.00033	0.0243	0.7142	Cumple	Cumple	0.3312	48.2
31-30	0.00027	0.0243	0.5848	Cumple	Cumple	0.2712	68
330-29	-0.00016	0.01885	-0.5781	Cumple	Cumple	-0.1613	54.17
55-54	0.00029	0.0243	0.6310	Cumple	Cumple	0.2926	136.72
54-18	0.00029	0.0243	0.6310	Cumple	Cumple	0.2926	30.36
18-19	-0.00058	0.0243	-1.2461	Cumple	Cumple	-0.5779	74.34
19-26	-0.00029	0.01885	-1.0293	Cumple	Cumple	-0.2872	102.49
26-27	0.00064	0.03246	0.7766	Cumple	Cumple	0.6426	76.8
27-28	0.00060	0.03246	0.7282	Cumple	Cumple	0.6026	57.84
28-29	0.00027	0.0243	0.5851	Cumple	Cumple	0.2713	66.43
29-30	0.00016	0.01885	0.5781	Cumple	Cumple	0.1613	54.17
30-32	0.00027	0.0243	0.5879	Cumple	Cumple	0.2726	28.65
32-55	0.00149	0.04924	0.7818	Cumple	Cumple	1.4887	240.16
33-59	-0.00163	0.0381	-1.4331	Cumple	Cumple	-1.6339	121.88
33-34	0.00095	0.0381	0.8352	Cumple	Cumple	0.9522	82.97
34-35	0.00086	0.0381	0.7563	Cumple	Cumple	0.8622	36.75
35-36	0.00039	0.0243	0.8439	Cumple	Cumple	0.3914	87.16
36-59	0.00032	0.0243	0.6947	Cumple	Cumple	0.3222	56.15
35-36	-0.00039	0.0243	-0.8439	Cumple	Cumple	-0.3914	87.16
36-37	0.00015	0.01885	0.5405	Cumple	Cumple	0.1508	26.57
37-38	0.00025	0.0243	0.5407	Cumple	Cumple	0.2508	26.42
38-39	0.00025	0.0243	0.5408	Cumple	Cumple	0.2508	95.07
39-35	0.00025	0.0243	0.5408	Cumple	Cumple	0.2508	41.44
55-14	0.00060	0.0243	1.2840	Cumple	Cumple	0.5955	146.81
14-15	-0.00050	0.0243	-1.0793	Cumple	Cumple	-0.5005	83.05
15-16	-0.00065	0.03246	-0.7861	Cumple	Cumple	-0.6505	37.51
16-17	-0.00072	0.03246	-0.8707	Cumple	Cumple	-0.7205	45.15
17-18	-0.00083	0.03246	-1.0036	Cumple	Cumple	-0.8305	33.71
18-54	-0.00029	0.0243	-0.6310	Cumple	Cumple	-0.2926	30.36
54-55	-0.00029	0.0243	-0.6310	Cumple	Cumple	-0.2926	136.72
21-22	0.00017	0.01885	0.5921	Cumple	Cumple	0.1652	48.67
22-23	-0.00018	0.01885	-0.6286	Cumple	Cumple	-0.1754	54.31
23-24	-0.00018	0.01885	-0.6286	Cumple	Cumple	-0.1754	53.16
24-21	0.00122	0.0381	1.0674	Cumple	Cumple	1.2169	54.47
6-5	-0.00017	0.01885	-0.6015	Cumple	Cumple	-0.1679	50.48

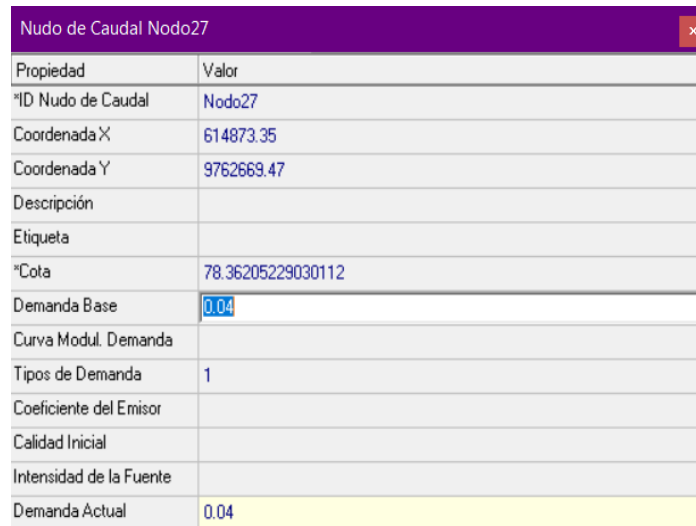
5-22	-0.00034	0.0243	-0.7352	Cumple	Cumple	-0.3409	53.62
22-21	-0.00017	0.01885	-0.5921	Cumple	Cumple	-0.1652	48.67
21-6	0.00058	0.0243	1.2522	Cumple	Cumple	0.5807	53.84
14-13	0.00051	0.03246	0.6122	Cumple	Cumple	0.5066	148.16
13-12	0.00034	0.0243	0.7306	Cumple	Cumple	0.3388	15.54
12-11	0.00015	0.01885	0.5254	Cumple	Cumple	0.1466	92.94
11-110	-0.00017	0.01388	-1.1353	Cumple	Cumple	-0.1718	63.84
110-9	-0.00024	0.01885	-0.8692	Cumple	Cumple	-0.2426	40.81
9-8	-0.00036	0.0243	-0.7732	Cumple	Cumple	-0.3586	46.49
8-7	-0.00045	0.01885	-1.6074	Cumple	Cumple	-0.4486	61.92
7-6	-0.00060	0.03246	-0.7233	Cumple	Cumple	-0.5986	59.8
6-21	-0.00058	0.0243	-1.2522	Cumple	Cumple	-0.5807	53.58
21-220	0.00035	0.0243	0.7562	Cumple	Cumple	0.3507	57.63
220-19	0.00029	0.01885	1.0416	Cumple	Cumple	0.2907	92.52
19-18	0.00058	0.0243	1.2461	Cumple	Cumple	0.5779	74.34
18-17	0.00083	0.03246	1.0045	Cumple	Cumple	0.8313	33.71
17-16	0.00072	0.03246	0.8707	Cumple	Cumple	0.7205	45.15
16-15	0.00065	0.03246	0.7861	Cumple	Cumple	0.6505	37.51
15-14	0.00050	0.0243	1.0793	Cumple	Cumple	0.5005	83.05
11-53	-0.00007	0.01388	-0.4732	No cumple	Cumple	-0.0716	196.7
53-5	-0.00035	0.01388	-2.3246	Cumple	Cumple	-0.3517	41.73
5-6	0.00017	0.01885	0.6015	Cumple	Cumple	0.1679	50.48
6-7	0.00060	0.03246	0.7233	Cumple	Cumple	0.5986	59.8
7-8	0.00045	0.01885	1.6074	Cumple	Cumple	0.4486	61.92
8-9	0.00036	0.0243	0.7732	Cumple	Cumple	0.3586	46.49
9-110	0.00024	0.01885	0.8692	Cumple	Cumple	0.2426	40.81
10-11	0.00017	0.01388	1.1353	Cumple	Cumple	0.1718	63.84
53-60	0.00008	0.01388	0.5297	Cumple	Cumple	0.0801	98.76
60-3	-0.00032	0.01388	-2.1139	Cumple	Cumple	-0.3199	64.72
3-4	0.00037	0.0243	0.7971	Cumple	Cumple	0.3697	63.65
4-5	0.00026	0.0243	0.5599	Cumple	Cumple	0.2597	42.68
5-53	0.00035	0.01388	2.3246	Cumple	Cumple	0.3517	41.73

Como parte del análisis de resultados se tiene la tubería 11-53 con una velocidad cercana al límite inferior. Además, las tuberías 53-5 y 60-3 tienen una velocidad superior de 2[m/s] y existen 14 tuberías que tienen velocidades inferiores a 0.6 [m/s].

3.1.7 Modelación del sistema de distribución

Como método de verificación de lo hecho por las iteraciones a través de Hardy-Cross se utiliza la ayuda de un software para poder modelar la distribución de agua en el sistema, respecto a los gastos en cada nodo. El proceso a seguir una vez que se exporta a través

de una herramienta tanto las cotas en los nodos como el trazado de la malla, se procede a colocar la demanda en cada nodo.



Propiedad	Valor
*ID Nudo de Caudal	Nodo27
Coordenada X	614873.35
Coordenada Y	9762669.47
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	78.36205229030112
Demanda Base	0.04
Curva Modul. Demanda	
Tipos de Demanda	1
Coefficiente del Emisor	
Calidad Inicial	
Intensidad de la Fuente	
Demanda Actual	0.04

Figura 3.2 Distribución de gastos en nodos AUTOR

Como parte de las consideraciones para la simulación es tratar de que el sistema de agua sea una red cerrada. En la ilustración 3.3 se puede observar la modelación del sistema con el tanque elevado. En el sistema solo con bombeo, a partir de las consideraciones de presión mínima se realiza la curva característica de la bomba con una altura dinámica de 50 m.c.a para que se tenga la presión de funcionamiento en el lugar más desfavorable.

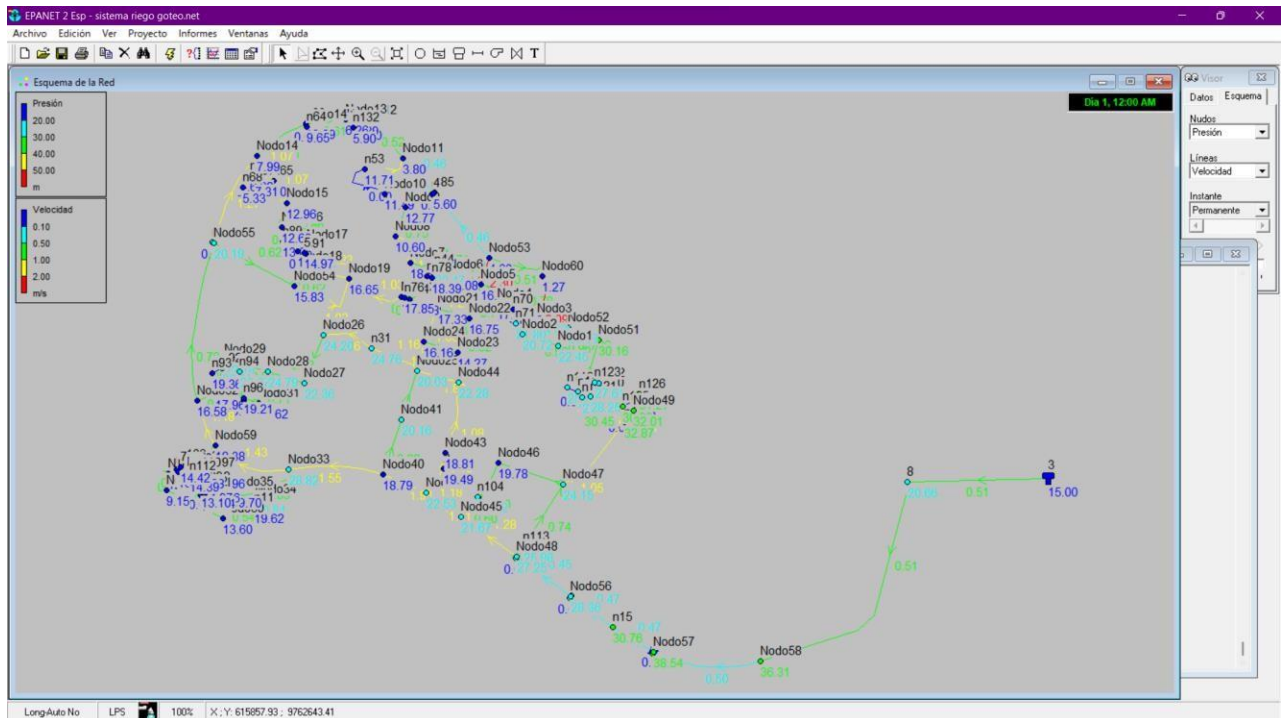


Figura 3.3 Modelación del sistema de riego por goteo con tanque

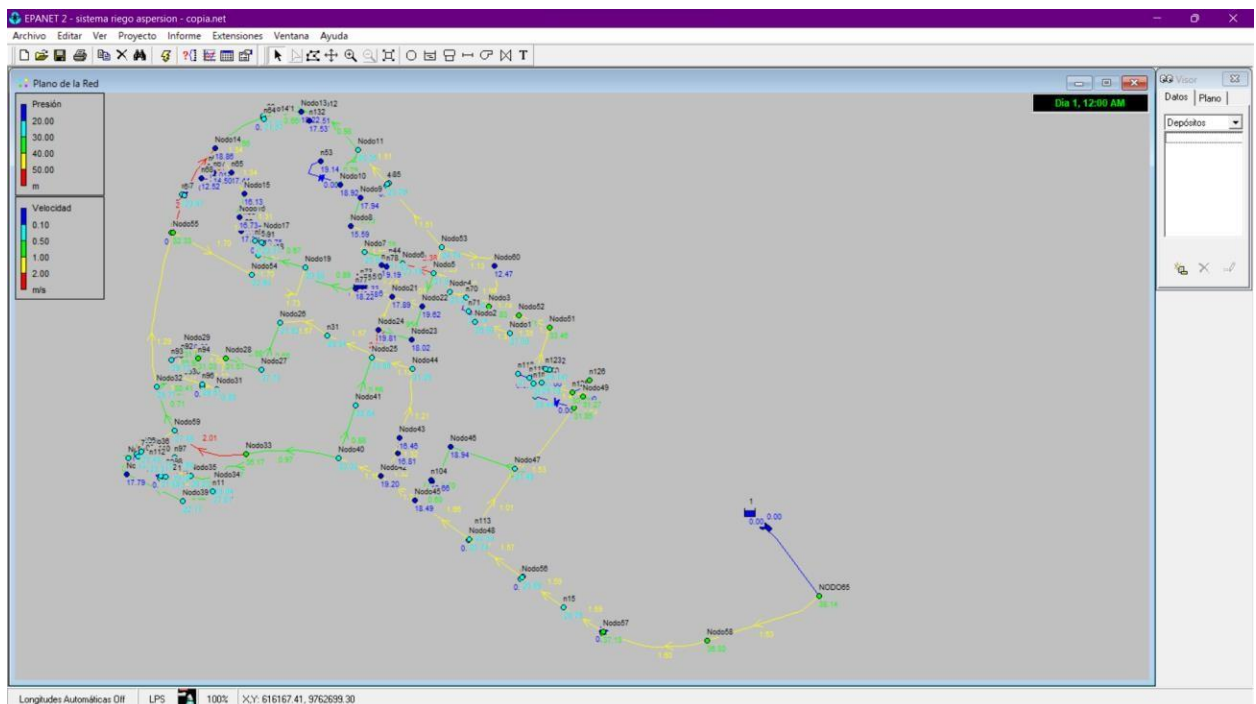


Figura 3.4 Modelación del sistema de riego por goteo con bombas

En las tablas 3.7 se tienen los resultados de la presión en los nodos para las dos alternativas. Se observa que el nodo más alejado del tanque elevado no supera la presión mínima requerida, mientras que para el sistema con bombeo si cumple lo establecido.

Tabla 3.7 Resultado en nodos software

Estado de los Nodos de la Red			
	Demanda	Presión tanque elevado	Presión sistema bombeo
ID Nudo	LPS	m	m
Nudo Nudo1	0.00	22.45	24.79
Nudo Nudo2	0.00	20.72	23.06
Nudo Nudo3	0.11	24.63	26.97
Nudo Nudo4	0.11	17.37	19.71
Nudo Nudo5	0.08	16.7	19.03
Nudo Nudo6	0.15	19.08	21.41
Nudo Nudo7	0.15	18.82	21.15
Nudo Nudo8	0.09	10.6	12.93
Nudo Nudo9	0.12	12.77	15.1
Nudo Nudo10	0.06	11.49	13.83
Nudo Nudo11	0.39	3.8	6.14
Nudo Nudo12	0.15	5.89	8.22
Nudo Nudo13	0.21	6.26	8.59
Nudo Nudo14	0.58	7.99	10.33
Nudo Nudo15	0.15	12.96	15.29
Nudo Nudo16	0.07	12.63	14.97
Nudo Nudo17	0.11	14.71	17.04
Nudo Nudo18	0.04	14.94	17.27
Nudo Nudo19	0.00	16.65	18.98
Nudo Nudo20	0.06	17.71	20.04
Nudo Nudo21	0.12	17.33	19.67
Nudo Nudo22	0.00	16.75	19.09
Nudo Nudo23	0.00	14.27	16.61
Nudo Nudo24	0.06	16.16	18.49
Nudo Nudo25	0.00	20.03	22.37
Nudo Nudo26	0.04	24.2	26.53
Nudo Nudo27	0.04	22.36	24.69
Nudo Nudo28	0.00	24.79	27.12
Nudo Nudo29	0.11	22.18	24.52
Nudo Nudo30	0.16	17.96	20.3
Nudo Nudo31	0.06	19.62	21.96
Nudo Nudo32	0.48	16.58	18.92

Nudo Nudo33	0.38	28.82	31.15
Nudo Nudo34	0.09	20.84	23.18
Nudo Nudo35	0.22	19.7	22.04
Nudo Nudo36	0.22	14.77	17.1
Nudo Nudo37	0.10	12.97	15.31
Nudo Nudo38	0.00	9.15	11.48
Nudo Nudo39	0.00	13.6	15.94
Nudo Nudo40	0.36	18.79	21.12
Nudo Nudo41	0.03	20.16	22.49
Nudo Nudo42	0.30	22.53	24.86
Nudo Nudo43	0.19	18.81	21.14
Nudo Nudo44	0.00	22.28	24.61
Nudo Nudo45	0.64	21.67	24.01
Nudo Nudo46	0.43	19.78	22.12
Nudo Nudo47	0.06	24.15	26.49
Nudo Nudo48	0.51	27.25	29.58
Nudo Nudo49	0.17	32.01	34.34
Nudo Nudo50	0.24	26.93	29.27
Nudo Nudo51	0.00	30.16	32.49
Nudo Nudo52	0.00	28.58	30.91
Nudo Nudo53	0.20	4.63	6.96
Nudo Nudo54	0.00	15.83	18.17
Nudo Nudo55	0.60	20.19	22.53
Nudo Nudo56	0.45	28.36	30.7
Nudo Nudo57	0.46	38.54	40.87
Nudo Nudo58	0.25	36.31	38.64
Nudo Nudo59	0.26	18.38	20.72
Nudo Nudo60	0.40	1.27	3.6
Nudo Nudo 65	0.00	-	38.92

Debido al tiempo de riego y a que el lago ya se puede considerar como el embalse del sistema, se ha escogido el riego por goteo con el sistema de bomba. El plano general del sistema de riego por goteo con la simbología requerida que ilustra todo el diseño hecho en este proyecto se puede observar en la figura 3.4. Para un mejor detalle de la configuración del sistema se tiene el conjunto de planos para cada todas las áreas involucradas en el Anex

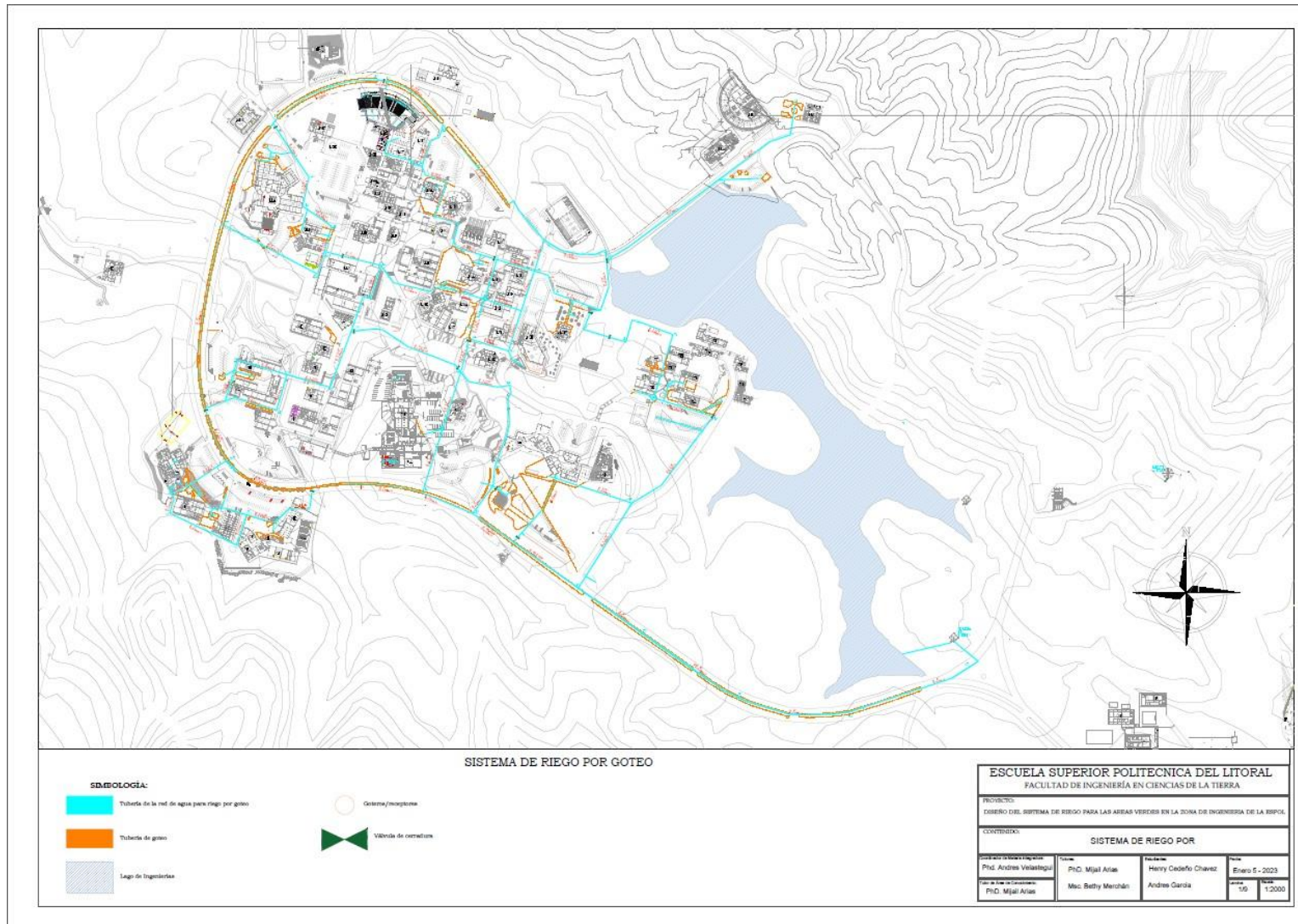


Figura 3.5 Plano sistema aspersión

3.2 Diseños sistema por aspersión

3.2.1 Modelo de la Distribución del Conjunto de Aspersores.

En la distribución de aspersores, existen varias formas en la colocación de ellos. Esto va a depender del área con que se vaya a trabajar, las dimensiones de esta y la capacidad de alcance que tengan los aspersores a utilizar en campo.

Entre las distribuciones se tiene: Marco cuadrado, rectangular y triangular. Obsérvese la figura 3.1

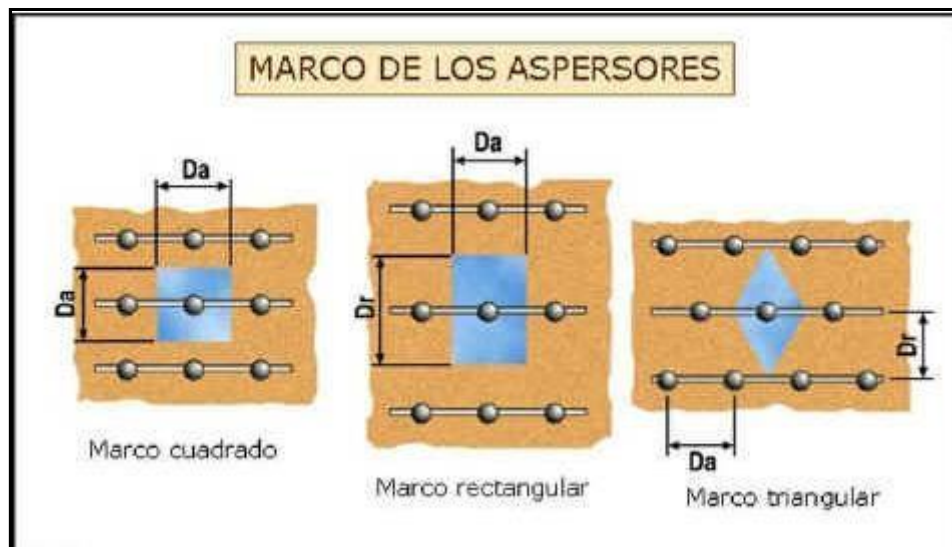


Figura 3.1: Distribución de Aspersores. Fuente:

3.2.1.1 Marco o disposición cuadrada

Los aspersores son colocados en los vértices de los cuadrados, en donde la distancia que hay entre líneas continuas de aspersores es la misma que las que están entre ellos. En la tabla 3.1 vemos los espacios máximos de acuerdo con los efectos del viento si utilizamos este tipo de marco:

Tabla 3.1: Espaciamiento por efectos del viento. Fuente: (Pozo Paredes, 1997)

Velocidad de viento (mph)	Espacio entre aspersores
0 - 3	55% del diámetro
4 - 7	50% del diámetro
8 - 12	45% del diámetro

3.2.1.2 Marco o disposición en rectángulo

Al igual que en el anterior, los aspersores son colocados en los vértices de los rectángulos. Siendo el lado el lado más pequeño, la distancia entre aspersores y el lado más grande, la distancia entre líneas continuas. La razón de esta forma de disposición es que busca reivindicar los efectos de viento. Obsérvese los distintos espaciamentos entre aspersores para los diferentes tipos rango de velocidad de viento (Tabla 3.2):

Tabla 3.2: Espaciamiento por efectos del viento. Fuente: (Pozo Paredes, 1997)

Velocidad de viento (mph)	Espacio entre aspersores
0 - 3	60% del diámetro
4 - 7	55% del diámetro
8 - 12	50% del diámetro

3.2.1.3 Marco o disposición en triángulo

Aquí también son colocados los aspersores en los vértices formando triángulos equiláteros. La razón principal de esta disposición es disminuir el número de aspersores a utilizar en relación con los dos marcos anteriores.

Tabla 3.3: Espaciamiento por efectos del viento. Fuente: (Pozo Paredes, 1997)

Velocidad de viento (mph)	Espacio entre aspersores
0 - 3	60% del diámetro
4 - 7	55% del diámetro
8 - 12	50% del diámetro

3.2.1.4 Espaciamiento entre Aspersores

El espaciamiento (e) entre aspersores está definido por disposición que se vaya a utilizar de acuerdo con la geometría del área a instalar el sistema de riego. Se puede expresar la distancia entre aspersores con su radio de alcance (r) que va a depender de los distintos tipos de marcos o disposiciones (Peralta & Simpfendörfer, 2001).

Marco en cuadro:

$$e < 1.4 \text{ de } r \quad (3.17)$$

Maco Rectangular:

- Espacio entre aspersores en la misma línea continua:

$$e = 1.4 \text{ de } r \quad (3.18)$$

- Espacio entre líneas continuas:

$$e = 1.3 \text{ de } r \quad (3.19)$$

Marco Triangular:

- Espacio entre aspersores en una misma línea continua:

$$e < 1.7 \text{ de } r \quad (3.20)$$

- Espacio entre líneas:

$$e < 1.5 \text{ de } r \quad (3.21)$$

3.2.2 Tipos de Aspersores y Difusores

Tienen la tarea de dispersar el agua a una cierta distancia (varía dependiendo del modelo a utilizar) en forma de precipitación para una mejor distribución de la humedad del suelo.

3.2.2.1 *Aspersores Rotatorios*

Por lo general, este tipo de aspersores se suelen instalar en un sitio elevado para irrigar arbustos considerablemente altos en relación con las demás plantas ornamentales y para humedecer áreas con césped. Posee un alcance de 4.9 a 14.0 metros, un caudal de 0.07 a 3.23 m³/h y una conexión de ¾" BSP. Y tiene un ángulo de riego desde 50° a 360°

Figura 3.2: Aspersor I-20. Fuente: Hunter



3.2.2.2 *Aspersor Serie 3500 (Área grande)*

Este tipo de aspersor está hecho para el riego del césped tanto residencial como para instituciones o parques públicos. En el manual de productos a la venta de RainBird se describe los parámetros que posee el aspersor de la serie 3500.

- Caudal (l/m): 2.0 – 17.4
- Presión (bar): 1.7 – 3.8
- Radio (m): 4.6 – 10.7
- Ángulo: de 40° - 360°
- Entrada con rosca hembra inferior NPT de ½ pulgada
- Trayectoria de tobera 25°



Figura 3.3: Aspersor de Impacto. Fuente: RainBird

3.2.2.3 *Aspersor Pop-up*

Todo el tiempo usan el mismo cabezal. Sin embargo, están instalados en sus cuerpos. Su radio de alcance es de 5.5 a 9.4 metros funcionando con presiones de 25 a 50 psi. Varias áreas de la ESPOL tienen aceras, escaleras, parterres y avenidas podrían utilizar estos artículos como chifón de cabeza para arbustos. Una vez realiza su trabajo, descienden a tierra para reducir los potenciales daños por partes de transeúntes.



Figura 3.4: Aspersor Chifón. Fuente: (Hale, 2022)

3.2.2.4 *Difusor-Serie 1800-SAM-PRS*

Este tipo de difusor mantiene una presión invariable de salida de 2.1 bar (30.46 psi), además que no necesita el uso de válvulas de retención y se adapta para cualquier zona de riego, eso incluye los cambios de la pendiente e incluso variación de presiones de

agua. Disminuye de manera considerable el desgaste de los componentes con la reducción del golpe de ariete en el momento que se arranca.

Este tipo de difusor es bastante útil a la hora de aplicarlo en nuestra área de estudio, ya que se cuenta con un área bastante irregular. Además, que poseen un rango de funcionamiento de 0.8 a 7.3 metros con presiones de 1.0 a 4.8 bar respectivamente.



Figura 3.5: Difusor 1800 SAM_PRS. Fuente: RainBird

3.2.2.5 Difusor MP100090 Rotator

Este difusor tiene un radio de alcance de 2.5 a 4.6 metros y cubre un ángulo de 90° a 210°.



Figura 3.3: Modelo MP100090 Rotator Fuente: Hunter

3.2.2.6 Difusor MPCORNER

Este tipo de difusor tiene un alcance de 2.5 a 4.5 metros y es utilizado para las esquinas de las áreas a regar.



Figura 3.4: Difusor Modelo MP CORNER. Fuente: Hunter

3.2.2.7 Difusor MP300090

Este tipo de difusor tiene un radio de alcance de 6.7 a 9.1 metros y abarca un rango de ángulo de 90° a 210°.



Figura 3.5: Modelo MP300090. Fuente: Hunter

3.2.2.8 Difusor Serie 1800-PRS Tobera para difusor Serie HE-VAN

Este tipo de difusor debe ser instalado con la tobera serie HE-VAN para un mayor rendimiento. Este difusor tiene un riego uniforme permitiendo tiempos de regados hasta de un 35% lo que significa un ahorro de agua significativo según(Rain Bird Corporation, 2020).

Las características generales de este producto se describen a continuación:

- Presión (bar) = 1.0 a 2.1
- Espaciamiento (metros) = 1.8 a 4.6

Existen distintos modelos de este producto según su alcance:

- HE-VAN-08 que va desde los 1.8 a 2.4 metros.
- HE-VAN-10 que va desde los 2.4 a 3.0 metros.
- HE-VAN-12 que va desde los 2.7 a 3.7 metros.
- HE-VAN-15 que va desde los 3.7 a 4.6 metros.



Figura 3.6: Tobera HE-VAN. Fuente: Rain Bird

3.2.2.9 Elección de Aspersores y difusores

Tanto en Rain-Bird como Hunter cuentan con una gama bastante variada de productos que poseen diferentes características y funciones para las distintas necesidades de riego. A continuación, tenemos una serie de razones que van a influir en la elección de estos productos como los son:

- El modelo de aspersores que demanda el propietario.
- Forma geométrica y dimensiones de las áreas que se van a regar.

- La especie de planta.
- Las características del suelo.
- Acoplamiento de los aspersores y difusores en el momento que se deban agruparse.

La clase de planta que van a ser regada también puede ser decisivo para la selección de cabezal de aspersor que se va a utilizar. Sea césped, árboles, pequeños arbustos u otros tipos pueden ser regados con distintos modos de irrigación. El aspersor para seleccionar debe cumplir con la medida de infiltración del suelo, lo cual implica que la precipitación del aspersor debe ser menor que la tasa en la que se infiltra el agua en el suelo. El tipo de aspersores a escoger deben operar a presiones inmediatas al encendido y apagado del sistema.

Las presiones en las que tiene que funcionar este tipo de aspersor es de 25 a 60 Lb/in² Por lo tanto, por el tipo de suelo, las existencias de áreas grandes y pequeñas, se escogió más de un modelo para las distintas zonas de acuerdo su necesidad, entonces se tomará los siguientes aspersores y difusores:

Difusores rotatorios para áreas no tan extensas con difusores 1800 SAM PRS disponibles en (Rain Bird Corporation, 2020) y Aspersores 3500 series 0.75, 1.1, 1.5, 2, 3, 4 para áreas grandes y medianas planas y para zonas con mucha irregularidad.

3.2.3 Requisitos para la Precipitación

Una vez se seleccionan los difusores y aspersores se deben determinar la precipitación que están en centímetro por hora. Esto se puede determinar por una sencilla fórmula para calcular los rangos de precipitación con parámetros como: espacios entre las cabezas y en metros cúbicos por segundo para área grandes que se van a regar. Esta fórmula viene dada por:

$$PR = \frac{1000 * Q}{S * L} \quad (3.22)$$

Donde:

Q: Caudal que requiere un aspersor (m^3/h).

S: Espaciamiento entre aspersores (metros).

L: Distancia entre líneas continuas (metros).

Cuando la cabeza del aspersor forma un ángulo de riego de 360°, se riega toda su capacidad para la presión establecida. Pero en un área cuadrada, solo la cuarta parte es el aporte de cada aspersor, las demás $\frac{3}{4}$ partes quedan fuera del área cuadrada.

A continuación, la distribución cuadrada tendrá distintas dimensiones en las distintas áreas. En áreas más grandes, las dimensiones de sus cuadrados serán más grandes en zonas de riego más grandes y pequeñas en zonas de cortas dimensiones. Se debe elegir los aspersores más adecuados para cada área a regar para que no haya demasiados aspersores por zonas.

3.2.3.1 Áreas Grandes con Aspersor Serie 3500 para una distribución cuadrada

- Un radio de alcance de 12.5 metros.
- Trabaja a una presión de 3.0 bares (30.6 m.c.a).
- Separación (S) entre aspersores de 12.5 metros.
- Tiene un caudal de 0.92 m³/h.

$$PR = \frac{1000 * 0.92}{12.5 * 12.5} = 5.61 \text{ mm/h}$$

$$PR = 0.56 \text{ cm/h}$$

Este valor de precipitación es menor que la tasa de infiltración para suelo Franco-Arcilloso:

$$PR = 0.56 \text{ cm/h} < \text{Tasa de Infiltración} = 0.8 \text{ cm/h}$$

3.2.3.2 Áreas Grandes con Aspersor Serie 3500 para una distribución triangular

- Un radio de alcance de 12.5 metros.
- Trabaja a una presión de 3.0 bares (30.6 m.c.a).

- Separación (S) entre aspersores de 12.5 metros.
- Tiene un caudal de 0.92 m³/h.

$$PR = \frac{1000 * 0.92}{12.5 * 11} = 6.69 \text{ mm/h}$$

$$PR = 0.67 \text{ cm/h}$$

Este valor de precipitación es menor que la tasa de infiltración para suelo Franco-Arcilloso:

$$PR = 0.67 \text{ cm/h} < \text{Tasa de Infiltración} = 0.8 \text{ cm/h}$$

3.2.3.3 Áreas pequeñas

El difusor serie 1800-PRS puede ser usado para áreas pequeñas y angostas, ya que es de corto alcance, además que tiene un arco modificable hasta los 360°. Se muestra a continuación los parámetros más importantes:

- $Q = 0.84 \text{ m}^3/\text{h}$
- $\text{Presión} = 2.1 \text{ bar}$
- $\text{Radio de alcance} = 4.6 \text{ metros.}$
- $\text{Espacio entre aspersores} = 5.52 \text{ metros.}$

$$PR = \frac{1000 * 0.84}{5.52 * 5.52} = 27.57 \text{ mm/h}$$

$$PR = 2.8 \text{ cm/h}$$

3.2.3.4 Área Triangular

$$PR = \frac{1000 * 0.42}{4.8 * 5.52} = 15.85 \text{ mm/h}$$

$$PR = 1.6 \text{ cm/h}$$

3.2.3.5 Áreas para cubrir en las esquenas - Difusor MPCORNER

Este tipo de difusor será ubicado en las esquinas de área que se va a regar, dado que los aspersores principales no llegan a cubrir estos espacios. En su alcance máximo (4.4 metros), este difusor posee:

- Una presión de 3.5 bar (35.7mca).
- Maneja un ángulo de 45° a 105°
- Un caudal de 0.12 m³/h

3.2.3.6 Distribución triangular

En el arreglo triangular, se coloca el aspersor I-20 y nos da una precipitación de:

$$PR = \frac{96.3 * 7.2GPM}{28 * 24} = 1.03 \text{ in/h}$$

3.2.4 Distribución de aspersores

A través de la verificación de la velocidad de infiltración se procedió a colocar los aspersores escogidos dentro de las áreas que en su mayoría contengan césped. Una vez que se realiza el diseño y distribución de todos los aspersores se procede a calcular el gasto que conlleva cada zona por el número de aspersores. lo cual se puede observar detalladamente en la tabla 3.8.

Tabla 3.8 Distribución de aspersores por área

ZONA	ASPERSOR	NÚMERO (ANGULO)	ASPEROS RES TOTALES	CANTIDAD (U)	CAUDAL L/S	CAUDAL TOTAL L/S
A95	1800 SAM PRS -10F	1(360)	18	1	0.10	0.85
	1800 SAM PRS -10H	13(180)		13	0.65	
	1800 SAM PRS -10T	1(120)		1	0.03	

	1800 SAM PRS -10Q	3(90)		3	0.07	
A96	1800 SAM PRS -10H	4(180)	6	4	0.20	0.25
	1800 SAM PRS -10Q	2(90)		2	0.05	
A96-1	1800 SAM PRS -10H	2(180)	5	2	0.10	0.17
	1800 SAM PRS -10Q	3(90)		3	0.07	
A96-2	1800 SAM PRS -10F	1(360)	1	1	0.10	0.10
A98	1800 SAM PRS -10F	1(360)	7	1	0.10	0.33
	1800 SAM PRS -10H	2(180)		2	0.10	
	1800 SAM PRS -10T	4(90)		4	0.13	
A99	1800 SAM PRS -8H	2(180)	4	2	0.07	0.10
	1800 SAM PRS -8T	1(120)		1	0.02	
	1800 SAM PRS -8Q	1(90)		1	0.02	
A100	1800 SAM PRS -10T	1(90)	1	1	0.03	0.03
A101	1800 SAM PRS -10F	1(360)	7	1	0.10	0.37
	1800 SAM PRS -10H	5(180)		5	0.25	
	1800 SAM PRS -10Q	1(90)		1	0.02	
A29	3500 Series 2	5(180)	5	5	0.61	0.61
A30-1	1800 SAM PRS -12F	1(360)	8	1	0.16	0.62
	1800 SAM PRS -12H	4(180)		4	0.33	
	1800 SAM PRS -12Q	3(90)		3	0.12	
A30	1800 SAM PRS -15F	27(360)	53	27	6.30	9.28
	1800 SAM PRS -15TQ	1(1270)		1	0.18	
	1800 SAM PRS -15H	21(180)		21	2.45	
	1800 SAM PRS -15TQ	1(120)		1	0.18	
	1800 SAM PRS -15Q	3(90)		3	0.17	
A47	1800 SAM PRS -12F	1(360)	11	1	0.16	0.82

	1800 SAM PRS -12H	6(180)		6	0.49	
	1800 SAM PRS -12Q	4(90)		4	0.16	
A45-3	1800 SAM PRS -10F	6(360)	40	6	0.60	1.64
	1800 SAM PRS -10H	13(180)		13	0.65	
	1800 SAM PRS -10T	6(90)		6	0.20	
	1800 SAM PRS -5H	15(180)		15	0.19	
A31	1800 SAM PRS -15F	16(360)	40	16	3.73	6.48
	1800 SAM PRS -15TQ	1(1270)		1	0.18	
	1800 SAM PRS -15H	17(180)		17	1.98	
	1800 SAM PRS -15TQ	2(120)		2	0.35	
	1800 SAM PRS -15Q	4(90)		4	0.23	
A332	1800 SAM PRS -15F	8(360)	23	8	1.87	3.62
	1800 SAM PRS -15TQ	1(1270)		1	0.18	
	1800 SAM PRS -15H	11(180)		11	1.28	
	1800 SAM PRS -15TQ	1(120)		1	0.18	
	1800 SAM PRS -15Q	2(90)		2	0.12	
A14	3500 Series 1.0	3(90)	57	3	0.20	6.75
	3500 Series 1.5	1(120)		1	0.09	
	3500 Series 2	53(180)		53	6.45	
A13	3500 Series 1.0	1(90)	11	1	0.07	1.77
	3500 Series 2	6(180)		6	0.73	
	3500 Series 3	1(270)		1	0.19	
	3500 Series 4	3(360)		3	0.78	
A8	3500 Series 1.0	4(90)	6	4	0.27	0.51
	3500 Series 2	2(180)		2	0.24	
A61-5	1800 SAM PRS -8H	4(180)	7	4	0.13	0.19

	1800 SAM PRS -8T	1(120)		1	0.02	
	1800 SAM PRS -8Q	2(90)		2	0.03	
A61-4	1800 SAM PRS -12F	3(360)	14	3	0.49	1.26
	1800 SAM PRS -12H	7(180)		7	0.57	
	1800 SAM PRS -12T	2(120)		2	0.11	
	1800 SAM PRS -12Q	2(90)		2	0.08	
A61-6	1800 SAM PRS -12TQ	1(270)	8	1	0.12	0.57
	1800 SAM PRS -12H	4(180)		4	0.33	
	1800 SAM PRS -12Q	3(90)		3	0.12	
A61-7	1800 SAM PRS -12F	1(360)	11	1	0.16	0.85
	1800 SAM PRS -12H	6(180)		6	0.49	
	1800 SAM PRS -12T	2(120)		2	0.11	
	1800 SAM PRS -12Q	2(90)		2	0.08	
A61-8	1800 SAM PRS -5H	5(180)	10	5	0.06	0.31
	1800 SAM PRS -12T	3(120)		3	0.16	
	1800 SAM PRS -12Q	2(90)		2	0.08	
A61-9	1800 SAM PRS -12F	1(360)	9	1	0.16	0.77
	1800 SAM PRS -12H	6(180)		6	0.49	
	1800 SAM PRS -12T	2(120)		2	0.11	
A61-10	1800 SAM PRS -12F	1(360)	10	1	0.16	0.85
	1800 SAM PRS -12H	7(180)		7	0.57	
	1800 SAM PRS -12T	2(120)		2	0.11	
a61-11	1800 SAM PRS -12H	4(180)	4	4	0.33	0.33
A61-12	1800 SAM PRS -8H	3(180)	4	3	0.10	0.11
	1800 SAM PRS -8Q	1(90)		1	0.02	
	1800 SAM PRS -12F	1(360)	7	1	0.16	0.66

A61-12 (DENTRO EDIFICO)	1800 SAM PRS -12H	6(180)		6	0.49	
A61-1	1800 SAM PRS -12TQ	1(270)	8	1	0.12	0.67
	1800 SAM PRS -12T	1(120)		1	0.05	
	1800 SAM PRS -12H	6(180)		6	0.49	
A61-2	1800 SAM PRS -12TQ	1(270)	14	1	0.12	0.90
	1800 SAM PRS -12T	1(120)		1	0.05	
	1800 SAM PRS -12H	6(180)		6	0.49	
	1800 SAM PRS -12F	1(360)		1	0.16	
	1800 SAM PRS -5H	5(180)		5	0.06	
A61-3	1800 SAM PRS -12F	1(360)	9	1	0.16	0.31
	1800 SAM PRS -5H	7(180)		7	0.09	
	1800 SAM PRS -12T	1(120)		1	0.05	
A59	1800 SAM PRS -5H	20(180)	24	20	0.25	0.28
	1800 SAM PRS -5Q	4(90)		4	0.03	
A4	3500 Series 0.75	1(60)	23	1	0.05	3.42
	3500 Series 2.0	17(180)		17	2.07	
	3500 Series 4.0	5(360)		5	1.30	
A5	3500 Series 0.75	1(60)	12	1	0.05	1.53
	3500 Series 2.0	10(180)		10	1.22	
	3500 Series 4.0	1(360)		1	0.26	
A6	3500 Series 1.0	3(90)	13	3	0.20	1.42
	3500 Series 2.0	10(180)		10	1.22	
A53	1800 SAM PRS -15F	6(360)	21	6	1.40	4.49
	1800 SAM PRS -15TT	12(180)		12	2.80	
	1800 SAM PRS -15TQ	1(120)		1	0.18	

	1800 SAM PRS -15Q	2(90)		2	0.12	
A54	1800 SAM PRS -15F	3(360)	15	3	0.70	3.27
	1800 SAM PRS -15TT	10(180)		10	2.33	
	1800 SAM PRS -15TQ	1(120)		1	0.18	
	1800 SAM PRS -15Q	1(90)		1	0.06	
	1800 SAM PRS -10F	1(360)		1	0.10	
A102	1800 SAM PRS -10H	14(180)	17	14	0.70	0.86
	1800 SAM PRS -10T	1(120)		1	0.03	
	1800 SAM PRS -10Q	1(90)		1	0.02	
	1800 SAM PRS -15TT	2(180)		2	2	
A56	1800 SAM PRS -8F	1(360)	8	1	0.07	0.28
	1800 SAM PRS -8H	6(180)		6	0.20	
	1800 SAM PRS -8Q	1(90)		1	0.02	
A55	1800 SAM PRS -15TT	2(180)	2	2	0.47	0.47
	1800 SAM PRS -15Q	1(90)	1	1	0.06	0.06
A16	3500 Series 4.0	1(360)	11	1	0.26	1.48
	3500 Series 2.0	10(180)		10	1.22	
A15	3500 Series 0.75	1(60)	21	1	0.05	2.91
	3500 Series 1.0	3(90)		3	0.20	
	3500 Series 1.5	1(120)		1	0.09	
	3500 Series 2.0	11(180)		11	1.34	
	3500 Series 3.0	1(270)		1	0.19	
	3500 Series 4.0	4(360)		4	1.04	
A17	3500 Series 1.0	3(90)	24	3	0.20	3.49
	3500 Series 1.5	1(120)		1	0.09	
	3500 Series 2.0	14(180)		14	1.70	

	3500 Series 3.0	1(270)		1	0.19	
	3500 Series 4.0	5(360)		5	1.30	
A18	3500 Series 1.5	3(120)	15	3	0.28	2.30
	3500 Series 2.0	8(180)		8	0.97	
	3500 Series 4.0	4(360)		4	1.04	
A18-1	1800 SAM PRS -15Q	3(90)	16	3	0.17	2.84
	1800 SAM PRS -15T	2(120)		2	0.16	
	1800 SAM PRS -15TT	6(180)		6	1.40	
	1800 SAM PRS -15TQ	1(270)		1	0.18	
	1800 SAM PRS -15F	4(360)		4	0.93	
A107	1800 SAM PRS -15Q	2(90)	27	2	0.12	5.80
	1800 SAM PRS -15T	1(120)		1	0.08	
	1800 SAM PRS -15TT	14(180)		14	3.27	
	1800 SAM PRS -15F	10(360)		10	2.33	
A19	1800 SAM PRS -15Q	3(90)	99	3	0.17	22.16
	1800 SAM PRS -15T	2(120)		2	0.16	
	1800 SAM PRS -15TT	30(180)		30	7.00	
	1800 SAM PRS -15TQ	2(270)		2	0.35	
	1800 SAM PRS -15F	62(360)		62	14.47	
A23	1800 SAM PRS -15Q	4(90)	18	4	0.23	3.29
	1800 SAM PRS -15T	1(120)		1	0.08	
	1800 SAM PRS -15TT	10(180)		10	2.33	
	1800 SAM PRS -15TQ	1(270)		1	0.18	
	1800 SAM PRS -15F	2(360)		2	0.47	
A21-2	1800 SAM PRS -15Q	1(90)	15	1	0.06	2.96
	1800 SAM PRS -15T	2(120)		2	0.16	

	1800 SAM PRS -15TT	7(180)		7	1.63	
	1800 SAM PRS -15TQ	1(270)		1	0.18	
	1800 SAM PRS -15F	4(360)		4	0.93	
A105	1800 SAM PRS -8F	1(360)	18	1	0.07	0.52
	1800 SAM PRS -8H	9(180)		9	0.30	
	1800 SAM PRS -8T	5(120)		5	0.11	
	1800 SAM PRS -8Q	3(90)		3	0.05	
A80	1800 SAM PRS -15Q	1(90)	12	1	0.06	2.57
	1800 SAM PRS -15TT	6(180)		6	1.40	
	1800 SAM PRS -15TQ	1(270)		1	0.18	
	1800 SAM PRS -15F	4(360)		4	0.93	
A83	1800 SAM PRS -10H	9(180)	15	9	0.45	0.91
	1800 SAM PRS -10T	2(120)		2	0.07	
	1800 SAM PRS -10F	4(90)		4	0.40	
A83-1	1800 SAM PRS -10F	5(360)	22	5	0.50	1.59
	1800 SAM PRS -10H	12(180)		12	0.60	
	1800 SAM PRS -10F	5(90)		5	0.50	
A85	1800 SAM PRS -5H	8(90)	36	8	0.10	0.28
	1800 SAM PRS -5Q	28(180)		28	0.18	
A76	1800 SAM PRS -15Q	2(90)	34	2	0.12	5.96
	1800 SAM PRS -15T	1(120)		1	0.08	
	1800 SAM PRS -15TT	12(180)		12	2.80	
	1800 SAM PRS -15TQ	4(270)		4	0.70	
	1800 SAM PRS -15F	9(360)		9	2.10	
	1800 SAM PRS -8H	4(180)		4	0.13	
	1800 SAM PRS -8Q	2(90)		2	0.03	

A76-1	1800 SAM PRS -15Q	3(90)	9	3	0.17	1.57
	1800 SAM PRS -15TT	5(180)		5	1.17	
	1800 SAM PRS -15F	1(360)		1	0.23	
A76-2	1800 SAM PRS -15Q	3(90)	3	3	0.17	0.17
A76-3	1800 SAM PRS -5T	1(120)	6	1	0.01	0.04
	1800 SAM PRS -5Q	5(90)		5	0.03	
A77	1800 SAM PRS -15T	1(120)	15	1	0.08	3.29
	1800 SAM PRS -15TT	11(180)		11	2.57	
	1800 SAM PRS -15TQ	1(270)		1	0.18	
	1800 SAM PRS -15F	2(360)		2	0.47	
A78	1800 SAM PRS -15Q	4(90)	10	4	0.23	1.63
	1800 SAM PRS -15TT	4(180)		4	0.93	
	1800 SAM PRS -15F	2(360)		2	0.47	
A78-2	1800 SAM PRS -15Q	4(90)	4	4	0.23	0.23
A78-3	1800 SAM PRS -5Q	4(90)	24	4	0.03	0.30
	1800 SAM PRS -5H	18(180)		18	0.23	
	1800 SAM PRS -5F	2(360)		2	0.05	
A82	1800 SAM PRS -15Q	2(90)	26	2	0.12	1.28
	1800 SAM PRS -15TT	4(180)		4	0.93	
	1800 SAM PRS -5Q	4(90)		4	0.03	
	1800 SAM PRS -5H	16(180)		16	0.20	
A83	1800 SAM PRS -8H	16(180)	17	16	0.52	0.59
	1800 SAM PRS -8F	1(360)		1	0.07	
A84	1800 SAM PRS -15Q	2(90)	2	2	0.12	0.12
A81	1800 SAM PRS -15Q	4(90)	30	4	0.23	6.15
	1800 SAM PRS -15T	1(120)		1	0.08	

	1800 SAM PRS -15TT	15(180)		15	3.50	
	1800 SAM PRS -15F	10(360)		10	2.33	
A26	1800 SAM PRS -15Q	8(90)	41	8	0.46	8.05
	1800 SAM PRS -15TT	15(180)		15	3.50	
	1800 SAM PRS -15TQ	2(270)		2	0.35	
	1800 SAM PRS -15F	16(360)		16	3.73	
A36	1800 SAM PRS -15Q	1(90)	1	1	0.06	0.06
A36-1	1800 SAM PRS -15T	1(120)	1	1	0.08	0.08
A36-2	1800 SAM PRS -15TT	37(180)	67	37	8.64	15.64
	1800 SAM PRS -15F	30(360)		30	7.00	
A26-1	1800 SAM PRS -15T	2(120)	6	2	0.16	1.09
	1800 SAM PRS -15TT	3(180)		3	0.70	
	1800 SAM PRS -15F	1(360)		1	0.23	
A27	1800 SAM PRS -15Q	2(90)	65	2	0.12	14.47
	1800 SAM PRS -15TT	30(180)		30	7.00	
	1800 SAM PRS -15TQ	2(270)		2	0.35	
	1800 SAM PRS -15F	30(360)		30	7.00	
A27-1	1800 SAM PRS -5Q	8(90)	57	8	0.05	0.86
	1800 SAM PRS -5T	2(120)		2	0.02	
	1800 SAM PRS -5H	32(180)		32	0.40	
	1800 SAM PRS -5F	15(360)		15	0.39	
A34	1800 SAM PRS -15Q	3(90)	34	3	0.17	7.25
	1800 SAM PRS -15T	1(120)		1	0.08	
	1800 SAM PRS -15TT	13(180)		13	3.03	
	1800 SAM PRS -15F	17(360)		17	3.97	
A35	1800 SAM PRS -15Q	4(90)	23	4	0.23	4.36

	1800 SAM PRS -15T	2(120)		2	0.16	
	1800 SAM PRS -15TT	13(180)		13	3.03	
	1800 SAM PRS -15F	4(360)		4	0.93	
A86	1800 SAM PRS -15TT	6(180)	6	6	1.40	1.40
A87	1800 SAM PRS -15T	2(120)	5	2	0.16	0.86
	1800 SAM PRS -15TT	3(180)		3	0.70	
A88	1800 SAM PRS -15T	4(120)	4	4	0.31	0.31
A89	1800 SAM PRS -15Q	5(90)	73	5	0.29	5.48
	1800 SAM PRS -15T	1(120)		1	0.08	
	1800 SAM PRS -15TT	13(180)		13	3.03	
	1800 SAM PRS -15TQ	1(270)		1	0.18	
	1800 SAM PRS -15F	5(360)		5	1.17	
	1800 SAM PRS -5Q	3(90)		3	0.02	
	1800 SAM PRS -5H	34(180)		34	0.43	
	1800 SAM PRS -5F	11(360)		11	0.28	
A89-1	1800 SAM PRS -15TT	5(180)	5	5	1.17	1.17
A89-2	1800 SAM PRS -15Q	1(90)	1	1	0.06	0.06
A89-3	1800 SAM PRS -15Q	1(90)	12	1	0.06	2.47
	1800 SAM PRS -15T	1(120)		1	0.08	
	1800 SAM PRS -15TT	7(180)		7	1.63	
	1800 SAM PRS -15F	3(360)		3	0.70	
A89-4	1800 SAM PRS -15Q	2(90)	21	2	0.12	4.40
	1800 SAM PRS -15T	1(120)		1	0.08	
	1800 SAM PRS -15TT	13(180)		13	3.03	
	1800 SAM PRS -15F	5(360)		5	1.17	
A89-5	1800 SAM PRS -15Q	1(90)	17	1	0.06	3.73

	1800 SAM PRS -15TT	7(180)		7	1.63	
	1800 SAM PRS -15TQ	1(270)		1	0.18	
	1800 SAM PRS -15F	8(360)		8	1.87	
A28-1	1800 SAM PRS -15Q	3(90)	49	3	0.17	10.37
	1800 SAM PRS -15T	2(120)		2	0.16	
	1800 SAM PRS -15TT	34(180)		34	7.94	
	1800 SAM PRS -15TQ	4(270)		4	0.70	
	1800 SAM PRS -15F	6(360)		6	1.40	
A64	1800 SAM PRS -5T	3(120)	141	3	0.02	1.77
	1800 SAM PRS -5H	138(180)		138	1.74	
A65	1800 SAM PRS -8T	1(120)	62	1	0.02	2.02
	1800 SAM PRS -8H	61(180)		61	2.00	
A66	1800 SAM PRS -8T	2(120)	97	2	0.04	3.16
	1800 SAM PRS -8H	95(180)		95	3.12	
A67	1800 SAM PRS -5T	3(120)	398	3	0.02	5.01
	1800 SAM PRS -5H	395(180)		395	4.98	
A69	1800 SAM PRS -5T	4(120)	334	4	0.03	4.20
	1800 SAM PRS -5H	330(180)		330	4.16	
A70	1800 SAM PRS -8T	4(120)	114	4	0.09	3.70
	1800 SAM PRS -8H	110(180)		110	3.61	
A71	1800 SAM PRS -8T	3(120)	90	3	0.07	2.92
	1800 SAM PRS -8H	87(180)		87	2.85	
A72	1800 SAM PRS -8T	4(120)	88	4	0.09	2.84
	1800 SAM PRS -8H	84(180)		84	2.76	
A73	1800 SAM PRS -8T	2(120)	110	2	0.04	3.59
	1800 SAM PRS -8H	108(180)		108	3.54	

A1	3500 Series 0.75	3(60)	24	3	0.15	3.12
	3500 Series 2.0	18(180)		18	2.19	
	3500 Series 4.0	3(360)		3	0.78	
A49	1800 SAM PRS -15Q	2(90)	18	2	0.12	3.27
	1800 SAM PRS -15TT	9(180)		9	2.10	
	1800 SAM PRS -15F	4(360)		4	0.93	
	1800 SAM PRS -12Q	3(90)		3	0.12	
A49-1	1800 SAM PRS -12T	2(120)	17	2	0.11	1.47
	1800 SAM PRS -12H	10(180)		10	0.82	
	1800 SAM PRS -12F	3(360)		3	0.49	
	1800 SAM PRS -10Q	2(90)		2	0.05	
A50	1800 SAM PRS -10T	2(120)	15	2	0.07	0.70
	1800 SAM PRS -10H	10(180)		10	0.50	
	1800 SAM PRS -10F	1(360)		1	0.10	
	1800 SAM PRS -8Q	2(90)		2	0.03	
A50-1	1800 SAM PRS -8T	1(120)	26	1	0.02	0.92
	1800 SAM PRS -8H	14(180)		14	0.46	
	1800 SAM PRS -8F	5(360)		5	0.33	
	1800 SAM PRS -5H	3(180)		3	0.04	
	1800 SAM PRS -10Q	3(90)		3	0.07	
A50-2	1800 SAM PRS -10H	9(180)	13	9	0.45	0.73
	1800 SAM PRS -10F	2(360)		2	0.20	
	1800 SAM PRS -12Q	2(90)		2	0.08	
A50-3	1800 SAM PRS -12T	1(120)	18	1	0.05	1.38
	1800 SAM PRS -12H	11(180)		11	0.90	
	1800 SAM PRS -12F	2(360)		2	0.33	

	1800 SAM PRS -10Q	4(90)		4	0.10	
A50-4	1800 SAM PRS -10H	8(180)	11	8	0.40	0.52
	1800 SAM PRS -12Q	3(90)		3	0.12	
A51	1800 SAM PRS -12T	1(120)	10	1	0.05	0.79
	1800 SAM PRS -12H	9(180)		9	0.74	
TOTAL			3159	3158	257.24	257.24

3.2.5 Diseño agronómico

En base al diseño agronómico hecho en el capítulo anterior se realizó la comprobación del diseño agronómico para el césped a través de una extensión de Excel especializada en riego. Para esto se tomó el coeficiente de cultivo k_e de 0.9. Además, a partir de la distribución de los aspersores en cada una de las áreas especificadas en la tabla 3.9 se obtuvo un tiempo de riego entre 0.3 a 0.4 horas al día. La frecuencia de riego se redondea a la mínima, obteniendo 5 días para el riego y un intervalo entre riego de 6 días.

Tabla 3.9 Resultados de diseño agronómico para riego por aspersión

Césped												
DISEÑO AGRONMICO ASPERSION METODO FAO												
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
ET (mm/día)	3.8	4.2	2.9	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	3.3	3.8	4.3
Cantidad retenida de agua "Sa" (mm/m)	9.7	de 9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
Profundidad de raíces "D" plantas ornamentales (cm)	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
Agotamiento Permisible "da"	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4
Intervalo de riego "i" (días)	7.7	7.1	10.1	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0	23.8	9.0	7.7	6.9
Intervalo de riego seleccionado	6.0	6.0	6.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Lámina neta de riego dn (mm/día)	23.0	29.4	29.4	29.4	0.0	0.0	0.0	0.0	29.4	29.4	29.4	29.4

Frecuencia de Riego (días)	6.0	7.1	10.1	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0	23.8	9.0	7.7	6.9
Frecuencia de riego escogida	5.0	6.0	6.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0	5.0	5.0
Lamina bruta (mm/día)	28.7	36.8	36.8	36.8	0.0	0.0	0.0	0.0	36.8	36.8	36.8	36.8
Tiempo de riego (h)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3
Tiempo de riego (min)	18.0	18.0	18.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	18.0	18.0	18.0
VOLUMEN (L) /DIA DE RIEGO	278640.0	278640.0	278640.0	278640.0	0.0	0.0	0.0	0.0	278640.0	278640.0	278640.0	278640.0
Volumen (m3) /DIA DE RIEGO	278.6	278.6	278.6	278.6	0.0	0.0	0.0	0.0	278.6	278.6	278.6	278.6
Factor de autonomía	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
VOLUMEN TOTAL	557.28	557.28	557.28	557.28	0	0	0	0	557.28	557.28	557.28	557.28

3.2.5.1 Diseño hidráulico de la red de distribución

Debido a que trabajar con el caudal de diseño obtenido conllevaría a una configuración de tuberías con diámetros considerablemente grandes, se ha sectorizado el sistema en 5 partes. Por medio de la tabla 3.10 se tienen los nodos que colaboran en las demandas de cada sector.

Tabla 3.10 Sectorización del sistema por aspersión

SECTORIZACION DEL SISTEMA POR ASPERSION		
	Nodo	Gasto (L/s)
Sector 1	N40	4.55
	N41	4.54
	N42	2.87
	N43	5.00
	N44	3.20
	N45	7.17
	N46	7.06
	N47	1.85
	N48	2.05
	N49	1.46
	N56	2.11
	N57	2.58
	N58	3.75
	N65	2.43
Sector 2	N26	18.55
	N27	0.00
	N28	0.80
	N29	0.72
	N30	2.14
	N31	0.94
	N32	3.01
	N33	4.86
	N34	4.06
	N35	5.06
	N36	4.96
	N37	2.54
	N38	1.64
	N39	0.00
N59	0.99	
Sector 3	N20	7.89
	N21	3.04
	N22	0.82
	N23	3.24
	N24	6.20
	N25	16.54
	N4	4.51

	N5	3.99
	N6	5.66
Sector 4	N14	7.70
	N15	9.93
	N16	5.19
	N17	1.19
	N18	7.99
	N19	19.69
	N55	2.50
	Sector 5	N3
N7		11.64
N8		10.31
N9		3.70
N10		0.40
N11		7.08
N12		6.20
N13		1.58
N50		3.88
N51		2.56
N52		0.00
N53		0.88
N61		0.42
N62		0.42
N63		0.69
N64	0.69	
TOTAL		258.58

3.2.6 Diseño del sistema con tanque elevado

A partir de realizar el acomodo de los aspersores según la tabla 3.8 se determinan los diferentes gastos por áreas a regar. Haciendo una repartición de los gastos por cada nodo del sistema, se tiene el caudal total necesario para el riego del sistema, lo cual se presenta en la tabla 3.10. Debido a la sectorización del sistema las horas riego y por ende de bombeo se aumentaron a 90 minutos al día de riego debido a las causas mencionadas anteriormente.

3.2.6.1 Volumen requerido para el tanque elevado

Se considera para el tanque elevado exclusivo riego por aspersión una demanda de 51.44 L/s de donde se tiene un tiempo de riego calculado en el diseño agronómico de 18

minutos. Se ha decidido trabajar con un factor de autonomía igual a 2 para que en casos de que exista una desconexión en el sistema eléctrico, el riego pueda realizarse por varios días.

$$VT = 258.57 * 1080 * 2 = 558511.2 [L]$$

$$VT = 558.51[m^3]$$

Además, el caudal al que tiene que trabajar la bomba es el resultado de la sectorización del sistema en 5 partes.

$$Q_{bomba} = 51.44 \left[\frac{l}{s} \right]$$

3.2.6.2 Ubicación del tanque elevado

La localización del tanque exclusivo para el riego por aspersión fue en uno de los lugares más elevado y con acceso del campus. Se situará atrás del tanque de para AAPP. El tanque está ubicado en las coordenadas E615910.383; S9762605.286 y con una cota de 110 m.s.n.m

3.2.6.3 Tubería de impulsión

De acuerdo con las recomendaciones de velocidades en la normativa CPE INEN 5 parte 9-1 indica velocidades entre 1.8 m/s a 2.4 m/s y por ningún motivo ser menor a 0.6m/s. Para la determinación del diámetro se utiliza la fórmula de Bresse para instalaciones que no son operadas de manera continua (López R., 1995):

$$D = K * X^{\frac{1}{4}} * Qb^{1/2}$$

Donde:

$X = \text{número de horas bombeo}/24$

$K = 1.3$

$D = \text{diámetro [m]}$

$Qb = \text{Caudal de bombeo} \left[\frac{m^3}{s} \right]$

Las horas de funcionamiento para este sistema serán de 4 horas para el funcionamiento del sistema para un volumen de tanque lleno de dos días.

$$D = 1.3 * 0.16^{\frac{1}{4}} * 0.051^{\frac{1}{2}} = 0.186[m]$$

En base al diámetro obtenido se verifica las recomendaciones de velocidad, por lo que para cumplir con este parámetro se escoge una tubería de 0.178[m].

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.05}{\frac{\pi * 0.178^2}{4}} = 2.01 \left[\frac{m}{s} \right]$$

3.2.6.4 Tubería de succión

De acuerdo con la CPE INEN 5 parte 9-1 para tuberías de succión la velocidad debe estar entre 1.2[m/s] y 1.8[m/s]. La línea de succión debe tener un diámetro mayor que la tubería de impulsión continua (López R., 1995) por lo cual se tiene una tubería 0.20[m]. La velocidad es de 1.50[m/s] por lo cual cumple los parámetros establecidos por la normativa. La sumergencia se recomienda obtenerla a través de la siguiente ecuación:

$$Sumergencia = 2.5D + 0.1 = 0.61[m]$$

3.2.6.5 Línea de conducción

Para la tubería de distribución que conecta directamente el tanque hasta el nodo 48 se calcula un diámetro de 153[mm] y se escoge el diámetro de 200 [mm] debido a la pérdida de carga. Además, se trabaja con una velocidad de 1.59[m/s]]. Los cálculos se hacen a través de la ecuación de Hazen-William para pérdidas:

$$Q = \alpha * C * D^{2.63} * hf$$

Donde:

$$Q = \text{caudal del tramo} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

α = constante de Hazen y Williams

C = coeficiente de rugosidad del material de la tubería

D = diámetro de la tubería(m)

$$hf = \text{pérdida de carga unitaria} \left(\frac{m}{m} \right) = \frac{H}{L}$$

$H = \text{pérdida de carga total en el tramo (m)}$

$L = \text{longitud del tramo (m)}$

$$0.050 \left[\frac{m^3}{s} \right] = 0.2785 * 150 * D^{2.63} * \left(\frac{35}{940.12} \right)$$

Entonces.

$$D = 153 \text{ [mm]}$$

Para la velocidad en la línea de conducción:

$$v = \frac{Q}{A}$$

Donde:

$$v = \text{velocidad} \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$Q = \text{caudal de diseño} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

$$A = \text{area de la seccion transversal de tuberia} \text{ [m}^2\text{]}$$

$$v = \frac{0.050}{\frac{\pi * (200)^2}{4}} = 1.59 \left[\frac{m}{s} \right]$$

3.2.6.6 Dimensionamiento del tanque

Se asume un tanque cilíndrico con un diámetro de 10 metros. La altura efectiva para el tanque elevado se determina a continuación:

$$h = \frac{4V}{\pi D^2}$$

$$h = \frac{4 * 557.3}{\pi * 10^2} = 7.1 \text{ [m]}$$

donde:

$$V = \text{volumen del tanque, [m}^3\text{]}$$

$$D = \text{diametro del tanque [m]}$$

Se toma una altura efectiva de 7 metros y un borde libre de 0.90 m, además de que el tanque debe de esta lleno con un mínimo de 1m de alto, tendiendo una altura total de 8.90 metros, lo cual da una cota mínima de 127.95m.s.n.m. y una cota máxima de 135.95 m.s.n.m. La altura de elevación del tanque con respecto al nivel del suelo es de 17 m debido a los requerimientos para la presión de salida de los aspersores superan el doble respecto a los goteros. La cota máxima del sistema de riego es de 99 m.s.n.m y se necesita una presión de salida de 20 m.c.a. Las pérdidas desde el tanque elevado hasta el nodo 45 con la cota más alta de todo el sistema se calculan de la siguiente manera:

$$hf = 10.67 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * \frac{L}{D^{4.87}}$$

$$hf = 10.67 * \left(\frac{0.05}{150}\right)^{1.852} * \frac{962.8}{0.2^{4.87}}$$

$$hf = 10.1[m]$$

A través de un software para la modelación de la red se ha obtenido una elevación mínima de 17 metros, para que en el punto más alejado del sistema exista la presión mínima de servicio. Esto se asemeja mucho a lo obtenido a través de la ecuación pérdida por Hazen-William.

$$P_{min} = 127.95 - 99 = 28.95 [m]$$

$$H_{tanque} = h_s + hf$$

Donde:

H_{tanque} = presión en la cota mínima del tanque, en [m]

h_s = presión mínima de servicio

hf = pérdida por fricción en el sistema, en [m]

$$H_{tanque} = 20 + 10.1 = 30.1 [m]$$

Se establece mantener la altura de elevación, porque aumentar el nivel conllevaría elevar costos y no significaría un aumento en el desempeño del sistema.

3.2.6.7 Selección del sistema de bombeo

Para escoger el tipo de bomba necesaria para el sistema hay que calcular la altura dinámica de elevación, la cual consta de la altura estática total y las pérdidas por fricción tanto en la línea de impulsión como en la de succión. La altura estática para la línea de impulsión ira desde la línea de succión hasta el tanque elevado, pues a partir de este punto el sistema funciona a gravedad. Se ha escogido una cota mínima del lago de 76.5 m.s.n.m. y cota de la bomba de 81.5 m.s.n.m

$$H_T = H_{ST} + hf + Vi$$

Donde:

$$H_T = \text{carga total de bombeo, en [m]}$$

$$H_{ST} = \text{altura estática total(impulsión y succión), en [m]}$$

$$hf = \text{pérdida por fricción, en [m]}$$

La altura estática de succión y de impulsión está representada en la tabla 3.11

Tabla 3.11 Altura estática total

Altura estática de succión = 82.5 - 76.45	6.05	m
Altura estática de impulsión = 134.1 - 82.5	51.6	m
Altura estática total	57.65	m

Las pérdidas de carga tanto para la succión e impulsión se realizan a través de la ecuación de Hazen-Williams:

4. Pérdida en la succión:

$$hf = 10.67 * \left(\frac{0.05}{150}\right)^{1.852} * \frac{12.66}{0.203^{4.87}}$$

$$hf = 0.121[m]$$

5. Pérdida en la impulsión:

$$hf = 10.67 * \left(\frac{0.05}{150}\right)^{1.852} * \frac{272}{0.178^{4.87}}$$

$$hf = 4.99[m]$$

6. Pérdida de velocidad en la descarga:

$$V_i = \frac{V_d^2}{2g} = 0.21[m]$$

Por tanto, la carga dinámica total de elevación será:

$$H_T = 57.65 + 5.2 + 0.21 = 62.98[m]$$

A partir del caudal de diseño de 0.050 [m³/s] y la pérdida dinámica total de elevación de 62.98[m] se toma una bomba con velocidad de rotor de 2900 [rpm] con una eficiencia del 75%. Con estos datos se realiza el cálculo de la potencia de la bomba:

$$P_b = \frac{\gamma QH}{e}$$

$$P_b = \frac{9.81 * 0.050 * 62.98}{0.75} = 41.19 [kW]$$

Se recomienda una potencia mecánica de entre 1.15 a 1.20 veces la potencia de la bomba para evitar el recalentamiento y pérdidas mecánicas.

$$P_m = 1.2 * 41.19 = 49.42 [kW]$$

Por ende, se selecciona una bomba centrífuga de 2900 [rpm] con una potencia de 55[kW]

3.2.7 Diseño con bomba centrífuga

Otra de la opción en caso de no ser factible la construcción del tanque elevado es que el sistema trabaje directamente con una bomba. Como el mallado del sistema se ha diseñado de manera cerrada, no existen las mismas pérdidas al momento de calcular la potencia de la bomba. Se ha realizado el cálculo de la pérdida de carga hasta el punto donde empieza el sistema, pero al momento de introducir en el software la curva característica de la bomba, no se llegaba con la presión de servicio para este sistema,

por lo cual se ha incrementado de los 30 m calculados hasta el Nudo 45, a los 50 m de altura dinámica de elevación, para que el sistema tenga la presión necesaria para el trabajo de los aspersores.

La bomba está ubicada a 84[m.s.n.m], mientras que la cota del lago 76 [m.s.n.m]. Además, la línea de succión es de 0.20[m] y velocidad de 1.59 [m/s].

$$v = \frac{0.050}{\frac{\pi * (200)^2}{4}} = 1.59 \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$Sumergencia = 2.5D + 0.1 = 0.61[m]$$

Se asume la selección de una bomba centrífuga con velocidad de 2900[rpm] y una eficiencia recomendada del 75%. La potencia mecánica es 1.2 veces la potencia de la bomba para evitar recalentamientos.

$$P_b = \frac{\gamma QH}{e}$$

$$P_b = \frac{9.81 * 0.050 * 50}{0.75} = 32.70 [kW]$$

$$P_m = 1.2 * 32.47 = 39.24 [kW]$$

3.2.7.1 Tanque de presión.

La presión mínima para este sistema de riego es de 20 [m.c.a.] y como parte de las recomendaciones para el diseño del sistema, en temas de presión la máxima debe superar en 20 [m.c.a.] a la mínima. Por tanto, para este sistema la presión máxima para el diseño del recipiente es de 40 [m.c.a.].

7. Ciclo de bombeo:

$$T_c = 1 \text{ hora}/U \tag{3.23}$$

Donde:

$T_c = \text{ciclo de bombeo}$

$U = \text{número de ciclos por hora d}$

$$Tc = \frac{1}{6} = 0.166 \text{ [hora]}$$

8. Volumen útil del tanque:

$$Vu = \frac{Tc * Q}{4}$$

donde:

$Q = \text{caudal de bombeo}$

$$Vu = \frac{600 * 51}{4} = 7650 [L]$$

9. Porcentaje del volumen útil

$$\%Vu = \frac{90 * (Pmax - Pmin)}{Pmax}$$

donde:

$Pmax = \text{presión máxima del sistema}$

$Pmin = \text{presión mínima del sistema}$

$$\%Vu = \frac{90 * (40 - 20)}{40} = 45\%$$

10. Volumen del tanque:

$$Vt = \frac{Vu}{\%Vu/100}$$

Donde:

$Vt = \text{volumen del tanque}$

$$Vt = \frac{7650}{45\%/100} = 17000 [L]$$

En base a los tanques presentes en el mercado ecuatoriano se deben utilizar 9 tanques con una capacidad de 2000 litros y una presión máxima de 10 bares.

3.2.8 Diseño hidráulico de la red de distribución

Para el diseño del sistema de distribución de las redes de riego a partir del agua del lago se deben de verificar las presiones necesarias para que los aspersores tengan su mejor desempeño. Se ha decidido crear un sistema de red cerrada debido a los beneficios en temas de ahorro y eficiencia al igual que el sistema por goteo a través del método iterativo de Hardy-Cross. Para un sistema de distribución de agua potable se recomienda trabajar con una velocidad optima de 1.2 [m/2], teniendo como velocidad mínima 0.5[m/s] según lo recomendado por la normativa CPE INEN 5 parte 9.1.

La tabla 3.12 muestra tanto los caudales reales, los diámetros comerciales escogidos y la comprobación de velocidades. Además, en el ANEXO 2 se tiene los valores iniciales de caudal que se obtuvo de hacer la distribución de gastos en todos los circuitos. Cabe mencionar que los caudales negativos mostrados en la tabla son parte del cálculo del sistema cerrado y se colocan con este signo cuando una tubería forma parte de dos circuitos.

Tabla 3.12 Diámetros y comprobación de velocidades

Tubería	Q (m3/s)	Diámetro i (m)	Velocidad (m/s)	Velocidad > 0.5	Velocidad <2.5	Q (l/s)	L (m)
48-45	0.02989	0.153	1.6258	Cumple	Cumple	29.8903	103.0169
45-46	-0.00423	0.0864	-0.7211	Cumple	Cumple	-4.2280	99.88
46-47	-0.00564	0.105	-0.6514	Cumple	Cumple	-5.6408	102.54
47-48	-0.01924	0.153	-1.0465	Cumple	Cumple	-19.2406	129.1
45-42	0.03268	0.1536	1.7638	Cumple	Cumple	32.6834	63.98
42-43	0.01161	0.1056	1.3258	Cumple	Cumple	11.6114	68.02
43-44	0.01061	0.1056	1.2115	Cumple	Cumple	10.6104	109.81
44-25	0.00997	0.1056	1.1384	Cumple	Cumple	9.9700	64.93
25-24	0.00444	0.04924	2.3341	Cumple	Cumple	4.4447	44.78
24-23	0.00104	0.0381	0.9148	Cumple	Cumple	1.0429	53.16
23-22	0.00040	0.0243	0.8521	Cumple	Cumple	0.3952	54.31
22-5	-0.00155	0.04924	-0.8157	Cumple	Cumple	-1.5533	53.62
5-4	-0.01025	0.0864	-1.7480	Cumple	Cumple	-10.2484	42.68
4-3	-0.01115	0.0864	-1.9020	Cumple	Cumple	-11.1511	63.65
3-2	-0.01165	0.1048	-1.3505	Cumple	Cumple	-11.6495	37.17
2-1	-0.01165	0.1048	-1.3505	Cumple	Cumple	-11.6495	56.22
1-52	-0.01165	0.1048	-1.3505	Cumple	Cumple	-11.6495	30.52
52-51	-0.01165	0.1048	-1.3505	Cumple	Cumple	-11.6495	50.26
51-50	-0.01216	0.1048	-1.4098	Cumple	Cumple	-12.1613	83.35
50-49	-0.01294	0.1052	-1.4884	Cumple	Cumple	-12.9376	81.13

49-47	-0.01323	0.105	-1.5279	Cumple	Cumple	-13.2299	155.04
47-46	0.00564	0.105	0.6514	Cumple	Cumple	5.6408	102.54
46-45	0.00423	0.0864	0.7211	Cumple	Cumple	4.2280	99.88
42-40	0.02050	0.15	1.1600	Cumple	Cumple	20.4987	69.89
40-41	0.00169	0.04924	0.8875	Cumple	Cumple	1.6900	85.44
41-25	0.00078	0.0381	0.6858	Cumple	Cumple	0.7818	77.11
25-44	-0.00997	0.1056	-1.1384	Cumple	Cumple	-9.9700	64.93
44-43	-0.01061	0.1056	-1.2115	Cumple	Cumple	-10.6104	109.81
43-42	-0.01161	0.1056	-1.3258	Cumple	Cumple	-11.6114	68.02
40-33	0.01790	0.153	0.9736	Cumple	Cumple	17.9000	144.88
33-59	0.01126	0.0844	2.0133	Cumple	Cumple	11.2639	121.88
59-32	0.01308	0.153	0.7112	Cumple	Cumple	13.0759	72.75
32-30	0.00496	0.0864	0.8452	Cumple	Cumple	4.9553	28.65
30-31	0.00228	0.04924	1.1997	Cumple	Cumple	2.2845	68
31-28	0.00210	0.04924	1.1014	Cumple	Cumple	2.0973	48.2
28-27	0.00404	0.0864	0.6886	Cumple	Cumple	4.0370	57.84
27-26	0.00404	0.0864	0.6886	Cumple	Cumple	4.0370	76.8
26-25	-0.00300	0.04924	-1.5745	Cumple	Cumple	-2.9983	156.7
25-41	-0.00078	0.0381	-0.6858	Cumple	Cumple	-0.7819	77.11
41-40	-0.00169	0.04924	-0.8875	Cumple	Cumple	-1.6900	85.44
19-20	-0.00071	0.03246	-0.8623	Cumple	Cumple	-0.7136	92.52
20-21	-0.00229	0.04924	-1.2032	Cumple	Cumple	-2.2911	57.63
21-24	-0.00216	0.0381	-1.8969	Cumple	Cumple	-2.1626	54.47
24-25	-0.00444	0.04924	-2.3341	Cumple	Cumple	-4.4448	44.78
25-26	0.00300	0.04924	1.5745	Cumple	Cumple	2.9983	156.7
26-19	0.00333	0.04924	1.7466	Cumple	Cumple	3.3261	102.49
29-28	0.00210	0.04924	1.1024	Cumple	Cumple	2.0992	66.43
28-31	-0.00210	0.04924	-1.1014	Cumple	Cumple	-2.0973	48.2
31-30	-0.00228	0.04924	-1.1997	Cumple	Cumple	-2.2845	68
30-29	0.00224	0.04924	1.1777	Cumple	Cumple	2.2427	54.17
55-54	0.00322	0.04924	1.6927	Cumple	Cumple	3.2233	136.72
54-18	0.00322	0.04924	1.6927	Cumple	Cumple	3.2233	30.36
18-19	-0.00010	0.01388	-0.6658	Cumple	Cumple	-0.1007	74.34
19-26	-0.00333	0.04924	-1.7466	Cumple	Cumple	-3.3261	102.49
26-27	-0.00404	0.0862	-0.6918	Cumple	Cumple	-4.0370	76.8
27-28	-0.00404	0.0864	-0.6886	Cumple	Cumple	-4.0370	57.84
28-29	-0.00210	0.04924	-1.1024	Cumple	Cumple	-2.0992	66.43
29-30	-0.00224	0.04924	-1.1777	Cumple	Cumple	-2.2427	54.17
30-32	-0.00496	0.0864	-0.8452	Cumple	Cumple	-4.9553	28.65
32-55	0.00752	0.0864	1.2824	Cumple	Cumple	7.5185	240.16
33-59	-0.01126	0.0844	-2.0133	Cumple	Cumple	-11.2639	121.88
33-34	0.00566	0.0864	0.9659	Cumple	Cumple	5.6632	82.97
34-35	0.00485	0.0864	0.8273	Cumple	Cumple	4.8502	36.75
35-36	0.00228	0.04924	1.1968	Cumple	Cumple	2.2791	87.16

36-59	0.00201	0.04924	1.0558	Cumple	Cumple	2.0104	56.15
35-36	-0.00228	0.04924	-1.1968	Cumple	Cumple	-2.2791	87.16
36-37	0.00072	0.0381	0.6344	Cumple	Cumple	0.7233	26.57
37-38	0.00123	0.04924	0.6464	Cumple	Cumple	1.2309	26.42
38-39	0.00156	0.04924	0.8190	Cumple	Cumple	1.5597	95.07
39-35	0.00156	0.04924	0.8190	Cumple	Cumple	1.5597	41.44
55-14	0.00379	0.04924	1.9925	Cumple	Cumple	3.7943	146.81
14-15	0.00154	0.0381	1.3486	Cumple	Cumple	1.5375	83.05
15-16	-0.00045	0.0243	-0.9691	Cumple	Cumple	-0.4494	37.51
16-17	-0.00149	0.0381	-1.3048	Cumple	Cumple	-1.4876	45.15
17-18	-0.00173	0.0381	-1.5131	Cumple	Cumple	-1.7251	33.71
18-54	-0.00322	0.04924	-1.6927	Cumple	Cumple	-3.2233	30.36
54-55	-0.00322	0.04924	-1.6927	Cumple	Cumple	-3.2233	136.72
21-22	-0.00261	0.04924	-1.3724	Cumple	Cumple	-2.6135	48.67
22-23	-0.00040	0.0243	-0.8520	Cumple	Cumple	-0.3952	54.31
23-24	-0.00104	0.0381	-0.9148	Cumple	Cumple	-1.0429	53.16
24-21	0.00216	0.0381	1.8969	Cumple	Cumple	2.1626	54.47
6-5	-0.00462	0.04924	-2.4240	Cumple	Cumple	-4.6159	50.48
5-22	0.00155	0.04924	0.8157	Cumple	Cumple	1.5533	53.62
22-21	0.00261	0.04924	1.3724	Cumple	Cumple	2.6135	48.67
21-6	0.00105	0.03246	1.2675	Cumple	Cumple	1.0489	53.84
14-13	0.00072	0.0381	0.6280	Cumple	Cumple	0.7159	148.16
13-12	0.00040	0.0243	0.8622	Cumple	Cumple	0.3999	15.54
12-11	-0.00084	0.03246	-1.0142	Cumple	Cumple	-0.8393	92.94
"11-10"	0.00068	0.03246	0.8200	Cumple	Cumple	0.6786	63.84
110-9	0.00060	0.0381	0.5257	Cumple	Cumple	0.5993	40.81
9-8	-0.00014	0.01885	-0.5041	Cumple	Cumple	-0.1407	46.49
8-7	-0.00220	0.0381	-1.9314	Cumple	Cumple	-2.2020	61.92
7-6	-0.00453	0.0864	-0.7731	Cumple	Cumple	-4.5326	59.8
6-21	-0.00105	0.03246	-1.2675	Cumple	Cumple	-1.0489	53.58
21-20	0.00229	0.04924	1.2032	Cumple	Cumple	2.2911	57.63
220-19	0.00071	0.03246	0.8623	Cumple	Cumple	0.7136	92.52
19-18	0.00010	0.01388	0.6658	Cumple	Cumple	0.1007	74.34
18-17	0.00173	0.0381	1.5131	Cumple	Cumple	1.7251	33.71
17-16	0.00149	0.0381	1.3048	Cumple	Cumple	1.4876	45.15
16-15	0.00045	0.0243	0.9691	Cumple	Cumple	0.4494	37.51
15-14	-0.00154	0.0381	-1.3486	Cumple	Cumple	-1.5375	83.05
11-53	-0.00293	0.04924	-1.5406	Cumple	Cumple	-2.9336	196.7
53-5	-0.00328	0.04924	-1.7234	Cumple	Cumple	-3.2817	41.73
5-6	0.00462	0.04924	2.4240	Cumple	Cumple	4.6159	50.48
6-7	0.00453	0.0864	0.7731	Cumple	Cumple	4.5326	59.8
7-8	0.00220	0.0381	1.9314	Cumple	Cumple	2.2020	61.92
8-9	0.00014	0.01885	0.5041	Cumple	Cumple	0.1407	46.49
9-110	-0.00060	0.0381	-0.5257	Cumple	Cumple	-0.5993	40.81
110-11	-0.00068	0.0381	-0.5952	Cumple	Cumple	-0.6786	63.84

53-660	0.00017	0.01388	1.1335	Cumple	Cumple	0.1715	98.76
660-3	-0.00027	0.01388	-1.7876	Cumple	Cumple	-0.2705	64.72
3-4	0.01115	0.0864	1.9019	Cumple	Cumple	11.1508	63.65
4-5	0.01025	0.0864	1.7479	Cumple	Cumple	10.2481	42.68
5-53	0.00328	0.04924	1.7234	Cumple	Cumple	3.2817	41.73

Se cumple el requerimiento de velocidades en todas las tuberías. Por otra parte, existen dos tuberías (10-9 y 9-8) que no superan los 0.6[m/s]. Además, se cuenta en el sistema con 4 tuberías (5-6, 55-14, 33-59 y 24-45) que tienen una velocidad superior a los 2[m/s]. A pesar de estos valores, como se menciono anteriormente las velocidades en todas las tuberías están dentro de los parámetros admisibles por la normativa CPE INEN 5 parte 9.1..

3.2.9 Modelación del sistema de distribución

El sistema de distribución es colocado en el software anteriormente mencionado para que trabaje con las mismas ecuaciones de Hazzen-William y obtener los mismos resultados para su verificación. En la figura 3.4 se puede observar la modelación del sistema con tanque elevado, con los resultados de cada tubería y nodo.

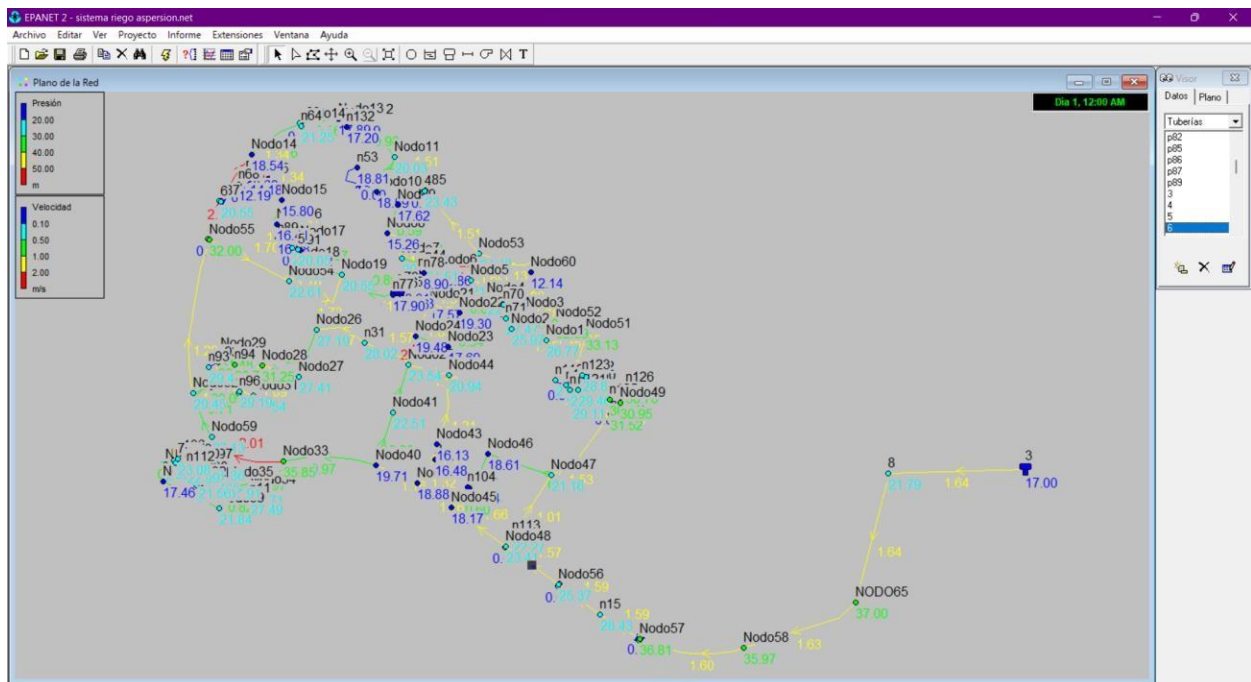


Figura 3.6 Modelación del riego por aspersión con tanque elevado

Para el sistema de bombeo, el sistema cabezal se conecta al Nodo 65, y se modela con la curva característica para que las presiones mínimas en el Nodo 14 sea de 20 [m.c.a] o cercano a este valor.

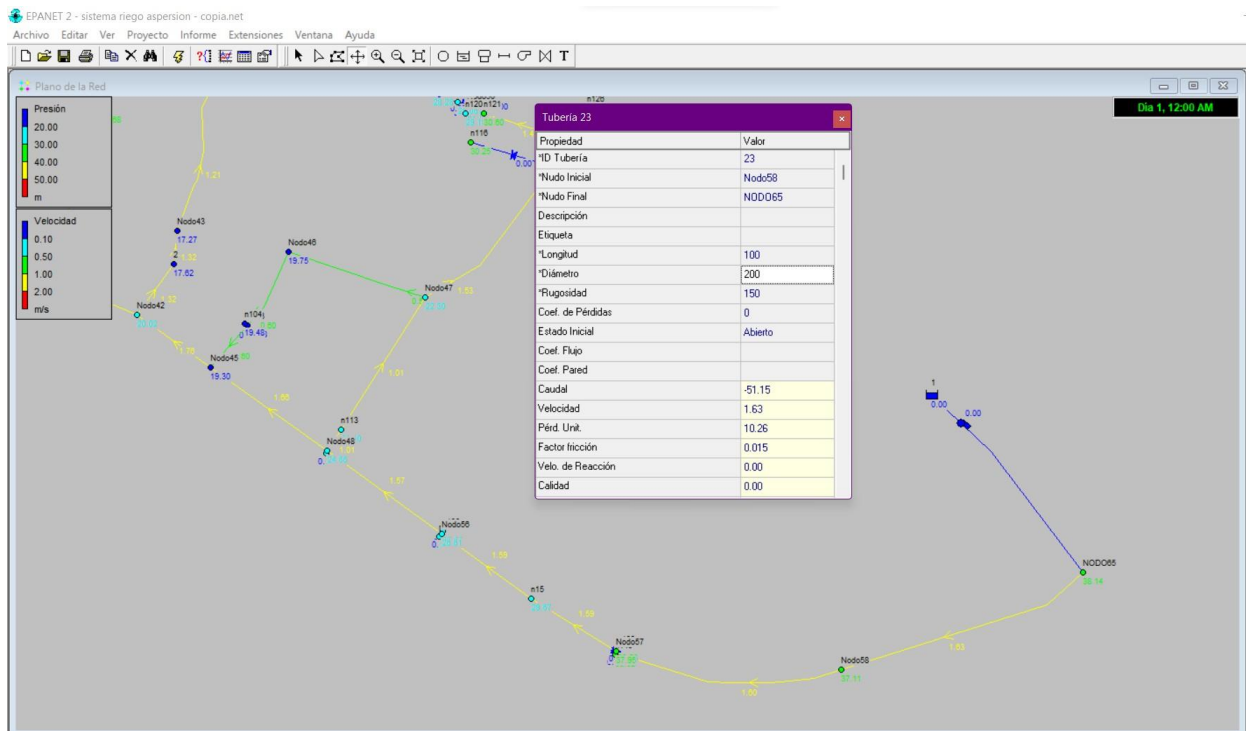


Figura 3.7 modelación del riego por aspersión con bomba

En las tablas 3.12 se tienen los resultados de la presión en los nodos por ambos métodos. Se observa que el nodo más alejado del tanque elevado no cumple por poco los requerimientos de presión en el nodo 14. Para el sistema con solo bomba si se cumple los requerimientos a pesar de tener una presión de 19.68[m]

Tabla 3.13

	Demanda	Presión sistema tanque	Presión sistema bomba
ID Nudo	LPS	m	m
Conexión Nudo1	0	27.91	26.77
Conexión Nudo2	0	27.11	25.97
Conexión Nudo3	0.23	31.64	30.5
Conexión Nudo4	0.9	24.04	22.9
Conexión Nudo5	0.79	22.73	21.59
Conexión Nudo6	1.13	21	19.86

Conexión Nodo7	2.32	21.44	20.3
Conexión Nodo8	2.06	16.4	15.26
Conexión Nodo9	0.74	18.76	17.62
Conexión Nodo10	0.08	19.73	18.59
Conexión Nodo11	1.41	21.17	20.03
Conexión Nodo12	1.24	18.33	17.19
Conexión Nodo13	0.32	19.03	17.89
Conexión Nodo14	1.54	19.68	18.54
Conexión Nodo15	1.99	16.94	15.8
Conexión Nodo16	1.04	17.54	16.41
Conexión Nodo17	0.24	20.56	19.42
Conexión Nodo18	1.6	21.73	20.59
Conexión Nodo19	3.94	21.69	20.55
Conexión Nodo20	1.58	18.93	17.79
Conexión Nodo21	0.61	18.71	17.57
Conexión Nodo22	0.16	20.43	19.3
Conexión Nodo23	0.65	18.83	17.69
Conexión Nodo24	1.24	20.62	19.48
Conexión Nodo25	3.31	24.68	23.54
Conexión Nodo26	3.71	28.33	27.19
Conexión Nodo27	0	28.55	27.41
Conexión Nodo28	0.15	32.39	31.25
Conexión Nodo29	0.14	32.62	31.48
Conexión Nodo30	0.42	31.23	30.09
Conexión Nodo31	0.19	29.67	28.54
Conexión Nodo32	0.6	30.59	29.45

Conexión Nodo33	0.97	36.99	35.85
Conexión Nodo34	0.81	29.85	28.71
Conexión Nodo35	1.01	29.05	27.91
Conexión Nodo36	0.99	24.6	23.47
Conexión Nodo37	0.51	22.59	21.45
Conexión Nodo38	0.33	18.6	17.46
Conexión Nodo39	0	22.98	21.84
Conexión Nodo40	0.91	20.85	19.71
Conexión Nodo41	0.91	23.65	22.51
Conexión Nodo42	0.57	20.02	18.88
Conexión Nodo43	1	17.27	16.13
Conexión Nodo44	0.64	22.07	20.94
Conexión Nodo45	1.43	19.3	18.17
Conexión Nodo46	1.41	19.75	18.61
Conexión Nodo47	0.37	22.3	21.16
Conexión Nodo48	0.41	24.55	23.41
Conexión Nodo49	0.29	32.08	30.95
Conexión Nodo50	0.78	29.77	28.63
Conexión Nodo51	0.51	34.27	33.13
Conexión Nodo52	0	33.53	32.39
Conexión Nodo53	0.17	25.56	24.42
Conexión Nodo54	0	23.74	22.61
Conexión Nodo55	0.5	33.14	32
Conexión Nodo56	0.42	26.51	25.37
Conexión Nodo57	0.52	37.95	36.81
Conexión Nodo58	0.75	37.11	35.97

Conexión Nodo59	0.2	28.27	27.13
Conexión Nodo60	0.44	13.28	12.14
Conexión Nodo65	0.48	38.14	37

En la tabla 3.14 se tienen los resultados de las tuberías que no pertenecen al mallado cerrado. Se cuentan con tuberías de diámetros de 0.20 cm para que el sistema cuente con la menor pérdida de presiones.

Tabla 3.14 Diámetros de tuberías fuera del sistema cerrado

Tubería	Diámetro [m]	Velocidad [m/s]
48-56	0.20	1.57
56-57	0.20	1.59
57-58	0.20	1.60
58-65	0.20	1.63
60-61	0.024	1.50
61-62	0.013	1.50
61-63	0.013	1.50
63-64	0.013	1.50

3.2.10 Comparación de alternativas

Como se pudo observar en los resultados para los dos métodos de distribución, el más conveniente es el que incluye solo el sistema hidroneumático. Esto se da porque además de no ser necesario la construcción de un reservorio debido al tiempo de riego (al contarse ya con un embalse) no hace falta construir otro reservorio o tanque elevado previo a la distribución. Por este mismo motivo, en el sistema solo como bomba, esta misma tiene una altura estática total menor debido a que no hace falta elevarse hasta la cota del tanque y por consiguiente tener potencias mecánicas de la bomba muy parecidos entre sí.

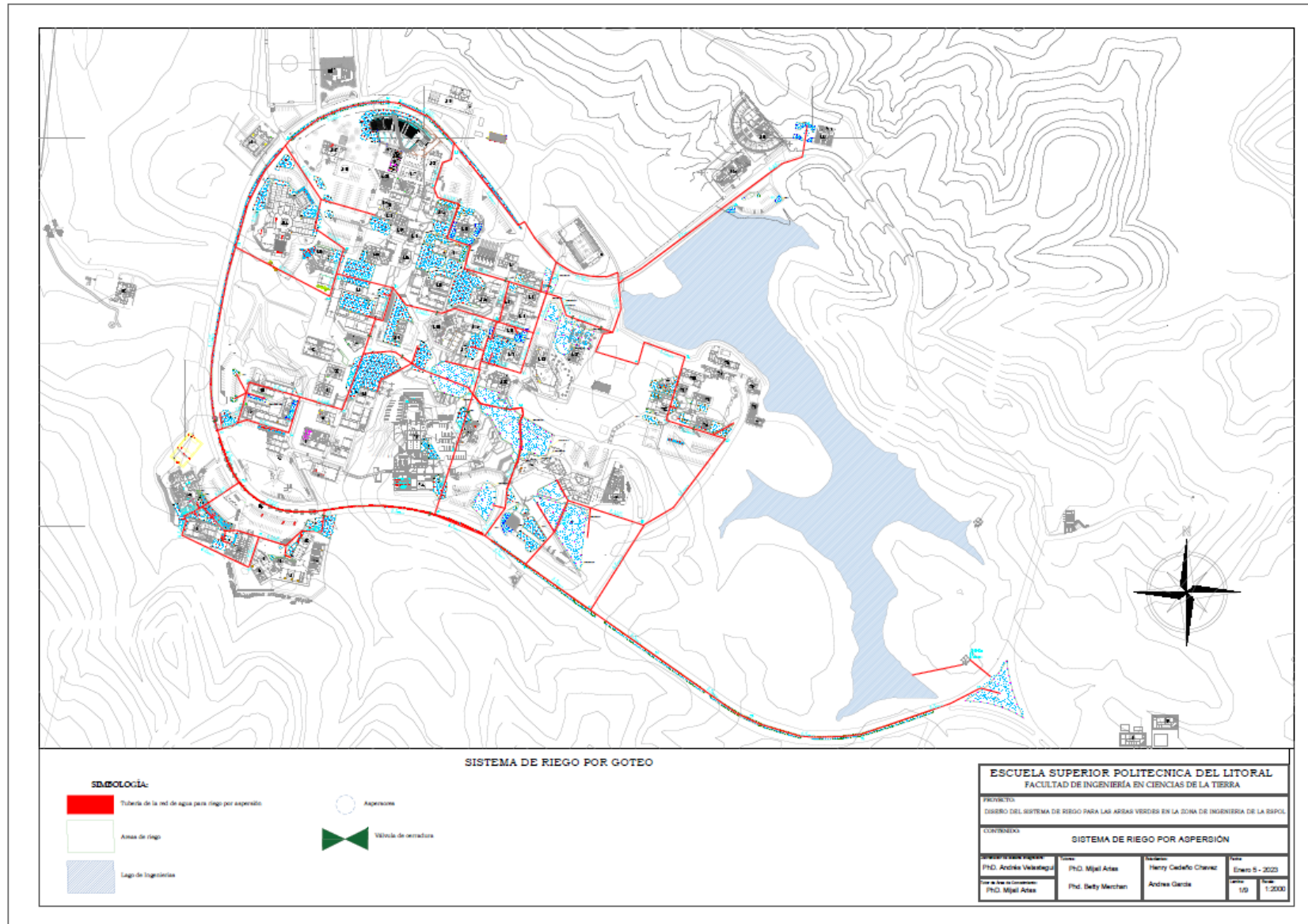


Figura 3.8 Plano sistema riego aspersión

3.3 Especificaciones técnicas

Como parte de la implementación de la solución para el consumo de agua potable para el riego de las áreas verdes en ESPOL y, por tanto, un pago en planillas de agua de las cuales entre un 56 a 70% son pérdidas. Con el fin de poder aprovechar los recursos que cuenta la institución y además la búsqueda en la disminución del pago de las planillas, se propuso crear dos sistemas de riego por separado que sean capaces de abastecer a toda la zona de ingeniería, pero que se haga de la manera más eficiente al actual. Por esto los sistemas de riego por goteo y aspersion fueron diseñados desde la parte agronómica hasta el diseño hidráulico. Los rubros para llevar a cabo la solución planteada se encuentran especificados en el anexo B.

CAPÍTULO 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo General

Realizar un análisis ambiental a través de la identificación de impactos presentes en el proyecto para la prevención y mitigación de los riesgos asociados.

4.1.2 Objetivos Específicos

1. Identificar los impactos ambientales que se generan con la ejecución de un sistema de riego localizado y por aspersión automatizado y de operación por medio del análisis de factores de medios bióticos, físicos y socioeconómicos dentro de la zona de ingeniería de la ESPOL para la valoración de los mismos.
2. Valorar los impactos identificados por medio de la matriz de Leopold tomando una recopilación de elementos ambientales considerados en cada acción y su potencial impacto en la zona a intervenir para la propuesta de las medidas de mitigación.
3. Proponer medidas de prevención y mitigación que contrarresten los efectos de los impactos ambientales en la fase constructiva y operacional por medio de planes de manejo de desechos, seguridad, cooperación con la sociedad, contingencia, cierre y mantenimiento para la determinación de un presupuesto referencial.

4.2 Descripción del proyecto

En este proyecto se propone la implementación de un Sistema de Riego para las Áreas Verdes en la Zona de ingenierías de la ESPOL. La ejecución de esta obra permite conducir el agua del lago artificial de Ingenierías hasta las distintas zonas verdes de cada facultad de esta institución empleando dos métodos para la hidratación de las plantas ornamentales, los cuales son: aspersión y otro por goteo, cuyas tuberías de distribución comparten el mismo metraje total y la misma trayectoria. La razón de la existencia de estos dos métodos es por las distintas cantidades de agua que se necesita para

satisfacer el consumo de las diferentes especies de plantas ornamentales, el cual varía según el tipo de planta.

Cuando algún accesorio de este proyecto haya cumplido su vida útil o empiece a fallar en lo correspondiente a su correcto funcionamiento, se realizará el respectivo mantenimiento correctivo reemplazando el elemento afectado. Además, que se dispone de un tanque elevado que ayuda a sedimentar la materia orgánica que puede estar presente en el agua con que se evita taponamientos en los goteros.

4.2.1 Ubicación del Proyecto

Este proyecto se ubica en la Escuela Superior Politécnica del Litoral en la ciudad de Guayaquil-Ecuador. El proyecto contempla toda la zona de ingenierías de la ESPOL que abarca desde las lápidas ubicadas la facultad de Ciencias de la Vida, pasando Rectorado, FSCH, FIEC hasta finalmente llegar a FADCOM y finalmente retornando al punto de inicio (las lápidas) alcanzando una trayectoria de aproximadamente 2,453.43 metros.



Figura 4.1 Área de Zona Intervenida. Fuente: Google Maps

Tabla 4.1: Coordenadas del área intervenida.

PUNTOS	Coordenadas UTM WGS 84 – 17S	
	E	N
P1	615471.502	9763062.068
P2	614937.556	9763065.929
P3	614735.199	9762514.839
P4	615752.861	9762287.193

4.3 Línea base ambiental

Es de suma importancia reconocer los posibles impactos ambientales que se generarán en el momento que se ejecute este proyecto. Por tanto, de acuerdo con los criterios de la línea base donde se describe el área de influencia del proyecto o actividad, con el objeto de evaluar los impactos que pudieren generarse o presentarse sobre los elementos del medio ambiente que pudiera causar este proyecto, se distinguen los aspectos básicos tales como el medio físico, biótico y socioeconómico.

4.3.1 Medio Físico

4.3.1.1 Tipo de Suelo

El suelo perteneciente a la zona de estudio está constituido de varios elementos, en la zona cercana al lago se encuentra presente lulitas y zeolita, mientras que en el resto del territorio está compuesta de estratos rocosos como también se tienen estratos de lulitas en ciertas zonas lejanas al lago. Y en otras posee material malo como la arcilla de color negro característico, el cual es muy abundante.

4.3.1.2 Calidad del aire

El Campus Gustavo Galindo se encuentra ubicado en el Bosque Protector Prosperina y en él se haya una variedad de vegetación nativa. Las industrias y fábricas ubicadas en la zona industrial de la Prosperina se encuentran distanciadas del área en estudio de tal manera que no incide de manera significativa en el aire del Bosque Protector.

4.3.2 Medio biótico

Según un levantamiento topográfico realizado en el 2021 por el departamento de infraestructura de la ESPOL, el campus Gustavo Galindo ocupa una superficie de 658 hectáreas aproximadamente, en las que 401.59 corresponde al Bosque Protector Prosperina. En toda la zona de estudio existe todo un ecosistema conformado por variadas especies de animales terrestres, aves y flora nativas de la zona.

- a) **Mamíferos:** Existen variedad de mamíferos nativos que viven en el bosque, alguna de ellas son murciélagos longirostro, mono araña, oso hormiguero pequeño, venado de cola blanca, ardillas, entre otras especies.
- b) **Aves:** Existe una variedad de aves que son parte de ecosistema del Bosque como: Gallinazo de cabeza roja, gavilán gris, pechigris, tortolina, perico caretirrojo, pato cuervo, mosquero, halcón reidor, entre otras aves.
- c) **Flora:** A pesar de ser un bosque seco, existe una diversa variedad de especies vegetales como: Palo Santo, guayacanes, Fechiches, Cocobolos, ceibos, Pigios Bototillos, Pigos, Algarrobos, Cascolos, entre otros.

Cabe recalcar que este proyecto se ejecutará en una zona previamente alterada, esto se evidencia por los edificios presentes de la institución y la presencia del ser humano, por tanto, no existirá afectación en este aspecto.

Por medio de la plataforma “Protected Planet” se puede evidenciar que el área en donde se hará este proyecto no es una zona protegida. Obsérvese la figura 4.2

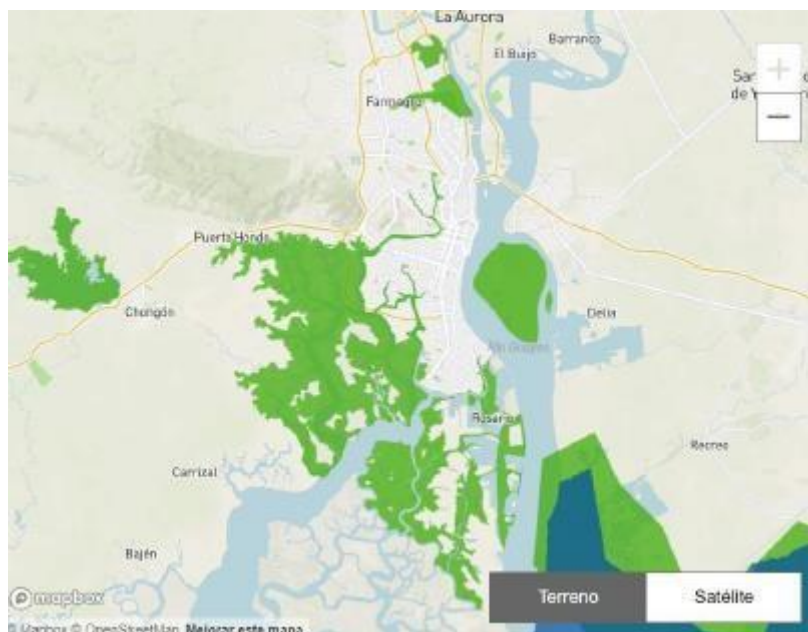


Figura 4.2: Zonas Protegidas. Fuente: Protected Planet 2014-2022

4.3.3 Medio Socioeconómico

4.3.3.1 Población Futura de toda la ESPOL

De acuerdo con el análisis que se hizo en el Plan Maestro de Agua Potable, se tomó en consideración toda la población de ESPOL. Es decir, estudiantes de pre y post-grado, todo su personal, todo esto proyectado hasta el año 2035 como se puede mostrar en la tabla 4.2 que se encuentra a continuación:

Tabla 4.2: Población para el año 2035 de ESPOL. Fuente: (Cruz et al., 2021)

Para el año 2035		
Ítem	Descripción	Cantidad de Personas
1	Personal de la ESPOL	1,685
2	Estudiantes de Ingeniería	13,037
3	Estudiantes de Admisiones	6,583
4	Estudiantes de Posgrado	1,623
5	Estudiantes de COPOL	1,512
6	Personal de COPOL	259
TOTAL, DE LA POBLACIÓN		24,699

4.4 Actividades del proyecto

De acuerdo con este proyecto, se tiene varias tareas a realizar, las cuales se expondrán a continuación en el plan de actividades que forman parte de la fase de construcción y que va a incidir en un impacto ambiental en la zona de estudio.

4.4.1 Fase de la Construcción

1. Armado de una caseta en el campamento de la obra.
2. Levantamiento de adoquines y remoción del pavimento.
3. Remoción de tierra.
4. Colocación de arena
5. Desalojo de tierra y material orgánico.
6. Instalación de tuberías en el lago.
7. Acabados de Hormigón.

4.5 Identificación de impactos ambientales en el momento que se lleva a cabo la obra.

Una vez que se determinan las actividades que van a afectar al medio, se elabora la tabla 4.3 que va a identificar el factor, tipo de impacto y medidas que van a combatir los efectos poco amigables con la zona.

Tabla 4.3: Actividades, factor ambiental y sus impactos.

ITEM	Actividad	Factor Ambiental	Impacto	Medida
1	Armado de la caseta en la obra	Seguridad y salud del personal	Accidentes y enfermedades en el personal.	Suministro y uso de EPP Charlas de Seguridad y Salud Ocupacional

		Requerimiento de mano de obra calificada	Fuentes de empleo	-
		Ruidos por corte de tablas de madera	Molestias en los estudiantes.	Realizar la actividad en horarios menos concurridos
2	Levantamiento de adoquines y remoción del pavimento.	Ruidos por el taladro	Molestias en los estudiantes	Realizar la actividad en horarios menos concurridos.
		Uso de maquinaria	Emisión de CO2 al medio ambiente.	Regular el tiempo de eso.
		Daños en los caminos	Baja circulación de vehículos.	No realizar esta actividad en horarios pico.
				Socialización de la obra con la comunidad.
3	Remoción de tierra.	Daños en los caminos.	Baja circulación de vehículos.	No realizar esta actividad en horarios pico.
		Generación de polvo	Contaminación del aire	Humedecer con agua de tanquero.
		Daños en los pastos.	Daño en sus raíces.	Trasladar de lugar a las plantas.
4	Colocación de arena.	Modificación del suelo.	Cambio en sus propiedades.	Colocar el espesor mínimo de cama de arena.

		Migración de insectos	Expulsión de insectos nativos de su habitat.	Colocar el espesor mínimo de cama de arena.
5	Desalojo de tierra, material orgánico e inorgánicos.	Generación de polvo.	Contaminación del aire.	Tapar con una lona la volqueta que realiza traslado de materiales
		Ocupación de caminos	Tráfico en la carretera	No realizar esta actividad en horarios pico
		Ruido de las volquetas	Molestias en los estudiantes	Realizar la actividad en horarios menos concurridos.
6	Instalación de tuberías en el lago.	Tuberías expuestas	Modificación del paisaje	Colocarlas en lugares lo menos visibles posibles.
7	Acabados de Hormigón	Mezclado de hormigón	Generación de desechos contaminantes	Uso de un cubeto para desechos de hormigón
		Cambios del Paisaje	Regeneración de zonas urbanizadas	-

4.6 Valoración de impactos ambientales

Una vez identificados los impactos ambientales en el numeral anterior, se procede con la valoración de ellos. Es decir, qué tanto impacta al área de estudio y su ecosistema.

En la actualidad existen varios métodos en los cuales podemos valorizar el impacto ambiental. Sin embargo, en este proyecto se procede a evaluar con la matriz de Leopold que involucra causa - efecto y el conjunto de elementos que están presentes en la zona.

La matriz de Leopold cuenta con un parámetro Magnitud (M) y uno de Importancia (I), en la magnitud se debe ser cuidadoso en la asignación del signo que puede ser negativo o positivo para representar un impacto. Y las cantidades a calificar van del 1 como mínimo y 10 como máximo, esta calificación se resume en la tabla 4.4 que se encuentra a continuación:

Tabla 4.4: Resumen detallado de la valoración de impacto

Característica	Puntos de Calificación				
	1	2.5	5	7.5	10
Alcance	Particular	Específico	Local	Generalizado	Por Región
Reversibilidad	Totalmente Reversible	Reversible Medianamente	Escasamente Irreversible	Irreversible medianamente	Totalmente Irreversible
Duración	Excepcional	Temporal	Habitualmente	Recurrente	Permanente
Magnitud	Baja Incidencia		Incide Moderadamente	Altamente Incidente	

Tabla 4.5: Matriz de Leopold

A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN													
Componentes	Factores Ambientales	Armado de la caseta de la obra	Levantamiento de adoquines y remoción del pavimento	Remoción de Tierra	Colocación de Arena	Desalajo de Tierra y Material Orgánico	Instalación de Tuberías en el Lago	Acabados de hormigón	Interacción		Sumatoria		
									Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	
Medio Físico	Aire	-1 / 2.5	-2.5 / 2.5	-2.5 / 2.5	-1 / 1	-2.5 / 5	1 / 1	-5 / 5	6	1	14.5 / 18.5	1 / 1	
	Suelo	1 / 2.5	1 / 2.5	-2.5 / 2.5	-2.5 / 2.5	1 / 1	1 / 1	-5 / 2.5	3	4	10 / 7.5	4 / 7	
Medio Biótico	Aves	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	0	7	0 / 0	7 / 7	
	Mamíferos	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	-1 / 1	1 / 1	1 / 1	1	6	1 / 1	6 / 6	
	Flora	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	0	7	0 / 0	7 / 7	
Medio Socioeconómico	Población de ahora	1 / 2.5	-2.5 / 2.5	-1 / 1	1 / 1	-1 / 1	-2.5 / 2.5	5 / 2.5	4	3	7 / 7	7 / 6	
Interacción	Positiva	5	4	3	4	3	5	4		28			
	Negativa	1	2	3	2	3	1	2	14				
Sumatoria	Positiva	5 / 8	4 / 5.5	3 / 3	4 / 4	3 / 4	5 / 5	8 / 5.5				32 / 34	
	Negativa	1 / 2.5	5 / 6	6 / 6	3.5 / 3.5	4.5 / 7	2.5 / 2.5	10 / 7.5			32.5 / 34		
Resultados											2.3 / 2.4	1.1 / 1.2	

En la matriz de Leopold se evalúa el impacto de este proyecto. Se puede observar que tiene un Impacto Bajo según la tabla 4.5, ya que como resultados se tiene 1.1 y 2.3 que se encuentran en el rango de 1-30. Observe tabla 4.6

Tabla 4.6: Valoración del Impacto (CITA)

Descripción	Intervalos de valoración del impacto
Bajo Impacto	De 1 a 30
Impacto Medio	De 31 a 61
Impacto Severo	De 61 a 92
Impacto Crítico	Mayor que 93

4.7 Análisis general de impactos del sistema de riego que se va a ejecutar

Con respecto a lo valorado en la tabla 4.5, se puede observar que existen factores ambientales que inciden de manera muy leve como otros de manera significativa. En el momento en que se inicia los trabajos constructivos, se debe hacer la instalación de una caseta para preparar un área para el resguardo de materiales a usar.

También incide levemente la preparación de hormigón para el acabado de veredas y zonas de hormigón que poseen un impacto significativo por causa de los residuos y un impacto positivo por la mejora del lugar.

En la fase constructiva también se presentan factores como la contaminación acústica por el ruido de las máquinas y volquetas, el traslado de tierra que puede generar polvo y humo de máquinas de combustión interna que puede afectar temporalmente el aire cuando se encuentran en operación.

De acuerdo con la matriz de Leopold no se verán afectado el factor biótico debido a que este proyecto se desarrollará en una zona ya alterada por el hombre.

4.7.1 Plan de prevención/mitigación

Para poder lidiar con estos impactos, se crean planes de prevención o mitigación para que sean lo menos perceptible posible.

4.7.2 Plan de Seguridad y Salud Ocupacional

Como en cualquier obra, existen riesgos que podrían afectar la salud y bienestar del personal de la obra, también las que son ajenas a ella. Por motivo del incremento de enfermedades respiratorias en el país, máquinas operando e instalación de tuberías tanto en tierra como en el lago, se debe realizar charlas de seguridad ocupacional a todo el personal e incentivarles a que ocupen los equipos necesarios para prevenir accidentes laborales y el uso de letreros y cintas de “Peligro” para evitar el ingreso a la obra de las personas que no laboran en ella.

Tabla 4.7: Plan del manejo de Salud y Seguridad Laboral

Impacto	Actividades	Propuesta	Indicadores	Seguimientos
Accidentes y enfermedades en el personal.	Construcción del Proyecto	Charla de Bioseguridad	Cantidad de Charlas con el Personal	Imágenes Fotográficas
		Uso de Equipo de Protección personal		
		Utilización de Señaléticas	Cantidad de Simulaciones Efectuadas	Tomar lista de Asistencia en cada Charla
		Simulaciones de una Emergencia		

4.7.3 Control sobre la contaminación acústica y del aire

Tomando en consideración las molestias que ocasiona el ruido a los estudiantes de un centro de estudios por la falta de concentración que ocasiona éste, junto con la contaminación del aire por la generación de humo y polvo. Se tiene la tabla 4.8 que muestra de manera resumida las acciones a tomar:

Tabla 4.8: Medidas de mitigación del ruido y polvo

IMPACTO	ACTIVIDADES	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	VERIFICACIONES
Generación de Polvo	Desalojo y traslado de material	Tapar con una lona la volqueta que realiza traslado de materiales.	Aminoramiento de polvo	Uso de cámara fotográfica
		Empleo de agua de tanquero		
Emisión de ruido	Uso de maquinaria y taladro	Realizar la actividad en horarios menos concurridos.	Uso de sonómetro	Seguimiento del funcionamiento
Emisión de CO2	Traslado de material	Regulación del tiempo de uso	Aminoramiento de humo	Seguimiento del funcionamiento

4.7.4 Plan del manejo del material de hormigón en la Construcción

Se sabe que, una vez instaladas las tuberías, hay que realizar trabajos de reparación o remodelación de zonas hormigonadas, se realiza un plan para el manejo del hormigón para el momento que se está efectuando la mezcla.

Tabla 4.9 : Plan del manejo de Desechos Contaminantes

Impacto	Actividades	Propuesta	Indicadores	Seguimientos
Generación de desechos contaminantes	Preparación de la mezcla de hormigón	Desplegar una plancha de plástico protector	Uso de un cubeto para desechos de hormigón	Verificación del área donde se efectúa los trabajos de reparación

4.7.5 Plan del manejo de la basura

A partir de la hora del almuerzo, la mayoría de las personas que laboran en la obra tienen su comida en platos desechables, los cuales deben ser puestos en tachos para su respectiva recolección y así no ensuciar el sitio donde se escoja comer.

Tabla 4.10: Plan del manejo de la basura

Impacto	Actividades	Propuesta	Indicadores	Seguimientos
Generación de Desechos Inorgánicos	Consumo de Alimentos en la Obra	Adquisición de Tachos con Ruedas	Aminoramiento de traste desechables en el medio	Verificación del área en que se efectúa la obra

4.7.6 Plan de cooperación comunitaria

En este tipo de proyectos, se debe llegar a un acuerdo con las autoridades de la institución para evitar vandalismo o daños durante la fase constructiva. El socializar con el personal de la ESPOLE como conserjes y guardias para cuidar de los materiales y el lugar de trabajo. También se debe informar a estudiantes y personas ajenas a la obra de los beneficios de los proyectos que echará andar la institución por medio de las redes sociales y páginas oficiales. Además, que se les informará que se verán afectadas por el cierre parcial de caminos para obtener la comprensión de cada uno de ellos.

Tabla 4.11: Plan del manejo de la basura

Impacto	Actividades	Propuesta	Indicadores	Seguimientos
Baja circulación de vehículos	Remoción de pavimento	No realizar esta actividad en horarios pico	Aminoramiento de la congestión vehicular	Verificación del área en

		Socialización de la obra con la comunidad		que se efectúa la obra
--	--	---	--	------------------------

4.7.7 Limpieza y cierre de la obra

En el momento de culminada la construcción de este proyecto, se espera residuos de materiales como: plástico, materiales de construcción, pedazos de tubería entre otros residuos. Se debe realizar la respectiva limpieza de la obra para evitar

4.8 Fase Operativa

A continuación, se detalla las actividades de la fase operativa que ocasionarán un impacto ambiental de la zona.

1. Encendido de las bombas para el riego de las plantas ornamentales.
2. Mantenimiento Correctivo de los Sistemas de Riego
3. Limpieza de la zona

4.8.1 Plan de manejo de Impacto Ambiental Operacional

4.8.1.1 Interacción del Lago con el Proyecto

El lago de ingenierías de ESPOL como fuente a abastecimiento de este proyecto es de suma importancia realizar un análisis de los factores que van a afectar al embalse.

El CENAE se abastecía a través de las fugas del lago que se generaban por la infiltración debajo del núcleo de arcilla hasta hace el año 2021. Posteriormente este departamento cambió el lugar de bombeo al lago mismo para que su consumo no se encuentre sujeto a la capacidad de las fugas. Al día de hoy se extrae de manera directa del lago hasta 83,000 m³ en toda la época de verano para emplearlo para los cultivos.

La disminución del lago se da en parte por el consumo de agua generando una alteración en el paisaje y reduciendo el espacio para ciertas especies acuáticas. Esto es más

notorio en temporadas secas como el verano, ya que en invierno el lago siempre está regenerando su nivel a causa de las lluvias frecuentes en la zona.

4.8.1.2 Mitigación del uso del Lago para el Proyecto

El lago presenta disminución de su calado por las distintas bombas que extraen agua para las zonas que van a requerir de agua para riego.

Para la mitigación de un descenso excesivo del lago en épocas de verano, se va a establecer un óptico tiempo de riego al día para evitar un desperdicio considerable de agua.

Tabla 4.12: Plan del manejo de Desechos en la Construcción

Impacto	Actividades	Propuesta	Indicadores	Seguimientos
Aminoramiento del volumen de agua del lago	Bombeo para los cultivos de CENAE	Establecer horarios para el bombeo	Disminución de la tasa que sale del lago	Supervisión y Control

Control sobre la contaminación acústica y del aire durante el funcionamiento

En el momento del encendido de ambos sistemas de riego, el uso de bombas que sirven para la extracción el agua del lago, la cual servirá para el riego de plantas ornamentales, estas bombas liberan CO2 al ambiente en forma de humo.

También el uso de bombas, en especial las de alta potencia generan contaminación acústica para animales y personas de las zonas cercanas a éstas. A continuación, se muestre la tabla 4.13 que indica un resumen del plan de mitigación de estos impactos ambientales:

Tabla 4.13: Medidas de mitigación del ruido y polvo durante su funcionamiento

IMPACTO	ACTIVIDADES	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	VERIFICACIONES
---------	-------------	------------------	-------------	----------------

Generación de Polvo	Desalojo y traslado de material	Tapar con una lona la volqueta que realiza traslado de materiales	Aminoramiento de polvo	Uso de cámara fotográfica
Emisión de ruido	Uso de maquinaria y taladro	Realizar la actividad en horarios menos concurridos.	Uso de sonómetro	Seguimiento del funcionamiento
Emisión de CO2	Traslado de material	Regulación del tiempo de uso	Aminoramiento de humo	Seguimiento del funcionamiento

4.8.1.3 Plan de mitigación manejo de residuos sólidos

Se debe realizar trabajos de mantenimiento correctivo al momento que el sistema de riego comience a fallar en su funcionamiento. Los componentes que sufran avería, deben ser reemplazados, esto implica que los accesorios ya no cumplen su función generen un impacto ambiental negativo si no son manejados de manera apropiada. En la tabla 4.14 se encuentre el resumen del plan de manejo de estos artículos que van quedando luego del cambio de un componente (Tubería, válvulas, codos, aspersores, etc...

Tabla 4.14: Resumen del Plan del Manejo de Residuos Sólidos

Impacto	Actividades	Propuesta	Indicadores	Seguimientos
Generación de Desechos Sólidos	Mantenimiento correctivo de Sistema de Riego	Adquisición de Tachos con Ruedas	Aminoramiento de desechos sólidos	Verificación del área en que se efectúa la obra

4.8.1.4 Presupuesto de referencial de la obra

En la tabla se muestra los valores para cada rubro. El monto total del costo de las medidas de mitigación propuestas anteriormente asciende a USD 10,496.40.

Tabla 4.13: Costo referencial de obra

	MANEJO AMBIENTAL	Unidad	Cantidad	P. Unitario	\$10,496.40
1.01	Control y monitoreo de ruido.	U	1.00	45.20	\$45.20
1.02	Agua para controlar el polvo de excavación	M3	3,852.60	2.15	\$8,283.09
1.03	Control y monitoreo de material particulado.	U	1.00	460.28	\$460.28
1.04	Cubeto de recolección de fluidos contaminantes.	U	2.00	65.00	\$130.00
1.05	Socialización de la obra con la comunidad.	U	2.00	98.00	\$196.00
1.06	Charlas de mediación con la comunidad.	U	2.00	125.80	\$251.60
1.07	Charla de seguridad y salud ocupacional.	U	6.00	125.80	\$754.80
1.08	Limpieza y cierre de obra.	GLB	1.00	375.43	\$375.43

4.9 Conclusiones y Recomendaciones

1. Se logró la identificación de las actividades con sus factores ambientales y sus posibles impactos acerca de la alternativa ganadora, la cual se trata de un Sistema de Riego Localizado y por Aspersión.
2. Se valoró cada actividad durante la fase constructiva y operacional verificándose que ninguna de ellas presenta impactos negativos considerables, puesto que la zona de estudio ya está intervenida.
3. Las medidas de prevención y mitigación propuestas ayudarán a los posibles impactos sobre el medio ambiente una vez que se ejecute la fase constructiva.
4. Gracias a la elaboración de la matriz de Leopold se concluyó que este proyecto tiene una incidencia de bajo impacto ambiental, debido a que tiene resultados están por debajo de 2.5
5. El costo referencial para el manejo ambiental es de USD 10.469,40 y un plazo de 9 meses que se deben considerar en el presupuesto total de la obra.

CAPÍTULO 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura de desglose de Trabajo (EDT)

La estructura de análisis de trabajo (por sus siglas en el lenguaje español como EDT) trata de una herramienta muy utilizada para definir y gestionar lo que se va a entregar en los proyectos de ingeniería a realizar. La EDT es una estructura ordenada de manera jerárquica que desglosa detalladamente las actividades que se realizarán en la obra y permite que cada entregable que se culmina sea visto por los demás para llegar al objetivo principal del proyecto.

Para este proyecto se realiza el EDT para visualizar de forma muy clara los rubros involucrados que son conformados por cada grupo, este ayudará a la construcción del presupuesto referencial de esta obra.

5.2 Descripción de rubros

Los rubros que están presentes en este proyecto se describen en siete bloques, los cuales conforman el presupuesto que hará posible la ejecución diseño de este proyecto

y están escritos de acuerdo con las actividades a realizarse. En el ANEXO A de especificaciones técnicas se muestra en detalles el costo de cada rubro. El presupuesto es el siguiente:

1 PRELIMINARES

- 1.01 Trazado y Replanteo de Tuberías.
- 1.02 Caseta provisional para oficina y bodega.
- 1.03 Batería sanitaria para obreros.
- 1.04 Seguridad y guardianía.

2 MOVIMIENTO DE TIERRA.

- 2.01 Excavación a máquina.
- 2.02 Desalojo.
- 2.03 Relleno Compactado con material de préstamo importado.
- 2.04 Relleno con material de base clase 1.

3 SISTEMA DE ASPERSIÓN

- 3.01 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01388M
- 3.02 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01885M
- 3.03 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0243M
- 3.04 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,03246M
- 3.05 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0381M
- 3.06 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,04924M
- 3.07 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0844M
- 3.08 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0862M
- 3.09 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0864M
- 3.10 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1048M
- 3.11 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,105M
- 3.12 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1052M
- 3.13 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1056M
- 3.14 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,153M
- 3.15 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1536M
- 3.16 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,20M
- 3.17 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ASPERSORES 3500.

- 3.18 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ASPERSORES 1800.
- 3.19 PROVISIÓN E INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTA.
- 4 SISTEMA POR GOTEO
 - 4.01 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01388M
 - 4.02 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01885M
 - 4.03 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0243M
 - 4.04 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,03246M
 - 4.05 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0381M
 - 4.06 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,04924M
 - 4.07 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0844M
 - 4.08 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,16M
 - 4.09 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC PERFORADA
 - 4.10 PROVISIÓN E INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTA.
- 5 EQUIPAMIENTO
 - 5.01 Suministro, transporte y colocación de Bomba centrífuga 50 HP caudal nominal 500 gpm.
 - 5.02 Suministro, transporte y colocación de Bomba centrífuga 10 HP 220V/440V trifásica.
 - 5.03 Suministro e instalación de tanque de presión hidroneumáticos de 2000 litros
 - 5.04 Suministro e instalación de tanque de presión hidroneumático de 500 litros.
- 6 MANEJO AMBIENTAL
 - 6.01 Control y monitoreo de ruido.
 - 6.02 Agua para controlar el polvo de excavación
 - 6.03 Control y monitoreo de material particulado.
 - 6.04 Cubeto de recolección de fluidos contaminantes.
 - 6.05 Socialización de la obra con la comunidad.
 - 6.06 Charlas de mediación con la comunidad.
 - 6.07 Charla de seguridad y salud ocupacional.
 - 6.08 Limpieza y cierre de obra.
- 7 PRUEBAS HIDRAULICAS
 - 7.01 Pruebas hidrostáticas de presión en tuberías de riego.

7.02 Prueba de estanqueidad.

5.3 Análisis de costos unitarios

Se procedió con la elaboración del APU considerando el presupuesto incluyendo los costos directos que se generan para llevarlos a cabo, como lo son el uso de equipo, el empleo de mano de obra, materiales a utilizar, el transporte en cada APU conforme a todos los rubros. También se tomó en consideración el porcentaje de costo indirecto que lo conforman: gastos de administración central, administración en la obra, gastos generales, los posibles imprevistos. El monto total asciende a US 289,469.41 sin tener en consideración el presupuesto para el estudio de impacto ambiental

5.4 Descripción de cantidades de obra

En la tabla 5.1, se puede verificar la cantidad total y la unidad en la que se encuentra expresada cada rubro de este proyecto.

Tabla 5.1 Cantidades de obra

1	PRELIMINARES
1.01	Trazado y Replanteo de Tuberías.
1.02	Caseta provisional para oficina y bodega.
1.03	Batería sanitaria para obreros.
1.04	Seguridad y guardianía.
2	MOVIMIENTO DE TIERRA.
2.01	Excavación a máquina.
2.02	Desalojo.
2.03	Relleno Compactado con material de préstamo importado.
2.04	Relleno con material de base clase 1.
3	SISTEMA DE ASPERSIÓN
3.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01388M
3.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01885M
3.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0243M
3.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,03246M
3.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0381M
3.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,04924M
3.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0844M
3.08	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0862M

3.09	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0864M
3.10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1048M
3.11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,105M
3.12	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1052M
3.13	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1056M
3.14	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,153M
3.15	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1536M
3.16	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,20M
3.17	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ASPERSORES 3500.
3.18	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ASPERSORES 1800.
3.19	PROVISIÓN E INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTA.
4	SISTEMA POR GOTEO
4.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01388M
4.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01885M
4.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0243M
4.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,03246M
4.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0381M
4.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,04924M
4.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0844M
4.08	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,16M
4.09	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC PERFORADA
4.10	PROVISIÓN E INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTA.
5	EQUIPAMIENTO
5.01	Suministro, transporte y colocación de Bomba centrífuga 50 HP caudal nominal 500 GPM.
5.02	Suministro, transporte y colocación de Bomba centrífuga 10 HP 220V/440V trifásica.
5.03	Suministro e instalación de tanque de presión hidroneumáticos de 2000 litros
5.04	Suministro e instalación de tanque de presión hidroneumático de 500 litros.
6	MANEJO AMBIENTAL
6.01	Control y monitoreo de ruido.
6.02	Agua para controlar el polvo de excavación
6.03	Control y monitoreo de material particulado.
6.04	Cubeto de recolección de fluidos contaminantes.
6.05	Socialización de la obra con la comunidad.
6.06	Charlas de mediación con la comunidad.
6.07	Charla de seguridad y salud ocupacional.

6.08	Limpieza y cierre de obra.
7	PRUEBAS HIDRAULICAS
7.01	Pruebas hidrostáticas de presión en tuberías de riego.
7.02	Prueba de estanqueidad.
8	INFRAESTRUCTURA EN CALLES.
8.01	Corte rotura y desalojo de pavimento de hormigón en calles e=20cm.
8.02	Reposición de pavimento de hormigón de 280kg/cm2.
8.03	Corte rotura y desalojo de asfalto en calles e=5cm.
8.04	Reposición de pavimento asfaltico e=5cm.

5.5 Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental

Dentro del presupuesto, se estimó los valores de los rubros que conforman el estudio de impacto ambiental. A continuación, se hace una comparativa del presupuesto (sin el costo de impacto ambiental), con el costo del estudio de impacto ambiental, obteniendo el presupuesto final que se muestra en la tabla 5.2

Tabla 5.2 Costo del diseño del sistema de riego.

PRESUPUESTO	COSTO DE RUBRO AMBIENTAL	COSTO TOTAL DE LA OBRA	PORCENTAJE DEL RUBRO AMBIENTAL
\$310,811.30	\$10,496.40	\$321.307,70	3.27 %

5.6 Cronograma de obra

El cronograma valorado se lo encuentra en el ANEXO A y fue realizado una vez definido todos los rubros, hecho el presupuesto y su correspondiente análisis de precio unitario (APU).

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se identificó el tipo de vegetación en las áreas verdes de la zona de ingeniería de ESPOL y como son regadas, para determinar el sistema de riego más eficiente por cada conjunto de plantas. Después se determinó la necesidad de implementar un sistema de riego que represente un menor consumo de agua del lago, para que el balance de masa del 2022 y futuras no muestre un déficit de agua. Para esto se realizó el diseño agronómico tanto para las plantas ornamentales como para el césped, con el objetivo de aplicar el agua necesaria capaz de ser aprovechada, y así reducir el consumo de agua extraída del lago de ingenierías de ESPOL.

En el siguiente paso se dimensionaron dos sistemas de riego, uno a través de goteros y otro con aspersores, para poder distribuir de manera efectiva el agua tanto para las plantas ornamentales en hileras con receptores, como para el césped con aspersores. Para esto se efectuó la distribución para áreas de cada tubería de gotero, como también, el arreglo triangular para los aspersores. Mediante el diseño agronómico y el acomodamiento de los dos tipos de riego, se espera disminuir en un 51% el agua utilizada para el riego, en caso de que se sigan las consignas establecidas como el tiempo, intervalo y frecuencia de riego.

Como parte del diseño hidráulico se diseñó el sistema de distribución cerrado para cada tipo de riego, y poder cumplir con los requisitos de funcionamiento, así como también contar con una red que no produzca pérdidas como es el caso actual de la red de distribución al ser un sistema abierto. Otro motivo por el cual se dividió en dos sistemas de tuberías es para que quede a criterio de la institución implementar los dos métodos de riego o solo optar por el de goteo.

Se cumplió con la meta 6.4 de los objetivos para agua y saneamiento planteados por las Naciones Unidas, puesto que se propone un sistema que aprovecha los recursos hídricos, como el caso del agua del lago, para poder suministrar de agua a las plantas y así reducir el uso de agua potable para el riego. El costo estimado para la construcción de los dos sistemas de riego es de \$321.307,70, lo cual corresponde la implementación de los sistemas de distribución que trabajan a con un sistema de bombeo individualmente y los aspersores y tuberías de gotero. La implementación del sistema de goteo

representa un costo de \$119.477,65 en caso de que solo se decida llevar a cabo este método de riego. Por parte del sistema de aspersión el costo es de \$284.253,61.

Recomendaciones

Se recomienda en los meses de enero a mayo no continuar con lo establecido por el diseño agronómico en casos de que no exista precipitación por más de 7 días, puesto que a partir de este tiempo se produce el punto de marchitez del césped y comenzaría a tornarse de color amarillento. También se sugiere seguir la distribución triangular de los aspersores y, sobre todo, la colocación correcta de estos en base al ángulo de funcionamiento. La marca puede variar, pero las características de estos no. Además, para tuberías de goteo se recomienda no extenderlas más de lo establecido en este documento.

Otra recomendación es poner en funcionamiento los sistemas de riego después del mediodía debido al tiempo necesario de riego y tener un control de las áreas regadas, así como también de hacer el mantenimiento preventivo en las tuberías por goteo para evitar taponamientos en los receptores. Seguir con la sectorización establecida para el riego por aspersión para mantener la presión y caudal de funcionamiento de estos.

Se recomienda en caso de solo implementar el sistema de riego por goteo tener en cuenta los tiempos de mantenimientos de los receptores, puesto que son plazos más cortos comparados con un sistema por aspersión.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaraz F. (2012). *Salinidad y vegetación*.
- Antúñez, A., Mora, D., & Felmer, S. (2010). Eficiencia en sistemas de riego por goteo en el secano. *INIATierra Adentro*, 1, 40–43.
- Blair E. (1979). *Riego por Goteo*. III Seminario Latinoamericano sobre riego por goteo.
- Blanco Alibés, O. (2014). *AGRONOMÍA DEL CULTIVO DEL ARROZ EN RIEGO POR ASPERSIÓN: VARIEDADES, RIEGO, FERTILIZACIÓN Y CONTROL DE MALAS HIERBAS*.

- Brouwer C., & Heibloem M. (1986). *Irrigation water management: Irrigation water needs*. FAO.
- Campos D. (1998). *Proceso del Ciclo Hidrológico* (Tercera). Editorial Universidad Potosina.
- Carrazon J. (2007). *Manual para el diseño de sistemas de miniriego*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Cristiansen J.E. (1942). *Irrigation by Sprinkling*. University of California Agricultural Experiment Station Bulletin n. 670, 124.
- Cruz O., & Hidalgo K. (2021). *Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial para ESPOL*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Cruz, O., Hidalgo, K., & ESPOL. (2021). *Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario, Pluvial para ESPOL*.
- de Wekker J. (2004). *Sistema de Bombeo, Caracterización y Dimensionamiento*. Ingeniería e Instalaciones, Wekker & Asociados.
- Gil Olcina, A. (2017). Agua y agricultura: transformaciones recientes, problemas medioambientales y socioeconómicos. *Geographicalia*, 34, 69. https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.1997341705
- Grandy A., Robertson G., & Thelen K. (2006). *Productivity and Environmental Trade-offs Justify Periodically Cultivating No-till Cropping Systems?* *Agronomy Journal*. ISBN: 98:1377-1383.
- Gulías, J., Medrano, H., Bota, J., Cifre, J., Flexas, J., & Rivas, M. (2007). *Eficiencia en el uso del agua por las plantas*. 63–84.
- Hale, L. (2022). Customer satisfaction. *Manual de Productos de Distribución de Riego*, 1, 24. <https://doi.org/10.1079/9780851995410.0059>
- Hernandez A., & Pastor J. (1989). *Técnicas Analíticas para el estudio de las interacciones suelo- planta*.
- Hernandez J., Diaz E., & Cerana J. (2018). *Estimación del punto de marchitez permanente en suelos de la provincia de Entre Ríos*.
- Hillel D. (1998). *Environmental Soil Physics*. Academic Press, ISBN-13: 978-0-12-348525-0 .
- Jaramillo A. (2006). *Evapotranspiración de referencia en la región andina de Colombia*. 57(4): 288-298.2006.

- Jaramillo D. (2002). *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Universidad Nacional de Colombia .
- Jenny H. (1941). *Factors of Soil Formation: a system of quantitative pedology*. Dover Publications, inc. ISBN: 0486681289.
- Liotta M. (2015). *Manual de capacitación: Riego por Goteo*.
- Lopez J., & Zambrano C. (2021). *Análisis del Sistema Existente y Diseños de Optimización del Sistema Matriz de Agua Potable de la ESPOL*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Lopez R. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Escuela Colombiana de Ingeniería. ISBN: 958-95742-0-3.
- Losada A. (2005). *El Riego. II. Fundamentos de su hidrología y de su práctica*. Grupo Mundi-Prensa. ISBN: 84-8476-232-7.
- Mendoza A. (2003). *Riego por Goteo*.
- Meza V. (2012). *Suelos Parcialmente Saturados, de la Investigación a la Cátedra Universitaria*. ISSN: 0120-3630.
- Munns R., & Tester M. (2008). *Mechanisms of Salinity Tolerance*.
- OPS, & CEPIS. (2005). *Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable*.
- Peralta, J. M., & Simpfendorfer, C. (2001). Riego por Aspersión. *Fao*, 1, 51.
- Pozo L. (1997). *Diseño de la Red de Aspersores para el Campus Prosperina Gustavo Galindo Sección Ingenierías* .
- Pozo Paredes, L. A. (1997). *Diseño de la Red de Aspersores para el Campus Prosperina Gustavo Galindo Sección Ingenierías*.
- Rain Bird Corporation. (2020). *Productos para riego de jardines. Catálogo 2021*.
www.rainbird.es.
- RamaKrishna, B. (1997). *Estrategia de extensión para manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas.pdf*.
- Rodríguez A., Alabarces R., Yruela M., Plaza R., Navas A., & Fernández R. (2003). *Manual de Riego de Jardines*.
- Rodríguez H. (2005). *Diseños Hidráulicos, Sanitarios y de Gas en edificaciones* . Escuela Colombiana de Ingeniería. ISBN: 958-8060-4904.
- Rodríguez Vargas, A. (2007). *Cambio climático y agricultura*. 13–23.

- Rosales P., & Velazquez A. (2022). *Valoración y análisis técnico en la búsqueda de soluciones para el aprovechamiento del lago de ingenierías de la ESPOL*. ESPOL.
- Rucks L., Garcia F., Kaplan A., Ponce J., & Hill M. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*. Facultad de Agronomía, Universidad de la República.
- Shuttleworth W. (1979). *Evaporation*.
- Sneh, M. (2006). El Riego Por Goteo. *Autoridad Nacional Del Agua*, 204.
- Sistemas Hidroneumáticos c.a. (n.d.). *Manual de Procedimiento para el cálculo y selección de sistema de bombeo*.
- Velásquez Molina, A. M., & Rosales Serrano, P. D. (2022). *Valoración y análisis técnico en la búsqueda de soluciones para el aprovechamiento del lago de ingenierías de la ESPOL*.
- Zapata R., & Angelone S. (2018). *Tipos de suelos: caracterización de suelos arcillosos y limosos*.
- Zotarelli L., Duker M., & Morgan K. (2013). *Interpretación del Contenido de la Humedad del Suelo para Determinar Capacidad de Campo y Evitar Riego Excesivo en Suelos Arenosos Utilizando Sensores de Humedad*.

6.1.1 **Bibliografía** en caso de utilizar norma APA:

- Alcaraz F. (2012). *Salinidad y vegetación*.
- Antúnez, A., Mora, D., & Felmer, S. (2010). Eficiencia en sistemas de riego por goteo en el secano. *INIATierra Adentro*, 1, 40–43.
- Blair E. (1979). *Riego por Goteo*. III Seminario Latinoamericano sobre riego por goteo.
- Blanco Alibés, O. (2014). *AGRONOMÍA DEL CULTIVO DEL ARROZ EN RIEGO POR ASPERSIÓN: VARIEDADES, RIEGO, FERTILIZACIÓN Y CONTROL DE MALAS HIERBAS*.
- Brouwer C., & Heibloem M. (1986). *Irrigation water management: Irrigation water needs*. FAO.
- Campos D. (1998). *Proceso del Ciclo Hidrológico (Tercera)*. Editorial Universidad Potosina.

- Carrazon J. (2007). *Manual para el diseño de sistemas de miniriego*. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO).
- Christiansen J.E. (1942). *Irrigation by Sprinkling* . University of California Agricultural Experiment Station Bulletin n. 670, 124.
- Cruz O., & Hidalgo K. (2021). *Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial para ESPOL*. Escuela Superior Politecnica del Litoral.
- Cruz, O., Hidalgo, K., & ESPOL. (2021). *Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario, Pluvial para ESPOL*.
- de Wekker J. (2004). *Sistema de Bombeo, Caracterización y Dimensionamiento*. Ingeniería e Instalaciones, Wekker & Asociados.
- Gil Olcina, A. (2017). Agua y agricultura: transformaciones recientes, problemas medioambientales y socioeconómicos. *Geographicalia*, 34, 69. https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.1997341705
- Grandy A., Robertson G., & Thelen K. (2006). *Productivity and Environmental Trade-offs Justify Periodically Cultivating No-till Cropping Systems?* Agronomy Journal. ISBN: 98:1377-1383.
- Gulías, J., Medrano, H., Bota, J., Cifre, J., Flexas, J., & Rivas, M. (2007). *Eficiencia en el uso del agua por las plantas*. 63–84.
- Hale, L. (2022). Customer satisfaction. *Manual de Productos de Distribución de Riego*, 1, 24. <https://doi.org/10.1079/9780851995410.0059>
- Hernandez A., & Pastor J. (1989). *Técnicas Analíticas para el estudio de las interacciones suelo- planta*.
- Hernandez J., Diaz E., & Cerana J. (2018). *Estimación del punto de marchitez permanente en suelos de la provincia de Entre Ríos*.
- Hillel D. (1998). *Environmental Soil Physics*. Academic Press, ISBN-13: 978-0-12-348525-0 .
- Jaramillo A. (2006). *Evapotranspiración de referencia en la región andina de Colombia*. 57(4): 288-298.2006.
- Jaramillo D. (2002). *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Universidad Nacional de Colombia .

- Jenny H. (1941). *Factors of Soil Formation: a system of quantitative pedology*. Dover Publications, inc. ISBN: 0486681289.
- Liotta M. (2015). *Manual de capacitacion: Riego por Goteo*.
- Lopez J., & Zambrano C. (2021). *Analisis del Sistema Existente y Diseños de Optimizacion del Sistema Matriz de Agua Potable de la ESPOL*. Escuela Superior Politecnica del Litoral.
- Lopez R. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Escuela Colombiana de Ingeniera. ISBN: 958-95742-0-3.
- Losada A. (2005). *El Riego. II. Fundamentos de su hidrologia y de su practica*. Grupo Mundi-Prensa. ISBN: 84-8476-232-7.
- Mendoza A. (2003). *Riego por Goteo*.
- Meza V. (2012). *Suelos Parcialmente Saturados, de la Investigacion a la Catedra Universitaria*. ISSN: 0120-3630.
- Munns R., & Tester M. (2008). *Mechanisms of Salinity Tolerance*.
- OPS, & CEPIS. (2005). *Guias para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable*.
- Peralta, J. M., & Simpfendörfer, C. (2001). Riego por Aspersión. *Fao*, 1, 51.
- Pozo L. (1997). *Diseño de la Red de Aspersores para el Campus Prosperina Gustavo Galindo Seccion Ingenierias*.
- Pozo Paredes, L. A. (1997). *Diseño de la Red de Aspersores para el Campus Prosperina Gustavo Galindo Sección Ingenierías*.
- Rain Bird Corporation. (2020). *Productos para riego de jardines. Catalogo 2021*. www.rainbird.es.
- RamaKrishna, B. (1997). *Estrategia de extensión para manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas.pdf*.
- Rodriguez A., Alabarces R., Yruela M., Plaza R., Navas A., & Fernandez R. (2003). *Manual de Riego de Jardines*.
- Rodriguez H. (2005). *Diseños Hidraulicos, Sanitarios y de Gas en edificaciones*. Escuela Colombiana de Ingenieria. ISBN: 958-8060-4904.
- Rodríguez Vargas, A. (2007). *Cambio climático y agricultura*. 13–23.

- Rosales P., & Velazquez A. (2022). *Valoracion y analisis tecnico en la busqueda de soluciones para el aprovechamiento del lago de ingenierias de la ESPOL*. ESPOL.
 - Rucks L., Garcia F., Kaplan A., Ponce J., & Hill M. (2004). *Propiedades Fisicas del Suelo*. Facultad de Agronomia, Universidad de la Republica.
 - Shuttleworth W. (1979). *Evaporation*.
 - Sneh, M. (2006). El Riego Por Goteo. *Autoridad Nacional Del Agua*, 204.
 - Ssistemas Hidroneumaticos c.a. (n.d.). *Manual de Procedimiento para el calculo y seleccion de sistema de bombeo*.
 - Velásquez Molina, A. M., & Rosales Serrano, P. D. (2022). *Valoración y análisis técnico en la búsqueda de soluciones para el aprovechamiento del lago de ingenierías de la ESPOL*.
 - Zapata R., & Angelone S. (2018). *Tipos de suelos: caracterizacion de suelos arcillosos y limosos*.
 - Zotarelli L., Duker M., & Morgan K. (2013). *Interpretacion del Contenido de la Humedad del Suelo para Determinar Capacidad de Campo y Evitar Riego Excesivo en Suelos Arenosos Utilizando Sensores de Humedad*.
-
- Klohn, & B, A. (1999). Agua y Agricultura. *CIDOB d'Afters Internationals*, 105-126.
 - Letey, J., Vaux Jr, H., & Feinerman, E. (1984). Optimum crop water application as affected by uniformity of water infiltration 1. *Agronomy*, 435-441.
 - Tarjuelo Martín-Benito, J. M. (1991). *El riego por aspersion: Diseño y Funcionamiento*.
 - Yan, H., Jin, H., & Qian, Y. (2010). Characterizing center pivot irrigation with fixed spray plate sprinklers. *Science China Technological Science*, 1398-1404.
-
- Alcaraz F. (2012). *Salinidad y vegetacion* .

- Antúñez, A., Mora, D., & Felmer, S. (2010). Eficiencia en sistemas de riego por goteo en el secano. *INIATierra Adentro*, 1, 40–43.
- Blair E. (1979). *Riego por Goteo*. III Seminario Latinoamericano sobre riego por goteo.
- Blanco Alibés, O. (2014). *AGRONOMÍA DEL CULTIVO DEL ARROZ EN RIEGO POR ASPERSIÓN: VARIEDADES, RIEGO, FERTILIZACIÓN Y CONTROL DE MALAS HIERBAS*.
- Brouwer C., & Heibloem M. (1986). *Irrigation water management: Irrigation water needs*. FAO.
- Campos D. (1998). *Proceso del Ciclo Hidrológico* (Tercera). Editorial Universidad Potosina.
- Carrazon J. (2007). *Manual para el diseño de sistemas de miniriego*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Christiansen J.E. (1942). *Irrigation by Sprinkling*. University of California Agricultural Experiment Station Bulletin n. 670, 124.
- Cruz O., & Hidalgo K. (2021). *Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial para ESPOL*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Cruz, O., Hidalgo, K., & ESPOL. (2021). *Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario, Pluvial para ESPOL*.
- de Wekker J. (2004). *Sistema de Bombeo, Caracterización y Dimensionamiento*. Ingeniería e Instalaciones, Wekker & Asociados.
- Gil Olcina, A. (2017). Agua y agricultura: transformaciones recientes, problemas medioambientales y socioeconómicos. *Geographicalia*, 34, 69. https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.1997341705
- Grandy A., Robertson G., & Thelen K. (2006). *Productivity and Environmental Trade-offs Justify Periodically Cultivating No-till Cropping Systems?* *Agronomy Journal*. ISBN: 98:1377-1383.
- Gulías, J., Medrano, H., Bota, J., Cifre, J., Flexas, J., & Rivas, M. (2007). *Eficiencia en el uso del agua por las plantas*. 63–84.
- Hale, L. (2022). Customer satisfaction. *Manual de Productos de Distribución de Riego*, 1, 24. <https://doi.org/10.1079/9780851995410.0059>

- Hernandez A., & Pastor J. (1989). *Tecnicas Analiticas para el estudio de las interacciones suelo- planta.*
- Hernandez J., Diaz E., & Cerana J. (2018). *Estimacion del punto de marchitez permanente en suelos de la provincia de Entre Rios.*
- Hillel D. (1998). *Environmental Soil Physics.* Academic Press, ISBN-13: 978-0-12-348525-0 .
- Jaramillo A. (2006). *Evapotranspiracion de referencia en la region andina de Colombia.* 57(4): 288-298.2006.
- Jaramillo D. (2002). *Introduccion a la Ciencia del Suelo.* Universidad Nacional de Colombia .
- Jenny H. (1941). *Factors of Soil Formation: a system of quantitative pedology.* Dover Publications, inc. ISBN: 0486681289.
- Liotta M. (2015). *Manual de capacitacion: Riego por Goteo.*
- Lopez J., & Zambrano C. (2021). *Analisis del Sistema Existente y Diseños de Optimizacion del Sistema Matriz de Agua Potable de la ESPOL.* Escuela Superior Politecnica del Litoral.
- Lopez R. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados.* Escuela Colombiana de Ingeniera. ISBN: 958-95742-0-3.
- Losada A. (2005). *El Riego. II. Fundamentos de su hidrologia y de su practica.* Grupo Mundi-Prensa. ISBN: 84-8476-232-7.
- Mendoza A. (2003). *Riego por Goteo.*
- Meza V. (2012). *Suelos Parcialmente Saturados, de la Investigacion a la Catedra Universitaria.* ISSN: 0120-3630.
- Munns R., & Tester M. (2008). *Mechanisms of Salinity Tolerance.*
- OPS, & CEPIS. (2005). *Guias para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable.*
- Peralta, J. M., & Simpfendörfer, C. (2001). Riego por Aspersión. *Fao*, 1, 51.
- Pozo L. (1997). *Diseño de la Red de Aspersores para el Campus Prosperina Gustavo Galindo Seccion Ingenierias .*
- Pozo Paredes, L. A. (1997). *Diseño de la Red de Aspersores para el Campus Prosperina Gustavo Galindo Sección Ingenierías.*

- Rain Bird Corporation. (2020). *Productos para riego de jardines. Catalogo 2021*. www.rainbird.es.
- RamaKrishna, B. (1997). *Estrategia de extensión para manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas.pdf*.
- Rodriguez A., Alabarces R., Yruela M., Plaza R., Navas A., & Fernandez R. (2003). *Manual de Riego de Jardines*.
- Rodriguez H. (2005). *Diseños Hidraulicos, Sanitarios y de Gas en edificaciones*. Escuela Colombiana de Ingenieria. ISBN: 958-8060-4904.
- Rodríguez Vargas, A. (2007). *Cambio climático y agricultura*. 13–23.
- Rosales P., & Velazquez A. (2022). *Valoracion y analisis tecnico en la busqueda de soluciones para el aprovechamiento del lago de ingenierias de la ESPOL*. ESPOL.
- Rucks L., Garcia F., Kaplan A., Ponce J., & Hill M. (2004). *Propiedades Fisicas del Suelo*. Facultad de Agronomia, Universidad de la Republica.
- Shuttleworth W. (1979). *Evaporation*.
- Sneh, M. (2006). El Riego Por Goteo. *Autoridad Nacional Del Agua*, 204.
- Ssistemas Hidroneumaticos c.a. (n.d.). *Manual de Procedimiento para el calculo y seleccion de sistema de bombeo*.
- Velásquez Molina, A. M., & Rosales Serrano, P. D. (2022). *Valoración y lago de ingenierías de la ESPOL*.
- Zapata R., & Angelone S. (2018). *Tipos de suelos: caracterizacion de suelos arcillosos y limosos*.
- Zotarelli L., Duker M., & Morgan K. (2013). *Interpretacion del Contenido de la Humedad del Suelo para Determinar Capacidad de Campo y Evitar Riego Excesivo en Suelos Arenosos Utilizando Sensores de Humedad*.

ANEXOS

ANEXO A

(Especificaciones técnicas, Presupuesto, Costos indirectos, APUS, EDT y Cronograma valorado)

Especificaciones técnicas

1. PRELIMINARES

- **Trazado y Replanteo de Tuberías:** Ubicar y marcar el terreno o superficie de construcción los ejes principales, paralelos y perpendiculares señalados en el plano del proyecto, así como los linderos del mismo.

Unidad: metros lineales (m).

- **Caseta provisional para oficina y bodega:** Se construirá la caseta donde permanecerá el guardián durante su jornada de trabajo será construida de tablas, el techo es de zinc y tendrá un foco de 110W en la parte central de la caseta además de un tomacorriente.

Unidad: metros lineales (m²).

- **Batería sanitaria para obreros:** Se alquila baterías sanitarias para el uso del personal que se encuentre en obra, de lo que se incluye instalaciones por parte de la empresa que provee del servicio.

Unidad: mes.

2. MOVIMIENTO DE TIERRA

- **Excavación con maquina:** Consiste en la excavación con máquina de zanjas, donde pasaran las tuberías de agua para el riego, utilizando retroexcavadoras y siguiendo las especificaciones de los planos,

Unidad: metro cúbico (m³).

- **Desalojo:** Se trata en el retiro de todos los escombros de materiales sobrantes en la construcción, se realiza en el momento que el residente pida las volquetas y en los lugares especificados en el municipio.

Unidad: metro cúbico (m³).

- **Relleno compactado con material de préstamo importado:** Suministro, transporte, colocación y compactación por capas del material de relleno compactado sobre el terreno natural apisonado, de acuerdo con la presente

especificaciones. Los alimentos, pendientes y dimensiones serán indicados según las instrucciones del fiscalizador.

Unidad: metro cúbico (m³).

- **Relleno con material de base clase 1:** Selección, transporte interno, disposición, conformación y compactación manual por capas, de los materiales autorizados por la fiscalización para la realización del relleno de zanjas.

Unidad: metro cúbico (m³).

3. SISTEMA DE ASPERSIÓN

- **Suministro e instalación de tubería de PVC e/c 14 mm:** Se trata de suministrar e instalar las tuberías de PVC E/C de 14 mm siguiendo la norma 1373 para AAPP, en los sitios señalados por los planos, a consideración del fiscalizador. Este rubro cubre la carga de los materiales en camiones para su transporte, así como la descarga en obra, traslado y ubicación de estos.

Unidad: metro lineal (m).

- **Suministro e instalación de tubería de PVC e/c 18 mm:** Se trata de suministrar e instalar las tuberías de PVC E/C de 18 mm siguiendo la norma 1373 para AAPP, en los sitios señalados por los planos, a consideración del fiscalizador. Este rubro cubre la carga de los materiales en camiones para su transporte, así como la descarga en obra, traslado y ubicación de estos.

Unidad: metro lineal (m).

- **Suministro e instalación de tubería de PVC e/c 25 mm:** Se trata de suministrar e instalar las tuberías de PVC E/C de 25 mm siguiendo la norma 1373 para AAPP, en los sitios señalados por los planos, a consideración del fiscalizador. Este rubro cubre la carga de los materiales en camiones para su transporte, así como la descarga en obra, traslado y ubicación de estos.

Unidad: metro lineal (m).

- **Suministro e instalación de tubería de PVC e/c 32 mm:** Se trata de suministrar e instalar las tuberías de PVC E/C de 32 mm siguiendo la norma 1373 para AAPP, en los sitios señalados por los planos, a consideración del fiscalizador. Este rubro cubre la carga de los materiales en camiones para su transporte, así como la descarga en obra, traslado y ubicación de estos.
Unidad: metro lineal (m).
- **Suministro e instalación de tubería de PVC e/c 38 mm:** Se trata de suministrar e instalar las tuberías de PVC E/C de 38 mm siguiendo la norma 1373 para AAPP, en los sitios señalados por los planos, a consideración del fiscalizador. Este rubro cubre la carga de los materiales en camiones para su transporte, así como la descarga en obra, traslado y ubicación de estos.
Unidad: metro lineal (m).
- **Suministro e instalación de tubería de PVC e/c 50 mm:** Se trata de suministrar e instalar las tuberías de PVC E/C de 50 mm siguiendo la norma 1373 para AAPP, en los sitios señalados por los planos, a consideración del fiscalizador. Este rubro cubre la carga de los materiales en camiones para su transporte, así como la descarga en obra, traslado y ubicación de estos.
Unidad: metro lineal (m).
- **Suministro e instalación de tubería de PVC e/c 84 mm:** Se trata de suministrar e instalar las tuberías de PVC E/C de 84 mm siguiendo la norma 1373 para AAPP, en los sitios señalados por los planos, a consideración del fiscalizador. Este rubro cubre la carga de los materiales en camiones para su transporte, así como la descarga en obra, traslado y ubicación de estos.
Unidad: metro lineal (m).
- **Suministro e instalación de tubería de PVC e/c 86 mm:** Se trata de suministrar e instalar las tuberías de PVC E/C de 86 mm siguiendo la norma 1373 para AAPP, en los sitios señalados por los planos, a consideración del fiscalizador. Este rubro

cubre la carga de los materiales en camiones para su transporte, así como la descarga en obra, traslado y ubicación de estos.

Unidad: metro lineal (m).

- **Suministro e instalación de tubería de PVC e/c 104 mm:** Se trata de suministrar e instalar las tuberías de PVC E/C de 104 mm siguiendo la norma 1373 para AAPP, en los sitios señalados por los planos, a consideración del fiscalizador. Este rubro cubre la carga de los materiales en camiones para su transporte, así como la descarga en obra, traslado y ubicación de estos.

Unidad: metro lineal (m).

- **Suministro e instalación de tubería de PVC e/c 105 mm:** Se trata de suministrar e instalar las tuberías de PVC E/C de 105 mm siguiendo la norma 1373 para AAPP, en los sitios señalados por los planos, a consideración del fiscalizador. Este rubro cubre la carga de los materiales en camiones para su transporte, así como la descarga en obra, traslado y ubicación de estos.

Unidad: metro lineal (m).

- **Suministro e instalación de tubería de PVC e/c 153mm:** Se trata de suministrar e instalar las tuberías de PVC E/C de 153 mm siguiendo la norma 1373 para AAPP, en los sitios señalados por los planos, a consideración del fiscalizador. Este rubro cubre la carga de los materiales en camiones para su transporte, así como la descarga en obra, traslado y ubicación de estos.

Unidad: metro lineal (m).

- **Suministro e instalación de tubería de PVC e/c 200 mm:** Se trata de suministrar e instalar las tuberías de PVC E/C de 18 mm siguiendo la norma 1373 para AAPP, en los sitios señalados por los planos, a consideración del fiscalizador. Este rubro cubre la carga de los materiales en camiones para su transporte, así como la descarga en obra, traslado y ubicación de estos.

Unidad: metro lineal (m).

- **Suministro e instalación de aspersores 3500:** se trata de suministrar e instalar los aspersores 3500 que trabajan a caudales desde 0.77 y 4.13 GPM, y con presiones de 2.07 y 3.10 bar, en los arreglos señalados por los planos, a consideración del ingeniero agrónomo. Además, consta de la instalación en el terreno y conexión hidráulica a la tubería de abastecimiento y distribución. Se debe limpiar y ajustar el caudal de la unidad.

Unidad: unidad (U).

- **Suministro e instalación de aspersores 1800:** Se trata de suministrar e instalar los aspersores 1800 que trabajan a caudales desde 0.1 y 3.7 GPM, y con presión de 2,01 bar, en los arreglos señalados por los planos, a consideración del ingeniero agrónomo. Además, consta de la instalación en el terreno y conexión hidráulica a la tubería de abastecimiento y distribución. Se debe limpiar y ajustar el caudal de la unidad.

Unidad: unidad (U).

- **Provisión en instalación de válvulas de compuerta:** Se ubican de la forma de las uniones que viene provista, en cualquier posición y según las especificaciones en el plano.

Unidad: unidad (U).

4. SISTEMA DE GOTEO

- **Suministro e instalación de tuberías perforada 13.6 mm:** el tendido de la bobina se lo realiza para que se cumpla con los rangos de funcionamiento y tomando en cuenta la longitud lateral máxima permisible para la tubería de gotero.

Unidad: metro lineal (m).

5. EQUIPAMIENTO

- **Suministro, transporte y colocación de Bomba centrífuga de 50HP, caudal nominal 500 GPM:** El equipo será para bomba liquido proveniente del lago de ingenierías y conectado a la tubería de succión con una sumergencia para luego abastecer y conducir el agua del sistema de riego por aspersión.

Unidad: unidad (U).

- **Suministro, transporte y colocación de Bomba centrífuga 10HP 220V/440V trifásico:** El equipo será para bomba líquido proveniente del lago de ingenierías y conectado a la tubería de succión con una sumergencia para luego abastecer y conducir el agua del sistema de riego por goteo.

Unidad: unidad (U).

- **Suministro e instalación de tanque de presión hidroneumático de 2000 litros:** Consiste en la instalación del tanque de presión hidroneumático de 2000 litros con todos sus componentes, para un sistema que no cuenta con tanque elevado. Este proceso se finalizará una vez que todas las tuberías del sistema estén instaladas.

Unidad: unidad (U).

- **Suministro e instalación de tanque de presión hidroneumático de 500 litros:** Consiste en la instalación del tanque de presión hidroneumático de 500 litros con todos sus componentes, para un sistema que no cuenta con tanque elevado. Este proceso se finalizará una vez que todas las tuberías del sistema estén instaladas.

Unidad: unidad (U).

6. MANEJO AMBIENTAL

- **Agua para controlar el polvo por excavaciones:** consiste en el riego con una lámina de agua por parte de un tanquero, realizado en función del criterio del fiscalizador de obra.

Unidad: metro cúbico (m³).

- **Control y monitoreo de ruido:** Consiste en la utilización de un sonómetro digital con el fin de controlar y monitorear el ruido en las zonas intervenidas.

Unidad: unidad (U).

- **Control y monitoreo de material particulado:** Se utiliza un equipo de monitoreo/análisis con el fin de controlar y monitorear el material particulado generado en las zonas intervenidas.
Unidad: unidad (U).
- **Socialización de la obra con la comunidad:** Este rubro comprende en brindar charlas informativas a ejecutar, rutas alternas y el beneficio que tendrán los habitantes.
Unidad: unidad (U).
- **Charla de mediación con la comunidad:** Consiste en presentar problemas entre la población y la construcción de la obra en caso de que se presenten, mediante charlas de mediación con la comunidad para llegar a un acuerdo.
Unidad: unidad (U).
- **Charla de seguridad y salud ocupacional:** Este rubro trata acerca de brindar charlas de capacitación en seguridad del personal, tanto en información sobre letreros, uso de los EPPs y del botiquín de primeros auxilios con la finalidad de tomar medidas de seguridad y estar preparados ante cualquier posible accidente laboral.
Unidad: unidad (U).
- **Limpieza y cierre de obra:** Comprende la finalización de obra, se limpian material derrocado del lugar en que se realizó la construcción y se entrega la obra al cliente.
Unidad: unidad (U).

7. PRUEBAS HIDRÁULICAS

- **Pruebas hidrostáticas de presión en tuberías de riego:** Consiste en verificar el buen funcionamiento de los materiales como el trabajo realizado con la mano de obra. Antes de terminar la instalación completa del sistema, deben hacerse pruebas por tramos terminados.

Unidad: metros lineales (m).

- **Prueba de estanqueidad:** consiste en asegurar la ausencia de fugas en cualquier sistema en el que intervengan fluidos a presiones iguales o distintas a la atmosfera.

Unidad: metros lineales (m).

8. INFRAESTRUCTURA EN CALLES

- **Corte, rotura y desalojo de pavimento de hormigón en calle e=20 cm:** Consiste en la rotura del pavimento de hormigón y será realizado en función del trazado donde ira ubicada la red de distribución. Considera el desalojo de los escombros producidos y su ubicación en el lugar permitido.

Unidad: metros lineales (m²).

- **Reposición de pavimento de hormigón de 280 kg/cm²:** Consiste en la reconstrucción del pavimento rígido con las mismas características y calidad del pavimento previamente derrocado.

Unidad: metro cúbico (m³).

- **Corte, rotura y desalojo de asfalto en calles e=5 cm:** Consiste en la rotura del pavimento asfáltico y será realizado en función del trazado donde ira ubicada la red de distribución. Considera el desalojo de los escombros producidos y su ubicación en el lugar permitido.

Unidad: metros lineales (m²).

- **Reposición de pavimento asfáltico e=5 cm:** Consiste en la reconstrucción del pavimento flexible con las mismas características y calidad del pavimento previamente derrocado.

Unidad: metros lineales (m²).

Presupuesto

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS ÁREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERÍA DE LA ESPOL.

UBICACIÓN: CAMPUS GUSTAVO GALINDO ESPOL, KM. 30.5, VIA PERIMETRAL

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNIT.	P.TOTAL
1	PRELIMINARES				\$16,284.70
1.01	Trazado y Replanteo de Tuberías.	M	6,637.00	\$ 0.76	\$5,044.12
1.02	Caseta provisional para oficina y bodega.	M2	70.00	\$ 61.32	\$4,292.40
1.03	Batería sanitaria para obreros.	U	1.00	\$ 48.23	\$48.23
1.04	Seguridad y guardianía.	MES	5.00	\$ 1,379.99	\$6,899.95
2	MOVIMIENTO DE TIERRA.				\$97,980.51
2.01	Excavación a máquina.	M3	5,638.00	\$ 6.10	\$34,391.80
2.02	Desalojo.	M3	5,519.92	\$ 4.98	\$27,489.20
2.03	Relleno Compactado con material de préstamo importado.	M3	3,852.60	\$ 9.10	\$35,058.66
2.04	Relleno con material de base clase 1.	M3	45.00	\$ 23.13	\$1,040.85
3	SISTEMA DE ASPERSIÓN				\$79,114.54
3.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01388M	M	442.75	\$ 1.58	\$699.55
3.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01885M	M	46.49	\$ 1.85	\$86.01
3.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0243M	M	285.30	\$ 2.27	\$647.63
3.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,03246M	M	303.14	\$ 2.45	\$742.69
3.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0381M	M	624.11	\$ 2.55	\$1,591.48
3.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,04924M	M	1,695.17	\$ 2.66	\$4,509.15
3.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0844M	M	121.88	\$ 2.76	\$336.39
3.08	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0862M	M	76.80	\$ 3.13	\$240.38

3.09	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0864M	M	789.18	\$ 3.38	\$2,667.43
3.10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1048M	M	257.52	\$ 3.40	\$875.57
3.11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,105M	M	257.58	\$ 3.54	\$911.83
3.12	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1052M	M	81.13	\$ 3.78	\$306.67
3.13	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1056M	M	242.76	\$ 3.89	\$944.34
3.14	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,153M	M	519.64	\$ 4.52	\$2,348.77
3.15	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1536M	M	63.98	\$ 5.00	\$319.90
3.16	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,20M	M	598.75	\$ 5.80	\$3,472.75
3.17	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ASPERSORES 3500.	U	175.00	\$ 21.24	\$3,717.00
3.18	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ASPERSORES 1800.	U	2,984.00	\$ 18.25	\$54,458.00
3.19	PROVISIÓN E INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTA.	U	20.00	\$ 11.95	\$239.00
4	SISTEMA POR GOTEO				\$33,598.84
4.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01388M	M	670.68	\$ 1.58	\$1,059.67
4.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01885M	M	780.58	\$ 1.85	\$1,444.07
4.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0243M	M	1,762.62	\$ 2.27	\$4,001.15
4.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,03246M	M	1,075.90	\$ 2.45	\$2,635.96
4.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0381M	M	588.79	\$ 2.55	\$1,501.41
4.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,04924M	M	761.86	\$ 2.66	\$2,026.55
4.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0844M	M	166.99	\$ 2.76	\$460.89
4.08	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,16M	M	598.75	\$ 5.45	\$3,263.19
4.09	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC PERFORADA	M	6,637.05	\$ 2.56	\$16,990.85
4.10	PROVISIÓN E INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTA.	U	18.00	\$ 11.95	\$215.10
5	EQUIPAMIENTO				\$29,772.75
5.01	Suministro, transporte y colocación de Bomba centrífuga 50 HP caudal nominal 500 GPM	U	1.00	\$ 15,240.00	\$15,240.00
5.02	Suministro, transporte y colocación de Bomba centrífuga 10 HP 220V/440V trifásica.	U	1.00	\$ 2,980.00	\$2,980.00

5.03	Suministro e instalación de tanque de presión hidroneumáticos de 2000 litros	U	7.00	\$ 1,582.50	\$11,077.50
5.04	Suministro e instalación de tanque de presión hidroneumático de 500 litros.	U	1.00	\$ 475.25	\$475.25
6	MANEJO AMBIENTAL				\$10,496.40
6.01	Control y monitoreo de ruido.	U	1.00	45.20	\$45.20
6.02	Agua para controlar el polvo de excavación	M3	3,852.60	2.15	\$8,283.09
6.03	Control y monitoreo de material particulado.	U	1.00	460.28	\$460.28
6.04	Cubeto de recolección de fluidos contaminantes.	U	2.00	65.00	\$130.00
6.05	Socialización de la obra con la comunidad.	U	2.00	98.00	\$196.00
6.06	Charlas de mediación con la comunidad.	U	2.00	125.80	\$251.60
6.07	Charla de seguridad y salud ocupacional.	U	6.00	125.80	\$754.80
6.08	Limpieza y cierre de obra.	GLB	1.00	375.43	\$375.43
7	PRUEBAS HIDRAULICAS				\$26,521.55
7.01	Pruebas hidrostáticas de presión en tuberías de riego.	M	6,406.17	1.75	\$11,210.80
7.02	Prueba de estanqueidad.	M	6,406.17	2.39	\$15,310.75
8	INFRAESTRUCTURA EN CALLES.				\$27,538.41
8.01	Corte rotura y desalojo de pavimento de hormigón en calles e=20cm.	M2	418.00	\$9.20	\$3,845.60
8.02	Reposición de pavimento de hormigón de 280kg/cm2.	M3	83.60	\$211.92	\$17,716.51
8.03	Corte rotura y desalojo de asfalto en calles e=5cm.	M2	330.00	\$7.35	\$2,425.50
8.04	Reposición de pavimento asfaltico e=5cm.	M2	330.00	\$10.76	\$3,550.80
TOTAL					\$321,307.70

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRELIMINARES

HOJA 1
DE 58

RUBRO: 1.01

UNIDAD: M

DETALLE: Trazado y Replanteo de Tuberías.

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIEN T O	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)					0.01000
ESTACIÓN TOTAL	1.00000	4.00000	4.00000	0.02000	0.08000
SUBTOTAL M					0.09000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDA D	JORNAL/H R	COSTO HORA	RENDIMIEN T O	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.50000	4.29000	2.15000	0.02000	0.04000
Topógrafo 2 (Est. Ocup. C1)	1.00000	4.29000	4.29000	0.02000	0.09000
Peón (Est. Ocup. E2)	2.00000	3.83000	7.66000	0.02000	0.15000
SUBTOTAL N					0.28000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO UNIT.	COSTO	
				A	B
CUARTONES DE ENCOFRADO 2" X 3" X 4 M.	U	0.01000	3.00000		0.03000
CLAVOS DE 2" A 3 1/2"	KG	0.02000	1.65000		0.03000
TIRAS DE ENCOFRADO DE 1" X 3" X 4 M.	U	0.01000	1.80000		0.02000
CEMENTINA (25KG)	SC	0.02000	1.53000		0.03000
PINTURA ROJA	GL	0.01000	18.00000		0.18000
SUBTOTAL O					0.29000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D	TARIFA	COSTO	
				A	B
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 0.66000
COSTOS INDIRECTOS				10.00%	\$ 0.06600
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.					
UTILIDAD			5.00%	\$ 0.03300	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 0.75900
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023					
VALOR OFERTADO					\$ 0.76

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
PRELIMINARES

HOJA 2 DE

RUBRO: 1.02
DETALLE:

UNIDAD: 58
M2

Caseta provisional para oficina y bodega.

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)					0.82000
AMOLADORA	1.00000	1.00000	1.00000	0.50000	0.50000
TALADRO	1.00000	1.00000	1.00000	0.50000	0.50000
SUBTOTAL M					1.82000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.50000	4.29000	2.15000	0.50000	1.08000
Albañil (Est. Ocup. D2)	2.00000	3.87000	7.74000	0.50000	3.87000
Carpintero (Est. Ocup. D2).	2.00000	3.87000	7.74000	0.50000	3.87000
Peón (Est. Ocup. E2)	4.00000	3.83000	15.32000	0.50000	7.66000
SUBTOTAL N					16.48000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
TABLAS DE ENCOFRADO DE 1" X 4 M.	U	1.60000	4.50000	7.20000	
TIRAS DE ENCOFRADO DE 1" X 3" X 4 M.	U	0.50000	1.80000	0.90000	
CUARTONES DE ENCOFRADO 2" X 3" X 4 M.	U	0.25000	3.00000	0.75000	
ALAMBRE RECOCIDO No. 18	KG	0.50000	1.20000	0.60000	
CLAVOS DE 2" A 3 1/2"	KG	0.70000	1.65000	1.16000	
PLANCHA DE ZINC DE 8'	U	0.40000	8.50000	3.40000	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50 KG)	SC	1.00000	7.85000	7.85000	
Arena gruesa.	M3	0.05000	17.00000	0.85000	
PIEDRA # 3/4 FINA	M3	0.08000	18.00000	1.44000	
AGUA	M3	0.02000	1.00000	0.02000	
PLYWOOD ENCONFRADO 15MM	U	0.35000	31.00000	10.85000	
SUBTOTAL O					35.02000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 53.32000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
UTILIDAD					5.00%
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A. GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023					\$ 2.66600

COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 61.31800
VALOR OFERTADO	\$ 61.32

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

PRELIMINARES

HOJA 3 DE

58

RUBRO: 1.03
DETALLE: Bateria sanitaria para obreros.

UNIDAD: U

EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
					1.96000	
SUBTOTAL M					1.96000	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	4.29000	4.29000	2.00000	8.58000	
	4.00000	3.83000	15.32000	2.00000	30.64000	
SUBTOTAL N					39.22000	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Tuberia de PVC E/C d=0,01388m incluye accesorios.		A	B	C=A*B		
	m	1.00000	0.76000	0.76000		
SUBTOTAL O				0.76000		
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P				0.00		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A. GUA YAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023		TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 41.94000	
		COSTOS INDIRECTOS			10.00%	\$ 4.19400
		UTILIDAD			5.00%	\$ 2.09700
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 48.23100	
		VALOR OFERTADO			\$ 48.23	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

PRELIMINARES

HOJA 4 DE 58

RUBRO: 1.04
 DETALLE: Seguridad y guardianía.

UNIDAD: MES

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R 57.14000
SUBTOTAL M					57.14000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Guardia de seguridad (Est. Ocup. D2)	1.00000	4.29000	4.29000	95.00000	407.55000
	2.00000	3.87000	7.74000	95.00000	735.30000
SUBTOTAL N					1142.85000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		1.00000			
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.		TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 1,199.99000
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023		COSTOS INDIRECTOS 10.00%			\$ 119.99900
		UTILIDAD 5.00%			\$ 59.99950
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 1,379.98850
		VALOR OFERTADO			\$ 1,379.99

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

MOVIMIENTO DE TIERRA

HOJA 5 DE 58

RUBRO: 2.01
DETALLE: Excavación a máquina.

UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
EXCAVADORA 130 HP/1,0 M3	1.00000	40.00000	40.00000	0.10000	4.00000
SUBTOTAL M					4.06000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Operador: Excavadora (Est. Ocup. D2).	1.00000	4.29000	4.29000	0.10000	0.43000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.10000	0.38000
SUBTOTAL N					1.24000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.		TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 5.30000
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023		COSTOS INDIRECTOS			10.00%
		UTILIDAD			5.00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 6.09500
		VALOR OFERTADO			\$ 6.10

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

MOVIMIENTO DE TIERRA

HOJA 6 DE
58

RUBRO: 2.02
 DETALLE: Desalojo.

UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)					0.05000
VOLQUETA 8 M3	2.00000	15.00000	30.00000	0.06000	1.80000
RETROEXCAVADORA 75 HP	1.00000	24.00000	24.00000	0.06000	1.44000
SUBTOTAL M					3.29000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.06000	0.03000
Chofer: Volquetas. (Est. Ocup. C1)	2.00000	5.62000	11.24000	0.06000	0.67000
Chofer: Retroexcavadora.	1.00000	5.62000	5.62000	0.06000	0.34000
SUBTOTAL N					1.04000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O				0.00000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 4.33000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
UTILIDAD					5.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 4.97950
VALOR OFERTADO					\$ 4.98

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

MOVIMIENTO DE TIERRA

HOJA 7 DE
58

RUBRO: 2.03
DETALLE: Relleno Compactado con material de préstamo importado.

UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)					0.03000
RETROEXCAVADORA 75 HP	1.00000	24.00000	24.00000	0.03000	0.72000
RODILLO VIBRATORIO 125 HP 10,00 TON.	1.00000	30.00000	30.00000	0.03000	0.90000
MINICARGADOR CASE 1845	1.00000	10.00000	10.00000	0.03000	0.30000
SUBTOTAL M					1.95000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.03000	0.01000
Chofer: Retroexcavadora.	1.00000	5.62000	5.62000	0.03000	0.17000
Operador: Rodillo (Est. Ocup. D2).	1.00000	4.29000	4.29000	0.03000	0.13000
Chofer: Minicargador.	1.00000	5.62000	5.62000	0.03000	0.17000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.03000	0.11000
SUBTOTAL N					0.59000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CASCAJO MEDIANO/FINO	M3	1.25000	4.00000	5.00000	
AGUA	M3	0.05000	1.00000	0.05000	
PRUEBAS DE SUELO MAS PROCTOR	U	0.00900	35.00000	0.32000	
SUBTOTAL O				5.37000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 7.91000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 0.79100
UTILIDAD					5.00%
					\$ 0.39550
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 9.09650

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

VALOR OFERTADO

\$ 9.10

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

MOVIMIENTO DE TIERRA

HOJA 8 DE 58

RUBRO: 2.04

UNIDAD: M3

DETALLE: Relleno con material de base clase 1.

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)					0.02000
RODILLO VIBRATORIO 125 HP 10,00 TON.	1.00000	30.00000	30.00000	0.05000	1.50000
SUBTOTAL M					1.52000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.05000	0.02000
Operador de rodillo autopropulsado (Est. Ocup. C2).	1.00000	4.09000	4.09000	0.05000	0.20000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.05000	0.19000
SUBTOTAL N					0.41000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
BASE CLASE 1	M3	1.25000	14.50000	18.13000	
AGUA	M3	0.05000	1.00000	0.05000	
SUBTOTAL O				18.18000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 20.11000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 2.01100
UTILIDAD					5.00%
					\$ 1.00550
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 23.12650
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.					
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023					
VALOR OFERTADO					\$ 23.13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 10 DE 58

RUBRO: 3.02 **UNIDAD:** M
DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01388M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					0.02000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Plomero (Est. Ocup. D2).	0.10000	4.29000	0.43000	0.05000	0.02000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.87000	3.87000	0.05000	0.19000
	1.00000	3.83000	3.83000	0.05000	0.19000
SUBTOTAL N					0.40000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,01388m incluye accesorios.	m	1.00000	0.76000	0.76000	
Polipega	GL	0.00200	58.25000	0.12000	
Polilimpia	GL	0.00100	35.20000	0.04000	
Arena gruesa.	M3	0.00200	17.00000	0.03000	
SUBTOTAL O				0.95000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 1.37000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 0.13700
UTILIDAD					5.00%
					\$ 0.06850
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 1.57550
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023					
VALOR OFERTADO					\$ 1.58

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE
INGENIERIA DE LA ESPOL.

SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 12 DE
58

RUBRO: 3.04 **UNIDAD:** M
DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01885M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)					0.02000
SUBTOTAL M					0.02000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.05000	0.02000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.05000	0.19000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.05000	0.19000
SUBTOTAL N					0.40000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,01885m incluye accesorios.	m	1.00000	1.00000	1.00000	
Polipega	GL	0.00200	58.25000	0.12000	
Polilimpia	GL	0.00100	35.20000	0.04000	
Arena gruesa.	M3	0.00200	17.00000	0.03000	
SUBTOTAL O				1.19000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 1.61000
COSTOS INDIRECTOS 10.00%					\$ 0.16100
UTILIDAD 5.00%					\$ 0.08050
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 1.85150

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE
INGENIERIA DE LA ESPOL.

SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 14 DE
58

RUBRO: 3.06 **UNIDAD:** M
DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0243M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					0.02000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Plomero (Est. Ocup. D2).	0.10000	4.29000	0.43000	0.05000	0.02000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.87000	3.87000	0.05000	0.19000
	1.00000	3.83000	3.83000	0.05000	0.19000
SUBTOTAL N					0.40000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,0243m incluye accesorios.	m	1.00000	1.26000	1.26000	
Polipega	GL	0.00300	58.25000	0.17000	
Polilimpia	GL	0.00200	35.20000	0.07000	
Arena gruesa.	M3	0.00300	17.00000	0.05000	
SUBTOTAL O				1.55000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 1.97000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
UTILIDAD					5.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 2.26550
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.					
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023					\$ 2.27

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE
INGENIERIA DE LA ESPOL.

SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 15 DE
58

RUBRO: 3.07 **UNIDAD:** M
DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,03246M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)					0.02000
SUBTOTAL M					0.02000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.06000	0.03000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.06000	0.23000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.06000	0.23000
SUBTOTAL N					0.49000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,03246m incluye accesorios.	m	1.00000	1.33000	1.33000	
Polipega	GL	0.00300	58.25000	0.17000	
Polilimpia	GL	0.00200	35.20000	0.07000	
Arena gruesa.	M3	0.00300	17.00000	0.05000	
SUBTOTAL O				1.62000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 2.13000
COSTOS INDIRECTOS 10.00%					\$ 0.21300
UTILIDAD 5.00%					\$ 0.10650
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 2.44950
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023					
VALOR OFERTADO					\$ 2.45

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 16 DE 58

RUBRO: 3.08 **UNIDAD:** M
DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0381M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					0.02000
SUBTOTAL M					0.02000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.06000	0.03000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.06000	0.23000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.06000	0.23000
SUBTOTAL N					0.49000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,0381m incluye accesorios.	m	1.00000	1.42000	1.42000	
Polipega	GL	0.00300	58.25000	0.17000	
Polilimpia	GL	0.00200	35.20000	0.07000	
Arena gruesa.	M3	0.00300	17.00000	0.05000	
SUBTOTAL O				1.71000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 2.22000
COSTOS INDIRECTOS				10.00%	\$ 0.22200
UTILIDAD				5.00%	\$ 0.11100
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 2.55300
VALOR OFERTADO					\$ 2.55

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 17 DE 58

RUBRO: 3.09

UNIDAD: M

DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,04924M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					0.02000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.06000	0.03000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.06000	0.23000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.06000	0.23000
SUBTOTAL N					0.49000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,04924m incluye accesorios.	m	1.00000	1.51000	1.51000	
Polipega	GL	0.00300	58.25000	0.17000	
Polilimpia	GL	0.00200	35.20000	0.07000	
Arena gruesa.	M3	0.00300	17.00000	0.05000	
SUBTOTAL O					1.80000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 2.31000
COSTOS INDIRECTOS				10.00%	\$ 0.23100
UTILIDAD				5.00%	\$ 0.11550
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 2.65650
VALOR OFERTADO					\$ 2.66

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 18 DE 58

RUBRO: 3.10

UNIDAD: M

DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0844M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					0.02000
SUBTOTAL M					0.02000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.06000	0.03000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.06000	0.23000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.06000	0.23000
SUBTOTAL N					0.49000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,0844m incluye accesorios.	m	1.00000	1.58000	1.58000	
Polipega	GL	0.00300	58.25000	0.17000	
Polilimpia	GL	0.00200	35.20000	0.07000	
Arena gruesa.	M3	0.00400	17.00000	0.07000	
SUBTOTAL O					1.89000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 2.40000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 0.24000
UTILIDAD					5.00%
					\$ 0.12000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 2.76000
VALOR OFERTADO					\$ 2.76

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 19 DE 58

RUBRO: 3.11

UNIDAD: M

DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0862M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					0.03000
SUBTOTAL M					0.03000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.07000	0.03000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.07000	0.27000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.07000	0.27000
SUBTOTAL N					0.57000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,0862m incluye accesorios.	m	1.00000	1.81000	1.81000	
Polipega	GL	0.00300	58.25000	0.17000	
Polilimpia	GL	0.00200	35.20000	0.07000	
Arena gruesa.	M3	0.00400	17.00000	0.07000	
SUBTOTAL O					2.12000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 2.72000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 0.27200
UTILIDAD					5.00%
					\$ 0.13600
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 3.12800
VALOR OFERTADO					\$ 3.13

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 20 DE 58

RUBRO: 3.12

UNIDAD: M

DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0864M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					0.03000
SUBTOTAL M					0.03000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.07000	0.03000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.07000	0.27000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.07000	0.27000
SUBTOTAL N					0.57000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,0864m incluye accesorios.	m	1.00000	2.03000	2.03000	
Polipega	GL	0.00300	58.25000	0.17000	
Polilimpia	GL	0.00200	35.20000	0.07000	
Arena gruesa.	M3	0.00400	17.00000	0.07000	
SUBTOTAL O				2.34000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
				TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 2.94000
				COSTOS INDIRECTOS	10.00%
					\$ 0.29400
				UTILIDAD	5.00%
					\$ 0.14700
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 3.38100
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023				VALOR OFERTADO	\$ 3.38

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 21 DE 58

RUBRO: 3.13

UNIDAD: M

DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1048M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					0.03000
SUBTOTAL M					0.03000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.07000	0.03000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.07000	0.27000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.07000	0.27000
SUBTOTAL N					0.57000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,1048m incluye accesorios.	m	1.00000	2.05000	2.05000	
Polipega	GL	0.00300	58.25000	0.17000	
Polilimpia	GL	0.00200	35.20000	0.07000	
Arena gruesa.	M3	0.00400	17.00000	0.07000	
SUBTOTAL O					2.36000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 2.96000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 0.29600
UTILIDAD					5.00%
					\$ 0.14800
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 3.40400
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023	VALOR OFERTADO				\$ 3.40

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 23 DE 58

RUBRO: 3.15

UNIDAD: M

DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1052M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					0.03000
SUBTOTAL M					0.03000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.07000	0.03000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.07000	0.27000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.07000	0.27000
SUBTOTAL N					0.57000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,1052m incluye accesorios.	m	1.00000	2.36000	2.36000	
Polipega	GL	0.00300	58.25000	0.17000	
Polilimpia	GL	0.00200	35.20000	0.07000	
Arena gruesa.	M3	0.00500	17.00000	0.09000	
SUBTOTAL O					2.69000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
			TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$ 3.29000
			COSTOS INDIRECTOS	10.00%	\$ 0.32900
			UTILIDAD	5.00%	\$ 0.16450
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.			COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$ 3.78350
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023			VALOR OFERTADO		\$ 3.78

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 24 DE 58

RUBRO: 3.16

UNIDAD: M

DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1056M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					0.03000
SUBTOTAL M					0.03000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.07000	0.03000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.07000	0.27000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.07000	0.27000
SUBTOTAL N					0.57000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,1056m incluye accesorios.	m	1.00000	2.45000	2.45000	
Polipega	GL	0.00300	58.25000	0.17000	
Polilimpia	GL	0.00200	35.20000	0.07000	
Arena gruesa.	M3	0.00500	17.00000	0.09000	
SUBTOTAL O				2.78000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 3.38000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 0.33800
UTILIDAD					5.00%
					\$ 0.16900
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 3.88700
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023					
VALOR OFERTADO					\$ 3.89

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 26 DE 58

RUBRO: 3.18 **UNIDAD:** M
DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,153M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					0.03000
SUBTOTAL M					0.03000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.07000	0.03000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.07000	0.27000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.07000	0.27000
SUBTOTAL N					0.57000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,153m incluye accesorios.	m	1.00000	2.99000	2.99000	
Polipega	GL	0.00300	58.25000	0.17000	
Polilimpia	GL	0.00200	35.20000	0.07000	
Arena gruesa.	M3	0.00600	17.00000	0.10000	
SUBTOTAL O				3.33000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 3.93000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 0.39300
UTILIDAD					5.00%
					\$ 0.19650
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 4.51950
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023					
VALOR OFERTADO					\$ 4.52

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 27 DE 58

RUBRO: 3.19

UNIDAD: M

DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1536M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					0.03000
SUBTOTAL M					0.03000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.07000	0.03000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.07000	0.27000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.07000	0.27000
SUBTOTAL N					0.57000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,1536m incluye accesorios.	m	1.00000	3.41000	3.41000	
Polipega	GL	0.00300	58.25000	0.17000	
Polilimpia	GL	0.00200	35.20000	0.07000	
Arena gruesa.	M3	0.00600	17.00000	0.10000	
SUBTOTAL O					3.75000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
			TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$ 4.35000
			COSTOS INDIRECTOS	10.00%	\$ 0.43500
			UTILIDAD	5.00%	\$ 0.21750
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.			COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$ 5.00250
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023			VALOR OFERTADO		\$ 5.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 28 DE 58

RUBRO: 3.20

UNIDAD: M

DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,20M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					0.03000
SUBTOTAL M					0.03000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.07000	0.03000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.07000	0.27000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.07000	0.27000
SUBTOTAL N					0.57000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC E/C d=0,20m incluye accesorios.	m	1.00000	4.10000	4.10000	
Polipega	GL	0.00300	58.25000	0.17000	
Polilimpia	GL	0.00200	35.20000	0.07000	
Arena gruesa.	M3	0.00600	17.00000	0.10000	
SUBTOTAL O					4.44000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 5.04000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 0.50400
UTILIDAD					5.00%
					\$ 0.25200
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 5.79600
VALOR OFERTADO					\$ 5.80

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 29 DE 58

RUBRO: 3.21
DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ASPERSORES 3500.

UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					0.05000
SUBTOTAL M					0.05000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.12000	0.05000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.12000	0.46000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.12000	0.46000
SUBTOTAL N					0.97000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Aspersor metálico 3500	u	1.00000	12.45000	12.45000	
Accesorios para aspersores	u	1.00000	5.00000	5.00000	
SUBTOTAL O					17.45000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 18.47000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 1.84700
UTILIDAD					5.00%
					\$ 0.92350
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 21.24050
VALOR OFERTADO					\$ 21.24

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
SISTEMA DE ASPERSIÓN

HOJA 30 DE 58

RUBRO: 3.22

UNIDAD: U

DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ASPERSORES 1800.

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					0.05000
SUBTOTAL M					0.05000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.12000	0.05000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.12000	0.46000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.12000	0.46000
SUBTOTAL N					0.97000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Aspersor metálico 1800	u	1.00000	9.85000	9.85000	
Accesorios para aspersores	u	1.00000	5.00000	5.00000	
SUBTOTAL O					14.85000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 15.87000
COSTOS INDIRECTOS 10.00%					\$ 1.58700
UTILIDAD 5.00%					\$ 0.79350
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 18.25050
VALOR OFERTADO					\$ 18.25

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
SISTEMA POR GOTEO

HOJA 31 DE 58

RUBRO: 3.23

UNIDAD: U

DETALLE: PROVISIÓN E INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTA.

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)					0.20000
SUBTOTAL M					0.20000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.50000	0.22000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.50000	1.94000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.50000	1.92000
SUBTOTAL N					4.08000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Valvula de compuerta	u	1.00000	5.60000	5.60000	
Accesorios para válvula de compuerta.	u	0.20000	2.50000	0.50000	
Cinta teflon de 1"	u	0.01000	1.00000	0.01000	
SUBTOTAL O				6.11000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 10.39000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 1.03900
UTILIDAD					5.00%
					\$ 0.51950
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 11.94850
VALOR OFERTADO					\$ 11.95

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
SISTEMA POR GOTEO

HOJA 43 DE 58

RUBRO: 4.12

UNIDAD: M

DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC PERFORADA

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					0.03000
SUBTOTAL M					0.03000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.10000	4.29000	0.43000	0.08000	0.03000
Plomero (Est. Ocup. D2).	1.00000	3.87000	3.87000	0.08000	0.31000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	0.08000	0.31000
SUBTOTAL N					0.65000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tuberia de PVC roscables 1/2" perforada.	m	1.00000	1.25000	1.25000	
Accesorios roscables PVC 1/2".	u	0.10000	2.00000	0.20000	
Cinta teflon de 1"	u	0.01000	1.00000	0.01000	
Arena gruesa.	M3	0.00500	17.00000	0.09000	
SUBTOTAL O					1.55000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 2.23000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 0.22300
UTILIDAD					5.00%
					\$ 0.11150
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 2.56450
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.					
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023					
VALOR OFERTADO					\$ 2.56

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
EQUIPAMIENTO

HOJA 45 DE 58

RUBRO: 5.01 **UNIDAD:** 0
DETALLE: Suministro, transporte y colocación de Bomba centrífuga 50 HP caudal nominal 500 gpm.

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					8.57000
SUBTOTAL M					8.57000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.50000	4.29000	2.15000	8.00000	17.20000
Plomero (Est. Ocup. D2).	3.00000	3.87000	11.61000	8.00000	92.88000
Peón (Est. Ocup. E2)	2.00000	3.83000	7.66000	8.00000	61.28000
SUBTOTAL N					171.36000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Bomba centrífuga 50HP trifásica.	u	1.00000	12660.00000	12660.00000	
Accesorios para instalación de bomba.	u	1.00000	186.74000	186.74000	
Tablero de distribución eléctrico incluye breakers.	u	1.00000	225.50000	225.50000	
SUBTOTAL O					13072.24000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 13,252.17000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 1,325.21700
UTILIDAD					5.00%
					\$ 662.60850
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 15,239.99550
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023					
VALOR OFERTADO					\$ 15,240.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
EQUIPAMIENTO

HOJA 46 DE 58

RUBRO: 5.02 **UNIDAD:** U
DETALLE: Suministro, transporte y colocación de Bomba centrífuga 10 HP 220V/440V trifásica.

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					8.57000
SUBTOTAL M					8.57000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.50000	4.29000	2.15000	8.00000	17.20000
Plomero (Est. Ocup. D2).	3.00000	3.87000	11.61000	8.00000	92.88000
Peón (Est. Ocup. E2)	2.00000	3.83000	7.66000	8.00000	61.28000
SUBTOTAL N					171.36000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Bomba centrífuga 10HP trifásica.	u	1.00000	2150.00000	2150.00000	
Accesorios para instalación de bomba.	u	1.00000	105.87000	105.87000	
Tablero de distribución eléctrico incluye breakers.	u	1.00000	155.50000	155.50000	
SUBTOTAL O					2411.37000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 2,591.30000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 259.13000
UTILIDAD					5.00%
					\$ 129.56500
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 2,979.99500
VALOR OFERTADO					\$ 2,980.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

EQUIPAMIENTO

HOJA 47 DE 58

RUBRO: 5.03 **UNIDAD:** U
DETALLE: Suministro e instalación de tanque de presión hidroneumáticos de 2000 litros

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R 5.09000
SUBTOTAL M					5.09000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.50000	4.29000	2.15000	4.75000	10.21000
Plomero (Est. Ocup. D2).	3.00000	3.87000	11.61000	4.75000	55.15000
Peón (Est. Ocup. E2)	2.00000	3.83000	7.66000	4.75000	36.39000
SUBTOTAL N					101.75000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tanque de presión de 2000lt.	u	1.00000	1174.75000	1174.75000	
Accesorios para tanque de presión.	u	1.00000	94.50000	94.50000	
SUBTOTAL O					1269.25000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 1,376.09000
COSTOS INDIRECTOS 10.00%					\$ 137.60900
UTILIDAD 5.00%					\$ 68.80450
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 1,582.50350
VALOR OFERTADO					\$ 1,582.50

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

EQUIPAMIENTO

HOJA 48 DE 58

RUBRO: 5.04 **UNIDAD:** U
DETALLE: Suministro e instalación de tanque de presión hidroneumático de 500 litros.

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					3.75000
SUBTOTAL M					3.75000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0.50000	4.29000	2.15000	3.50000	7.53000
Plomero (Est. Ocup. D2).	3.00000	3.87000	11.61000	3.50000	40.64000
Peón (Est. Ocup. E2)	2.00000	3.83000	7.66000	3.50000	26.81000
SUBTOTAL N					74.98000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tanque de presión de 500lt.	u	1.00000	310.00000	310.00000	
Accesorios para tanque de presión.	u	1.00000	24.53000	24.53000	
SUBTOTAL O					334.53000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 413.26000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 41.32600
UTILIDAD					5.00%
					\$ 20.66300
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 475.24900
VALOR OFERTADO					\$ 475.25

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.
GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
MANEJO AMBIENTAL

HOJA 49 DE 58

RUBRO: 6.01
DETALLE: Control y monitoreo de ruido.

UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
EQUIPO DE MONITOREO DE RUIDO	1.00000	6.03000	6.03000	2.70000	16.28000
SUBTOTAL M					17.38000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1.00000	4.29000	4.29000	2.70000	11.58000
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	3.83000	3.83000	2.70000	10.34000
SUBTOTAL N					21.92000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O				0.00000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 39.30000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
UTILIDAD					5.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 45.19500
VALOR OFERTADO					\$ 45.20

ESTOS
 PRECIOS NO
 INCLUYEN I.V.A.
 GUAYAQUIL, 18
 DE ENERO DEL
 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.
MANEJO AMBIENTAL **HOJA 58 DE 58**

RUBRO: 6.02
DETALLE: Agua para controlar el polvo de excavacion

UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
Tanquero	A 0.06000	B 30.0000	C=A*B	R	D=C*R 1.80000
SUBTOTAL M					1.80000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer profesional	A 0.06000	B 5.62000	C=A*B 0.33720	R 0.15000	D=C*R 0.05058
SUBTOTAL N					0.05058
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 1.85058
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
UTILIDAD					5.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 2.12817
VALOR OFERTADO					\$ 2.13

ESTOS
 PRECIOS NO
 INCLUYEN
 I.V.A.
 GUAYAQUIL, 18
 DE ENERO DEL
 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

MANEJO AMBIENTAL

HOJA 50 DE
58

RUBRO: 6.03
DETALLE: Control y monitoreo de material particulado.

UNIDAD: U

EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)					2.99000	
EQUIPO DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO	1.00000	67.50000	67.50000	5.00000	337.50000	
SUBTOTAL M					340.49000	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1.00000	4.29000	4.29000	5.00000	21.45000	
Peón (Est. Ocup. E2)	2.00000	3.83000	7.66000	5.00000	38.30000	
SUBTOTAL N					59.75000	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL O				0.00000		
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P				0.00		
					TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 400.24000
					COSTOS INDIRECTOS	10.00%
					UTILIDAD	5.00%
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 460.27600
					VALOR OFERTADO	\$ 460.28

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.
 GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

MANEJO AMBIENTAL

HOJA 51 DE
58

RUBRO: 6.04
DETALLE: CubETo de recolección de fluidos contaminantes.

UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R 0.60000
SUBTOTAL M					0.60000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	A 1.00000	B 4.29000	C=A*B 4.29000	R 1.00000	D=C*R 4.29000
Peón (Est. Ocup. E2)	2.00000	3.83000	7.66000	1.00000	7.66000
SUBTOTAL N					11.95000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
CubETo plástico. Fundas plásticas		A	B	C=A*B	
	u	1.00000	42.50000	42.50000	
	Paquete	1.00000	1.47000	1.47000	
SUBTOTAL O					43.97000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 56.52000
COSTOS INDIRECTOS				10.00%	\$ 5.65200
UTILIDAD				5.00%	\$ 2.82600
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 64.99800
VALOR OFERTADO					\$ 65.00

ESTOS
PRECIOS NO
INCLUYEN I.V.A.
GUAYAQUIL, 18
DE ENERO DEL
2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

MANEJO AMBIENTAL

HOJA 52 DE
58

RUBRO: 6.05

UNIDAD: U

DETALLE: Socialización de la obra con la comunidad.

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R 4.06000
SUBTOTAL M					4.06000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1.00000	4.29000	4.29000	3.81400	16.36000
Ingeniero Civil	1.00000	5.50000	5.50000	3.81400	20.98000
Peón (Est. Ocup. E2)	3.00000	3.83000	11.49000	3.81400	43.82000
SUBTOTAL N					81.16000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 85.22000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 8.52200
UTILIDAD					5.00%
					\$ 4.26100
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 98.00300
VALOR OFERTADO					\$ 98.00

ESTOS
PRECIOS NO
INCLUYEN I.V.A.
GUAYAQUIL, 18
DE ENERO DEL
2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

MANEJO AMBIENTAL

HOJA 53 DE
58

RUBRO: 6.06

UNIDAD: U

DETALLE: Charlas de mediación con la comunidad.

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					5.21000
SUBTOTAL M					5.21000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
	1.00000	4.29000	4.29000	3.60000	15.44000
Ingeniero Civil	1.00000	5.50000	5.50000	3.60000	19.80000
Peón (Est. Ocup. E2)	5.00000	3.83000	19.15000	3.60000	68.94000
SUBTOTAL N					104.18000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 109.39000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 10.93900
UTILIDAD					5.00%
					\$ 5.46950
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 125.79850
VALOR OFERTADO					\$ 125.80

ESTOS
PRECIOS NO
INCLUYEN I.V.A.
GUAYAQUIL, 18
DE ENERO DEL
2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

MANEJO AMBIENTAL

HOJA 54 DE
58

RUBRO: 6.07

UNIDAD: U

DETALLE: Charla de seguridad y salud ocupacional.

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					5.21000
SUBTOTAL M					5.21000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
	1.00000	4.29000	4.29000	3.60000	15.44000
Ingeniero Civil	1.00000	5.50000	5.50000	3.60000	19.80000
Peón (Est. Ocup. E2)	5.00000	3.83000	19.15000	3.60000	68.94000
SUBTOTAL N					104.18000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 109.39000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 10.93900
UTILIDAD					5.00%
					\$ 5.46950
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 125.79850
VALOR OFERTADO					\$ 125.80

ESTOS
PRECIOS NO
INCLUYEN I.V.A.
GUAYAQUIL, 18
DE ENERO DEL
2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

MANEJO AMBIENTAL

HOJA 55 DE
58

RUBRO: 6.08
DETALLE: Limpieza y cierre de obra.

UNIDAD: GLB

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)					7.20000
Minicargador BOB CAT	1.00000	24.00000	24.00000	4.15000	99.60000
VOLQUETA 8 M3	1.00000	15.00000	15.00000	4.15000	62.25000
SUBTOTAL M					169.05000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1.00000	4.29000	4.29000	4.15000	17.80000
Peón (Est. Ocup. E2)	5.00000	3.83000	19.15000	4.15000	79.47000
Chofer: Minicargador.	1.00000	5.62000	5.62000	4.15000	23.32000
Chofer: Volquetas. (Est. Ocup. C1)	1.00000	5.62000	5.62000	4.15000	23.32000
SUBTOTAL N					143.91000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SACO DE YUTE	U	54.00000	0.25000	13.50000	
SUBTOTAL O					13.50000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 326.46000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
					\$ 32.64600
UTILIDAD					5.00%
					\$ 16.32300
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 375.42900
VALOR OFERTADO					\$ 375.43

ESTOS
PRECIOS NO
INCLUYEN I.V.A.
GUAYAQUIL, 18
DE ENERO DEL
2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

PRUEBAS HIDRAULICAS

HOJA 57 DE 58

RUBRO: 7.02
DETALLE: Pruebas hidrostáticas de presión en tuberías de riego.

UNIDAD: M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
EQUIPO DE PRESIÓN	1.00000	15.00000	15.00000	0.05500	0.83000
SUBTOTAL M					0.86000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón (Est. Ocup. E2)	1.00000	4.29000	4.29000	0.05500	0.24000
	2.00000	3.83000	7.66000	0.05500	0.42000
SUBTOTAL N					0.66000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O				0.00000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 1.52000
COSTOS INDIRECTOS 10.00%					\$ 0.15200
UTILIDAD 5.00%					\$ 0.07600
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 1.74800
VALOR OFERTADO					\$ 1.75

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A. GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

MANEJO AMBIENTAL

HOJA 58 DE
58

RUBRO: 7.03
DETALLE: Prueba de estanqueidad.

UNIDAD: M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)	A	B	C=A*B	R	D=C*R 0.10000
SUBTOTAL M					0.10000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	A 1.00000	B 4.29000	C=A*B 4.29000	R 0.12500	D=C*R 0.54000
Peón (Est. Ocup. E2)	3.00000	3.83000	11.49000	0.12500	1.44000
SUBTOTAL N					1.98000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 2.08000
COSTOS INDIRECTOS				10.00%	\$ 0.20800
UTILIDAD				5.00%	\$ 0.10400
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 2.39200
VALOR OFERTADO					\$ 2.39

ESTOS
PRECIOS NO
INCLUYEN I.V.A.
GUAYAQUIL, 18
DE ENERO DEL
2023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE
INGENIERIA DE LA ESPOL.

INFRAESTRUCTURA EN CALLES

HOJA 59 DE
62

RUBRO: 8.01

UNIDAD: M2

DETALLE: Corte rotura y desalojo de pavimento de hormigón en calles e=20cm.

EQUIPOS							
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO		
	A	B	C=A*B	R	D=C*R		
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)					0.22000		
CORTADORA DE HORMIGON	1.00000	3.50000	3.50000	0.25000	0.88000		
MINICARGADOR CASE 1845	1.00000	10.00000	10.00000	0.25000	2.50000		
SUBTOTAL M					3.60000		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
	A	B	C=A*B	R	D=C*R		
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1.00000	4.29000	4.29000	0.25000	1.07000		
Peón (Est. Ocup. E2)	2.00000	3.83000	7.66000	0.25000	1.92000		
Chofer: Minicargador.	1.00000	5.62000	5.62000	0.25000	1.41000		
SUBTOTAL N					4.40000		
MATERIALES							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO			
		A	B	C=A*B			
SUBTOTAL O				0.00000			
TRANSPORTE							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO			
		A	B	C=A*B			
SUBTOTAL P				0.00			
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A. GUAYAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023					TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 8.00000	
					COSTOS INDIRECTOS	10.00%	\$ 0.80000
					UTILIDAD	5.00%	\$ 0.40000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$ 9.20000
					VALOR OFERTADO	\$ 9.20	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE
INGENIERIA DE LA ESPOL.

INFRAESTRUCTURA EN CALLES

HOJA 60 DE
62

RUBRO: 8.02

UNIDAD: M3

DETALLE: Reposición de pavimento de hormigón de 280kg/cm2.

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)					2.89000
Concreteira de 1 saco.	1.00000	3.00000	3.00000	1.35000	4.05000
VIBRADOR DE MANGUERA	1.00000	1.50000	1.50000	1.35000	2.03000
SUBTOTAL M					8.97000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1.00000	4.29000	4.29000	1.35000	5.79000
Albañil (Est. Ocup. D2)	2.00000	3.87000	7.74000	1.35000	10.45000
Carpintero (Est. Ocup. D2).	2.00000	3.87000	7.74000	1.35000	10.45000
Peón (Est. Ocup. E2)	6.00000	3.83000	22.98000	1.35000	31.02000
SUBTOTAL N					57.71000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50 KG)	SC	8.00000	7.85000	62.80000	
ARENA GRUESA	M3	0.38400	17.00000	6.53000	
PIEDRA # 3/4 FINA	M3	0.64000	18.00000	11.52000	
AGUA	M3	0.02000	1.00000	0.02000	
TABLAS DE ENCOFRADO DE 1" X 4 M.	U	5.75000	4.50000	25.88000	
CUARTONES DE ENCOFRADO 2" X 3" X 4 M.	U	2.85000	3.00000	8.55000	
TIRAS DE ENCOFRADO DE 1" X 3" X 4 M.	U	1.00000	1.80000	1.80000	
CURINSOL, CURADOR PARA HORMIGONES Y MORTEROS (20 KG)	CANECA	0.01000	29.80000	0.30000	
CLAVOS DE 2" A 3 1/2"	KG	0.05000	1.65000	0.08000	
ALAMBRE RECOCIDO No. 18	KG	0.10000	1.20000	0.12000	
SUBTOTAL O					117.60000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 184.28000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
UTILIDAD					5.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 211.92200

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE
INGENIERIA DE LA ESPOL.

INFRAESTRUCTURA EN CALLES

RUBRO: 8.03

UNIDAD: M2

DETALLE: Corte rotura y desalojo de asfalto en calles e=5cm.

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)					0.18000
CORTADORA DE HORMIGON	1.00000	3.50000	3.50000	0.20000	0.70000
MINICARGADOR CASE 1845	1.00000	10.00000	10.00000	0.20000	2.00000
SUBTOTAL M					2.88000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1.00000	4.29000	4.29000	0.20000	0.86000
Peón (Est. Ocup. E2)	2.00000	3.83000	7.66000	0.20000	1.53000
Chofer: Minicargador.	1.00000	5.62000	5.62000	0.20000	1.12000
SUBTOTAL N					3.51000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O				align="right"> 0.00000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				align="right"> 0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 6.39000
COSTOS INDIRECTOS					10.00%
UTILIDAD					5.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 7.34850
VALOR OFERTADO					\$ 7.35

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL.

INFRAESTRUCTURA EN CALLES

HOJA 62 DE
62

RUBRO: 8.04
DETALLE: Reposición de pavimento asfaltico e=5cm.

UNIDAD: M2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5,00% M.O)					0.06000
Finisher	1.00000	35.00000	35.00000	0.06000	2.10000
RODILLO ASFALTICO 80 HP 7,2 TON.	1.00000	20.00000	20.00000	0.06000	1.20000
SUBTOTAL M					3.36000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1.00000	4.29000	4.29000	0.06000	0.26000
Peón (Est. Ocup. E2)	2.00000	3.83000	7.66000	0.06000	0.46000
Operador: Rodillo (Est. Ocup. D2).	1.00000	4.29000	4.29000	0.06000	0.26000
Operador de acabadora de pavimento asfáltico (Est. Ocup. C2)	1.00000	4.09000	4.09000	0.06000	0.25000
SUBTOTAL N					1.23000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
MEZCLA ASFALTICA	M3	0.05000	95.00000	4.75000	
ASFALTO AP-3	GLN	0.06000	0.35000	0.02000	
SUBTOTAL O				4.77000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 9.36000
COSTOS INDIRECTOS 10.00%					\$ 0.93600
UTILIDAD 5.00%					\$ 0.46800
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 10.76400
VALOR OFERTADO					\$ 10.76

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUA YAQUIL, 18 DE ENERO DEL 2023

CRONOGRAMA DE TRABAJO VALORADO

	RUBRO	Cantidad	Precio unitario	Precio total	Tiempo en Meses									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	PRELIMINARES													
1.011	Trazado y Replanteo de Tuberías.	676	.76	504.12	\$4,450.69	\$593.43								
1.02	Casetas provisionales para oficina y bodega.	70	61.32	4292.4	\$4,292.40									
1.03	Batería sanitaria para obreros.	1	48.3	48.23	\$48.23									
1.04	Seguridad y guardiana.	5	139.99	6899.95	\$1,149.99	\$2,644.98	\$2,299.98	\$804.99						
2	MOVIMIENTO DE TIERRA.													
2.011	Excavación a máquina.	6385	.1	34391.8		\$10,172.22	\$9,687.83	\$10,172.22	\$4,359.52					
2.02	Desalojo.	519.92	4.98	27489.2				\$14,079.83	\$13,409.37					
2.03	Repleno Compactado con material de préstamo importado.	852.63	.1	35058.66					\$4,674.49	\$30,384.17				
2.04	Repleno con material de base clase 1.	54	23.13	1040.85					\$0.00	\$1,040.85				
3	SISTEMA DE ASPERSIÓN													
3.011	SUSTRATO E INSTALACIÓN DE	42.75	1.58	699.55					\$349.78	\$349.78				

	TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01388 M												
3.02	SU MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01885 M	46.49	1.85	86.01						\$86.01			
3.03	SU MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0243M	285.3	2.27	647.63						\$647.63			
3.04	SU MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,03246 M	303.14	2.45	742.69						\$742.69			
3.05	SU MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0381M	624.11	2.55	1591.48						\$1,591.48			
3.06	SU MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,04924 M	1695.17	2.66	4509.15						\$2,049.61	\$2,459.54		
3.07	SU MINISTRO E INSTALACIÓN DE	121.88	2.76	336.39							\$336.39		

	TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0844M												
3.08	SU MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0862M	6.87	3.13	240.38							\$240.38		
3.09	SU MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0864M	789.18	3.38	2667.43							\$2,667.43		
3.10	SU MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1048M	257.52	3.4	875.57							\$875.57		
3.11	SU MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,105M	257.58	3.54	911.83							\$911.83		
3.12	SU MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1052M	81.13	3.78	306.67							\$306.67		
3.13	SU MINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1056M	242.76	3.89	944.34							\$944.34		

3.14	SU MINISTR O E INSTALA CIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,153M	519.64	4.52	2348.7 7							\$1,17 4.39	\$1,17 4.39	
3.15	SU MINISTR O E INSTALA CIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,1536M	63.98		319.9								\$319. 90	
3.16	SU MINISTR O E INSTALA CIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,20M	598.75	5.8	3472.7 5								\$3,47 2.75	
3.17	SU MINISTR O E INSTALA CIÓN DE ASPERS ORES 3500.	175	21.2 4	717 3							\$3,71 7.00		
3.18	SU MINISTR O E INSTALA CIÓN DE ASPERS ORES 1800.	298	18.2 5	54458							\$10,8 91.60	\$25,4 13.73	\$18,1 52.67
3.19	PR OVISIÓN E INSTALA CIÓN DE VALVUL AS DE COMPUE RTA.	20	11.9 5	39 2								\$239. 00	
4	SISTEMA POR GOTEO												
4.01	SU MINISTR O E INSTALA	670.68	1.58	1059.6 7						\$423. 87	\$635. 80		

	CIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01388 M												
4. 0 2	SU MINISTR O E INSTALA CIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,01885 M	780.58	1.85	1444.0 7						\$1,44 4.07			
4. 0 3	SU MINISTR O E INSTALA CIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0243M	1762.6 2	2.27	4001.1 5						\$3,00 0.86	\$1,00 0.29		
4. 0 4	SU MINISTR O E INSTALA CIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,03246 M	1075.9	2.45	2635.9 6							\$2,63 5.96		
4. 0 5	SU MINISTR O E INSTALA CIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0381M	588.79	2.55	1501.4 1							\$1,50 1.41		
4. 0 6	SU MINISTR O E INSTALA CIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,04924 M	761.86	2.66	2026.5 5							\$2,02 6.55		
4. 0 7	SU MINISTR O E INSTALA	166.99	2.76	460.89							\$460. 89		

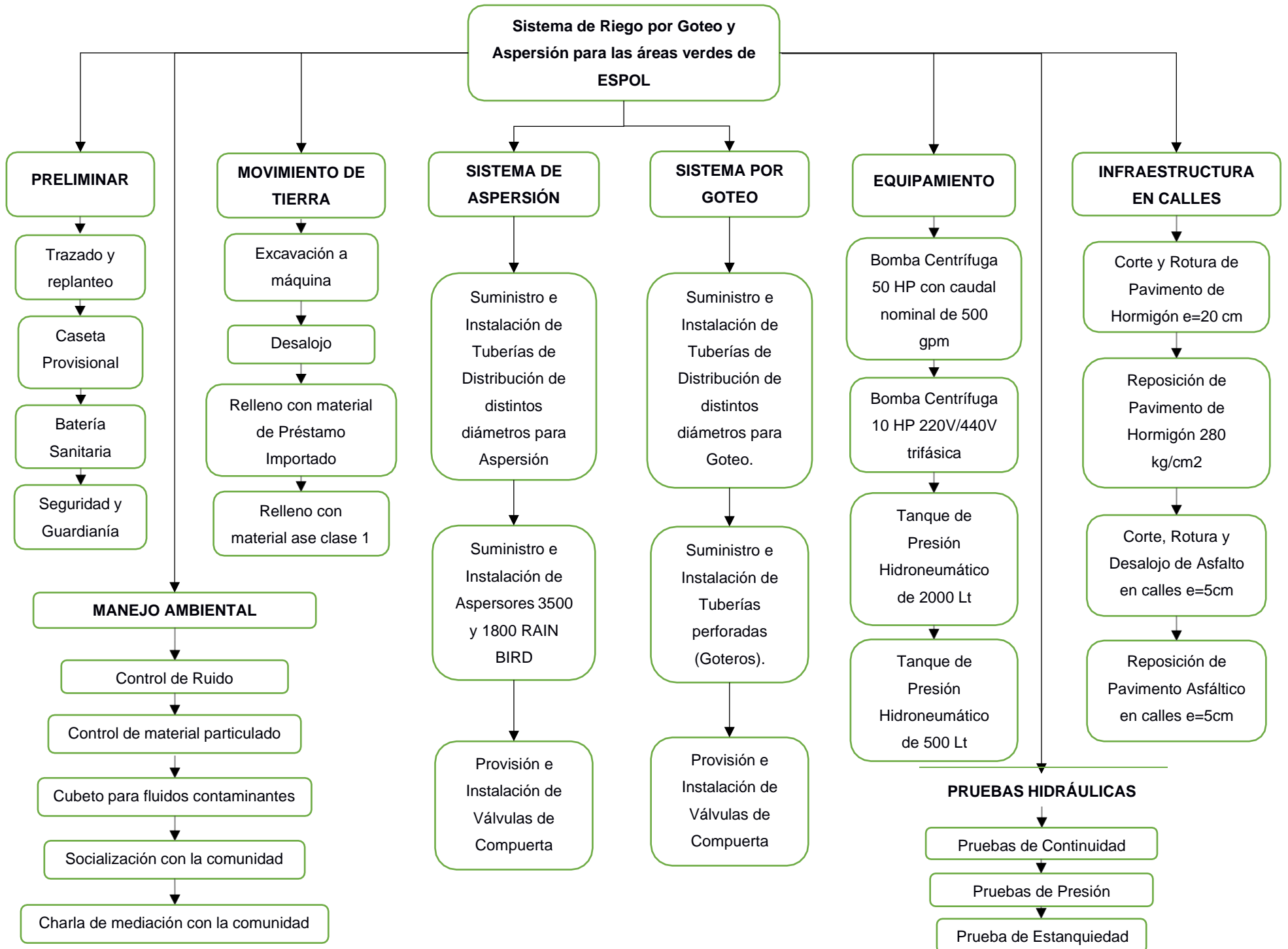
	CIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,0844M												
4. 0 8	SU MINISTR O E INSTALA CIÓN DE TUBERIA DE PVC E/C Ø 0,16M	598.75	5.45	3263.1 9							\$1,63 1.60	\$1,63 1.60	
4. 0 9	SU MINISTR O E INSTALA CIÓN DE TUBERIA DE PVC PERFOR ADA Ø 0,0136M	6637.0 5	2.56	16990. 85						\$1,52 1.57	\$5,83 2.68	\$5,32 5.49	\$4,31 1.11
4. 1 0	PR OVISIÓN E INSTALA CIÓN DE VALVUL AS DE COMPUE RTA.	8	11.9 5	215.1							\$215. 10		
5	EQUIPAMIENTO												
5. 0 1	Su ministro, transport e y colocació n de Bomba centrifuga 50 HP caudal nominal 500 gpm.		1524 0	15240								\$15,2 40.00	
5. 0 2	Su ministro, transport e y colocació n de Bomba centrifuga 10 HP 220V/440		2980	980								\$2,98 0.00	

	V trifásica.												
5.03	Suministro e instalación de tanques hidroneumáticos de 2000 litros	7	1582.5	11077.5									\$11,077.50
5.04	Suministro e instalación de tanque hidroneumático de 500 litros.	1	475.25	475.25									\$475.25
6	MANEJO AMBIENTAL												
6.01	Control y monitoreo de ruido.	1	45.2	5.24	\$6.58	\$10.09	\$8.78	\$9.22	\$9.65	\$0.88			
6.02	Agua para controlar el polvo de excavación	3852.6	2.15	8283.09					\$7,178.68	\$1,104.41			
6.03	Control y monitoreo de material particulado.	1	460.28	460.28	\$67.03	\$102.78	\$89.37	\$93.84	\$98.31	\$8.94			
6.04	Cubetas de recolección de fluidos contaminantes.	2	65	301					\$130.00				
6.05	Socialización de la obra con la comunidad.	2	98	961	\$196.00								
6.06	Charlas de mediación con la	2	125.8	251.6	\$251.60								

	comunidad.												
6.07	Charla de seguridad y salud ocupacional.	6	125.8	754.8	\$754.80								
6.08	Limpieza y cierre de obra.	1	375.43	375.43									\$375.43
7	PRUEBAS HIDRAULICAS												
7.01	Pruebas hidrostáticas de presión en tuberías de riego.	646.17	1.75	1121.8				\$7.68	\$2,942.84	\$3,223.11	\$2,942.84	\$141.35	
7.02	Prueba de estanqueidad.	6406.17	2.39	15310.75				\$956.92	\$4,019.07	\$4,401.84	\$4,019.07	\$1,913.84	
8	INFRAESTRUCTURA EN CALLES.												
8.01	Corte rotura y desalojo de pavimento de hormigón en calles e=20cm.	18	49.2	3845.6									
8.02	Reposición de pavimento de hormigón de 280kg/cm ² .	3.6	8211.92	17716.51				2362.2	15354.31				
8.03	Corte rotura y desalojo de asfalto en calles e=5cm.	30	37.35	2425.5									
8.04	Reposición de pavimento	30	310.76	3550.8				1420.32	2130.48				

o asfaltico e=5cm.												
GASTO TOTAL		\$321,307.71										
Gasto mensual		1121 7.32	1979 4.6	1208 5.96	2516 0.1	3607 3.79	6905 5.45	4745 4.57	7431 1.52	2615 4.4		
Avance parcial en%		3.49 %	6.16 %	3.76 %	7.83 %	11.23 %	21.49 %	14.77 %	23.13 %	8.14 %		
Inversión acumulada		\$11, 217. 32	\$31, 011. 92	\$43, 097. 88	\$68, 257. 98	\$104, 331.7 7	\$173, 387.2 2	\$220, 841.7 9	\$295, 153.3 1	\$321, 307.7 1		
Avance acumulado en %		3.49 %	9.65 %	13.4 1%	21.2 4%	32.47 %	53.96 %	68.73 %	91.86 %	100.0 0%		

ESTRUCTURA DE DESGLOCE DE TRABAJO (EDT)



Sistema de Riego por Goteo y Aspersión para las áreas verdes de ESPOL

PRELIMINAR

- Trazado y replanteo
- Caseta Provisional
- Batería Sanitaria
- Seguridad y Guardianía

MOVIMIENTO DE TIERRA

- Excavación a máquina
- Desalojo
- Relleno con material de Préstamo Importado
- Relleno con material ase clase 1

SISTEMA DE ASPERSIÓN

- Suministro e Instalación de Tuberías de Distribución de distintos diámetros para Aspersión
- Suministro e Instalación de Aspersores 3500 y 1800 RAIN BIRD
- Provisión e Instalación de Válvulas de Compuerta

SISTEMA POR GOTEO

- Suministro e Instalación de Tuberías de Distribución de distintos diámetros para Goteo.
- Suministro e Instalación de Tuberías perforadas (Gotos).
- Provisión e Instalación de Válvulas de Compuerta

EQUIPAMIENTO

- Bomba Centrífuga 50 HP con caudal nominal de 500 gpm
- Bomba Centrífuga 10 HP 220V/440V trifásica
- Tanque de Presión Hidroneumático de 2000 Lt
- Tanque de Presión Hidroneumático de 500 Lt

INFRAESTRUCTURA EN CALLES

- Corte y Rotura de Pavimento de Hormigón e=20 cm
- Reposición de Pavimento de Hormigón 280 kg/cm2
- Corte, Rotura y Desalojo de Asfalto en calles e=5cm
- Reposición de Pavimento Asfáltico en calles e=5cm

MANEJO AMBIENTAL

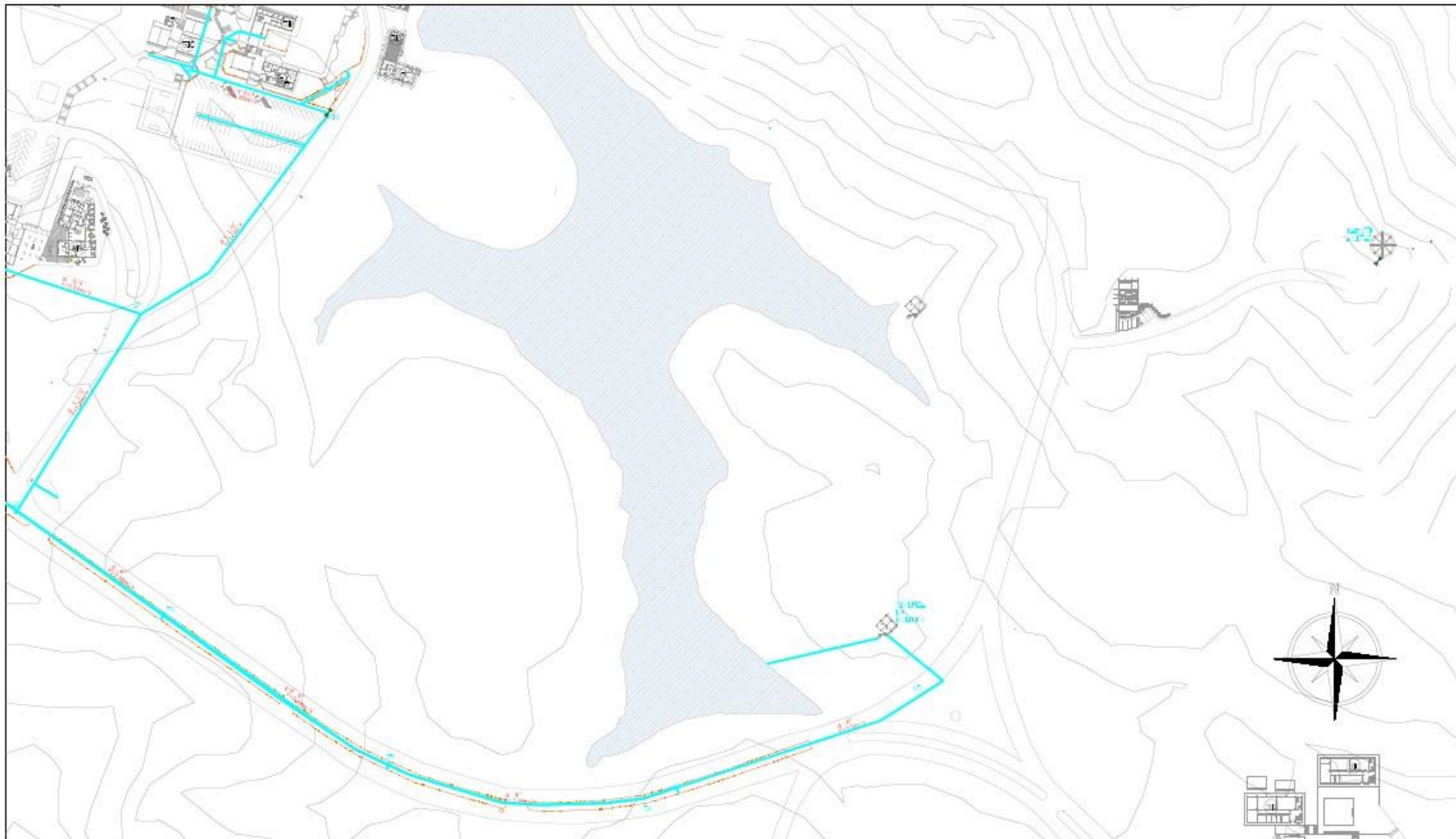
- Control de Ruido
- Control de material particulado
- Cubeto para fluidos contaminantes
- Socialización con la comunidad
- Charla de mediación con la comunidad

PRUEBAS HIDRÁULICAS

- Pruebas de Continuidad
- Pruebas de Presión
- Prueba de Estanquidad

ANEXO B

Planos solución, sistema de riego por goteo y aspersión



SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

SIEMBOLOGÍA:

- Tuberia de la red de agua para riego por goteo.
- Tuberia de goteo
- Lago de Inyección
- Cisterna/receptora
- Válvula de cerradura

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL			
CONTENIDO:			
SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO			
Profesor de la materia	Curso	Docentes	Fecha
PROF. Andrés Vilestegu	PROF. Mijael Arias	Henry Cedeño Chavez	Enero 5 - 2023
Prof. de la materia	Mac. Bathy Merchán	Andrés García	
PROF. Mijael Arias			Hoja 29 de 29 Escala 1:1000

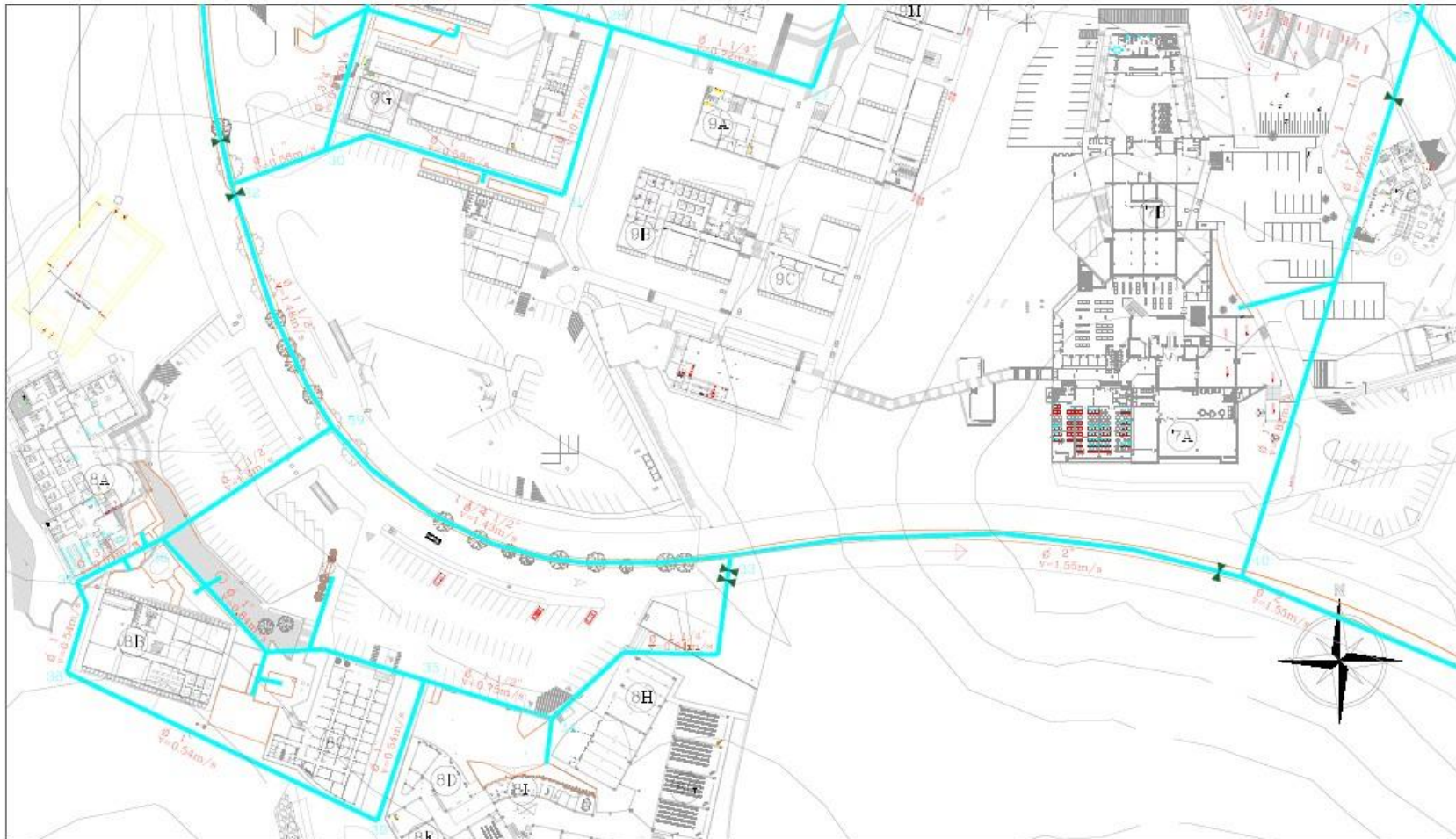


SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Simbología:

- Tubería de la red de agua para riego por goteo
- Tubería de goteo
- Lago de Sugatillas
- Cisternas/empalmes
- Válvula de sectorización

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS ARBAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOL			
CONTENIDO: SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO			
Elaboración y diseño: PHD. Andrea Velastegui	Cálculo: PHD. Mijael Aza	Revisión: Henry Cedeño Chavez Andrea Garcia	Fecha: Enero 5 - 2023
Trabajo de tesis: PHD. Mijael Aza	Maestro: Msc. Betty Marchán	Asesor: Andrea Garcia	Página: 39 / Total: 1-500

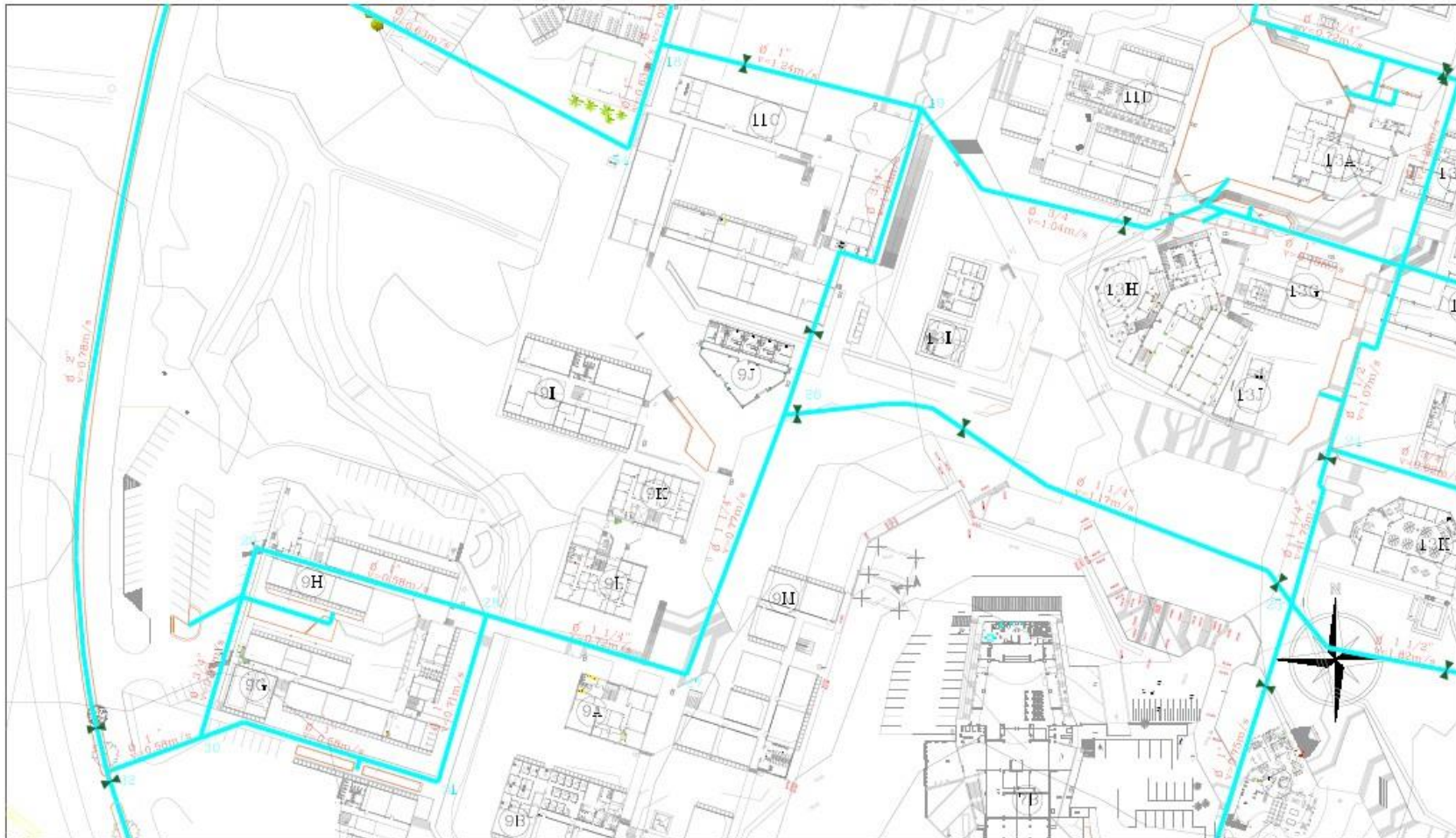


SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

SIMBOLOGÍA:

- Tubería de la red de agua para riego por goteo
- Tubería de goteo
- Lago de Ingeniería
- Góndolas/estaciones
- Válvula de retención

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS ÁREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERÍA DE LA ESPOC.			
CONTENIDO: SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO			
Elaboración/Revisión: PHD. Andrea Velazquez	Diseño: PHD. Mijael Aza	Supervisión: Henry Cedeño Chavez	Fecha: Enero 5 - 2023
Nombre del Cliente: PHD. Mijael Aza	Modificado por: Mac. Betty Werthán	Revisado por: Andrea García	Página: 49 / Total: 1:500



SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

SIMBOLOGÍA:

- Tubería de la red de agua para riego por goteo
- Tubería de graso
- Lago de Ingeniería
- Ordenes/inspecciones
- Válvula de rematadura

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS ÁREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERÍA DE LA ESPL

COURTESÍA:
SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

DISEÑADOR PRINCIPAL	LÍNEA	REVISOR	FECHA
PHD. Andrés Valdega	PHD. Mijael Aza	Henry Cedeño Chaves	Enero 9 - 2023
PHD. Mijael Aza	Mac. Dethy Merchán	Andrés García	Enero 9 - 2023
		Escala	Hoja
		50	1.500



SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

SIMBOLOGÍA:

- Tubería de la red de agua para riego por goteo
- Tubería de goteo
- Lugar de Ingeniería
- Cisterna/almacenamiento
- Válvula de cerradura

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS ÁREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERÍA DE LA ESPL

CURSOS/ASIGNATURAS:
SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

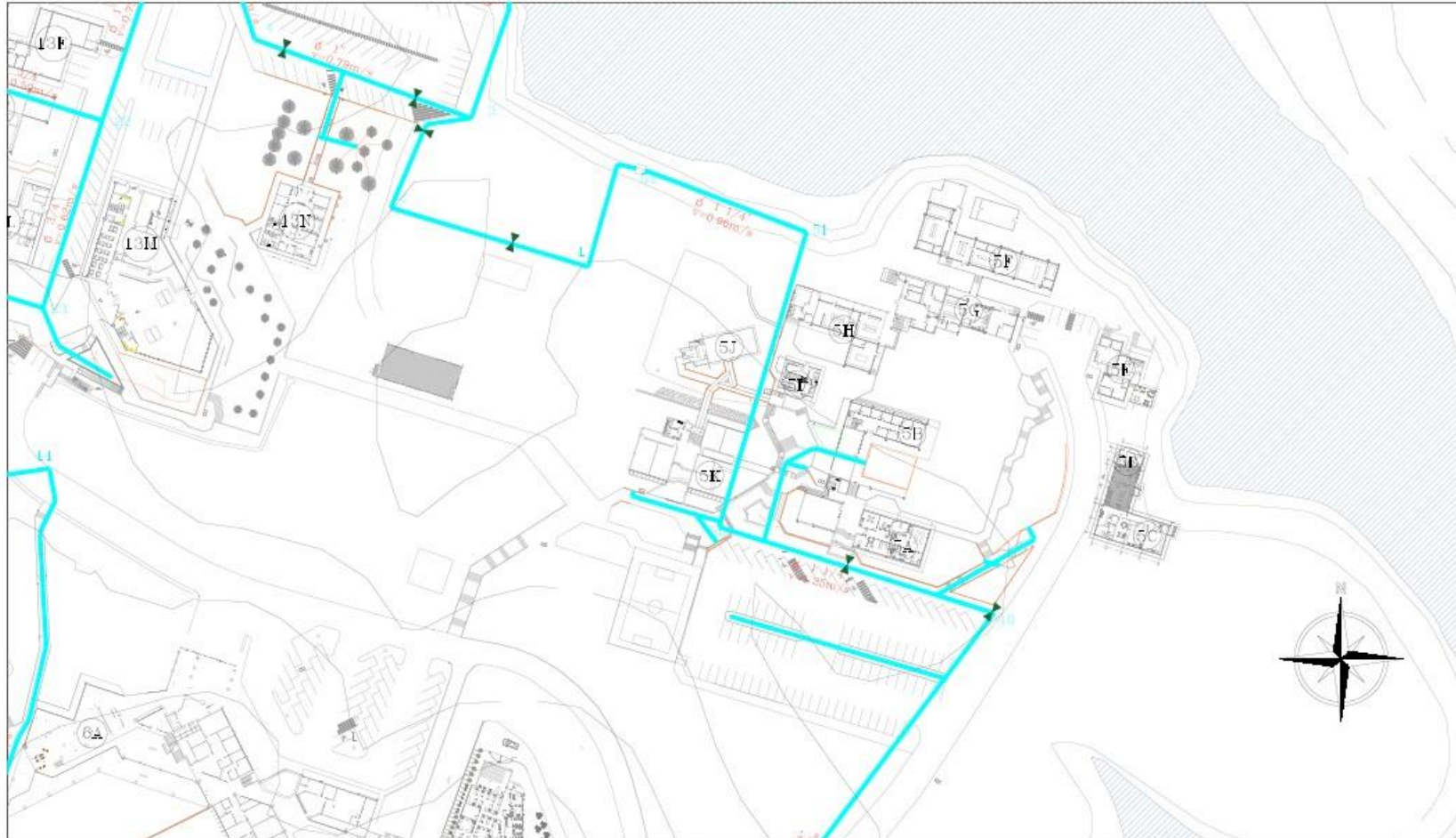
Profesor/a responsable: Ph.D. Andrea Valdeaguel	Coor.: Ph.D. Mijael Araya	Asesor/a: Henry Cedeño Chávez	Fecha: Enero 5 - 2023
Coor. de la asignatura: Ph.D. Mijael Araya	Mac. Delby Merchán	Andrea García	Página: 50 Escala: 1:500



SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS ÁREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERÍA DE LA BSPOL			
CATEDRÁTICO: SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO			
DISEÑO Y CÁLCULO:	LÍNEA:	REVISIÓN:	FECHA:
Phd. Andrea Velastegui	Phd. Mijael Atías	Henry Cedeño Chávez	Enero 5 - 2023
REVISIÓN Y APROBACIÓN:	MAC:	ANOTACIÓN:	ESCALA:
Phd. Mijael Atías	Mac. Deiby Merchán	Andrea García	70 / 1:500



SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

SIMBOLOGÍA:

- Tubería de la red de agua para riego por goteo
- Tubería de goteo
- Lago de Ingeniería
- Gabinete/aseos
- Válvula de retención

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS ÁREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERÍA DE LA BSPCL

CONTENIDO:
SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Supervisor Académico	Tutor	Asesor	Fecha
Ph.D. Andrés Velásquez	Ph.D. Miguel Añez	Henry Cedeño Chavez	Enero 5 - 2023
Ph.D. Miguel Añez	Msc. Betty Merchán	Andrés García	Página: 09 Hoja: 1-500

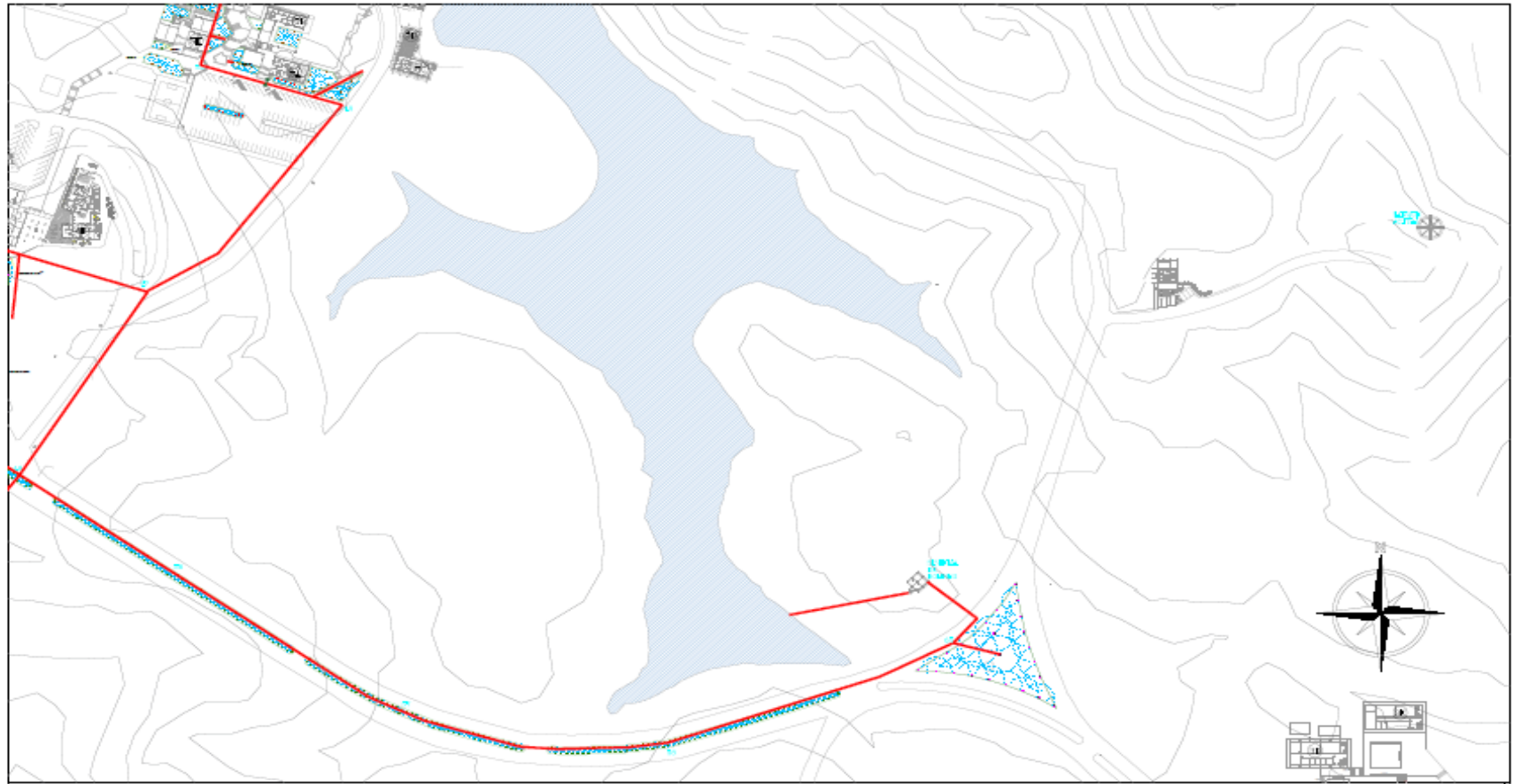


SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

SIMBOLOGÍA:

- Tubería de la red de agua para riego por goteo
- Tubería de graso
- Lago de Ingeniería
- Generador/receptor
- Válvula de cerradura

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA TIERRA			
CONTENIDO: SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO			
Autor(es) o Titulo(s) Ingresado(s)	Autor	Revisor(es)	Fecha
Phd. Andres Velastegui	Ph.D. Mijael Arias	Henry Cedeño Chavez	Enero 5 - 2023
Asesor(es) o Titulo(s) Consultado(s)	Materia	Revisor(es)	Escala
Ph.D. Mijael Arias	Msc. Betty Merchán	Andrés García	9/8 1:2000

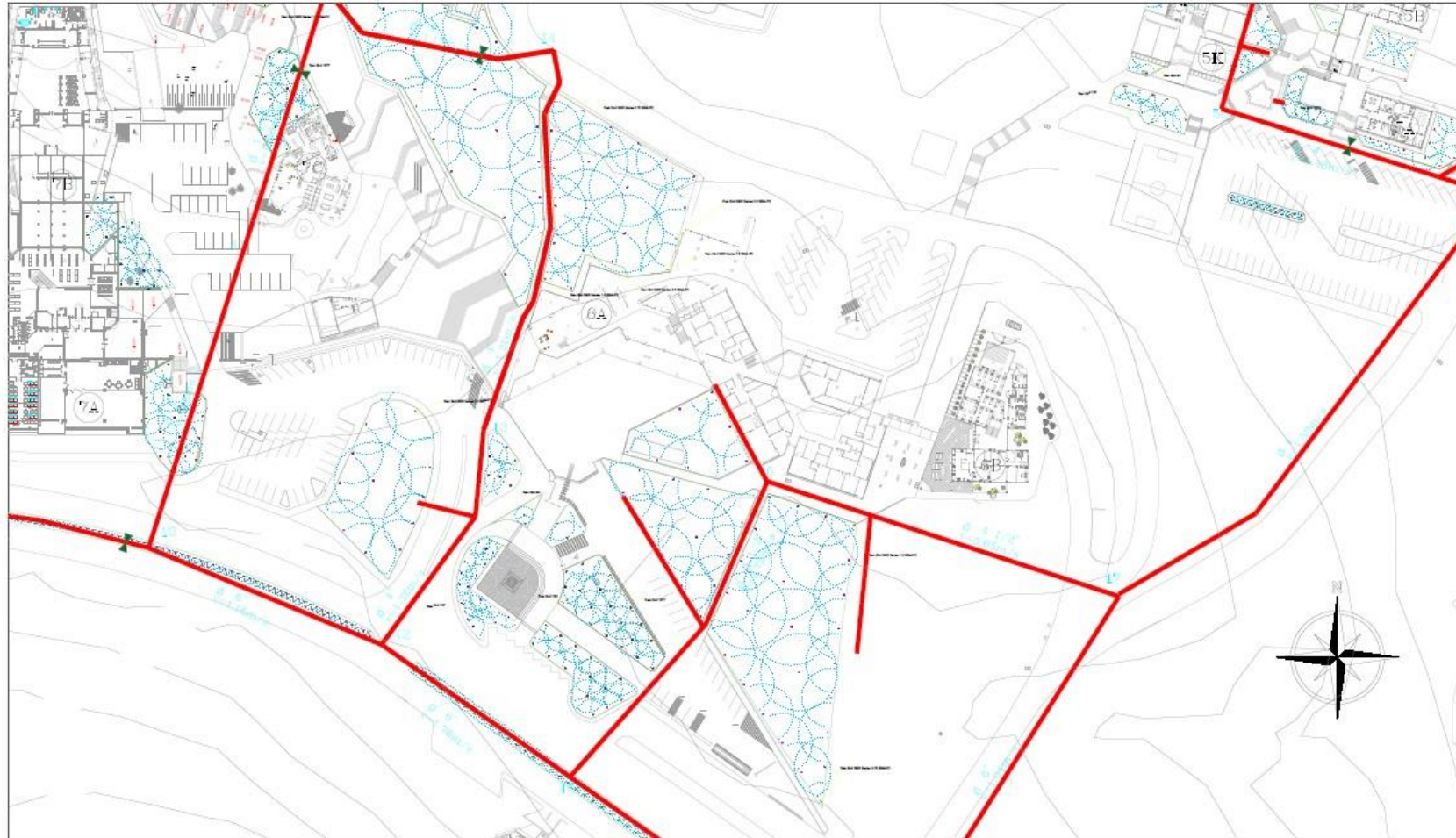


SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

SIMBOLOGÍA:

- Tubaría de la red de agua para riego por goteo
- Tubaría de gran
- Lago de lagunas
- Ostensa/Inyección
- Válvula de control

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
TÍTULO:			
DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS ÁREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERÍA DE LA ESPTL			
CONTENIDO:			
SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO			
Profesor Asesorado:	Profesor:	Alumno:	Fecha:
PRO. ANDRÉS VILLALBA	PRO. MIGUEL ADAS	HENRY CORDERO CHAVEZ	2020-05-2023
Profesor Asesorado:	Profesor:	Alumno:	Fecha:
PRO. MIGUEL ADAS	MAR. GABRIEL MACHADO	ANDRÉS GARCÍA	2020-05-2023



SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

SIMBOLOGÍA:

-  Tubería de la red de agua para riego por aspersión
-  Aspersores
-  Áreas de riego
-  Válvula de control
-  Lago de Ingeniería

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS ÁREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERÍA DE LA ESPOL			
CONTENIDO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN			
Autor(es) de la obra original	Autor	Autor(es)	Fecha
Ph.D. Andrés Velástiga	Ph.D. Mijael Arias	Henry Cedeño Chávez	Enero 5 - 2025
Autor(es) de la obra actualizada	Autor	Autor(es)	Páginas
Ph.D. Mijael Arias	Ph.D. Betty Merchán	Andrés García	39
			Escala
			1:2000

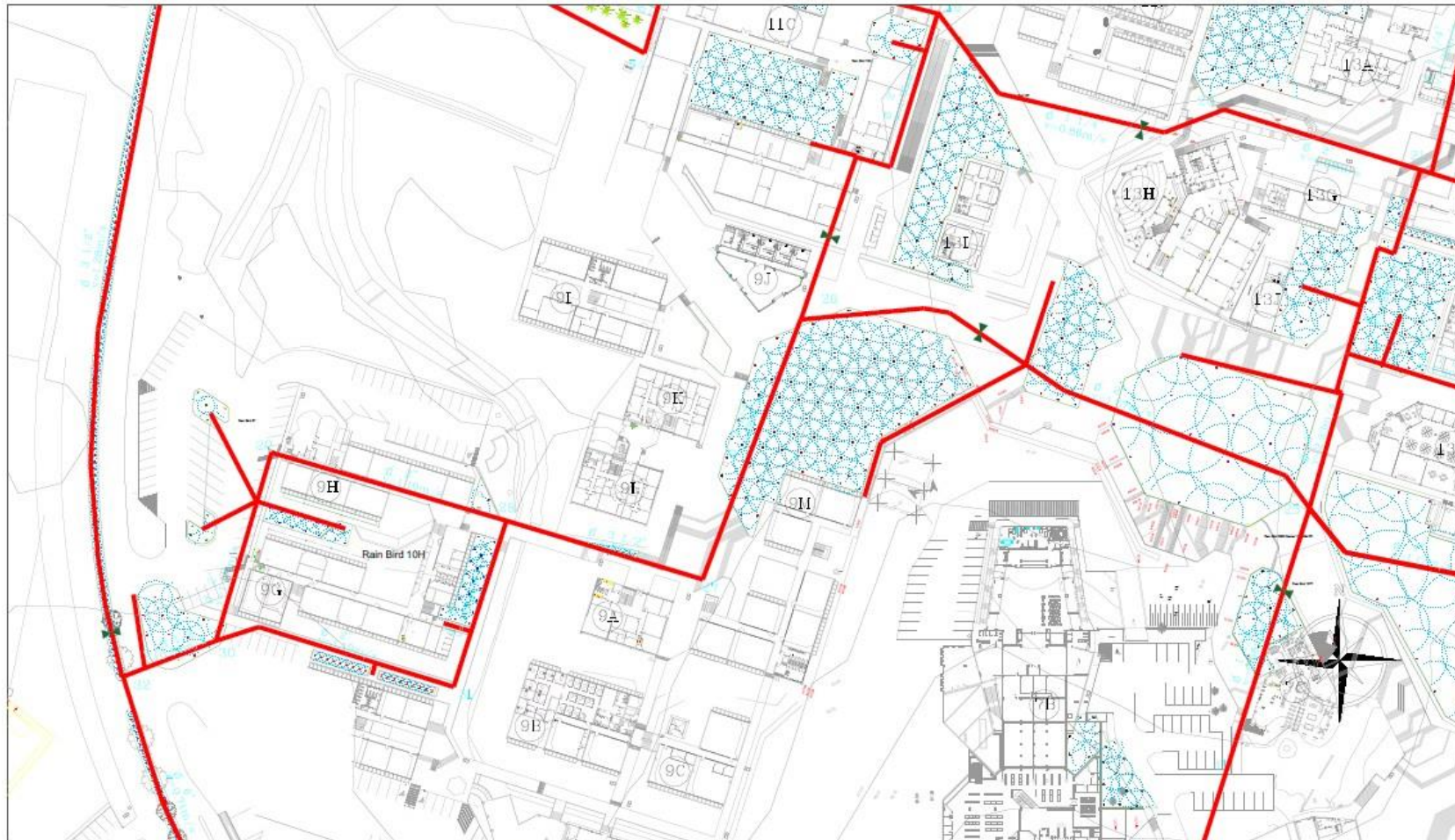


SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

SD. (BOLOGÍA):

- Tubería de la red de agua para riego por aspersión
- Áreas de riego
- Lugar de sugerencias
- Aspersores
- Válvulas de control

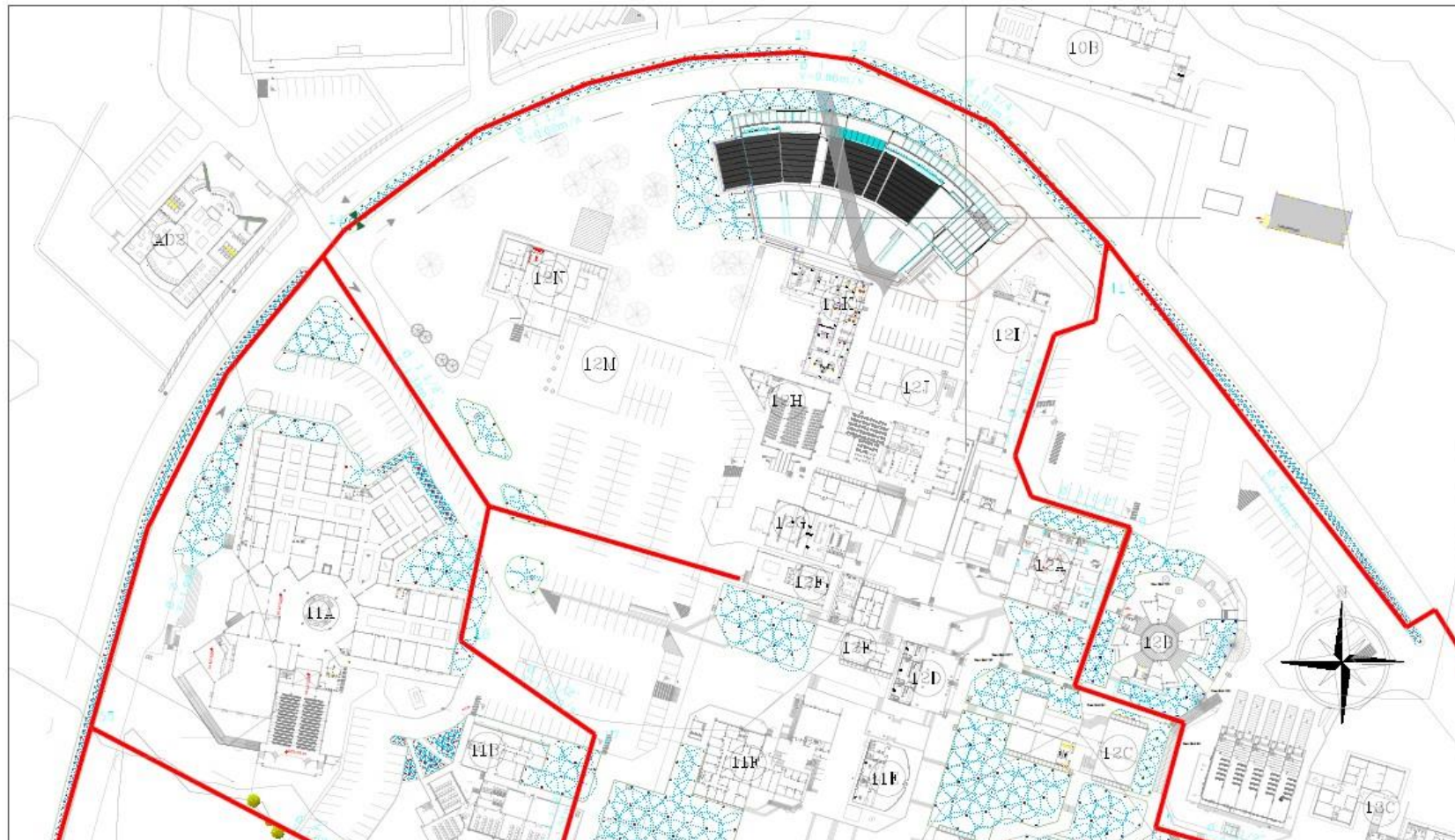
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS ÁREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERÍA DE LA ESPOI.			
CONTENIDO:			
SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN			
Autor de la Memoria Ingénieurica	Tutor	Revisores	Fecha
Ph.D. Andrés Velástegui	Ph.D. Mijael Arias	Henry Cedeño Chavaz	Enero 5 - 2023
Autor de la Memoria de Construcción	Ph.D. Betty Merchán	Andrés García	Enero 5 - 2023
Ph.D. Mijael Arias			Páginas: 49 Escala: 1:500



SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS ÁREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERÍA DE LA ESPOI.			
CONTENIDO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN			
Coordinador de la obra:	Autores:	Revisores:	Fecha:
Ph.D. Andrés Vallejos	Ph.D. Mijael Arias	Henry Cedeño Chavaz	Enero 5 - 2023
Fecha de la obra:	Autores:	Revisores:	Escala:
Ph.D. Mijael Arias	Ph.D. Betty Merchán	Andrés García	50 / 1:500



SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

SIMBOLOGÍA:

-  Tubería de la red de agua para riego por aspersión.
-  Área de riego.
-  Lago de Ingeniería.
-  Aspersores.
-  Válvula de control.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS ÁREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERÍA DE LA TIERRA.

CONTENIDO: **SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN**

Profesor de Materia Regente	Coor.	Revisor	Fecha
Ph.D. Andrés Velásquez	Ph.D. Mijael Arias	Henry Cedeño Chávez	Enero 5 - 2023
Coor. de Área de Construcción	Ph.D. Betty Merchán	Andrés García	Página 50 de 1.500



SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

SIMBOLOGÍA:

- Tubería de la red de agua para riego por aspersión.
- Areas de riego.
- Lago de lagunas.
- Aspersores.
- Válvulas de cerradura.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS AREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERIA DE LA ESPOS.			
CONTENIDO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION			
Profesor de la materia:	Autor:	Revisor:	Fecha:
Ph.D. Andrés Velásquez	Ph.D. Mijael Arias	Henry Cedeño Chavez	Enero 5 - 2023
Autor de la elaboración:	Revisor:	Aprobado:	Escala:
Ph.D. Mijael Arias	Ph.D. Betty Merchán	Andrés García	7/6 1:500



SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

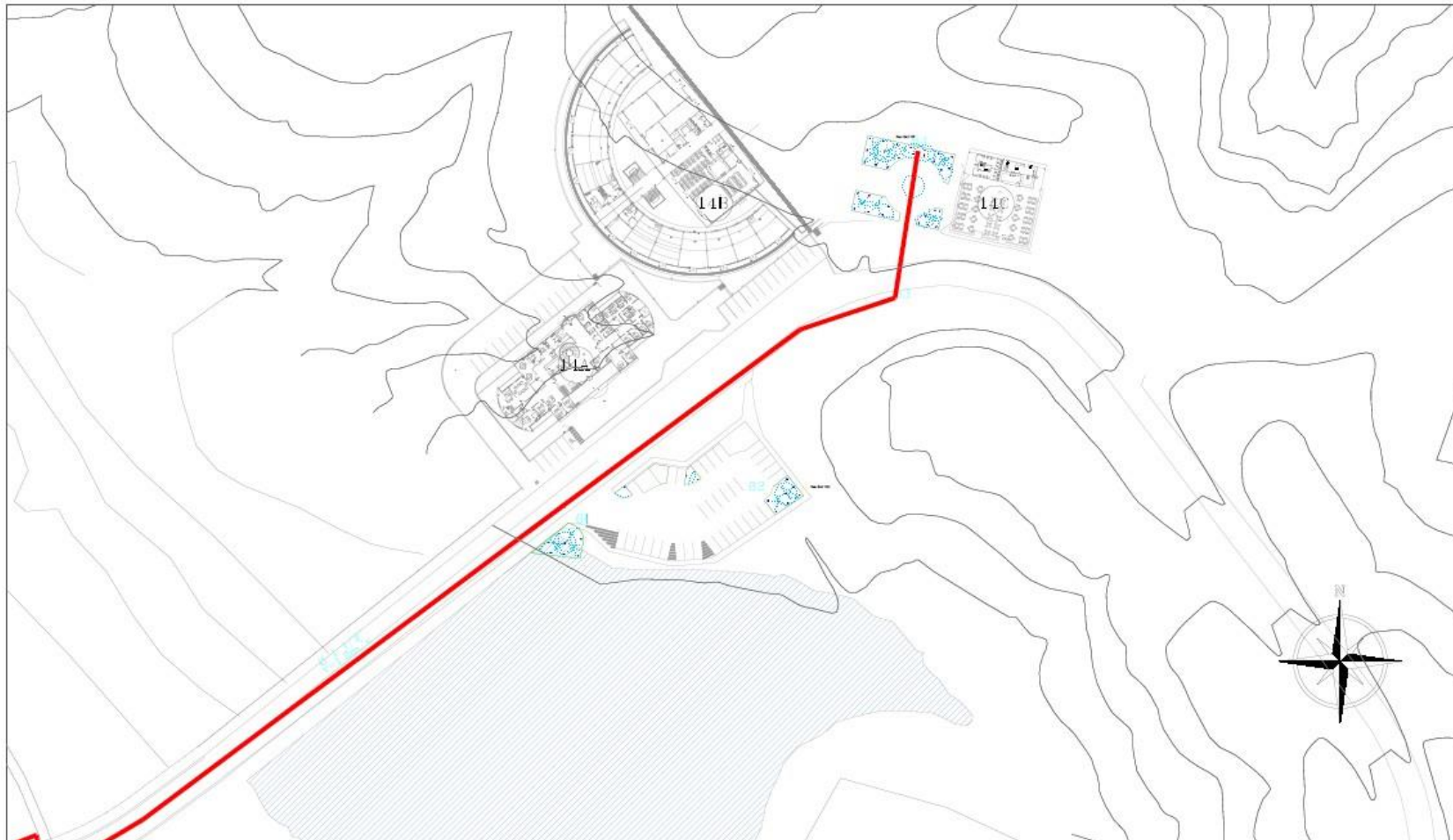


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS ÁREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERÍA DE LA ESPO

CONTENIDO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

Profesor de la materia	Curso	Asesor	Fecha
Ph.D. Andrés Velastrigo	Ph.D. Mijael Arias	Henry Cedeño Chavez	Enero 5 - 2023
Colaborador	Ph.D. Betty Merchán	Andrés García	Página 80 de 1500



SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

SIMBOLOGÍA:

- Tubería de la red de agua para riego por aspersión.
- Áreas de riego.
- Lago de Ingeniería.
- Aspersores.
- Válvula de cerradura.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LAS ÁREAS VERDES EN LA ZONA DE INGENIERÍA DE LA ESPOG

CONTENIDO:
SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

Coordinador de la tesis	Asesor	Asesor	Fecha
Ph.D. Andrés Velásquez	Ph.D. Mijael Arias	Henry Cedeño Chávez	Enero 5 - 2025
Ph.D. Mijael Arias	Ph.D. Betty Merchán	Andrés García	Escala
			1:500

ANEXO C

(Distribución de áreas)

Tabla de las áreas verdes en la zona de ingeniería de ESPOL que van a ser regadas, respecto al toda el área de esta.

TABLA AREAS VERDES		
SECCION/FACULTAD	AREAS PARA RIEGO (m2)	AREA VERDE TOTAL(m2)
FICT	4753.778	6638.647
FIMCP	1881.808	3363.117
RECTORADO	6109.205	18101.449
FICMCM	1291.535	9499.797
CEMA	4569	8752.017
Biblioteca Central	696.498	10759.511
Básico Antiguo	1556.397	5625.609
Parterre	6660.178	6660.178
FSCH	1095.689	4913.722
CELEX	175.826	910.667
FIEC	6002.132	28056.784
COLISEO	248.85	248.85
EDCOM	435.444	435.444
LÁPIDAS	1544.22	1544.22
TOTAL, AREAS	37020.56	105510.012
% Áreas a regar	35%	

Distribución de áreas verdes presentes en ESPOL.

Facultad de Ingeniería de Ciencias de la Tierra		
Zona	Especie	Área (m²)
A29	Pennisetum Cladestinum(filipino)	1467.932
	Ixora coccinia	
A30		293.307
A30-1		123.63
A33	Pennisetum Cladestinum(filipino)	1378.698
	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	
	Ixora coccinia	
	Ficus microcarpa (=F.nitida)	
	Cordyline Terminalis	
	Cycas revoluta (Palmera Pequeña)	
	Swinglea (Limoncillo Ornamental)	
	Heliconia jakarta	
A40	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	197.005
	Ixora coccinia	
	Ficus microcarpa (=F.nitida)	
A41	Swinglea (Limoncillo Ornamental)	83.424
	Ravenea rivularis	
A45-1	Ixora coccinia	82.821
	Pennisetum Cladestinum(filipino)	
A45-2		84.469
A45-3		575.094
A43	Ixora coccinia	
	Pennisetum Cladestinum(filipino)	
A44	Pennisetum Cladestinum(filipino)	
	Ixora coccinia	
A46	Pennisetum Cladestinum(filipino)	202.517
	Ixora coccinia	
A47	Pennisetum Cladestinum(filipino)	172.82
	Ixora coccinia	
A48	Pennisetum Cladestinum(filipino)	84.53
A48-1		60.004
A48-2		20.597
A31		1110.43
A32	Ixora coccinia	701.369

	Pennisetum Cladestinum(filipino)	
		6638.647
FIMCP		
Zona	Especie	Área
A34	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	759.339
	Swinglea (Limoncillo Ornamental)	
	Cordyline Terminalis	
A49	Pennisetum Cladestinum(filipino)	247.964
	Ixora coccinia	
	Croton Payaso	
A49-1		221.028
A51	Pennisetum Cladestinum(filipino)	134.213
	Croton Payaso	
	Ixora coccinia	
A51-1		313.272
A50	Pennisetum Cladestinum(filipino)	162.556
	Swinglea (Limoncillo Ornamental)	
A50-1		133.833
A50-2		107.081
A50-3		181.15
A50-4		141.781
A50-5		238.93
A38		241.54
A39		246.73
A91	Pennisetum Cladestinum(filipino)	233.7
RECTORADO		
Zona	Especie	Área
A5	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	992.08
	Ixora coccinia	
	Swinglea (Limoncillo Ornamental)	
A4	Pennisetum Cladestinum(filipino)	5527.478
	Swinglea (Limoncillo Ornamental)	
	Ixora coccinia	
A6	Pennisetum Cladestinum(filipino)	397.135
	Ixora coccinia	
A15		1244.76
A17		2409.38
A17-1		88.73
A17-2		91.498

A17-3		122.043
A17-4		17
A53	Pennisetum Cladestinum(filipino)	320.939
	Ixora coccinia	
A54	Pennisetum Cladestinum(filipino)	257.137
	Ixora coccinia	
A55	Pennisetum Cladestinum(filipino)	122.843
	Ixora coccinia	
A56	Pennisetum Cladestinum(filipino)	62.66
	Ixora coccinia	
A57	Pennisetum Cladestinum(filipino)	
A58	Ixora coccinia	
	Pennisetum Cladestinum(filipino)	
A3	Pennisetum Cladestinum(filipino)	1601.698
	Cycas revoluta (Palmera Pequeña)	
	Croto	
A2	Pennisetum Cladestinum(filipino)	4846.068
A102	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	
	Ixora coccinia	
A103	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	
	Ixora coccinia	
Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar		
Zona	Especie	Área
A59	Pennisetum Cladestinum(filipino)	65.84
	Ficus benjamina	
A60	Pennisetum Cladestinum(filipino)	87.97
	Cycas revoluta (Palmera Pequeña)	
	Ficus benjamina	
A11	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	2269.87
	Croto	
	Cycas revoluta (Palmera Pequeña)	
	Cordyline Terminalis	
A10	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	3013.962
A9	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	2924.43
A61	Pennisetum Cladestinum(filipino)	29.092
	Croto	
	Cordyline Terminalis	
A61-1	ESPECIES PARA RIEGO GOTEÓ	67.36
A61-2		231.61
	Ficus benjamina	
A61-3		58.85
A61-4		161

A61-5		52.782
A61-6		54.512
A61-7		91.821
A61-8		28.712
A61-9		121.916
A61-10		156.037
A61-11		39.031
A61-12		32.737
A61-13		12.265
CEMA		
Zona	Especie	Área
A8	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	4569
	Ixora coccinia	
A13	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	996.945
	Ixora coccinia	
A12	Pennisetum Cladestinum(filipino)	2664
A14	Pennisetum Cladestinum(filipino)	522.072
Biblioteca Central		
Zona	Especie	Área
A21	Pennisetum Cladestinum(filipino)	2015.678
	Ixora coccinia	
A21-1		441.015
A21-2		86.024
A23	Pennisetum Cladestinum(filipino)	285.508
	Ixora coccinia	
A20	Ixora coccinia	3797.166
A18	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	2927.735
A18-1		324.966
A22	Pennisetum Cladestinum(filipino)	881.419
Básico Antiguo		
Zona	Especie	Área
A19	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	2020.527
A62	Pennisetum Cladestinum(filipino)	291.045
	Swinglea (Limoncillo Ornamental)	
A79	Pennisetum Cladestinum(filipino)	163.609
	Ixora coccinia	
A63	Pennisetum Cladestinum(filipino)	406.663
	Ixora coccinia	

A63-1		244.483
A63-2		183.142
A63-3		54.613
A63-4		28.7
A64	Pennisetum Cladestinum(filipino)	
	Ixora coccinia	
A79	Pennisetum Cladestinum(filipino)	163.7
	Ixora coccinia	
A80	Pennisetum Cladestinum(filipino)	580.61
	Ixora coccinia	
A83	Pennisetum Cladestinum(filipino)	258.758
	Ixora coccinia	
a83-1		133.816
A84	Pennisetum Cladestinum(filipino)	239.185
	Ixora coccinia	
A85	Pennisetum Cladestinum(filipino)	192.408
	Ixora coccinia	
A104	Pennisetum Cladestinum(filipino)	61.07
	Ixora coccinia	
105	Pennisetum Cladestinum(filipino)	63.28
	Ixora coccinia	
106	Pennisetum Cladestinum(filipino)	540
	Ixora coccinia	
Parterre		
Zona	Especie	Área
A64		328.102
A65	Pennisetum Cladestinum(filipino)	350.162
	Ixora coccinia	
A66	Pennisetum Cladestinum(filipino)	489.326
	Ixora coccinia	
A67	Pennisetum Cladestinum(filipino)	1044.854
	Ixora coccinia	
A68	Pennisetum Cladestinum(filipino)	133.179
	Ixora coccinia	
A69	Pennisetum Cladestinum(filipino)	1276.595
	Ixora coccinia	
A70	Pennisetum Cladestinum(filipino)	518.849
	Ixora coccinia	

A71	Pennisetum Cladestinum(filipino)	654.08
	Ixora coccinia	
A72	Pennisetum Cladestinum(filipino)	373.134
	Ixora coccinia	
A73	Pennisetum Cladestinum(filipino)	793.474
	Ixora coccinia	
A74	Pennisetum Cladestinum(filipino)	698.423
	Ixora coccinia	
FSCH		
Zona	Especie	Área
A75	Pennisetum Cladestinum(filipino)	727.5
	Ixora coccinia	
	Cycas revoluta (Palmera Pequeña)	
	Bougainvillea spp. (Primavera)	
A75-1		39.09
A76	Pennisetum Cladestinum(filipino)	684.513
	Ixora coccinia	
	Cycas revoluta (Palmera Pequeña)	
	Bougainvillea spp. (Primavera)	
A76-1		139.08
A76-2		32.97
A76-3		8
A76-4		142.59
A76-5		35.66
A76-6		13.421
A76-7		15.321
A77	Pennisetum Cladestinum(filipino)	400.421
	Ixora coccinia	
	Cycas revoluta (Palmera Pequeña)	
	Bougainvillea spp. (Primavera)	
A78	Pennisetum Cladestinum(filipino)	270.721
	Ixora coccinia	
	Cycas revoluta (Palmera Pequeña)	
	Bougainvillea spp. (Primavera)	
A78-1		20.95

A78-2		44.727
A78-3		83.245
A78-4		66.833
A24		1025.386
A24-1		71.414
A37	Pennisetum Cladestinum(filipino)	1091.88
	Ixora coccinia	
CELEX		
Zona	Especie	Área
A82	Pennisetum Cladestinum(filipino)	90.085
	Ixora coccinia	
	Duranta Golden	
A81	Pennisetum Cladestinum(filipino)	734.841
	Ixora coccinia	
A83	Pennisetum Cladestinum(filipino)	63.11
	Ixora coccinia	
A84	Pennisetum Cladestinum(filipino)	22.631
	Ixora coccinia	
	Duranta Golden	
FIEC		
Zona	Especie	Área
A28	Pennisetum Cladestinum(filipino)	3967.913
	Ixora coccinia	
A28-1		804.106
A86	Pennisetum Cladestinum(filipino)	124.157
	Ixora coccinia	
A87	Pennisetum Cladestinum(filipino)	90.894
	Ixora coccinia	
A88	Pennisetum Cladestinum(filipino)	89.457
	Ixora coccinia	
A88-1		38.67
A89	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	563.265
	Ixora coccinia	
A89-1		101.327
A89-2		23.89
A89-3		264.945
A89-4		267.56

A89-5		285.227
A92	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	
	Ixora coccinia	
A93	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	68.173
	Ixora coccinia	
A25		16526.8
A26		647.565
A26-1		234.55
A27		975.128
A35		427.86
A36		261.89
A36-1		537.27
A36-2		334.705
A36-3		126.664
A34	Pennisetum Cladestinum(filipino)	759.339
A42	Pennisetum Cladestinum(filipino)	535.432
	Ixora coccinia	
COLISEO		
Zona	Especie	Área
A92-1	Ixora coccinia	6.185
	Pennisetum Cladestinum(filipino)	
A93-1	Ixora coccinia	242.665
	Pennisetum Cladestinum(filipino)	
A94	Ixora coccinia	
	Pennisetum Cladestinum(filipino)	
EDCOM		
Zona	Especie	Área
A95	Ixora coccinia	133.96
	Pennisetum Cladestinum(filipino)	
A96	Ixora coccinia	50.126
	Pennisetum Cladestinum(filipino)	
A96-1		38.523
A96-2		18.81
A97	Ixora coccinia	
	Pennisetum Cladestinum(filipino)	
A98	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	71.094
	Ixora coccinia	
A99	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	29.338
	Ixora coccinia	
A100	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	12.326

	Ixora coccinia	
A101	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	81.267
	Ixora coccinia	
LÁPIDAS		
Zona	Especie	Área
A1	Stenotaphrum secundatum (Cebolla)	1544.22

	Nodos		Tuberia	Q (L/s)	Velocidad de diseño (m/s)	Diametro Cal (m)	Diametro i (m)	L (m)	a	Q(m3/s)
	Inicio	Fin								
C1	48	45	48-45	5	1.2	0.073	0.084	103.0169	17292.378	0.005
	45	46	45-46	-1.6	1.2	0.041	0.024	99.88	7191156.9	-0.0016
	46	47	46-47	-2.03	1.2	0.046	0.019	102.54	25418127.2	-0.00203
	47	48	47-48	-3.61	1.2	0.062	0.049	129.1	298630.183	-0.00361

C2	45	42	45-42	5.96	1.2	0.080	0.084	63.98	10739.6587	0.00596
	42	43	42-43	2.9775	1.2	0.056	0.049	68.02	157341.79	0.0029775
	43	44	43-44	2.7875	1.2	0.054	0.049	109.81	254009.143	0.0027875
	44	25	44-25	2.7875	1.2	0.054	0.038	64.93	523514.603	0.0027875
	25	24	25-24	0.92916	1.2	0.031	0.032	44.78	787543.842	0.00092916
	24	23	24-23	0.4346	1.2	0.021	0.019	53.16	13177566.2	0.0004346
	23	22	23-22	0.4346	1.2	0.021	0.019	54.31	13462634	0.0004346
	22	5	22-5	-0.203	1.2	0.015	0.024	53.62	3860530.96	-0.000203
	5	4	5-4	-0.69	1.2	0.027	0.024	42.68	3072873.21	-0.00069
	4	3	4-3	-0.8	1.2	0.029	0.024	63.65	4582670.57	-0.0008
	3	2	3-2	-1.11	1.2	0.034	0.032	37.17	653707.115	-0.00111
	2	1	2-1	-1.11	1.2	0.034	0.032	56.22	988738.606	-0.00111
	1	52	1-52	-1.11	1.2	0.034	0.032	30.52	536753.864	-0.00111
	52	51	52-51	-1.11	1.2	0.034	0.032	50.26	883920.355	-0.00111
	51	50	51-50	-1.11	1.2	0.034	0.032	83.35	1465872.69	-0.00111
	50	49	50-49	-1.35	1.2	0.038	0.032	81.13	1426829.65	-0.00135
	49	47	49-47	-1.52	1.2	0.040	0.038	155.04	1250049.35	-0.00152
47	46	47-46	2.03	1.2	0.046	0.019	102.54	25418127.2	0.00203	
46	45	46-45	1.6	1.2	0.041	0.024	99.88	7191156.9	0.0016	

C3	42	40	42-40	2.6825	1.2	0.053	0.049	69.89	165558.886	0.0026825
	40	41	40-41	-0.897	1.2	0.031	0.024	85.44	6151506.26	-0.000897

	41	25	41-25	-0.92916	1.2	0.031	0.024	77.11	5551763.2	-0.00092916
	25	44	25-44	-2.7875	1.2	0.054	0.038	64.93	523514.603	-0.0027875
	44	43	44-43	-2.7875	1.2	0.054	0.049	109.81	254009.143	-0.0027875
	43	42	43-42	-2.9775	1.2	0.056	0.049	68.02	157341.79	-0.0029775

C4	40	33	40-33	3.2195	1.2	0.058	0.049	144.88	335131.998	0.0032195
	33	59	33-59	1.41975	1.2	0.039	0.038	121.88	982688.43	0.00141975
	59	32	59-32	1.949	1.2	0.045	0.038	72.75	586565.337	0.001949
	32	30	32-30	-0.86375	1.2	0.030	0.024	28.65	2062741.74	-0.00086375
	30	31	11-10	-0.536875	1.2	0.024	0.024	68	4895861.72	-0.00053688
	31	28	10-28	-0.5968	1.2	0.025	0.024	48.2	3470301.99	-0.0005968
	28	27	28-27	-1.19375	1.2	0.036	0.032	57.84	1017229.47	-0.00119375
	27	26	27-26	-1.23375	1.2	0.036	0.032	76.8	1350678.14	-0.00123375
	26	25	26-25	-0.929	1.2	0.031	0.032	156.7	2755875.84	-0.000929
	25	41	25-41	0.92917	1.2	0.031	0.024	77.11	5551763.2	0.00092917
41	40	11-10	0.897	1.2	0.031	0.024	85.44	6151506.26	0.000897	

C5	19	20	19-20	-0.68918	1.2	0.027	0.019	92.52	22934319.5	-0.00068918
	20	21	20-21	-0.749	1.2	0.028	0.024	57.63	4149242.81	-0.000749
	21	24	21-24	-0.4346	1.2	0.021	0.038	54.47	439178.198	-0.0004346
	24	25	24-25	-0.929	1.2	0.031	0.032	44.78	787543.842	-0.000929
	25	26	25-26	0.929	1.2	0.031	0.032	156.7	2755875.84	0.000929
	26	19	26-19	-0.34459	1.2	0.019	0.019	102.49	25405732.9	-0.00034459

C6	29	28	29-28	-0.596875	1.2	0.025	0.024	66.43	4782824.92	-0.00059688
----	----	----	-------	-----------	-----	-------	-------	-------	------------	-------------

	28	31	28-31	0.5968	1.2	0.025	0.024	48.2	3470301.99	0.0005968
	31	30	31-30	0.5368	1.2	0.024	0.024	68	4895861.72	0.0005368
	30	29	330-29	-0.486875	1.2	0.023	0.019	54.17	13427930.1	-0.00048688

C7	55	54	55-54	0.8666	1.2	0.030	0.024	136.72	9843561.98	0.0008666
	54	18	54-18	0.8666	1.2	0.030	0.024	30.36	2185858.26	0.0008666
	18	19	18-19	-0.34459	1.2	0.019	0.024	74.34	5352328.83	-0.00034459
	19	26	19-26	0.34459	1.2	0.019	0.019	102.49	25405732.9	0.00034459
	26	27	30-27	1.23375	1.2	0.036	0.032	76.8	1350678.14	0.00123375
	27	28	27-28	1.19375	1.2	0.036	0.032	57.84	1017229.47	0.00119375
	28	29	28-29	0.596875	1.2	0.025	0.024	66.43	4782824.92	0.00059688
	29	30	29-30	0.486875	1.2	0.023	0.019	54.17	13427930.1	0.00048688
	30	32	30-32	0.86375	1.2	0.030	0.024	28.65	2062741.74	0.00086375
32	55	30-55	2.3332	1.2	0.050	0.049	240.16	555530.789	0.0023332	

C8	33	59	33-59	-1.41975	1.2	0.039	0.038	121.88	982688.43	-0.00141975
	33	34	33-34	1.4197	1.2	0.039	0.038	82.97	668966.681	0.0014197
	34	35	34-35	1.32975	1.2	0.038	0.038	36.75	296306.201	0.00132975
	35	36	35-36	0.55487	1.2	0.024	0.024	87.16	6275342.76	0.00055487
	36	59	36-59	0.789745	2.2	0.021	0.024	56.15	4042685.82	0.00078975

C9	35	36	35-36	-0.55487	1.2	0.024	0.024	87.16	6275342.76	-0.00055487
	36	37	36-37	0.454875	1.2	0.022	0.019	26.57	6586304.26	0.00045488
	37	38	37-38	0.5548	1.2	0.024	0.024	26.42	1902186.28	0.0005548

	38	39	38-39	0.55487	1.2	0.024	0.024	95.07	6844846.68	0.00055487
	39	35	39-35	0.55487	2.2	0.018	0.024	41.44	2983595.73	0.00055487

C10	55	14	55-14	0.866	1.2	0.030	0.024	146.81	10570021.5	0.000866
	14	15	14-15	-0.84119	1.2	0.030	0.024	83.05	5979431.12	-0.00084119
	15	16	15-16	-0.99119	1.2	0.032	0.032	37.51	659686.679	-0.00099119
	16	17	16-17	-1.06119	1.2	0.034	0.032	45.15	794051.015	-0.00106119
	17	18	17-18	-1.17119	1.2	0.035	0.032	33.71	592856.251	-0.00117119
	18	54	18-54	-0.8666	1.2	0.030	0.024	30.36	2185858.26	-0.0008666
	54	55	54-55	-0.8666	1.2	0.030	0.024	136.72	9843561.98	-0.0008666

C11	21	22	21-22	-0.6379	1.2	0.026	0.019	48.67	12064562.6	-0.0006379
	22	23	22-23	-0.4346	1.2	0.021	0.019	54.31	13462634	-0.0004346
	23	24	23-24	-0.4346	1.2	0.021	0.019	53.16	13177566.2	-0.0004346
	24	21	24-21	0.4346	1.2	0.021	0.038	54.47	439178.198	0.0004346

C12	6	5	6-5	-0.203	1.2	0.015	0.019	50.48	12513234.4	-0.000203
	5	22	5-22	0.203	1.2	0.015	0.024	53.62	3860530.96	0.000203
	22	21	22-21	0.6379	1.2	0.026	0.019	48.67	12064562.6	0.0006379
	21	6	21-6	0.203	1.2	0.015	0.024	53.84	3876370.52	0.000203

C13	14	13	14-13	1	1.2	0.034	0.032	148.16	2605683.24	0.00111779
	13	12	13-12	0.95	1.2	0.032	0.024	15.54	1118848.4	0.00095

	12	11	12-11	0.75779	1.2	0.028	0.019	92.94	23038431.2	0.00075779
	11	10	11-110	0.17079	1.2	0.013	0.014	63.84	70214069.7	0.00017079
	10	9	110-9	0.1	1.2	0.010	0.019	40.81	10116186.6	0.0001
	9	8	9-8	-0.016	1.2	0.004	0.024	46.49	3347185.46	-0.000016
	8	7	8-7	-0.106	1.2	0.011	0.019	61.92	15349038.8	-0.000106
	7	6	7-6	-0.256	1.2	0.016	0.032	59.8	1051699.9	-0.000256
	6	21	6-21	-0.203	1.2	0.015	0.024	53.58	3857651.05	-0.000203
	21	20	21-220	0.7492	1.2	0.028	0.024	57.63	4149242.81	0.0007492
	20	19	220-19	0.68918	1.2	0.027	0.019	92.52	22934319.5	0.00068918
	19	18	19-18	0.34459	1.2	0.019	0.024	74.34	5352328.83	0.00034459
	18	17	18-17	1.1719	1.2	0.035	0.032	33.71	592856.251	0.0011719
	17	16	17-16	1.06119	1.2	0.034	0.032	45.15	794051.015	0.00106119
	16	15	16-15	0.99119	1.2	0.032	0.032	37.51	659686.679	0.00099119
15	14	15-14	0.84119	1.2	0.030	0.024	83.05	5979431.12	0.00084119	

C14	11	53	11-53	0.197	1.2	0.014	0.014	196.7	216339403	0.000197
	53	5	53-5	-0.203	1.2	0.015	0.014	41.73	45896508.9	-0.000203
	5	6	5-6	0.203	1.2	0.015	0.019	50.48	12513234.4	0.000203
	6	7	6-7	0.256	1.2	0.016	0.032	59.8	1051699.9	0.000256
	7	8	7-8	0.106	1.2	0.011	0.019	61.92	15349038.8	0.000106
	8	9	8-9	0.016	1.2	0.004	0.024	46.49	3347185.46	0.000016
	9	10	9-110	-0.1	1.2	0.010	0.019	40.81	10116186.6	-0.0001
	10	11	110-11	-0.17079	2.2	0.010	0.014	63.84	70214069.7	-0.00017079

C15	53	60	53-660	0.2	1.2	0.015	0.014	98.76	108620638	0.0002
	60	3	660-3	-0.2	1.2	0.015	0.014	64.72	71181932.8	-0.0002

	3	4	3-4	0.8	1.2	0.029	0.024	63.65	4582670.57	0.0008
	4	5	4-5	0.69	1.2	0.027	0.024	42.68	3072873.21	0.00069
	5	53	5-53	0.203	1.2	0.015	0.014	41.73	45896508.9	0.000203

Tabla para la realización del método de circuito cerrado por Hardy Cross para el sistema de riego por aspersión.

	Nodos		Tuberia	Q (L/s)	Velocidad de diseño (m/s)	Diametro Cal (m)	Diametro i (m)	L (m)	a	Q(m3/s)
	Inicio	Fin								
C1	48	45	48-45	24.5654479	1.2	0.161	0.153	103.0169	949.32829	0.02456545
	45	46	45-46	10.6850013	1.2	0.106	0.105	99.88	5844.25103	-0.010685
	46	47	46-47	12.0977756	1.2	0.113	0.105	102.54	5835.44459	0.01209778
	47	48	47-48	24.5654479	1.2	0.161	0.153	129.1	1189.69103	0.02456545
tuberia impulsión	tanque	tanque-		50	2.5	0.160	0.1536			0.05
C2	45	42	45-42	33.8155933	1.2	0.189	0.154	63.98	582.15585	0.03381559
	42	43	42-43	16.6210842	1.2	0.133	0.106	68.02	3835.38793	0.01662108
	43	44	43-44	15.6201613	1.2	0.129	0.106	109.81	6191.76637	0.01562016
	44	25	44-25	14.9797347	1.2	0.126	0.106	64.93	3661.15463	0.01497973

	25	24	25-24	3.89032656		1.2	0.064	0.049	44.78	103583.73	0.00389033
	24	23	24-23	1.32555639		1.2	0.038	0.038	53.16	428615.99	0.00132556
	23	22	23-22	0.67781136		1.2	0.027	0.024	54.31	3910209.5	0.00067781
	22	5	22-5	2.78953103		1.2	0.054	0.049	53.62	124032.14	0.00278953
	5	4	5-4	9.16573524		1.2	0.099	0.086	42.68	6392.2752	0.00916574
	4	3	4-3	-10.068427		1.2	0.103	0.086	63.65	9532.9971	0.01006843
	3	2	3-2	10.5173711		1.2	0.106	0.105	37.17	2174.9180	0.01051737
	2	1	2-1	10.5173711		1.2	0.106	0.105	56.22	3289.5854	0.01051737
	1	52	1-52	10.5173711		1.2	0.106	0.105	30.52	1785.8083	0.01051737
	52	51	52-51	10.5173711		1.2	0.106	0.105	50.26	2940.8495	0.01051737
	51	50	51-50	11.0291572		1.2	0.108	0.105	83.35	4877.0356	0.01102916
	50	49	50-49	11.8054797		1.2	0.112	0.105	81.13	4659.9117	0.01180548
	49	47	49-47	12.0977756		1.2	0.113	0.105	155.04	8988.0027	0.01209778
	47	46	47-46	12.0977756		1.2	0.113	0.105	102.54	5944.4646	0.01209778
	46	45	46-45	10.6850013		1.2	0.106	0.086	99.88	14959.242	0.010685

C3	42	40	42-40	16.6210842	1.2	0.133	0.150	69.89	713.75900 2	0.01662108
	40	41	40-41	2.98214601	1.2	0.056	0.049	85.44	197637.20 3	0.00298215
	41	25	41-25	3.89032656	1.2	0.064	0.038	77.11	621718.94 4	0.00389033
	25	44	25-44	14.9797347	1.2	0.126	0.106	64.93	3661.1546 3	0.01497973
	44	43	44-43	15.6201613	1.2	0.129	0.106	109.81	6191.7663 7	0.01562016
	43	42	43-42	16.6210842	1.2	0.133	0.106	68.02	3835.3879 3	0.01662108
				-						

C4	40	33	40-33	18.6942294	1.2	0.141	0.153	144.88	1343.6255 1	0.01869423
	33	59	33-59	8.86065928	1.2	0.097	0.084	121.88	20458.730 9	0.00886066
	59	32	59-32	13.8701157	1.2	0.121	0.153	72.75	674.68771 4	0.01387012
	32	30	32-30	6.63405545	1.2	0.084	0.086	28.65	4290.972	0.00663406
	30	31	11-10	3.1029949	1.2	0.057	0.049	68	157295.52 6	0.00310299
	31	28	10-28	2.91574378	1.2	0.056	0.049	48.2	111494.77	0.00291574
	28	27	28-27	5.71571741	1.2	0.078	0.086	57.84	8662.8209 5	0.00571572
	27	26	27-26	5.71571741	1.2	0.078	0.086	76.8	11502.500 9	0.00571572
	26	25	26-25	3.89032656	1.2	0.064	0.049	156.7	362473.66 2	0.00389033

	25	41	25-41	3.89032656		1.2	0.064	0.038	77.11	621718.94 4	0.00389033
	41	40	11-10	2.98214601		1.2	0.056	0.049	85.44	197637.20 3	0.00298215

C5	19	20	19-20	3.27293784		1.2	0.059	0.032	92.52	1627145.0 7	- 0.00327294
	20	21	20-21	4.85050329		1.2	0.072	0.049	57.63	133307.95 9	-0.0048505
	21	24	21-24	1.32555639		1.2	0.038	0.038	54.47	439178.19 8	- 0.00132556
	24	25	24-25	3.89032656		1.2	0.064	0.049	44.78	103583.73	- 0.00389033
	25	26	25-26	3.89032656		1.2	0.064	0.049	156.7	362473.66 2	0.00389033
	26	19	26-19	5.8967936		1.2	0.079	0.049	102.49	237076.74 3	0.00589679

C6	29	28	29-28	2.95946515		1.2	0.056	0.049	66.43	153663.85	0.00295947
	28	31	28-31	2.91574378		1.2	0.056	0.049	48.2	111494.77	- 0.00291574
	31	30	31-30	-3.1029949		1.2	0.057	0.049	68	157295.52 6	- 0.00310299
	30	29	330-29	3.1029949		1.2	0.057	0.049	54.17	125304.39 2	0.00310299

C7	55	54	55-54	- 1.81594025	-	1.2	0.044	0.049	136.72	316256.53 5	- 0.00181594
	54	18	54-18	- 1.81594025	-	1.2	0.044	0.049	30.36	70227.826 2	- 0.00181594
	18	19	18-19	- 5.23083347	-	1.2	0.074	0.014	74.34	81762436. 4	- 0.00523083
	19	26	19-26	- -5.8967936	-	1.2	0.079	0.049	102.49	237076.74 3	- 0.00589679
	26	27	30-27	- 5.71571741	-	1.2	0.078	0.086	76.8	11633.005 5	- 0.00571572
	27	28	27-28	- 5.71571741	-	1.2	0.078	0.086	57.84	8662.8209 5	- 0.00571572
	28	29	28-29	- 2.95946515	-	1.2	0.056	0.049	66.43	153663.85	- 0.00295947
	29	30	29-30	- -3.1029949	-	1.2	0.057	0.049	54.17	125304.39 2	- 0.00310299
	30	32	30-32	- 6.63405545	-	1.2	0.084	0.086	28.65	4290.972	- 0.00663406
	32	55	30-55	- 6.63405545	-	1.2	0.084	0.086	240.16	35969.278 7	- 0.00663406

C8	33	59	33-59	- 8.86065928	-	1.2	0.097	0.084	121.88	20458.730 9	- 0.00886066
	33	34	33-34	- 8.86065928	-	1.2	0.097	0.086	82.97	12426.595	- 0.00886066
	34	35	34-35	- 8.04768154	-	1.2	0.092	0.086	36.75	5504.1263 8	- 0.00804768
	35	36	35-36	- 3.51811133	-	1.2	0.061	0.049	87.16	201615.85 4	- 0.00351811

	36	59	36-59	5.20793755		2.2	0.055	0.049	56.15	129884.46 8	0.00520794
--	----	----	-------	------------	--	-----	-------	-------	-------	----------------	------------

C9	35	36	35-36	3.51811133	-	1.2	0.061	0.049	87.16	201615.85 4	- 0.00351811
	36	37	36-37	2.6817272		1.2	0.053	0.038	26.57	214227.36 8	0.00268173
	37	38	37-38	3.18934934		1.2	0.058	0.049	26.42	61113.938 3	0.00318935
	38	39	38-39	3.51811133		1.2	0.061	0.049	95.07	219913.02 5	0.00351811
	39	35	39-35	3.51811133		2.2	0.045	0.049	41.44	95857.744 3	0.00351811

C10	55	14	55-14	7.9491242		1.2	0.092	0.049	146.81	339596.41 5	0.00794912
	14	15	14-15	1.44669601		1.2	0.039	0.038	83.05	669611.70 1	0.0014467
	15	16	15-16	0.54026045	-	1.2	0.024	0.024	37.51	2700643.7 2	- 0.00054026
	16	17	16-17	-1.5784064		1.2	0.041	0.038	45.15	364033.33 3	- 0.00157841
	17	18	17-18	1.81594025	-	1.2	0.044	0.038	33.71	271795.43	0.00181594
	18	54	18-54	1.81594025		1.2	0.044	0.049	30.36	70227.826 2	0.00181594
	54	55	54-55	1.81594025		1.2	0.044	0.049	136.72	316256.53 5	0.00181594

C11	21	22	21-22	4.13237742	-	1.2	0.066	0.049	48.67	112581.96	0.00413238	-
	22	23	22-23	0.67781136	-	1.2	0.027	0.024	54.31	3910209.56	0.00067781	-
	23	24	23-24	1.32555639	-	1.2	0.038	0.038	53.16	428615.991	0.00132556	-
	24	21	24-21	1.32555639	-	1.2	0.038	0.038	54.47	439178.198	0.00132556	-

C12	6	5	6-5	2.78953103	-	1.2	0.054	0.049	50.48	116768.797	0.00278953	-
	5	22	5-22	2.78953103	-	1.2	0.054	0.049	53.62	124032.149	0.00278953	-
	22	21	22-21	4.13237742	-	1.2	0.066	0.049	48.67	112581.96	0.00413238	-
	21	6	21-6	-0.8286274	-	1.2	0.030	0.032	53.84	946881.653	0.00082863	-

C13	14	13	14-13	5	-	1.2	0.073	0.038	148.16	1194577.6	0.00496158	-
	13	12	13-12	4.64550022	-	1.2	0.070	0.024	15.54	1118848.4	0.0046455	-
	12	11	12-11	3.40634953	-	1.2	0.060	0.032	92.94	1634531.59	0.00340635	-
	11	10	11-110	4.38255205	-	1.2	0.068	0.032	63.84	1122751.2	0.00438255	-
	10	9	110-9	4.30324792	-	1.2	0.068	0.038	40.81	329040.982	0.00430325	-

	9	8	9-8	3.56326531	1.2	0.061	0.019	46.49	11524173.3	0.00356327
	8	7	8-7	1.50198883	1.2	0.040	0.038	61.92	499245.714	0.00150199
	7	6	7-6	-0.8286274	1.2	0.030	0.086	59.8	8956.37436	-0.00082863
	6	21	6-21	0.8286274	1.2	0.030	0.032	53.58	942309.045	0.00082863
	21	20	21-220	4.85050329	1.2	0.072	0.049	57.63	133307.959	0.0048505
	20	19	220-19	3.27293784	1.2	0.059	0.032	92.52	1627145.07	0.00327294
	19	18	19-18	5.23083347	1.2	0.074	0.014	74.34	81762436.4	0.00523083
	18	17	18-17	1.81594025	1.2	0.044	0.038	33.71	271795.43	0.00181594
	17	16	17-16	1.5784064	1.2	0.041	0.038	45.15	364033.333	0.00157841
	16	15	16-15	0.54026045	1.2	0.024	0.024	37.51	2700643.72	0.00054026
	15	14	15-14	1.44669601	1.2	0.039	0.038	83.05	669611.701	-0.0014467

C14	11	53	11-53	2.39194212	1.2	0.050	0.049	196.7	455000.442	-0.00239194
	53	5	53-5	2.78953103	1.2	0.054	0.049	41.73	96528.5635	-0.00278953
	5	6	5-6	2.78953103	1.2	0.054	0.049	50.48	116768.797	0.00278953

	6	7	6-7	0.8286274	1.2	0.030	0.086	59.8	8956.3743 6	0.00082863
	7	8	7-8	1.50198883	1.2	0.040	0.038	61.92	499245.71 4	- 0.00150199
	8	9	8-9	3.56326531	1.2	0.061	0.019	46.49	11524173. 3	- 0.00356327
	9	10	9-110	4.30324792	1.2	0.068	0.038	40.81	329040.98 2	- 0.00430325
	10	11	110-11	4.38255205	2.2	0.050	0.032	63.84	1122751.2	- 0.00438255

	53	60	53-660	0.221	1.2	0.015	0.014	98.76	108620638	0.000221
	60	3	660-3	-0.221	1.2	0.015	0.014	64.72	71181932. 8	-0.000221
C15	3	4	3-4	10.068427	1.2	0.103	0.086	63.65	9532.9971 2	0.01006843
	4	5	4-5	9.16573524	1.2	0.099	0.086	42.68	6392.2752 1	0.00916574
	5	53	5-53	2.78953103	1.2	0.054	0.049	41.73	96528.563 5	0.00278953

Tabla para la realización del método de circuito cerrado por Hardy Cross para el sistema de riego por aspersión.