

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias De La Tierra**

**“PREDISEÑO DE SOLUCIONES ECO-INGENIERILES PARA EL  
CONTROL DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA FEBRES  
CORDERO, EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”**

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

MILUSHKA DE JESÚS CEDEÑO MARÍN

FABIAN LEONARDO QUICHIMBO MIGUITAMA

**TUTOR**

Ing. Mijaíl Arias Hidalgo, PhD.

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**AÑO: 2020**

## DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis padres Inés y Gerardo, quienes son mi soporte vital en mi día a día, a mis hermanos Beatriz, Fredi, Pablo, Marcelo, y Andrés, quienes me han brindado todo su apoyo en esta gran travesía, a mis tíos Ana y Alberto, quienes me han acogido como un hijo en su hogar y brindado todo su amor, sin su apoyo no hubiera sido posible llegar hasta este punto.

Fabián Quichimbo.

Este trabajo va dedicado primero a Dios por darme la salud, fuerza y paciencia para llegar a este momento tan importante, a mis padres Neri y Luis por ser los pilares de mi vida, por sostenerme fuerte siempre y en cada momento en los que he flaqueado, por darme las palabras de aliento cuando las he necesitado y por apoyarme siempre en cada decisión que he tomado, a mi hermano Roberto por ser el apoyo y el amigo que siempre estuvo para escucharme y darme consejos a lo largo de este camino.

Milushka Cedeño Marín.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi tutor, el Dr. Mijaíl Arias quien, con su constante guía, se pudo culminar este proyecto, al Dr. David Matamoros, quien me ha brindado toda la apertura y su experiencia con todas mis dudas referente a la carrera, a todos los tutores que contribuyeron a este proyecto ,al CADS por la oportunidad de colaborar y aportar con un granito de arena al gran proyecto que llevan en camino. Agradezco a todos mis amigos y compañeros que me han acompañado en esta fascinante travesía universitaria.

Fabian Quichimbo.

Primero quiero agradecerle al Dr. Mijaíl por confiar en mí, por ser un guía y por su inmensa ayuda en la realización de este proyecto. A mis amigos Erika, Maite, Augusto y Andrés por siempre estar ahí, confiando en mí y dándome siempre esas palabras de aliento, por ser esos amigos que no dejan que me derrumbarme, a Fiorella, Cisne, Anizia, Rubén por todo el apoyo en todos estos años. Al ingeniero Larreta por ser siempre como un padre brindándome sus consejos y ayuda.

Milushka Cedeño Marín.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“Los derechos de titularidad y explotación, me(nos) corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Milushka Cedeño, Fabián Quichimbo* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Cedeño Milushka

Quichimbo Fabian

## **EVALUADORES**

.....  
**Ing Carlos Rodríguez, PhD., M.SC**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....  
**Ing Mijaíl Arias Hidalgo, PhD., M.SC.**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

Guayaquil, la ciudad costera más importante del Ecuador a nivel económico, año a año sufre estragos debido a la temporada invernal y la incapacidad del sistema existente de AALL de abastecer las eventualidades de la ciudad. Por consiguiente, existe la necesidad de proponer soluciones verdes y azules que mitiguen e incrementen la resiliencia de Guayaquil. En esa línea, se planteó tres propuestas eco-ingenieriles: a) la adecuación y construcción de un parque inundable con una capacidad de retener hasta 5000 m<sup>3</sup> de agua; b) la implementación de un parque lineal a orillas del Estero Salado, y, c) la readecuación de calles a caminos peatonales sensibles al agua con capacidad de retener hasta 0.5 m<sup>3</sup> de agua por cada 1m<sup>2</sup> de sección propuesta.

## ***ABSTRACT***

Guayaquil is the most important city from the economic point of view of Ecuador. Every year this zone is flood-prone due to spring precipitation events and the poor by designed stormwater system. These facts together with uncontrolled population growth worsen the problem. To tackle such situation, we propose three eco hydraulic solutions to mitigate and increase flood resilience, mainly: a) design of a flooding park with a capacity up to 5000 m<sup>3</sup> of water; b) a lineal park along the coastal line of Febres Cordero; and, c) the reconstruction of streets to land use change by means of flood buffer strips. change the use from vehicular to peatonal traffic.

# INDICE GENERAL

EVALUADORES .....	5
RESUMEN.....	I
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>V</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....</b>	<b>IX</b>
<b>INDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>XII</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>XIII</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>15</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
1.1. Introducción.....	15
1.2. Antecedentes.....	15
1.3. Justificación del problema .....	16
1.4. Objetivos.....	16
1.5. Contexto del proyecto integrador .....	17
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>19</b>
<b>2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.....</b>	<b>19</b>
2.1. Revisión de Literatura .....	19
2.2. Zona de estudio. ....	20
2.4. Análisis Hidrológico.....	21
2.4.1. Selección de estaciones y periodos a analizar. ....	21
2.4.2. Eventos o precipitaciones .....	22
2.4.3. Lluvias de diseño para un para un periodo de retorno de 2,5,10,25,50 y 100 años	27
2.4.3.1. Serie anual de precipitaciones.....	27
2.4.3.2. Distribución de probabilidades.....	28
2.4.4. Determinación de la distribución de probabilidad de mejor ajuste.....	31
2.4.5. Aplicación de curvas IDF.....	32
2.5. Estudio de mareas y marea de diseño. ....	36
2.6. Análisis de Resultados.....	37
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>40</b>
<b>3. MODELAMIENTO DE LA ZONA.....</b>	<b>40</b>



3.1. Configuración del DEM y revisión del sistema de AALL de la parroquia Febres Cordero.....	40
3.2. Simulación en SWMM .....	40
3.3. Determinación de zona susceptibles a inundaciones.....	46
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>50</b>
4. RESTRICCIONES Y DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS.....	50
4.1. Restricciones Físicas, Ambientales, Sociales y Económicas.....	50
4.2. Planteamiento de Alternativas.....	51
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>62</b>
5. IMPACTO AMBIENTAL, SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS Y PRESUPUESTO.....	62
5.1. Evaluación del impacto ambiental .....	62
5.1.1. Zona de implantación del proyecto.....	62
5.1.2. Descripción del Medio.....	63
5.1.3. Impacto Visual.....	65
5.1.4. Regularización Ambiental.....	69
5.2. Selección de alternativas óptimas y discusión.....	69
5.4 Presupuesto.....	96
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>103</b>
6. CONCLUSIONES, OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
6.1. Conclusiones.....	103
6.2. Recomendaciones.....	104
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>106</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>109</b>
APÉNDICE A.....	110
APÉNDICE B.....	111
APÉNDICE C.....	121
APÉNDICE D.....	126
APÉNDICE E.....	131
APÉNDICE F.....	137
APÉNDICE G.....	139
APÉNDICE H.....	147

## **ABREVIATURAS**

**ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible.

**UNISDR:** Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres.

**SWMM:** Storm Water Management Model.

**DEM:** Digital Elevation Model.

**INAMHI:** Instituto Nacional De Meteorología e Hidrología del Ecuador

**PT.** Precipitación total de un grupo de eventos

**TT.-** tiempo total de un grupo de eventos.

**IDF:** Intensidad, Duración, Frecuencia.

**AALL:** Sistema de aguas lluvias.

**EMAPAG:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil.

**CAF;** Banco de Desarrollo de América Latina.

**Tr:** Periodo de retorno de un evento [año].

**ISDR:** International Strategy for Disaster Reduction (Estrategias internacionales para la reducción de desastres)

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.2.1 Calles anegadas y tráfico paralizado, Fuente: Tomada de los medios de comunicación locales.....</b>	<b>15</b>
<b>Ilustración 2.2.1 Zona del proyecto Fuente: Google Earth 2019.....</b>	<b>21</b>
<b>Ilustración 2.4.1.1 Estaciones cercanas al proyecto. Fuente: Los Autores.....</b>	<b>22</b>
<b>Ilustración 2.5.1 Ubicación del mareógrafo de la estación Tres Bocas. Fuente: Los Autores.....</b>	<b>36</b>
<b>Ilustración 5.1.1.1 Ubicación del lugar de construcción del proyecto. ....</b>	<b>62</b>
<b>Ilustración 5.1.4.1 Categorización Ambiental. Fuente: Página web, MAE. ....</b>	<b>69</b>

## INDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 2.1. Eventos normalizados 2019 Fuente: Los Autores. ....	24
Gráfico 2.2 Eventos normalizados 2018 Fuente: Los Autores. ....	25
Gráfico 2.3 Curva que representa un evento típico del año 2019. Fuente: Los Autores. ...	26
Gráfico 2.4 Curva que representa un evento tipo año 2018. Fuente: Los Autores. ....	26
Gráfico 2.5: Valores máximos diarios acumulados por años. El día más lluvioso de cada año. Fuente: Autores. ....	27
Gráfico 2.6: Precipitaciones registradas por la base naval Sur Anuales Fuente: Los Autores. ....	27
Gráfico 2.7 Varias Distribuciones que se adaptan a la muestra de precipitaciones Fuente: Los Autores. ....	31
Gráfico 2.8 Curvas IDF (semi-log) Fuente: INAMHI (2019). ....	33
Gráfico 2.9 Método de bloque con intervalos cada 10 min y un Tr de 10 años Fuente: Los Autores. ....	34
Gráfico 2.10 Lluvias desagregados a escala mínima con las curvas IDF Fuente: Los Autores. ....	35
Gráfico 2.11 Lluvias con una duración de 18 horas desagregadas Fuente: Los Autores. ....	35
Gráfico 2.12 Marea de diseño Fuente: Los Autores. ....	37
Gráfico 2.13 Marea máxima registrada por la estación tres bocas. Fuente: Los Autores. ....	39
Gráfico 3.1 Modelo de Febres Cordero en SWMM y QGIS. Fuente: Los Autores. ....	41
Gráfico 3.2 Definición de subcuencas para cada pozo. Fuente: Los autores. ....	43
Gráfico 3.3 Red de tuberías colapsadas con un eventos y mareas de diseño. Fuente: Los Autores. ....	46
Gráfico 3.4 Zonas en las cuales el agua rebosó sobre la calzada con un evento de diseño. Fuente: Los Autores. ....	47
Gráfico 3.5 Tuberías trabajando al 100% de su capacidad. Fuentes: Los Autores. ....	48
Gráfico 3.6 Ubicación de los pozos inundables. ....	49
Gráfico 4.1.1 Puntos conflictivos que forman lazos. Fuente: Autores. ....	50
Gráfico 4.2.1 Urbanización Laher Wiezen, Hannover-Bothfeld (Alemania) Fuente: Gernot Minke. ....	52
Gráfico 4.2.2 Muro Verde. Fuente Green Roof for Healthy Cities. ....	54
Gráfico 4.2.3 Cinta costera alrededor de la ciudad de Panamá. Fuente: Panorama Panamá. <a href="http://www.odebrecht.com.pa/proyectos-ejecutados/cinta-costera">http://www.odebrecht.com.pa/proyectos-ejecutados/cinta-costera</a> . ....	55
Gráfico 4.2.4 Malecón Del Salado, Ecuador, Guayaquil. Fuente Municipio de Guayaquil. <a href="http://ecuador360.travel/ciudades-de-ecuador/guia-de-atractivos-de-guayaquil/malecon-del-salado.html">http://ecuador360.travel/ciudades-de-ecuador/guia-de-atractivos-de-guayaquil/malecon-del-salado.html</a> . ....	55
Gráfico 4.2.5 Parque lineal. Fuente: Future Perspectives Febres-Cordero Urbanisten-2013. ....	56
Gráfico 4.2.6 Parque lineal Carlos Armando Romero Rodas, Guayaquil. Fuente: Guayaquil es mi destino. ....	56
Gráfico 4.2.7 Parque lineal. Fuente: Future-perspectives_Febres-Cordero urbanisten. ...	57
Gráfico 4.2.8 Parque lineal Fuente Future-perspectives_Febres-Cordero urbanisten. ....	58
Gráfico 4.2.9 Peatonización de las Calles de la Plaza 5 de mayo en Panamá Fuente: BID Ciudades Sostenibles. ....	58
Gráfico 4.2.10 Ciudad de Nueva York, Times Square peatonalizado, fuente: BID Ciudades Sostenibles. (2018). ....	59
Gráfico 4.2.11 Creación de plazas y parques en vez de calles. Holanda. Fuente: BID .....	59

<b>Gráfico 4.2.12 Parque Inundable en Copenhague- Fuente:</b> <b><a href="https://www.citylab.com/design/2016/01/copenhagen-parks-ponds-climate-change-community-engagement/426618/?utm_source=SFFB">https://www.citylab.com/design/2016/01/copenhagen-parks-ponds-climate-change-community-engagement/426618/?utm_source=SFFB</a>.....</b>	<b>60</b>
<b>Gráfico 4.2.13 Parque Inundable La Majar de Alicante, ESPAÑA. Fuente: <a href="http://www.i-ambiente.es/?q=blogs/parquelamarjal-un-parque-urbano-inundable-como-solucion-inteligente-y-sostenible">http://www.i-ambiente.es/?q=blogs/parquelamarjal-un-parque-urbano-inundable-como-solucion-inteligente-y-sostenible</a> .....</b>	<b>60</b>
<b>Gráfico 4.2.14 Depósito masivo emergente de escorrentía. Fuente: Los Autores. ....</b>	<b>61</b>
<b>Gráfico 4.2.15 Vista de cerca del depósito. Fuente: Los Autores.....</b>	<b>61</b>
<b>Gráfico 5.1.1 Zona de estudio luego de la construcción de la solución propuesta. Fuente: Los Autores.....</b>	<b>65</b>
<b>Gráfico 5.1.2 Diagrama de flujo de las distintas opciones del proyecto. Fuente: Los Autores. ....</b>	<b>68</b>
<b>Gráfico 5.2.1 modelado del corredor lineal. Fuente: Los Autores. ....</b>	<b>71</b>
<b>Gráfico 5.2.2 Vista en planta del parque Lineal. Fuente: Los Autores. ....</b>	<b>72</b>
<b>Gráfico 5.2.3 distinción por colores de la ubicación del corredor lineal sobre el estero o sobre taludes. Fuente: Los Autores. ....</b>	<b>72</b>
<b>Gráfico 5.2.4 Ubicación de la primera zona seleccionada. Fuente: Los Autores. ....</b>	<b>78</b>
<b>Gráfico 5.2.5 Ubicación del P1. Fuente: Los Autores.....</b>	<b>79</b>
<b>Gráfico 5.2.6 Ubicación del P2. Fuente: Los Autores.....</b>	<b>79</b>
<b>Gráfico 5.2.7 Ubicación del P3. Fuente: Los Autores.....</b>	<b>80</b>
<b>Gráfico 5.2.8 Ubicación del P4. Fuente: Los Autores.....</b>	<b>80</b>
<b>Gráfico 5.2.9 Ubicación P5. Fuente: Los Autores. ....</b>	<b>81</b>
<b>Gráfico 5.2.10 Ubicación P6. Fuente: Los Autores. ....</b>	<b>81</b>
<b>Gráfico 5.2.11 Ubicación del P7. Fuente: Los Autores.....</b>	<b>82</b>
<b>Gráfico 5.2.12 Ubicación de los puntos 8, 9 y 10. Fuente: Los Autores. ....</b>	<b>83</b>
<b>Gráfico 5.2.13 Diseño de zonas verdes con áreas que retienen agua, Fuente: Autores. ..</b>	<b>83</b>
<b>Gráfico 5.2.14 Propuesta calles sostenibles. Fuente: Los Autores .....</b>	<b>85</b>
<b>Gráfico 5.2.15 Calles sensibles al agua. Fuente: Sustainability 2019. ....</b>	<b>85</b>
<b>Gráfico 5.2.16 Calle 39 y la F. Guayaquil.....</b>	<b>87</b>
<b>Gráfico 5.2.17 Calle 11 y Fco de Marcos. Guayaquil. ....</b>	<b>87</b>
<b>Gráfico 5.2.18 Colegio Prov. del Azuay. Calle Suscal, Guayaquil.....</b>	<b>88</b>
<b>Gráfico 5.2.19 Calle antes de subir puente de la A. Guayaquil. Un sentido. ....</b>	<b>88</b>
<b>Gráfico 5.2.20 Calle antes de subir el puente de la A, otro lado de calzada. Guayaquil. ...</b>	<b>89</b>
<b>Gráfico 5.2.21 Calles posibles a peatnizar. ....</b>	<b>89</b>
<b>Gráfico 5.2.22 Propuesta del Parque inundable. Fuente: Los Autores. ....</b>	<b>91</b>
<b>Gráfico 5.2.23 Relación de capacidad vs demanda. Fuente: Los Autores .....</b>	<b>93</b>
<b>Gráfico 5.2.24 Relación demanda vs Capacidad. Fuente: Los Autores .....</b>	<b>94</b>
<b>Gráfico 5.2.25 Render de la Propuesta. Fuente: Los Autores .....</b>	<b>94</b>
<b>Gráfico 5.2.26 Render de detalle arquitectónico de la propuesta. Fuente: Los Autores ...</b>	<b>94</b>
<b>Gráfico 5.2.27 Área de influencia para la piscina de inundables, 80 Ha. Fuente, autores.</b>	<b>95</b>
<b>Gráfico 5.2.28 Vista en planta del parque inundable. Fuente: Los Autores. ....</b>	<b>96</b>
<b>Gráfico 2.0.17 Distribución Pearson III. Fuente: Los Autores. ....</b>	<b>114</b>
<b>Gráfico 2.0.19 Hietograma para Tr de 2 años y td 175 min. Fuente: Los Autores. ....</b>	<b>126</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Coordenadas de las estaciones meteorológicas. Fuente: Los Autores.....	22
Tabla 2.2	Interpolación para n=58 datos Fuente: Los Autores. ....	30
Tabla 2.3	Método de Bloque Alterno. Fuente: Los Autores.....	32
Tabla 2.4	Intensidad (mm/h) Fuente: INAMHI (2019).....	33
Tabla 2.5	Coordenadas del mareógrafo en la estación Tres Bocas. Fuente: Los Autores. .....	36
Tabla 2.6	Mareas con diferentes periodos de retorno Fuente: Los Autores. ....	36
Tabla 3.1	Codificación de los elementos .....	40
Tabla 3.2	Inventario de la red de AALL de Febres Cordero Fuente: Los Autores. ....	41
Tabla 3.3	Ingreso de datos en SWMM.....	42
Tabla 3.4	Parámetros para las cuencas de drenaje en SWMM.....	43
Tabla 3.5	Parámetros para las cámaras de inspección.....	44
Tabla 3.6	Parámetros para las cámaras de descarga en SWMM.....	44
Tabla 3.7	Parámetros para las tuberías en SWMM.....	45
Tabla 5.1.1	Tabla de identificación de las características del paisaje. Fuente: Los Autores. .....	66
Tabla 5.1.2	Tabla de la evaluación visual. Fuente: Los Autores. ....	66
Tabla 5.1.3	Tabla de valoración de la calidad visual. Fuente: Los Autores.....	67
Tabla 5.1.4	Tabla de valoración de la capacidad de absorción. Fuente: Los Autores. ....	67
Tabla 5.2.1	Ventajas y desventajas del parque lineal en la parroquia Febres-Cordero, Fuente: Los Autores. ....	70
Tabla 5.2.2	Datos Generales Socavación General. Fuente: Los Autores. ....	73
Tabla 5.2.3	Resultados de socavación General. Fuente: Los Autores.....	74
Tabla 5.2.4	Datos Generales Socavación Local. Fuente: Los Autores.....	74
Tabla 5.2.5	Resultado Socavación Local. Fuente: Los Autores.....	74
Tabla 5.2.6	Datos de socavación local para Froechlich. Fuente: Los Autores. ....	74
Tabla 5.2.7	Resultado. Fuente: Los Autores.....	75
Tabla 5.2.8	Ventajas y desventajas de la Red de calles sensibles al agua en la parroquia Febres-Cordero, Fuente: Los Autores.....	76
Tabla 5.2.9	Ventajas y desventajas del parque inundable en la parroquia Febres-Cordero, Fuente: Los Autores. ....	90
Tabla 5.2.10	Parámetros del suelo. Fuente: Los Autores. ....	91
Tabla 5.2.11	Parámetros Geotécnicos del suelo. Fuente: Los Autores. ....	92
Tabla 5.2.12	Dimensiones y espesores del parque inundable. Fuente: Los Autores. ....	92
Tabla 5.2.13	Propiedades de los materiales. Fuente: Los Autores.....	93
Tabla 2.0.12	Precipitaciones máximas por evento y su duración. Fuente: Los Autores.	121
Tabla 0.2.14	Precipitaciones máximas por evento y su duración. Fuente: Los Autores.	121

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación: 2.1.....	13
Ecuación: 2.2.....	13
Ecuación: 2.3.....	15
Ecuación: 2.4.....	16
Ecuación: 2.5.....	21
Ecuación: 2.6.....	21
Ecuación: 2.7.....	22
Ecuación: 2.8.....	29
Ecuación: 2.9.....	26
Ecuación: 2.1.....	26
Ecuación: 2.11.....	29
Ecuación: 2.12.....	27
Ecuación: 2.13.....	30
Ecuación: 2.14.....	30
Ecuación: 2.15.....	30
Ecuación: 2.16.....	33
Ecuación: 2.17.....	33
Ecuación: 5.2.....	72
Ecuación: 5.3.....	72
Ecuación: 5.4.....	72
Ecuación: 5.5.....	72
Ecuación: 5.6.....	72
Ecuación: 5.7.....	72
Ecuación: 5.8.....	72
Ecuación: 5.9.....	73

## INDICE DE PLANOS

<b>PLANO 1: Diseño del parque lineal. ....</b>
<b>PLANO 2: Implantación y diseño de calles resilientes. ....</b>
<b>PLANO 3: Plano arquitectónico-Parque inundable. ....</b>
<b>PLANO 4: Plano estructural-Parque inundable para Febres Cordero. ....</b>



# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Introducción.

La ciudad de Guayaquil, la segunda más grande del Ecuador, y la primera en lo que respecta a la actividad comercial (BCE, 2018), se encuentra ubicada geográficamente en un delta. Y en él, ríos como el Babahoyo y Daule se juntan para formar el río Guayas, tienen gran influencia de fenómenos climatológicos como el Niño y la Niña (Wyrthi, 1975). En tal virtud, las ciudades se encuentran propensas a sufrir constantes embates de la naturaleza y desastres en épocas invernales. Por este motivo, el presente proyecto contempla el análisis de aspectos hidrológicos, ambientales, sociales y económicos, con la finalidad de proponer prediseños de soluciones eco-ingenieriles sostenibles que mitiguen los problemas relacionados a inundaciones que año a año atañen a esta ciudad. Mediante un Modelo de elevación Digital (DEM) de la zona de estudio, se identificarán zonas bajas, las cuales presentan deficiencias en el drenaje. Posteriormente se presentan las soluciones multipropósitos que se adapten de mejor manera al sector.

### 1.2. Antecedentes.

El Puerto Principal durante la mayor parte de su historia, ha sufrido fuertes estragos en las temporadas invernales. Debido a una escasa planificación urbana y los asentamientos poblacionales en zonas no seguras de la ciudad, sumado a eso, la influencia de las mareas que exacerba el problema.



**Ilustración 1.2.1** Calles anegadas y tráfico paralizado, Fuente: Tomada de los medios de comunicación locales.

La parroquia Febres Cordero, se encuentra situada a orillas del Estero Salado en el suroeste de la ciudad, es el sitio escogido por el cliente El Centro de Agua y Desarrollo Sustentable (CADS), en el marco de un convenio con la M.I Municipalidad de Guayaquil y la Cooperación Holandesa. Este sector tiene entre otros, aspectos como la alta densidad poblacional (24 175 habitantes/km<sup>2</sup>), suelos con un porcentaje del 99% de impermeabilidad, una tasa de pobreza superior a la media (23.25%) y bajas tasas de acceso a servicios de salud (20 250 habitante por cada centro de salud). (CAF, 2018). Estos indicadores muestran el impedimento del desarrollo sectorial, y la planificación sostenible de manera normal. Siendo así, una zona con especial interés para la aplicación de mejoras que doten de herramientas que incrementen la resiliencia frente a inundaciones.

### **1.3. Justificación del problema**

La ciudad de Guayaquil, perteneciente al cantón con el mismo nombre, es la ciudad más importante desde el punto de vista económico. Está constituida por 21 parroquias, 5 de ellas rurales y 16 urbanas, también es la ciudad más poblada del Ecuador. Cuenta con una población de alrededor de 3 millones de habitantes y una tasa de crecimiento anual de 1.58% (INEC, 2019). La ciudad está situada a unos 6 msnm aproximadamente y acorde al estudio realizado por (Hallagatte, 2013), Guayaquil es la tercera ciudad en el mundo con mayores potenciales de pérdidas comparadas contra el PIB local.

Guayaquil, dentro del camino a convertirse en una ciudad sostenible y resiliente, tiene como uno de sus objetivos la reducción del riesgo de desastre (RRD). En tal virtud la ciudad ya ha empezado a trabajar en conjunto con el plan impartido por la UNINSDR en lo que respecta a objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Este proyecto, pretende complementar dicho plan para continuar con la planificación y desarrollo responsable en la ciudad.

### **1.4. Objetivos.**

#### **1.4.1. Objetivo General.**

Proponer prediseños de soluciones eco-ingenieriles sostenibles, para mitigar las inundaciones causadas en la época invernal por las lluvias y el alza de la marea del Estero Salado en la parroquia Febres-Cordero de la ciudad de Guayaquil, evaluando

el comportamiento de las inundaciones, empleando datos de precipitación y mareas para un cierto periodo de retorno asociado.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- 1) Establecer tormentas y mareas críticas de diseño, mediante registros meteorológicos para la zona de estudio.
- 2) Simular la zona de interés a través de un DEM, información del sistema de drenaje, mediante el programa Stormwater Management Model (SWMM).
- 3) Identificar las zonas con alta vulnerabilidad a inundaciones a través de un mapa de la zona obtenido del DEM.
- 4) Proporcionar prediseños de soluciones sostenibles para mitigar áreas susceptibles a inundaciones.

#### **1.5. Contexto del proyecto integrador**

Dada la situación geográfica de la ciudad, es usual que las tipologías de inundaciones sean producto de la limitación del sistema pluvial de drenaje, y por el efecto de las mareas (pleamares) en las partes más bajas de la ciudad. La evaluación y comprensión de cómo trabaja el sistema de aguas lluvias de la zona, bajo condiciones de diseño como una tormenta con un periodo de retorno 10 años y marea de diseño con un Tr de 2 años, en base a la normativa local (Interagua,2016), servirá como base para determinar las zonas de colapso en la red. (Capítulo 2).

El análisis de variables hidrológicas, como precipitaciones y niveles de mareas para establecer el comportamiento de la cuenca urbana de la zona. Utilizando distribuciones estadísticas para valores extremos, (Gumbel, Log-Pearson, Pearson III, Log-Normal), que mejor se ajusten a los datos obtenidos de las estaciones climatológicas. Se realiza una revisión global del sistema de drenaje pluvial de la zona de estudio Febres Cordero, y el análisis hidráulico para detectar tuberías que cumplen o no su función. (Capítulo 2).

Con los insumos y parámetros de diseño obtenidos, se procede a evaluar todas las zonas susceptibles a inundaciones dentro del área del proyecto, mediante el software de uso libre Storm Water Management Model (SWMM), el cual permite el análisis de

cuencas urbanas. Se procede a la construcción de un Modelo de Elevación Digital (DEM) de la zona. Para finalmente, dar propuestas de soluciones eco-ingenieriles que sean sustentables y amigables con el medio ambiente, y que a su vez mitiguen los efectos causados por las inundaciones que atañen año tras año a la parroquia. Esto se complementa mediante el respectivo análisis de costos y evaluación de impacto ambiental (Capítulo 5). Finalmente, se resumen los puntos mas relevantes para el proyecto y se recomiendan los pasos a seguir para las fases de factibilidad u operación de las soluciones a implementarse. (Capítulo 6).

# CAPÍTULO II

## 2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

### 2.1. Revisión de Literatura

Según (Grané, 2008), la resiliencia es una metáfora que construye futuros posibles sobre la esperanza humana y la consecución de la felicidad ante los sufrimientos, los traumas y el dolor padecido. Tomando este significado de resiliencia, se puede afirmar que resiliencia climática sería el trabajar para construir alternativas que mitiguen el impacto del cambio climático, para mejorar la vida de los habitantes de las diferentes ciudades del mundo.

(Watson & Adams, 2010) definieron el concepto emergente de resiliencia y consideraron las inundaciones como un proceso natural. Abordaron a su vez las inundaciones como un evento normal dado por el clima y el agua que conduce a enfoques imaginativos e integrales para un diseño resiliente, aplicable a escala regional, comunitaria y de construcción.

Según (ISDR, 2009) la resiliencia es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad potencialmente expuesta a los peligros para adaptarse, resistiendo o cambiando, para alcanzar y mantener un nivel aceptable de funcionamiento y estructura. Esto está determinado por el grado en que el sistema social es capaz de organizarse para aumentar su capacidad de aprender de desastres pasados para una mejor protección futura y para mejorar las medidas de reducción de riesgos.

La definición de desarrollo sostenible que se cita con mayor frecuencia es la propuesta por la Comisión de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (WCED, 1987), desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias.

Muchos intentos por promover el desarrollo sostenible involucran estrategias destinadas a definir y posteriormente monitorear alguna forma de "límites de sostenibilidad" (Farrell y Hart, 1998). Enfocándolo en la observación de los recursos

naturales y en el punto de vista ecológico, se debe hacer hincapié en la sociedad para pueda resistir y recuperarse de cualquier adversidad que se presente.

(Wyrthi, 1975) Definió a El Niño como la respuesta dinámica del océano Pacífico al forzamiento prolongado de los vientos ecuatoriales. El Niño el ejemplo más claro de la interacción océano-atmósfera. Por esta razón es que cada evento de El Niño es diferente en duración, intensidad, fecha de iniciación, fecha de finalización, impactos económicos, ambientales y sociales que deja a su paso, clasificando a El niño en diferentes categorías: muy débil, débil, moderado y fuerte, aunque para el acontecimiento de El Niño ocurrido entre el año de 1982 – 1983 se agregó una categoría más a dicha clasificación, ya que este evento fue considerado extraordinario por su larga, extrema y caótica duración.

La socavación general, también conocida como socavación normal, consiste en una disminución generalizada del fondo por el aumento del arrastre de sedimentos debido al incremento de la capacidad de flujo (crecidas). La socavación del fondo se produce debido a un desequilibrio entre el aporte sólido que transporta el agua a una sección y el material removido. (Toapaxi, 2015).

La socavación local se produce debido a la presencia de estrechamientos, curvas o estructuras en la corriente de un río, lo que provoca un aumento en la intensidad del flujo capaz de remover el material del lecho. Este tipo de socavación afecta a una zona limitada, caracterizada por una fuerte turbulencia con desarrollo de remolinos y vórtices inducidos por la obstrucción al paso del agua. (Toapaxi, 2015).

## **2.2. Zona de estudio.**

Febres cordero se encuentra ubicada geográficamente al norte con la parroquia Tarqui, al sur oeste con el Estero Salado y al Este con las parroquias Letamendi y Urdaneta.

## **2.3. Información y base de datos.**

Como parte de la información relevante consultada, se usaron los registros meteorológicos de las estaciones administradas por el INAMHI (Instituto Nacional De Meteorología e Hidrología) del Ecuador y EMAPAG-INTERAGUA (Empresa municipal de agua potable y alcantarillado de Guayaquil). Para el estudio hidrológico se contó con un registro de precipitaciones acumuladas diarias, entre los años 1962-2019 de

la estación ubicada en la base naval sur, finalmente se consideró las 4 estaciones más cercanas a la zona de estudio para las evaluaciones y estudios siguiente.



**Ilustración 2.2.1 Zona del proyecto Fuente: Google Earth 2019.**

A partir de los registros de las estaciones seleccionadas, se analizaron las precipitaciones acumuladas diarias máximas de cada año desde el 2018 hasta el 2019.

## **2.4. Análisis Hidrológico**

### **2.4.1. Selección de estaciones y periodos a analizar.**

Se consideró la información que aporta cada una de las estaciones de la cuenca del río Guayas, a la que pertenece la parroquia, y se tomó las cuatro más cercanas presentadas a continuación, como se muestra en la ilustración 2.1 del presente capítulo:



**Ilustración 2.4.1.1 Estaciones cercanas al proyecto. Fuente: Los Autores.**

**Tabla 2.1 Coordenadas de las estaciones meteorológicas. Fuente: Los Autores.**

CÓDIGO	NOMBRE	CORDENADAS	
		NORTE	ESTE
M5157	Pantanos Secos	9755756.34 m S	615942.71 m E
M5165	El Cisne 2	9754227.02m S	620518.96 m E
M5156	La Chala	9756101.45 m S	620325.82 m E
M5164	Javier Salitral	9758385.48 m S	617166.77 m E

#### 2.4.2. Eventos o precipitaciones.

Para los eventos de lluvias se trabajó con los registros de las estaciones con resolución temporal cada 5 minutos. Se analizó los eventos de lluvia más críticos por cada estación, normalizando los datos obtenidos para luego graficarlos y visualizar el comportamiento de cada evento. Se muestran las curvas normalizada de cada evento como se muestra en el gráfico 2.1 y para no saturar el mismo se las dividió en dos gráficas, correspondientes a cada año de estudio.

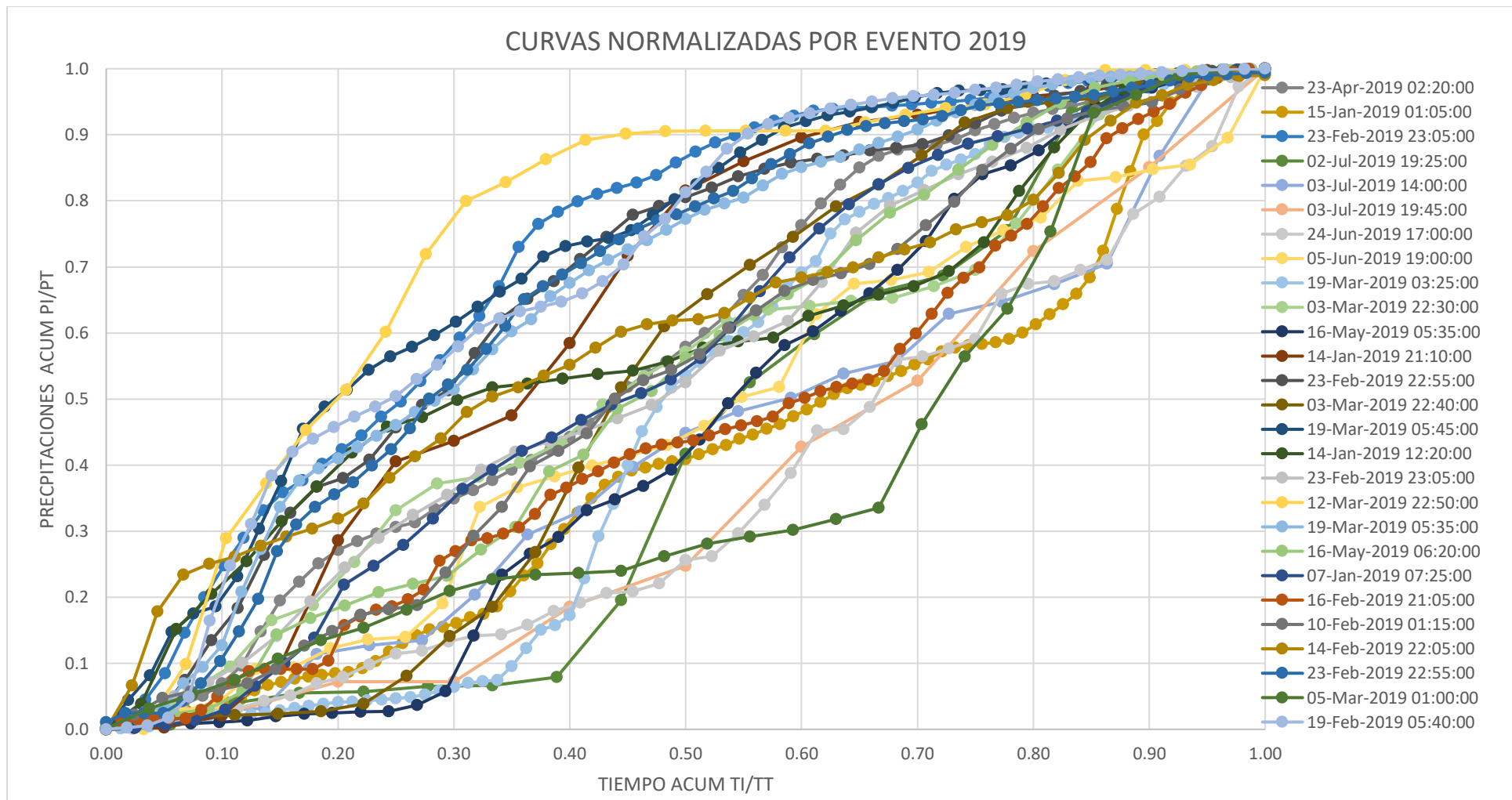
De cada estación antes mencionada se presentaron los cinco eventos más críticos. Sin embargo, para la gráfica se consideraron los dos eventos más decisivos por estación.



Según (Scott, 1982) el tiempo promedio de estudio se lo toma como la media aritmética de todos los valores de las estaciones analizadas, la lluvia típica fue de 185 minutos equivalentes a 3 horas. Esto se realizó analizando todos los eventos durante los años 2018- 2019.

Los valores de eventos con precipitaciones máximas y tiempos de duración por estación pertenecientes al año 2019 (gráfico 2.1), se los puede observar en el [Anexo 1](#).

Las tablas de los valores de las precipitaciones por evento y duración de cada estación por cada año, así como los hietogramas pueden ser observados en el [Anexo 3](#).



**Gráfico 2.1. Eventos normalizados 2019 Fuente: Los Autores.**

# CURVAS NORMALIZADAS POR EVENTO 2018

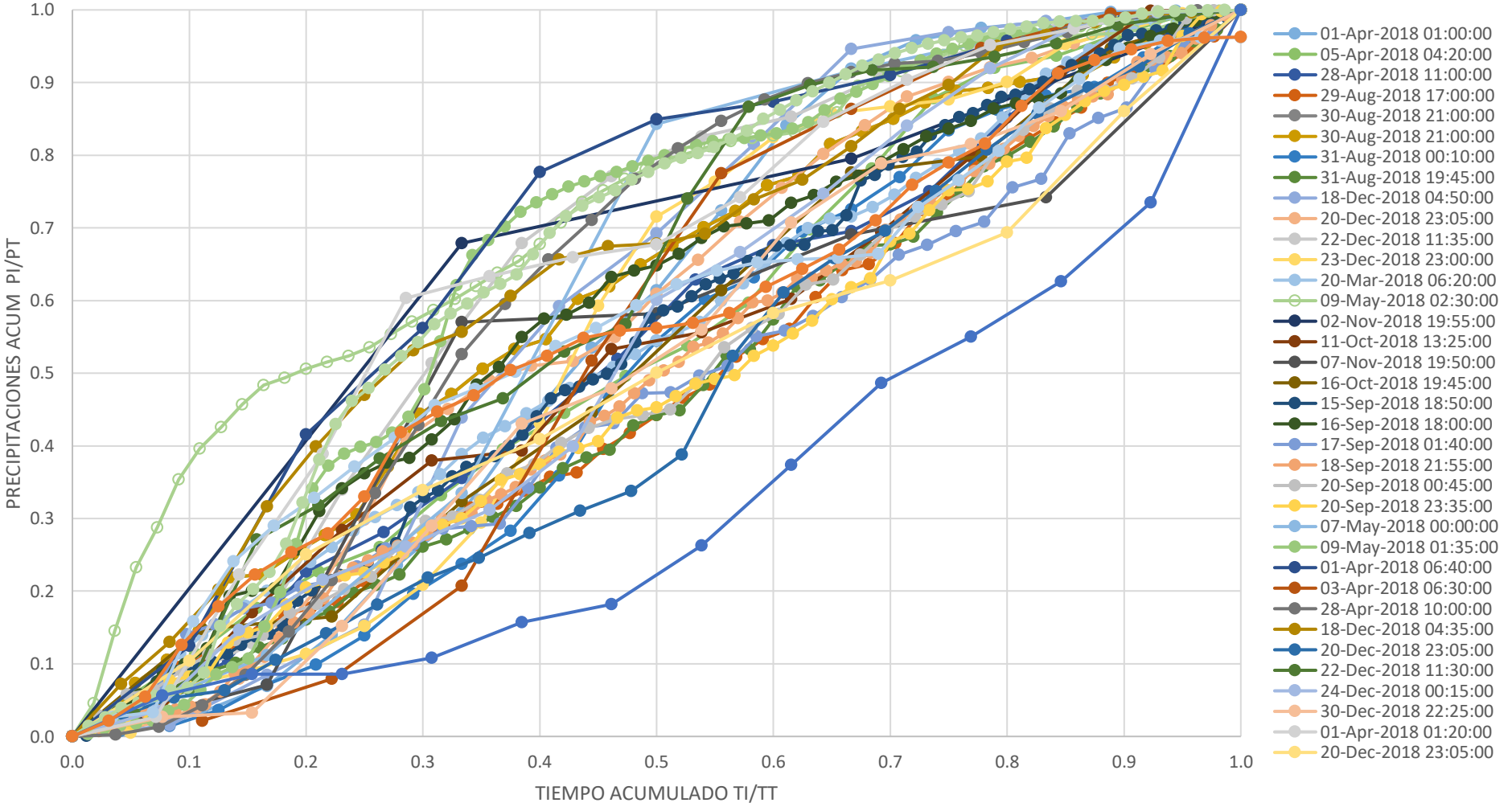
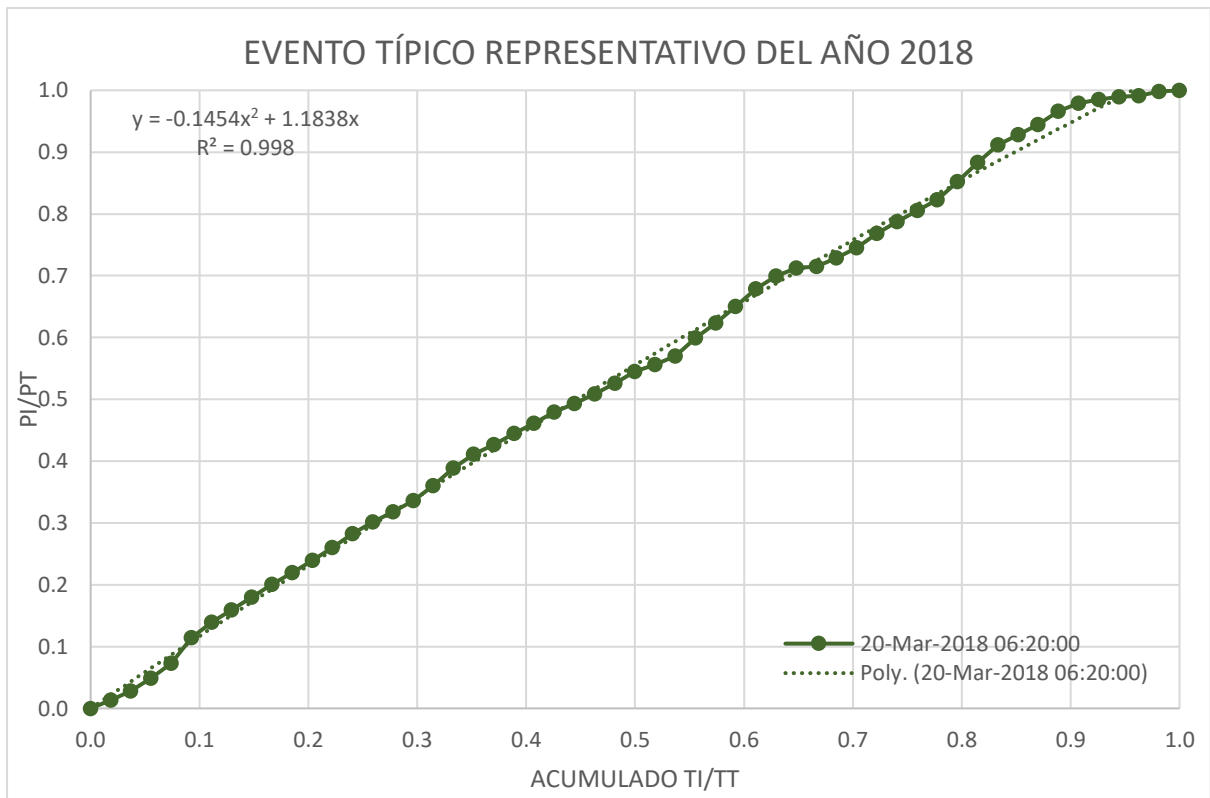
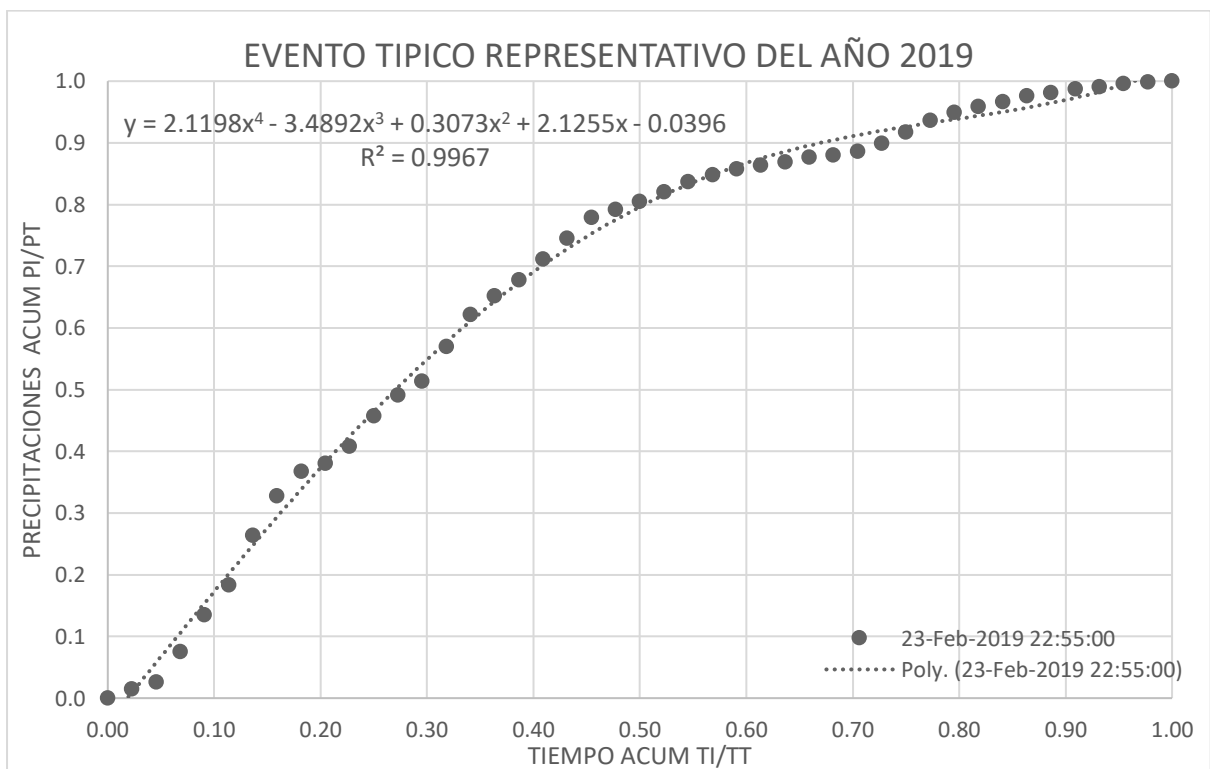


Gráfico 2.2 Eventos normalizados 2018 Fuente: Los Autores.



**Gráfico 2.3** Curva que representa un evento típico del año 2019. Fuente: Los Autores.



**Gráfico 2.4** Curva que representa un evento tipo año 2018. Fuente: Los Autores.

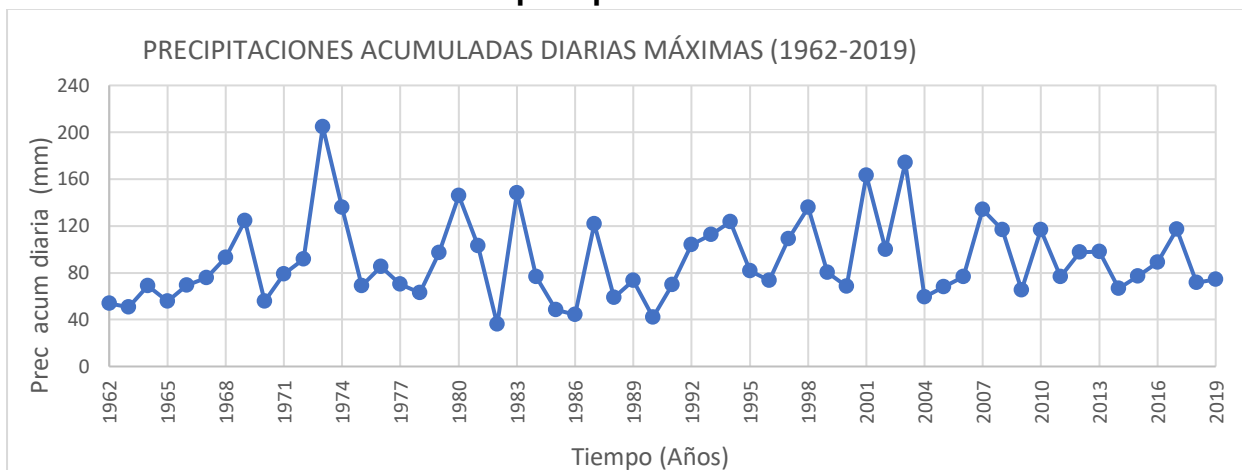
Las gráficas 2.1 y 2.2 nos indican la concentración de eventos normalizados registrados por las 4 estaciones seleccionadas durante el 2019 y 2018, con el fin de identificar la zona con la mayor cantidad de curvas, y de ésta, identificar la más densa, para obtener una curva típica que represente al evento típico.

Como ejemplo, de la gráfica 2.1, se observan tres regiones, una a cada extremo y una central, las cuales concentran la mayor cantidad de curvas, de ahí, la región central es la que contiene cerca de 12 curvas, en relación a las otras regiones, 8 y 7 respectivamente.

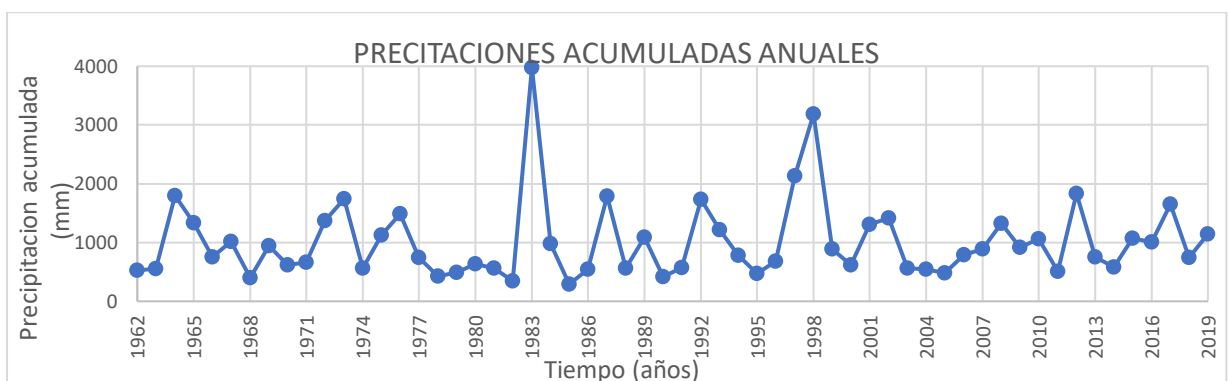
Las gráficas 2.3 y 2.4 son el producto de la identificación de dichos eventos para cada año.

### 2.4.3. Lluvias de diseño para un periodo de retorno de 2,5,10,25,50 y 100 años

#### 2.4.3.1. Serie anual de precipitaciones.



**Gráfico 2.5: Valores máximos diarios acumulados por años. El día más lluvioso de cada año. Fuente: Autores.**



**Gráfico 2.6: Precipitaciones registradas por la base naval Sur Anuales Fuente: Los Autores.**

Para identificar precipitaciones con valores asociados a diferentes periodos de retorno respecto, se identificaron los valores máximos, de cada año, es decir, la precipitación acumulada diaria máxima por años, reflejándose los valores máximos en la gráfica 2.5, el gráfico 2.6 nos muestra en cambio la precipitación acumulada total anual, con el fin de identificar al año más lluvioso de toda la muestra.

Para observar los valores utilizados para graficar la tabla de precipitaciones anuales, diríjase al [Anexo A](#).

Para determinar las lluvias de diseño en función de las curvas IDF, se procedió a seguir el método del “Bloque Interno”. Este procedimiento sirvió para desagregar las lluvias a cada subhorario y mostrar un hietograma de diseño donde se especifica el valor de las precipitaciones que ocurren para n intervalos de tiempo, seguidos de duración con relación a un periodo total de un evento típico (Chow, 2000). En este caso se utilizó la duración del evento que se encontró previamente en el análisis de las curvas IDF.

La expresión para la obtención de intensidades de diseño es:

$$I = \frac{a}{t_d^c + b} \left[ \frac{\text{mm}}{\text{h}} \right] \quad (2.1)$$

Donde se hallaron los datos para el proyecto del INAMHI, 2019.

#### **2.4.3.2. Distribución de probabilidades.**

Para el análisis de los valores por precipitaciones acumuladas máximas diarias, se utilizó las distribuciones log-Normal, Gumbel, Pearson III, y Log Pearson, que son las que (Chow, 2000) recomienda para valores extremos. Esto se aplicó a la estación meteorológica de INOCAR (Base Naval Sur de Guayaquil) que se encuentra cercana al proyecto.

Para el análisis estadístico, se trabajó con una de las medidas de tendencia central de la muestra, y las medidas de dispersión como lo es la desviación estándar y el coeficiente de variación. (Spigel, 2009)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.2)$$

$$s = \left( \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.3)$$

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2.4)$$

La distribución para analizar fue la LOG-Normal, cuya única diferencia con la normal es la implementación de la función logarítmica natural.

Donde la media y la desviación estándar son los valores de la muestra de la función normal.

$$f(x) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln(x) - \bar{x}_z)^2}{2s^2}} \quad (2.5)$$

Para la distribución de probabilidades acumuladas se tiene:

$$P(X \geq x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{s(2\pi)^{0.5}} e^{-\frac{(\ln(x) - \bar{x}_z)^2}{2(s_z)^2}} dx \quad (2.6)$$

Se graficó todas las distribuciones en una gráfica de probabilidad acumulada versus precipitaciones con el fin de visualizar cuál de ellas se ajusta mejor a los datos.

Según Aparicio (1992) para analizar y desarrollar la distribución Gumbel se utiliza la función de densidad:

$$f(x) = \alpha * e^{-\alpha(x-\beta) - e^{\alpha(x-\beta)}} \quad (2.7)$$

Donde  $\alpha$  y  $\beta$  son parámetros de la función que están definidos como se muestra a continuación:

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{S} \quad Y \quad \beta = \bar{X} - \frac{\mu_Y}{\alpha} \quad (2.8)$$

Los valores de la desviación estándar y de la media aritmética se obtuvieron mediante una interpolación lineal en función del número de datos (58 para este caso) y los valores de la distribución propuestos.

**Tabla 2.2 Interpolación para n=58 datos Fuente: Los Autores.**

INTERPOLACIÓN		
n	$\mu_y$	$\sigma_y$
55	0.5504	1.1682
58	0.5514	1.1721
60	0.5521	1.1747

La función de distribución de probabilidades acumuladas es:

$$P(X \geq x) = e^{-(e^{-\alpha(x-\beta)})} \quad (2.9)$$

La siguiente distribución probada fue la Pearson III o gamma de tres parámetros.

Para ello, su función de densidad la cual se define como:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha_1 * \Gamma(\beta_1)} * \left(\frac{x - \delta_1}{\alpha_1}\right)^{\beta_1 - 1} * e^{-\frac{(x-\delta_1)}{\alpha_1}} \quad (2.10)$$

Donde los parámetros  $\alpha_1$ ,  $\beta_1$  y  $\delta_1$  los define la función Gamma  $\Gamma$

$$\alpha_1 = \frac{s}{(\beta_1)^{0.5}} \quad \beta_1 = \left(\frac{2}{\gamma}\right)^2 \quad \gamma = CS = n \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) * s^3} \quad \delta_1 = \bar{x} - \alpha_1 * \beta_1 \quad (2.11.)$$

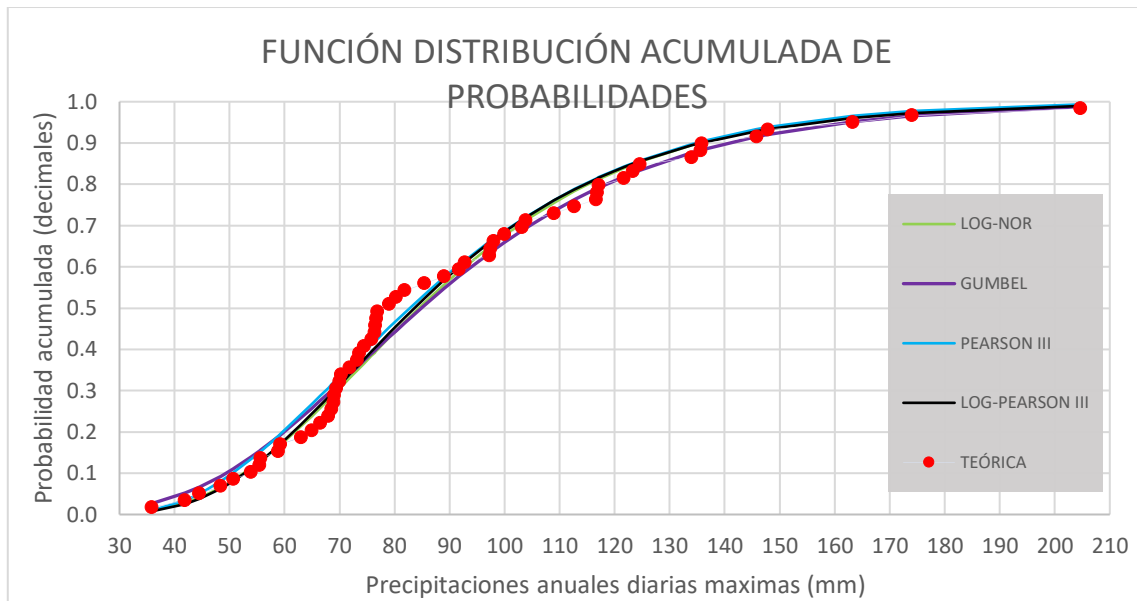
Finalmente, la función de distribución de probabilidades es:

$$P(X \geq x) = \frac{1}{\alpha_1 * \Gamma(\beta_1)} * \int_{-\infty}^x \left(\frac{x - \delta_1}{\alpha_1}\right)^{\beta_1 - 1} * e^{-\frac{(x-\delta_1)}{\alpha_1}} dx \quad (2.12)$$

Como última función probada, se tuvo la función Log Pearson III, la cual tiene como única variante la obtención de la media y la desviación estándar de la muestra, pero con valores logarítmicos.

Se graficaron todas las distribuciones en una sola gráfica de probabilidad acumulada versus precipitaciones con el fin de visualizar cuál de ellas se ajusta mejor a los datos.





**Gráfico 2.7 Varias Distribuciones que se adaptan a la muestra de precipitaciones**  
**Fuente: Los Autores.**

#### 2.4.4. Determinación de la distribución de probabilidad de mejor ajuste

Se ajustó la distribución de probabilidades mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, comparando las funciones de distribución empírica de la muestra y la que se desea contrastar mediante el estadístico de prueba. En el presente caso se aplicó la prueba a las distribuciones continuas con valores previamente tabulados antes mencionados. Luego se encontró el estadístico de prueba para las funciones antes mencionadas, mediante la siguiente ecuación:

$$D = \max_x |F_e(X) - F(X)|, \quad -\infty < X < \infty \quad (2.13)$$

Se encontró las distribuciones acumuladas de probabilidades con datos muestrales, y los valores de la media, desviación estándar, mínimo, máximo y número de datos de cada función mediante ecuaciones. El valor del estadístico de prueba de Kolmogórov-Smirnov se lo halló de la comparación entre la función de probabilidad dada y la función de probabilidad teórica. El valor de significancia se lo asignó teniendo en cuenta de que este no exceda el valor de 0.05. Esto sirvió para encontrar mediante tablas el nuevo estadístico de prueba obtenido. Finalmente, se relacionó el estadístico de la función analizada con el estadístico obtenido mediante tablas.

Las hipótesis planteadas para la realización de nuestro proyecto son las presentadas a continuación:

H<sub>0</sub>: Se acepta el ajuste propuesto, porque los datos analizados pertenecen a la misma distribución

H<sub>1</sub>: Se rechaza el ajuste propuesto, porque los datos analizados no pertenecen a la misma distribución.

Dadas las hipótesis se procedió a desarrollar el método y a graficar cada distribución, para encontrar el escenario más favorable.

Se puede observar las tablas de los calculo, así como las gráficas en el [Anexo B](#).

#### 2.4.5. Aplicación de curvas IDF.

**Tabla 2.3 Método de Bloque Alterno. Fuente: Los Autores.**

n	Tiempo (min)	T = 2yr	T = 5yr	T = 10yr	T = 25yr	T = 50yr	T = 100yr
17	0-10	1.97	3.61	4.62	6.05	7.21	8.15
15	10-20	2.14	3.85	4.88	6.36	7.54	8.52
13	20-30	2.35	4.13	5.20	6.73	7.95	8.96
11	30-40	2.62	4.48	5.60	7.19	8.46	9.50
9	40-50	2.98	4.95	6.12	7.78	9.11	10.20
7	50-60	3.51	5.60	6.85	8.61	10.01	11.17
5	60-70	4.36	6.62	7.97	9.87	11.38	12.63
3	70-80	6.03	8.57	10.11	12.25	13.95	15.38
1	80-90	12.71	17.26	20.15	23.90	26.79	29.48
2	90-100	7.79	10.63	12.37	14.76	16.65	18.27
4	100-110	5.02	7.40	8.83	10.83	12.41	13.74
6	110-120	3.88	6.05	7.34	9.16	10.61	11.81
8	120-130	3.22	5.24	6.45	8.16	9.52	10.64
10	130-140	2.78	4.70	5.84	7.46	8.76	9.83
12	140-150	2.47	4.29	5.39	6.94	8.19	9.21
14	150-160	2.23	3.98	5.03	6.53	7.74	8.73
16	160-170	2.05	3.72	4.75	6.20	7.37	8.33
18	170-175	0.96	1.77	2.27	2.97	3.55	4.02

Para lluvias con mayores duraciones como las ocurridas durante los fenómenos de El Niño, se trabajó con eventos cuya duración es superior a 120 min. Las curvas IDF

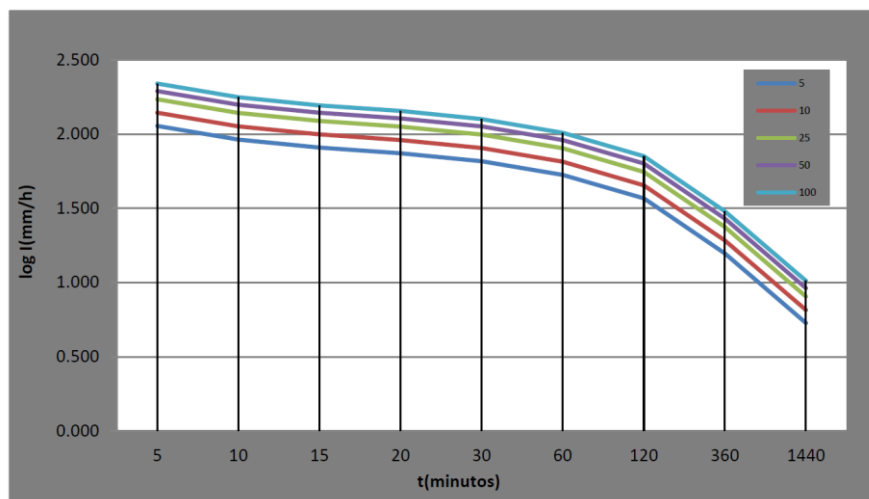
fueron proporcionadas por el INAMHI, cuyas ecuaciones, se pueden aplicar a eventos con duraciones de hasta 24 horas.

La tabla anterior muestra datos extrapolados hasta los 175 min. No obstante, los valores para una mejor representación, se los calculó con las curvas IDF del INAMHI, debido a que proporcionan información para eventos de hasta de 24 horas de duración.

**Tabla 2.4 Intensidad (mm/h) Fuente: INAMHI (2019).**

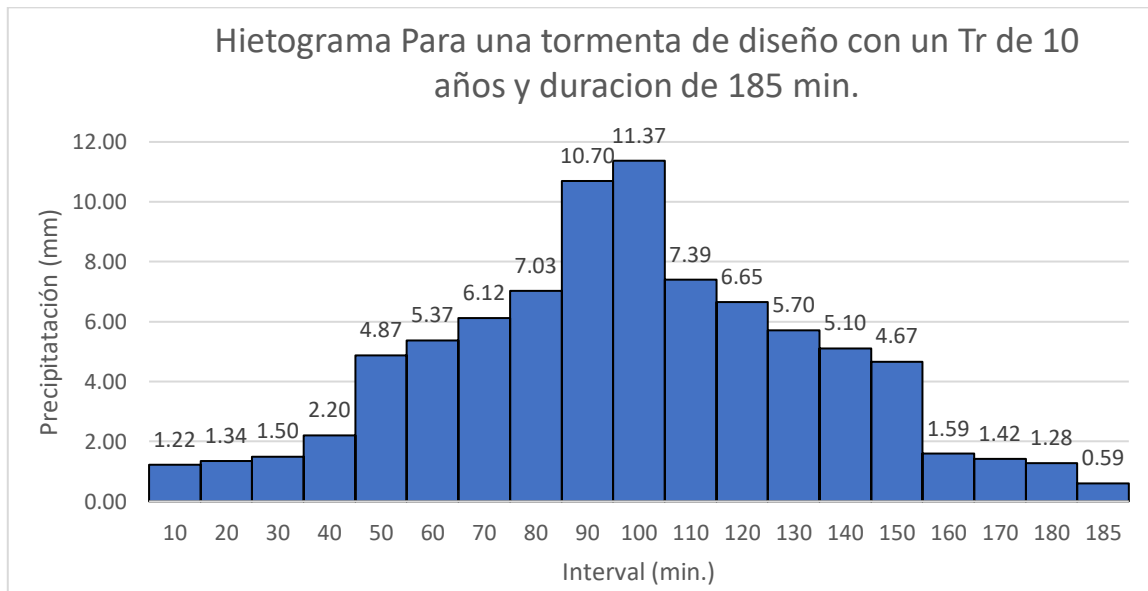
t(min)	Tr (años)					
	2	5	10	25	50	100
<b>5</b>	96.4	117.6	136.7	166.7	193.7	225.2
<b>10</b>	77.9	95.1	110.5	134.8	156.7	182.1
<b>15</b>	68.8	84.0	97.6	119.1	138.4	160.8
<b>20</b>	63.0	76.9	89.4	109.0	126.7	147.3
<b>30</b>	57.1	69.7	81.0	98.8	114.8	133.4
<b>60</b>	42.8	52.2	60.7	74.0	86.0	99.9
<b>120</b>	31.2	38.1	44.3	54.0	62.8	73.0
<b>175</b>	<b>23.3</b>	<b>28.4</b>	<b>33.0</b>	<b>40.3</b>	<b>46.8</b>	<b>54.4</b>
<b>360</b>	13.3	16.2	18.8	23.0	26.7	31.0
<b>1440</b>	4.5	5.5	6.4	7.8	9.1	10.6

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



**Gráfico 2.8 Curvas IDF (semi-log) Fuente: INAMHI (2019).**

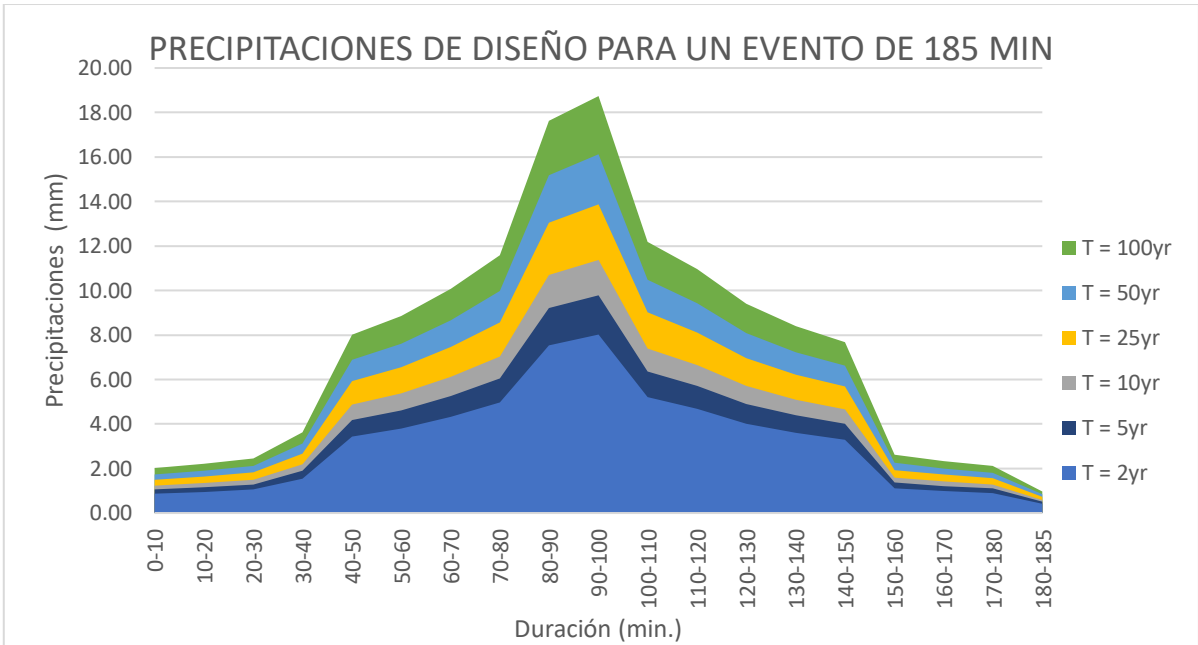
Mediante el método de bloque, se obtuvo el evento de diseño, lluvia con un Tr de 10 años (grafico 2.9) desagregado para la zona de estudio, cuya duración típica fue de 180 min. Por condiciones de diseño, se obtuvieron varios hietogramas con diferentes periodos de retorno, pero para fines de este proyecto, el Tr asociado fue el de 10 años, según se recomienda en la norma (Interagua, 2010).



**Gráfico 2.9 Método de bloque con intervalos cada 10 min y un Tr de 10 años Fuente: Los Autores.**

En el gráfico 2.9 se puede apreciar que las lluvias pueden alcanzar precipitaciones de hasta 11.4 mm en tan solo diez minutos, y que la mayor concentración de precipitaciones esta entre los 50 y 150 minutos del evento de 3 horas.

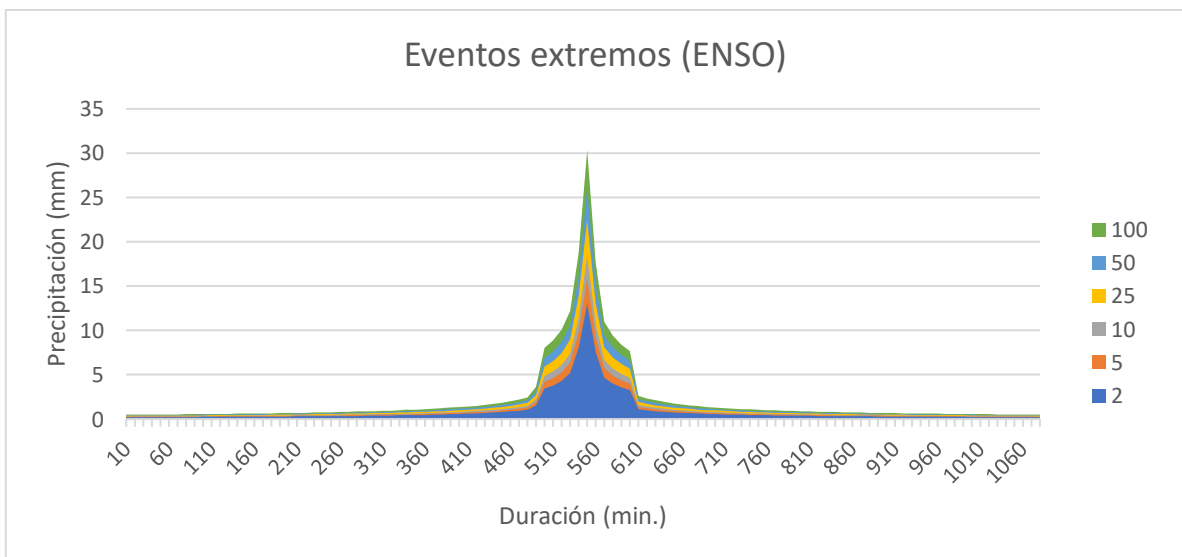
En el Anexo D se observan de mejor manera los hietogramas para los diferentes tiempos de duración analizados.



**Gráfico 2.10 Lluvias desagregadas a escala mínima con las curvas IDF Fuente: Los Autores.**

Para desagregar eventos asociados a varios periodos de retorno se construyó un hietograma condensado (gráfico 2.10), con el cual se pueden modelar varios escenarios, el comportamiento de la red de aguas lluvias de Febres Cordero.

Con el tiempo de análisis proporcionados por las curvas IDF del INAMHI (hasta 24 horas), se desagregaron lluvias de eventos extremos, y se analizó el caso ocurrido durante el 2 de febrero del 2018, en donde la lluvia registrada en Guayaquil y reportada por el INAMHI fue de alrededor de 12 horas, (El EXPRESO, 2018).



**Gráfico 2.11 Lluvias con una duración de 18 horas desagregadas Fuente: Los Autores.**

## 2.5. Estudio de mareas y marea de diseño.

En base a los registros de la estación de Tres Bocas (Periodo 1984-2019) ubicada en la terminal petrolera del mismo nombre en el Suroeste de Febres Cordero.

**Tabla 2.5 Coordenadas del mareógrafo en la estación Tres Bocas. Fuente: Los Autores.**

NOMBRE	CORDENADAS	
	NORTE	ESTE
<b>ESTACION TRES BOCAS</b>	9753531.00 m S	615829.00 m E



**Ilustración 2.5.1 Ubicación del mareógrafo de la estación Tres Bocas. Fuente: Los Autores.**

**Tabla 2.6 Mareas con diferentes periodos de retorno Fuente: Los Autores.**

Tr(años)	Probabilidad	M (m)
2	0.500	1.48
5	0.200	1.74
10	0.100	1.92
15	0.067	2.02
20	0.050	2.09
25	0.040	2.14
50	0.020	2.31
75	0.013	2.40
100	0.010	2.47
150	0.007	2.56
200	0.005	2.63
250	0.004	2.68
500	0.002	2.85
1000	0.001	3.01

Utilizando la siguiente expresión.

(2.17 )

$$Z = A * \text{sen} \left[ \left( t - t_p + \frac{1}{4f} \right) * (2\pi f) \right] + (P - A)$$

Donde,

A: Amplitud (m)

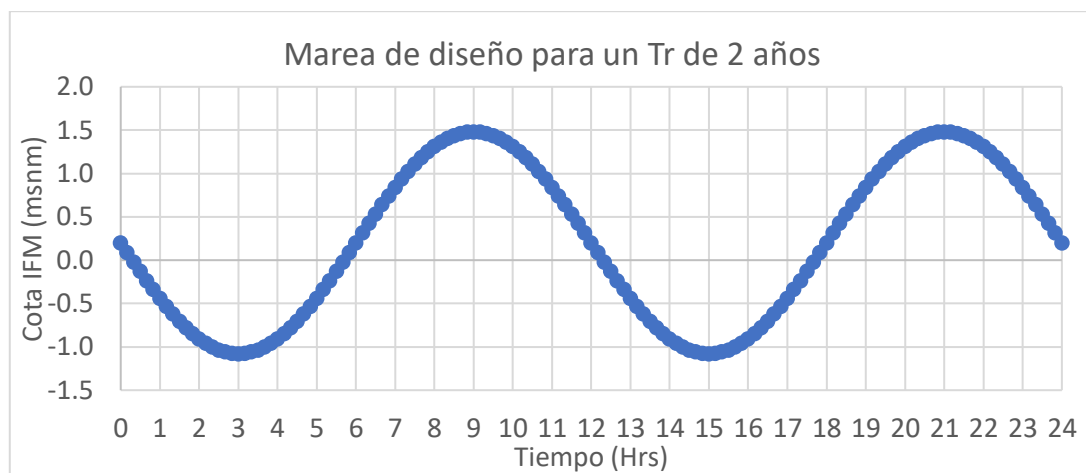
P: Pleamar (m)

$t_p$ : Tiempo al pico (1 hora) (hrs)

f: Frecuencia (1/T) (1/sec)

Los datos obtenidos y aplicado para la marea de diseño son:

Pleamar al nivel pico con un periodo de retorno de 2 años y equivalente a 1.48m. La frecuencia al inverso del tiempo entre dos pleamares (12 horas) es igual a 0.083. La amplitud al nivel promedio entre la pleamar y bajar en un ciclo completo, y el tiempo que le toma llegar a la pleamar es igual a 9 horas. De esta manera se obtuvo la marea de diseño para un intervalo de 24 horas. (Gráfico 2.12)



**Gráfico 2.12 Marea de diseño Fuente: Los Autores.**

## 2.6. Análisis de Resultados

La superficie de la parroquia Febres Cordero es de 1493.4 Ha. Dentro de esta zona de estudio, las estaciones pluviométricas de la Chala y el Cisne tuvieron influencia directa al estar en el interior del área. De todos modos, las estaciones aledañas a la zona como lo son Pantanos Secos y Javier Salitral se incluyeron en el análisis. Esto

dio como resultado un registro de alrededor de 9945 eventos. Donde la lluvia mensual máxima registrada ocurrió en junio del 2019 con una duración de 220 min y con una precipitación total de 420 mm.

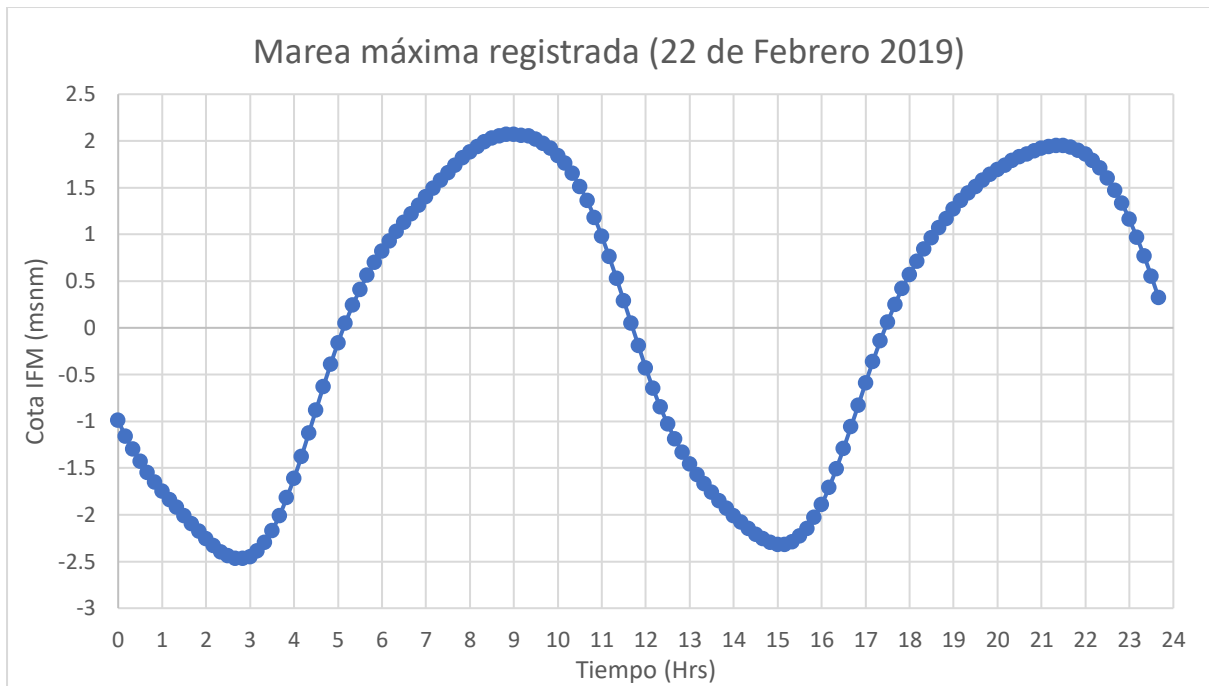
A las 4 estaciones de los años 2018 y 2019, y con lecturas cada 5 minutos, se procedió a asociar la duración de un evento típico normalizado. Para ello se utilizó la relación de la precipitación  $i$ -ésima sobre la total versus el cociente entre el tiempo  $i$ -ésimo y el tiempo total, dando como resultado los gráficos 2.1 y 2.2. A partir de aquello se obtuvo las gráficas en función de la densidad más representativa. Para el año 2018 la lluvia típica y representativa que cayó en la zona fue la del 20 de marzo con una duración de 270 min. Dicho evento está normalizado y descrito en la ecuación del gráfico 2.3. Esto muestra una curva tendida donde la distribución es más uniforme, con intensidad constante durante su duración.

Para el año 2019, el evento típico representativo fue la lluvia que cayó en el 23 de febrero con una duración de 220 min. Este evento normalizado, está descrito a través de la ecuación obtenida en el gráfico 2.4. El gráfico muestra una curva cuyas precipitaciones son algo distintas, y las intensidades son más altas, en relación con la curva anterior, en un periodo corto de tiempo. Para encontrar la duración del evento típico promedio, se tomó en consideración todos los eventos registrados por las 4 estaciones, obteniéndose como resultado un tiempo promedio de 182.5 min

Con los datos de precipitaciones diarias acumulada de la estación INOCAR, se procedió con el análisis estadístico para identificar que distribución estadística se adapta mejor, dando como resultado la distribución de Gumbel. Aquí la prueba de Kolmogórov-Smirnov concordó con el análisis estadístico, dando como resultado que la distribución de Gumbel es la que mejor se adapta. Se muestra la tabla final – resumen entre distribuciones y test en los apéndices.

El registro de mareas de la estación Tres Bocas arrojaron como resultado una base para establecer niveles de mar de diseño. Por condiciones de diseño. Se procedió a utilizar un nivel de marea de 1.48m pertenecientes a un periodo de retorno de 2 años. Se usó 1.48 m porque es el promedio de los máximos históricos entre los años de 1984-2019. Para observar cómo se comporta el sistema de aguas lluvias se utilizaron en el modelo mareas de hasta 2.07m registrado por la estación.





**Gráfico 2.13 Marea máxima registrada por la estación tres bocas. Fuente: Los Autores.**

El gráfico 2.13. señala el registro de la marea a lo largo de 24 horas , mostrando un típico comportamiento sinusoidal donde el valor pico de interés llega 2.07m sobre el nivel del mar. Estos registros ya están corregidos respecto a la diferencia de nivel que puede haber entre el mareógrafo y el cero relativo.

# CAPITULO III

## 3. MODELAMIENTO DE LA ZONA.

### 3.1. Configuración del DEM y revisión del sistema de AALL de la parroquia Febres Cordero.

La elaboración del modelo de elevación digital se basó en la información proporcionada de la red de AALL que disponía el cliente. El cual constó de elementos como cajas de registro, puntos de descarga, cámaras, sumideros, y la red de tuberías del sistema divididas en colectores, ramales y conductos cajón. Tal inventario cuenta con diámetros, material, longitud.

Se realizó una depuración a toda la red, debido a que se encontraron incoherencias tales como disminuciones bruscas de secciones de tuberías, contrapendientes, cotas por debajo del nivel de cero, pozos sin conexión, falta de cotas de tuberías y niveles incoherentes de invert. (Ilustración 3.5).

El sistema de drenaje de la parroquia Febres Cordero, abarca un área de cerca de 1493.4 Ha. Dónde la cota más alta es de 5 m.s.n.m y la menor está en el nivel 0 m.s.n.m Al ser una zona relativamente plana, su cuenca de drenaje abarca toda la parroquia.

### 3.2. Simulación en SWMM

El Storm Water Management Model es un programa de libre licencia y código abierto desarrollado por la agencia estadounidense de protección ambiental (EPA). Tiene como objetivo analizar el sistema de aguas lluvias del drenaje urbano de una ciudad.

Los principales insumos para el modelamiento son las precipitaciones con un periodo de retorno de 10 años y los niveles de mareas con un periodo de retorno de 2 años.

**Tabla 3.1 Codificación de los elementos**

NOMBRE	CÓDIGO
Cámaras	00-xxx
Tuberías	00-xxx -00xxy
Puntos de Descarga	dx
Subcuenca	sx
Estación de lluvia	Lluvia x

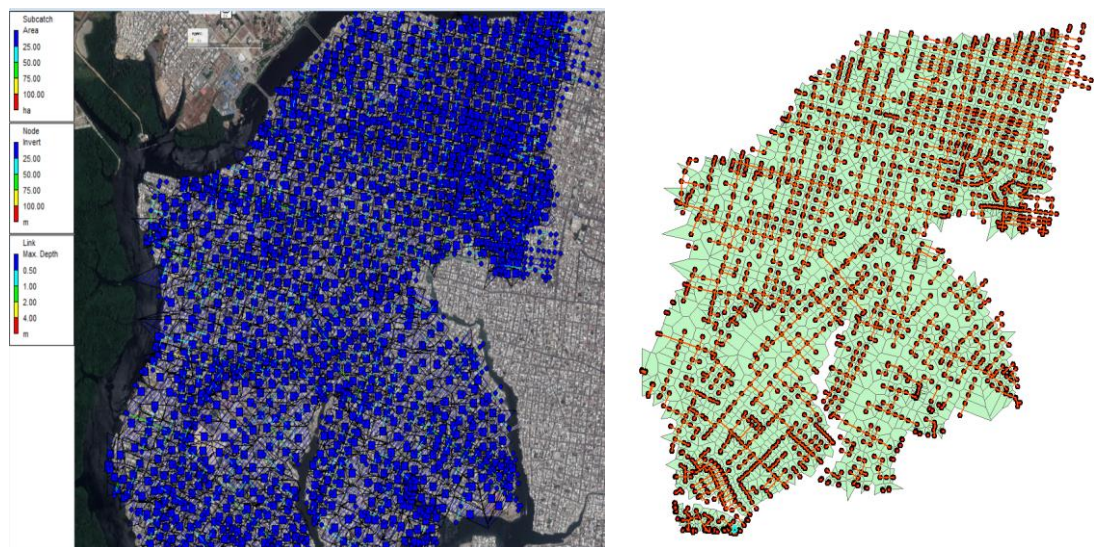
Los códigos de los elementos para el SWMM estuvieron basados en la información proporcionada por Interagua y EMAPAG. El sistema de unidades a usar, en este caso fueron las del Sistema Internacional (S.I): Longitud [m]; Caudal [m<sup>3</sup>/s]; Altura de superficie de agua [mm]; Área de cuenca (Ha).

**Catálogo de tuberías.**

Toda la red de tuberías presenta los siguientes diámetros:

**Tabla 3.2 Inventario de la red de AALL de Febres Cordero Fuente: Los Autores.**

TIPO	RANGO DIÁMETRO	UNIDAD	TOTAL	MATERIAL
Colectores	[0.1 - 2.25]	U	1765	HA, HS, HD, PVC
Ramales	[0.25 - 1.00]	U	31	PVC, HS
Canal de tierra	-	U	1	Tierra
Conducto Cajón	-	U	26	Ha
Conectores	-	U	2	-
Cámaras	-	U	1851	
<b>Total de elementos</b>			<b>3676</b>	



**Gráfico 3.1 Modelo de Febres Cordero en SWMM y QGIS. Fuente: Los Autores.**

En el gráfico 3.1, se procedió a asignar una cuenca a cada cámara, para lo cual, se usó el método de los polígonos de Thiessen o de voronoid. Así cada cuenca tiene un área proporcional en función del tamaño de la cuenca y su ubicación.

## **RAINFALL (Modelamiento de precipitaciones)**

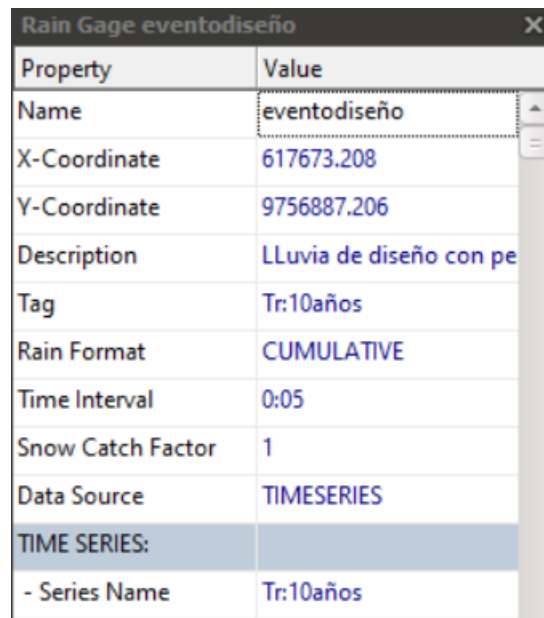
Las precipitaciones fueron tomadas en base a las curvas IDF del INAMHI 2019, mientras que los hietogramas fueron obtenidos mediante la disgregación de datos de lluvias con el método de bloque alterno (Chow, 2000). Con los datos obtenidos en el capítulo 2, se ingresó al SWMM.

La conceptualización del modelo se compone de tres elementos principales: las lluvias o eventos de diseño implementados con la opción (*Rain Gage*); las consideraciones del terreno son modeladas como subcuencas de drenaje; y, las consideraciones de transporte son simuladas con nodos, conductos y cámaras de descargas.

### **Pluviómetro**

La serie de tiempo utilizada corresponde a una lluvia con un periodo de retorno de 10 años y una duración de un evento típico de 175 min, obtenidos de la duración del tiempo ponderado de todos, los eventos en las estaciones consideradas en el proyecto. La información pluviométrica fue obtenida a través del método de bloque alterno, obtenido en el capítulo 2 (Tabla 3.1).

**Tabla 3.3 Ingreso de datos en SWMM.**

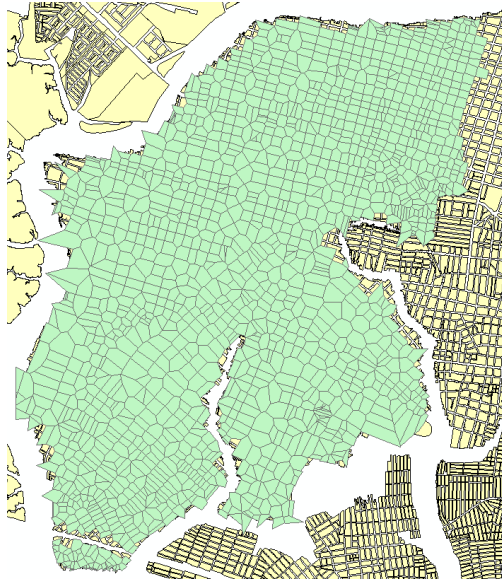


Property	Value
Name	eventodiseño
X-Coordinate	617673.208
Y-Coordinate	9756887.206
Description	LLuvia de diseño con pe
Tag	Tr:10años
Rain Format	CUMULATIVE
Time Interval	0:05
Snow Catch Factor	1
Data Source	TIMESERIES
TIME SERIES:	
- Series Name	Tr:10años

En la tabla 3.3 como datos de estrada son las coordenadas en UTM del pluviómetro. El tipo de lecturas que va a leer (Rain format), para este caso, usamos los hidrogramas con lluvia acumulada, el tiempo que registra la estación cada dato (Time interval), en este caso cada 5 min.

## Subcuencas De Drenaje

La delimitación de las subcuencas se hizo mediante los polígonos de Thiessen, aplicado en función de las cajas de registro. Para ello se usó el programa SIG. Se depuró y se obtuvo subcuencas, para su uso en el SWMM (Grafico 3.2).



**Gráfico 3.2 Definición de subcuencas para cada pozo. Fuente: Los autores.**

Parámetros de las subcuencas a modelar.

Toda la cuenca es una zona urbana, y en su mayoría existe un suelo casi impermeable. Esto se debe a que todas las calles y aceras se encuentran pavimentadas. Se calibró cada cuenca con los parámetros mostrados a continuación:

**Tabla 3.4 Parámetros para las cuencas de drenaje en SWMM**

Subcatchment 1		Property	Value
Name	1	N-Perv	0.1
X-Coordinate	619125.699	Dstore-Imperv	0.05
Y-Coordinate	9757764.787	Dstore-Perv	0.05
Description	*	%Zero-Imperv	25
Tag		Subarea Routing	OUTLET
Rain Gage	eventonormal	Percent Routed	100
Outlet	00-1672	Infiltration Data	HORTON
Area	0.76	Groundwater	NO
Width	500	Snow Pack	
% Slope	0.5	LID Controls	0
% Imperv	95	Land Uses	0
N-Imperv	0.01	Initial Buildup	NONE
N-Perv	0.1	Curb Length	0
		N-Perv Pattern	
		Dstore Pattern	
		Infil. Pattern	
		Mannings N for pervious area	

Los datos de interés aquí son, que lluvia caerá sobre la cuenca, en este caso, un evento típico o normal previamente configurado, el punto de más bajo de la cuenca y a que cámara conecta, (Outlet), el tamaño de la cuenca en Ha, y el ancho de la misma en metros, la pendiente de la cuenca en porcentaje, el grado de impermeabilidad, alrededor del 95% para este estudio.

### **Cámaras De Inspección (Manholes)**

El dato que se requirió de las cámaras fue principalmente las cotas de invert, a las cuales se las puede conectar las tuberías.

**Tabla 3.5 Parámetros para las cámaras de inspección.**

Junction 00-1		Junction 00-1736	
Property	Value	Property	Value
Name	00-1	Name	00-1736
X-Coordinate	620400.600	X-Coordinate	617230.900
Y-Coordinate	9754586.000	Y-Coordinate	9756160.000
Description		Description	
Tag		Tag	
Inflows	NO	Inflows	NO
Treatment	NO	Treatment	NO
Invert El.	0	Invert El.	0
Max. Depth	3.838	Max. Depth	2.223
Initial Depth	0	Initial Depth	0
Surcharge Depth	0	Surcharge Depth	0
Ponded Area	1700	Ponded Area	2000
User-assigned name of junction			

Para las cámaras, se configuraron las cotas de invert, la profundidad respecto a la superficie o calzada, el área que está por debajo del bordillo, en este caso fue de 1700 m<sup>2</sup>. En algunos casos, las cámaras carecen de carecen de profundidad y el programa las analiza como si estuvieran sobre el nivel cero, esto a futuro se irá corrigiendo con el levantamiento de planimetría y altimetría de las diferentes cámaras de toda la red.

### **Cámaras De Descarga (Outfall)**

**Tabla 3.6 Parámetros para las cámaras de descarga en SWMM**

Outfall 00-468		Tide Gate	NO
Property	Value	Route To	
Name	00-468	Type	FREE
X-Coordinate	618318.600	Fixed Outfall	
Y-Coordinate	9753322.000	Fixed Stage	0
Description		Tidal Outfall	
Tag		Curve Name	*
Inflows	NO	Time Series Outfall	
Treatment	NO	Series Name	*
Invert El.	0	User-assigned name of outfall	

Como se mencionó anteriormente, algunos datos carecen de información o no se pueden verificar los valores reales debido a la calidad de información proporcionada por el cliente de este proyecto. (CADS).

Se identificaron también los puntos de descarga (Outfall), de todas las cámaras que descargan al Estero Salado. Estos puntos son claves porque aquí se ingresó la información sobre el nivel de marea.

### **Tuberías (links)**

**Tabla 3.7 Parámetros para las tuberías en SWMM**

Conduit 00-1-00-2		Inlet Offset	0
Property	Value	Outlet Offset	0
Name	00-1-00-2	Initial Flow	0
Inlet Node	00-2	Maximum Flow	0
Outlet Node	00-1	Entry Loss Coeff.	0
Description		Exit Loss Coeff.	0
Tag		Avg. Loss Coeff.	0
Shape	CIRCULAR	Seepage Loss Rate	0
Max. Depth	0.4	Flap Gate	NO
Length	88.3448	Culvert Code	
Roughness	0.01	User-assigned name of Conduit	

Los datos ingresados fueron la longitud de la tubería (Tabla 3.8), el diámetro sabiendo que en su mayoría las tuberías son de hormigón simple. Se corrigieron algunas pendientes de las tuberías, debido a que el orden que definía el nudo de entrada y de

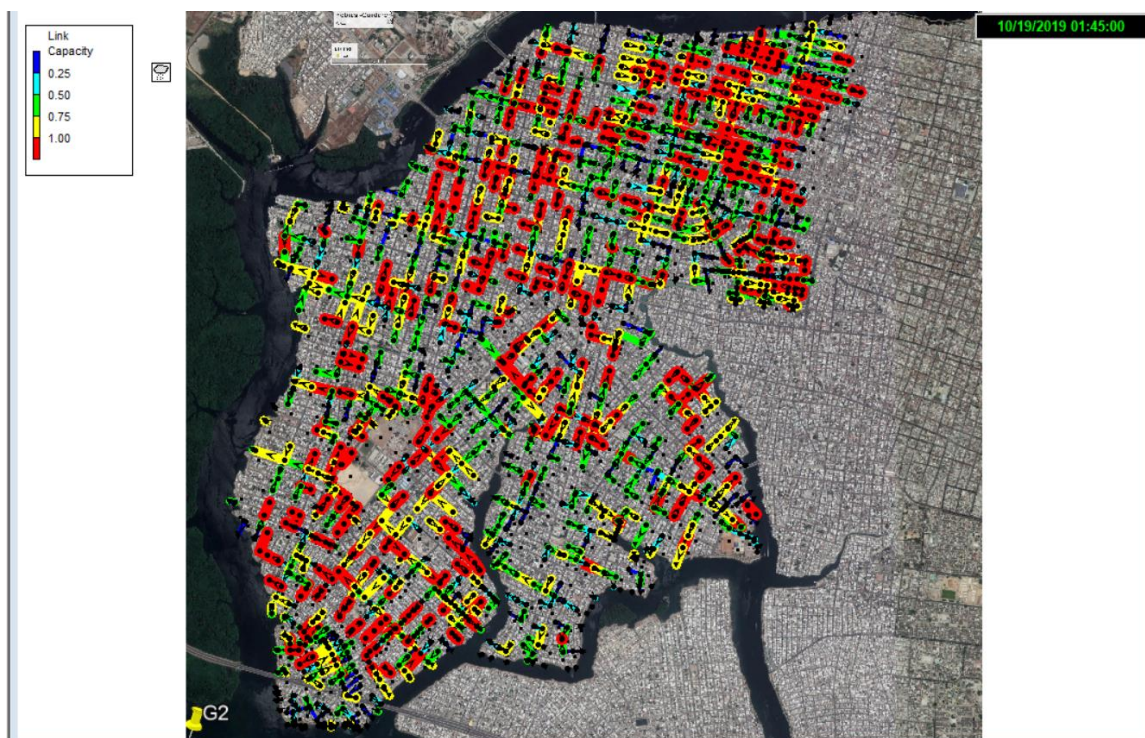
salida se encontraban invertidos. Mientras que algunas tuberías se encontraban a contrapendiente.

Una primera corrida del modelo (Gráfico 3.2) señaló algunas incoherencias. Entre ellas, lazos cerrados en donde el programa predeterminadamente solo podía tener una sola tubería de salida (cámara), dejando la posibilidad de que una cámara pudiese desfogar un flujo por varias tuberías.

En la segunda corrida, se consideró las cámaras (nodos) que tuvieron que ser analizadas y en otros casos, eliminadas para evitar conflictos con el programa, sin perder generalidad. Se efectuó entonces la depuración con las tuberías de menor diámetro.

De igual manera, se detectó pendientes adversas, las cuales bajo la metodología de análisis que usa el programa de (Onda Cinemática), no pudieron ser modeladas mediante el método de Onda Dinámica, el cual contempla que una tubería pueda funcionar y hace el cálculo en función de la línea de energía.

### 3.3. Determinación de zona susceptibles a inundaciones.



**Gráfico 3.3** Red de tuberías colapsadas con un evento y mareas de diseño. Fuente: Los Autores.

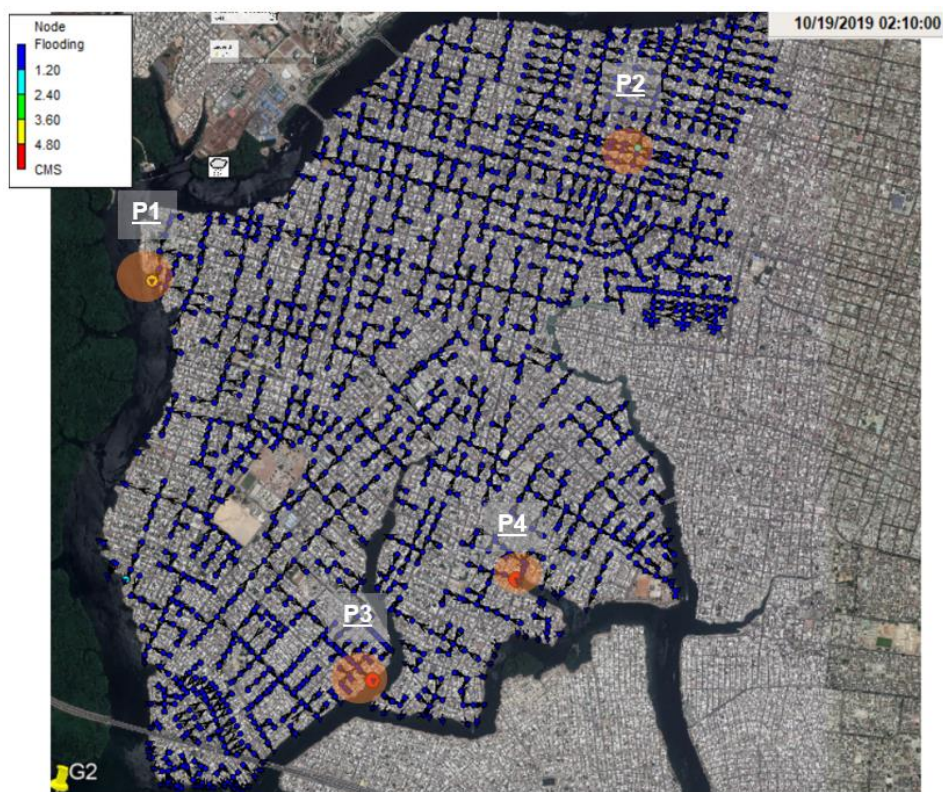


Las tuberías en rojo (Gráfico 3.2) corresponden a las que colapsaron, debido a que el evento modelado fue de 3 horas, y las precipitaciones máximas debido a la desagregación están justo a la mitad del tiempo 1.5 horas. Esto dio como resultado, la imagen anterior con la mayoría de las tuberías funcionando a su máxima capacidad, es decir, funcionando a tubo lleno, es decir, el nivel de agua hacia que toda la tubería este llena.

## **Escenario 1**

### **Condiciones de diseño**

- Precipitaciones con un Tr de 5 años. (Hietograma del gráfico 2.10)
- Nivel de marea con un Tr de 2 años. (1.5m)



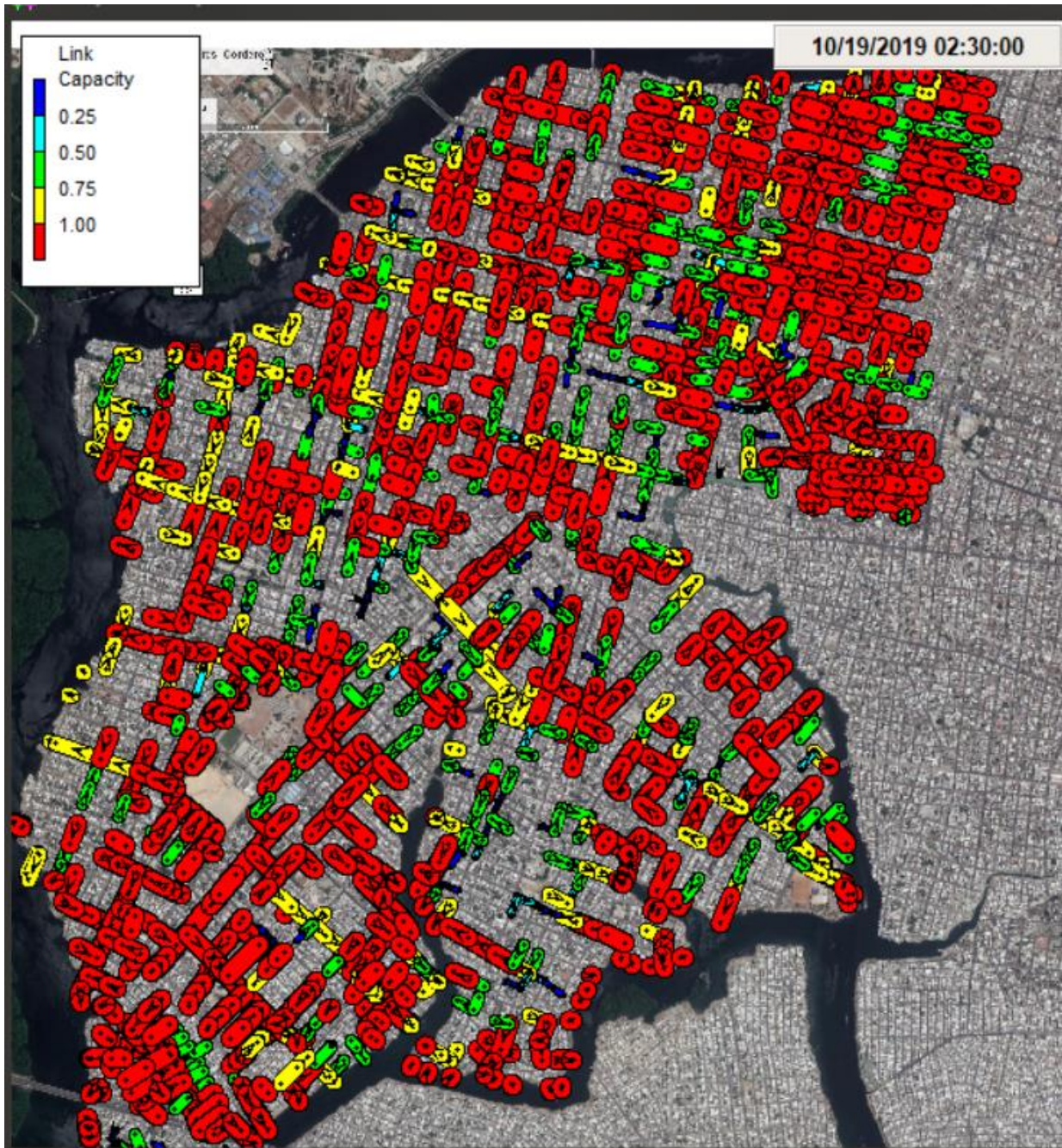
**Gráfico 3.4 Zonas en las cuales el agua rebotó sobre la calzada con un evento de diseño. Fuente: Los Autores.**

El resultado de la corrida, muestra 4 puntos, en donde el agua sobrepasa el nivel de la piso, teniendo una altura promedio de 20 cm en referencia a la calzada.

## **Escenario 2**

### **Condiciones críticas**

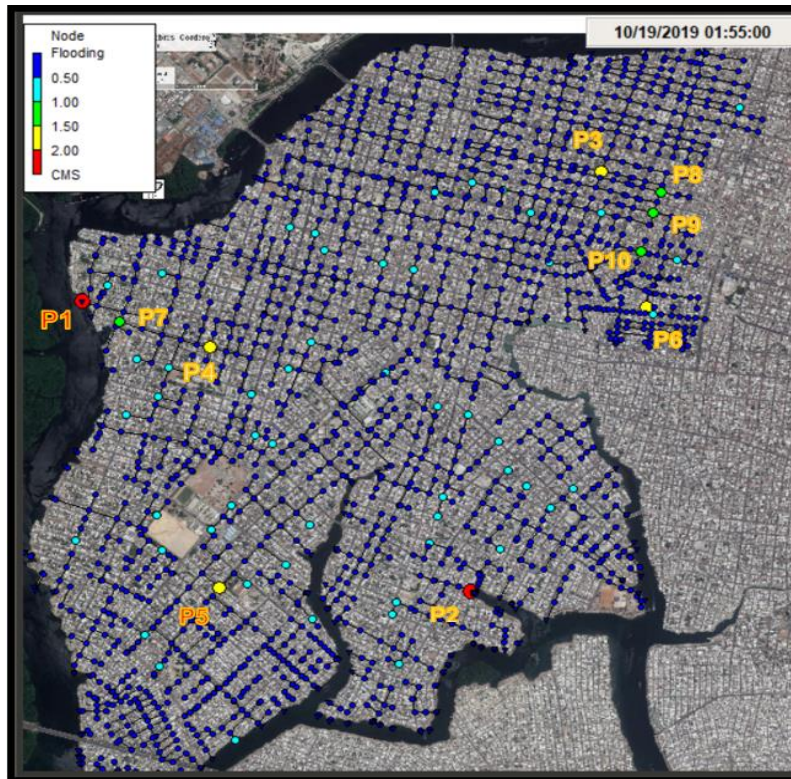
- Lluvia con un periodo de retorno de según la distribución de Gumbel de asociada a 100 años, con un valore de precipitaciones igual a 220mm y que cayó durante un intervalo de 110 min, (Registrado por la estación la Chala, 20019, mes de Julio)
- La marea máxima registrado por la estación de Tres Bocas asociada a un periodo de retorno de 15 años (2.02m)



**Gráfico 3.5** Tuberías trabajando al 100% de su capacidad. Fuentes: Los Autores.

En el escenario 2, gráfica 3.4, se muestran como está trabajando todo el sistema de aguas lluvias de la parroquia, las tuberías en rojo están funcionando a tuvo lleno, 100% de capacidad, las de amarillo al 75%, las verdes al 50% y las azules al 25%, donde como un promedio global, toda la red está trabajando casi al 100%.

### Pozos inundables



**Gráfico 3.6 Ubicación de los pozos inundables.**

Como resultado de la corrida del escenario 2, tenemos ya alrededor de 10 puntos en los cuales, el nivel de agua producto de eventos mixtos extremos de precipitaciones y mares, sobrepasan el nivel de la calzada hasta una altura de 40 cm. Estos puntos son lo que posteriormente serán tratados como las zonas de interés y de aplicación de mejores para mitigar el exceso de escorrentía, que la tubería de la red no puede desfogar.

# CAPITULO IV

## 4. RESTRICCIONES Y DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS.

### 4.1. Restricciones Físicas, Ambientales, Sociales y Económicas.

#### Limitaciones de la información

En primer lugar, debida a la limitada información obtenida, existieron cambios bruscos de secciones entre tuberías, así como contrapendientes y pozos con cotas de invert negativas. Razones por las cuales, se tuvo que modificar varias tuberías. Las áreas de aportación o microcuencas se delimitaron en función de los pozos o cámaras de registro. En tanto que, las tuberías que presentaron flujos en doble sentido crearon lazos que el programa no puede procesar. Otras limitaciones e incoherencias fueron descritas anteriormente.

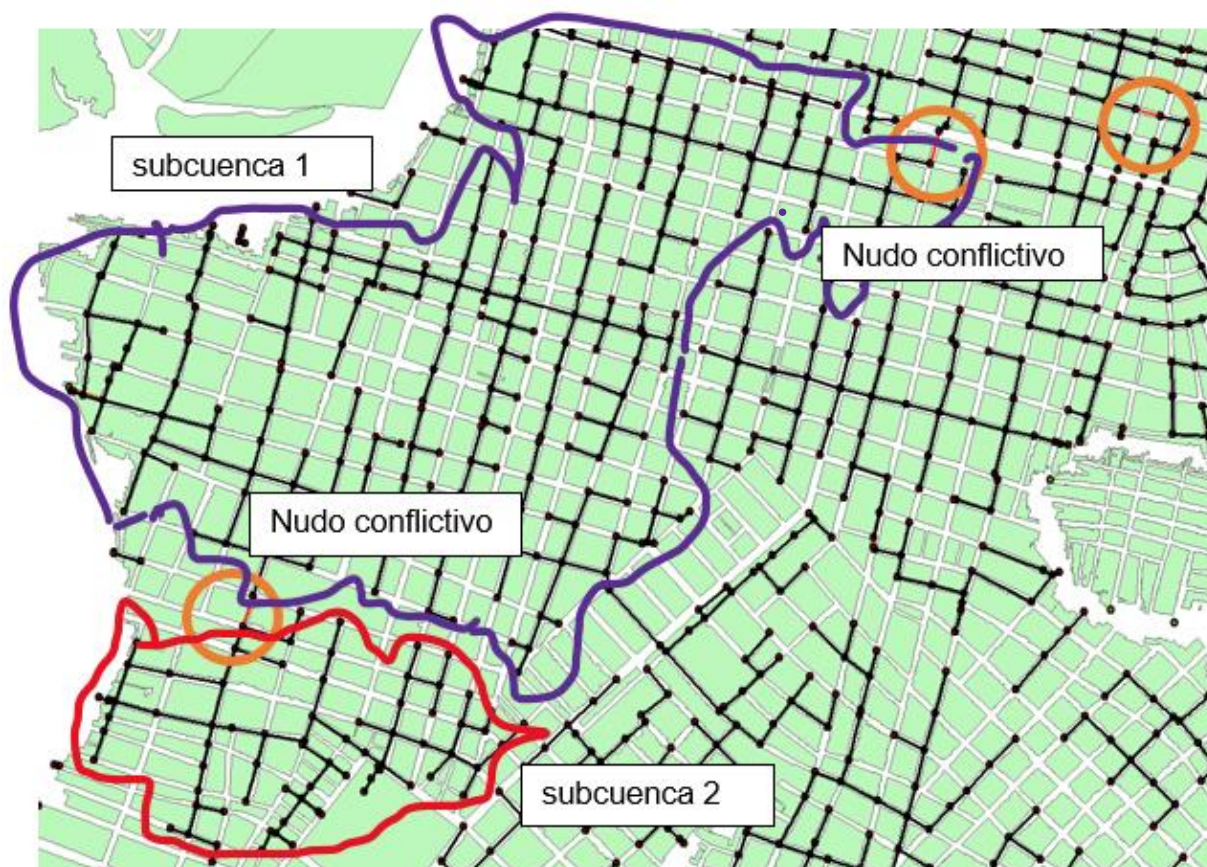


Gráfico 4.1.1 Puntos conflictivos que forman lazos. Fuente: Autores.

### **Restricciones Físicas.**

En la parroquia Febres Cordero existe poco espacio de áreas verdes y azules, así mismo como la gran cantidad de superficie gris dentro de la parroquia. Limitó el trabajo para la realización de obras que sean sustentables y de aporte social y ambiental a gran escala. Se identificó las zonas de riesgo y amenazas, así como las zonas más vulnerables dentro de la parroquia. El suelo presente en la parroquia es de alta plasticidad, blanda y proveniente de estuarios según los estudios realizados el sector. Haciendo que esta zona presente una calidad de suelo mala. Lo que dificulta y encarece la realización de alguna estructura de contención a escala macro.

### **Restricciones Ambientales.**

Las restricciones ambientales están expuestas de manera detallada en el capítulo 5.

### **Restricciones Socio Económicas**

Principalmente, existe la falta de recursos de los habitantes de la zona de estudio para implementar alternativas que minimicen el riesgo a inundaciones. Así como el estrato socio económico bajo en la zona de estudio. En adición, el poco empoderamiento ciudadano hace que esta sea una restricción crucial en el presente trabajo.

## **4.2. Planteamiento de Alternativas.**

En el siguiente listado se puede observar las alternativas presentadas antes de ser priorizadas y estudiadas según el caso y si son viables para el sector.

- Techos verdes en escuelas
- Muros verdes en escuelas
- Parque Lineal
- Red de calles sensibles al agua
- Eje urbano
- Urbanismo Táctico.
- Readequación de parques inundables y reverdecimiento.
- Parque inundable

Lo que se busca con las alternativas planteadas es el interés de la comunidad para involucrarse en las actividades de cuidado y mantenimiento de las posibles soluciones de mitigación de inundaciones. Por esta razón es que se da a conocer brevemente sobre las soluciones que mejor se adaptan a las características de la zona.

### **TECHOS VERDES EN ESCUELAS DEL SECTOR**



**Gráfico 4.2.1 Urbanización Laher Wiezen, Hannover-Bothfeld (Alemania) Fuente: Gernot Minke.**

La viabilidad económica de las cubiertas verdes es determinada por la selección del tipo de sistema de cubierta verde y en particular por el tipo de plantas. Por ejemplo, la extensión de la vida de las capas de impermeabilización a través de la implementación de cubiertas verdes es a menudo suficiente para garantizar la viabilidad económica de este tipo cubiertas. De hecho, si la capa de impermeabilización de una cubierta normal tiene una duración aproximada de entre 10 y 20 años, las cubiertas verdes garantizarían una vida útil más allá de los 50 años. (Saiz, 2006)

La construcción de techos verdes en edificios o escuelas contribuye con la disminución de las olas de calor. Esto sucede porque reciclan el carbono y conservan la energía al estabilizar la temperatura interior y la humedad de los edificios, haciendo

que el ambiente de estudio sea más ameno y adecuado para los niños y jóvenes del sector. Una ventaja de los techos verdes es que pueden ser construidos en las obras que ya se tengan levantadas, así como en nuevas edificaciones. Lo que se debe tener en cuenta para la implementación de los techos verdes es la resistencia de la estructura de soporte, así como el tamaño, la pendiente, la altura y la orientación direccional del techo ya que son factores críticos que deben ser evaluados antes de la instalación de la estructura (Gráfico 4.2).

Los techos verdes llegan a extender la vida útil de un techo hasta el doble, ya que controlan la escorrentía de las aguas pluviales, atrapan y descomponen los contaminantes del aire. También facilitan un hábitat que da la bienvenida a los insectos y aves que han desaparecido del sector. Esta es la razón, por la cual otros países tienen leyes en las que exigen la instalación de dichas estructuras.

Algunas leyes en Tokio (Japón) obligan la instalación de cubiertas verdes en edificios privados con áreas construidas de más de 1.000 m<sup>2</sup> y en los edificios públicos con zonas urbanizadas de más de 250 m<sup>2</sup>. Alemania apoya la construcción de 13,5 millones de m<sup>2</sup> de techos verdes por año (Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services., 2007).

Políticas similares han sido implementadas en otros países como Suiza y Canadá. En Basilea, a los usuarios se les paga el 20% del costo de un techo verde (Brenneisen, 2004). En Toronto (Canadá), se han desarrollado políticas específicas para promover azoteas verdes en edificios con la proporción de 50 a 70% de la cobertura del edificio. En Quebec, un incentivo económico es proporcionado por metro cuadrado en edificios que tengan instaladas prácticas sostenibles como techos verdes (Carter & Keeler, 2008).

Los techos verdes pueden ser diseñados o elaborados de diferentes maneras como el sistema de una sola capa de drenaje libre a través del suelo, sistemas con capas de drenaje adicionales, o sistemas con drenaje combinados y capa de almacenamiento. Los techos verdes pueden dividirse también en techos verdes extensos e intensivos, siendo los extensos los constituidos por capas delgadas de 2 a 15 cm de cultivo y plantaciones livianas, mientras que los intensivos son los constituidos por capas más profundas mayores a 15 cm siendo capaces de soportar plantas más grandes como árboles o arbustos.

## **MUROS VERDES EN ESCUELAS DEL SECTOR**



**Gráfico 4.2.2 Muro Verde. Fuente Green Roof for Healthy Cities.**

Los muros verdes en escuelas del sector traen muchos beneficios siendo uno de esto lo técnico. Porque la selección adecuada del sistema de impermeabilización garantiza que los materiales que se utilicen durarán más de 20 años con un mínimo de mantenimientos. Además, el seleccionar adecuadamente la vegetación tendrá mínimos gastos en mantenimiento.

Las zonas urbanas cuentan con extensas áreas de superficie dura que absorben radiación solar y reflejan este calor de nuevo hacia la atmósfera. La vegetación, debido a su comportamiento térmico y físico, absorbe el calor y lo utiliza a través del proceso de evapotranspiración, reduciendo la temperatura urbana y el efecto de smog (Akbari & Konopacki, 2005)-

Así como en los techos verdes, los muros verdes minimizan las olas de calor y son capaces de retener el polvo. Además de ser un atractivo visual que hará que las zonas donde vean incrementado su plusvalía. Adicionalmente, mejora la calidad del aire, el bienestar social y psicológico de los habitantes del sector.

La popularidad de los espacios verdes también se refleja en los valores inmobiliarios. Hoy, existen muchas experiencias documentadas, especialmente en Europa, donde las cubiertas verdes proporcionan un valor agregado, de los edificios, en la mayoría



de uso residencial (especialmente torres de apartamentos), oficinas, hoteles, edificios para la recreación y el esparcimiento (Ibañez, 2008)

De acuerdo con su método de crecimiento, los muros verdes pueden ser clasificados en: fachadas verdes basadas en el uso de escaladores unidos directamente a la superficie del edificio y apoyadas por cables o enrejados y sistemas de muros vivos. Tienen una vida útil de más allá de 50 años.

Los techos y muros verdes no son factibles en la parroquia por dos razones: 1) Falta de espacio ya que las casas se encuentran adosadas y esto causaría potencial afectación a los vecinos, como la humedad ya que en algunos casos las casas se encuentran no enlucidas, 2) El uso de techos metálicos como cubierta en vez de losa, imposibilita el empleo de techos verdes en la parroquia.

### **PARQUE LINEAL**



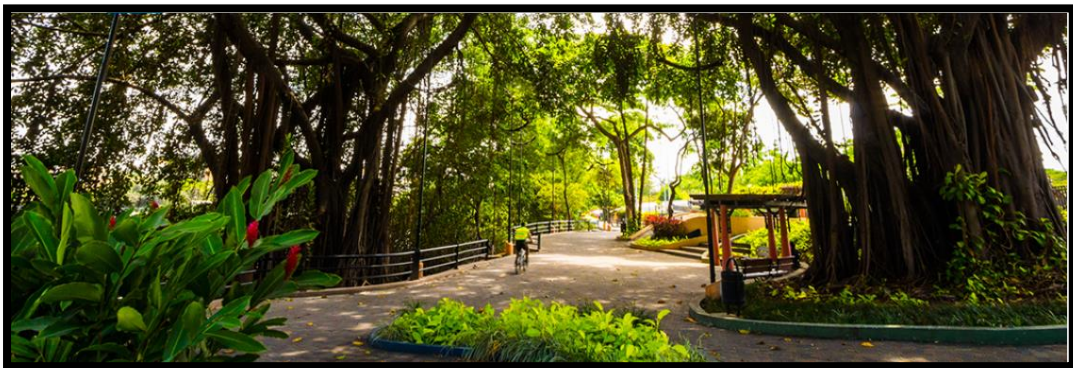
**Gráfico 4.2.3 Cinta costera alrededor de la ciudad de Panamá. Fuente: Panorama Panamá. <http://www.odebrecht.com.pa/proyectos-ejecutados/cinta-costera>**



**Gráfico 4.2.4 Malecón Del Salado, Ecuador, Guayaquil. Fuente Municipio de Guayaquil. <http://ecuador360.travel/ciudades-de-ecuador/guia-de-atractivos-de-guayaquil/malecon-del-salado.html>**



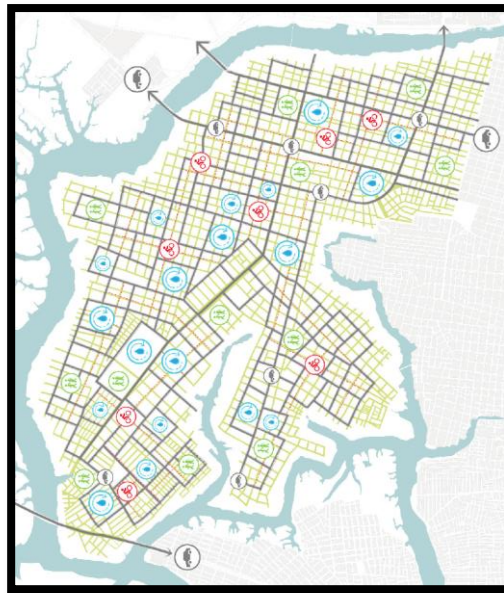
**Gráfico 4.2.5 Parque lineal. Fuente: Future Perspectives Febres-Cordero Urbanisten-2013**



**Gráfico 4.2.6 Parque lineal Carlos Armando Romero Rodas, Guayaquil. Fuente: Guayaquil es mi destino.**

La parroquia Febres Cordero, al estar rodeada por el Estero Salado, la hace una zona accesible para la realización de dichos parques, generando así crecimiento de la flora y fauna del sector que por años se ha perdido. Dichos parques dan valores agregados a los barrios donde se los construye ya que sirve como fuente de aclimatación, brinda un valor de biodiversidad, creando a su vez sectores de recreación para niños, jóvenes y adultos. Los parques lineales difieren de los corredores lineales por tener gran cantidad de vegetación dándole una segunda oportunidad a las zonas seleccionadas de generar vida, mientras que los corredores viales cuentan con espacios para que las personas caminen, realicen actividad física, o espacios que sirvan para recreación, así como áreas verdes.

## RED DE CALLES SENSIBLES AL AGUA



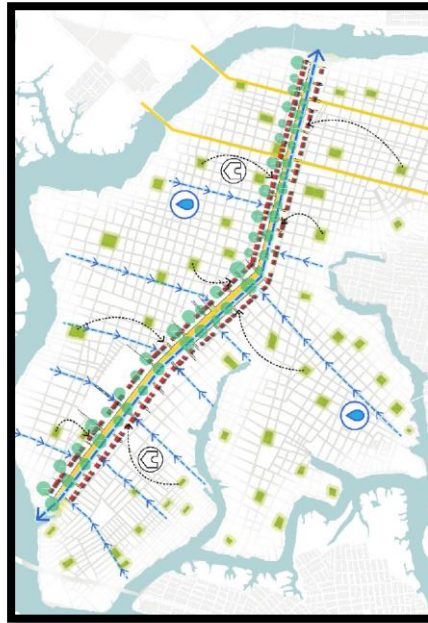
**Gráfico 4.2.7 Parque lineal. Fuente: Future-perspectives\_Febres-Cordero urbanisten.**

Una vez identificadas las calles sensibles al agua proporcionarían a la ciudad una vía que sea transitable para la libre movilización peatonal o por medio de bicicletas. Se piensa que es una solución muy viable para mitigar las inundaciones en las épocas invernales. Además de hacer que los habitantes de los sectores identificados participen al cuidado de dichas calles, y se motiven a realizar mayor actividad física.

El espacio público moderno proviene de la separación formal entre la propiedad privada urbana y la propiedad pública que normalmente supone reservar este suelo libre de construcciones y cuyo destino son usos sociales característicos de la vida urbana, tales como: El esparcimiento, actos colectivos, movilidad, actividades culturales, referentes simbólicos monumentales, entre otros (Hough, 1998).

Los Parques Lineales promueven la preservación de áreas de importancia ambiental, ayudan a preservar las tierras no desarrolladas en áreas urbanas y sirven de barrera entre usos no compatibles. Estos corredores conocidos también como vías verdes permiten unir en su recorrido las reservas naturales, las áreas de bosques, los parques, los cuerpos de agua y otros espacios abiertos, así como los lugares históricos, culturales y recreativos en los centros urbanos (Ahern, 1995), (Bravo, 2004), (Lindsay, 2003).

## EJE URBANO



**Gráfico 4.2.8 Parque lineal Fuente Future-perspectives\_Febres-Cordero urbanisten.**

La avenida 29 (Assad Bucaram) al ser un corredor y un eje transversal que une ambos lados del Estero Salado, puede ser re-densificado y reverdecido. Lo que se busca con esta alternativa es que la comunidad se empodere y se interese por el cuidado de las áreas verdes, involucrándose en su cuidado. Sin embargo, en caso de que hubiere proyectos de transporte ya en ejecución (Ej.: metrovía), puede ser reubicada la solución planteada a otros corredores, como por ejemplos las calles, 39, 28, 19, Etc.

## URBANISMO TÁCTICO (PEATONIZACIÓN DE CALLES)



**Gráfico 4.2.9 Peatonización de las Calles de la Plaza 5 de mayo en Panamá Fuente: BID Ciudades Sostenibles.**



**Gráfico 4.2.10 Ciudad de Nueva York, Times Square peatonalizado, fuente: BID Ciudades Sostenibles. (2018).**

Esta alternativa tiene un enfoque más personalizado y sería directamente en beneficio al peatón, Se crean así espacios de recreación libre de tránsito y promoviendo el uso del transporte público. Se proponen actividades culturales y se activan los sectores seleccionados de manera comercial debido a que las personas al caminar podrán observar el entorno de manera detenida. (BID , 2018).



**Gráfico 4.2.11 Creación de plazas y parques en vez de calles. Holanda. Fuente: BID**

## **READECUACIÓN DE PARQUES INUNDABLES Y REVERDECIMIENTO.**



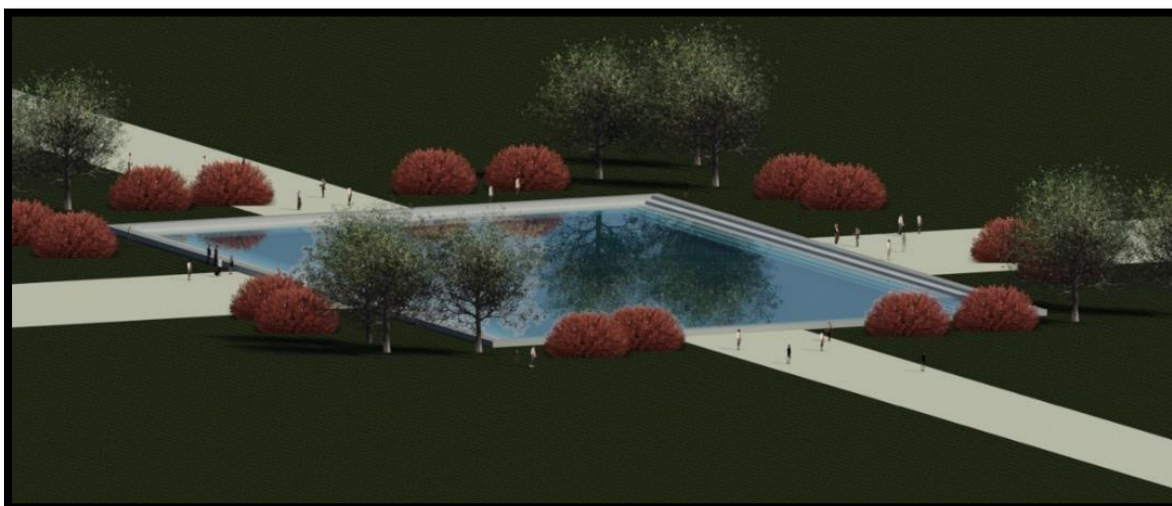
**Gráfico 4.2.12 Parque Inundable en Copenhague- Fuente: [https://www.citylab.com/design/2016/01/copenhagen-parks-ponds-climate-change-community-engagement/426618/?utm\\_source=SFFB](https://www.citylab.com/design/2016/01/copenhagen-parks-ponds-climate-change-community-engagement/426618/?utm_source=SFFB)**



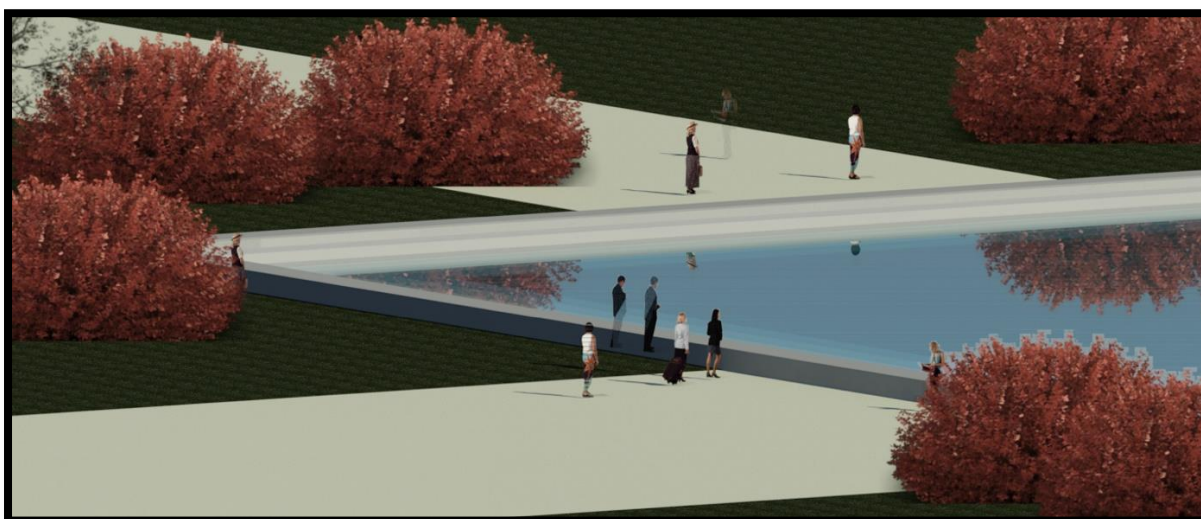
**Gráfico 4.2.13 Parque Inundable La Majar de Alicante, ESPAÑA. Fuente: <http://www.i-ambiente.es/?q=blogs/parquelamarjal-un-parque-urbano-inundable-como-solucion-inteligente-y-sostenible>**

Es una solución sostenible que se adapta al entorno y que emplea áreas considerables para la retención de agua en época de fuertes precipitaciones. El diseño hidráulico y un concepto que establece una relación con el paisaje hacen de esta opción verde ideal, por que trae consigo grandes beneficios para la comunidad y el ambiente.

## DEPÓSITO MASIVO EMERGENTE DE ESCORRENTÍA



**Gráfico 4.2.14 Depósito masivo emergente de escorrentía. Fuente: Los Autores.**



**Gráfico 4.2.15 Vista de cerca del depósito. Fuente: Los Autores.**

Según (Watson & Adams, 2010) las cisternas, barriles de lluvia y otras estructuras de almacenamiento vertical son contenedores masivos que almacenan el drenaje de agua a través de los desagües de los tejados externos de los edificios. La escorrentía almacenada se la puede utilizar para riego pasivo, protección contra incendios o reutilización de aguas grises, incluidos los inodoros de descarga. A su vez se reduce la demanda de fuentes de agua potable para usos secundarios. Es necesario notar que, tal práctica se ha observado en varios barrios de la parroquia, por lo que su implementación masiva no debería ser una dificultad en el futuro.

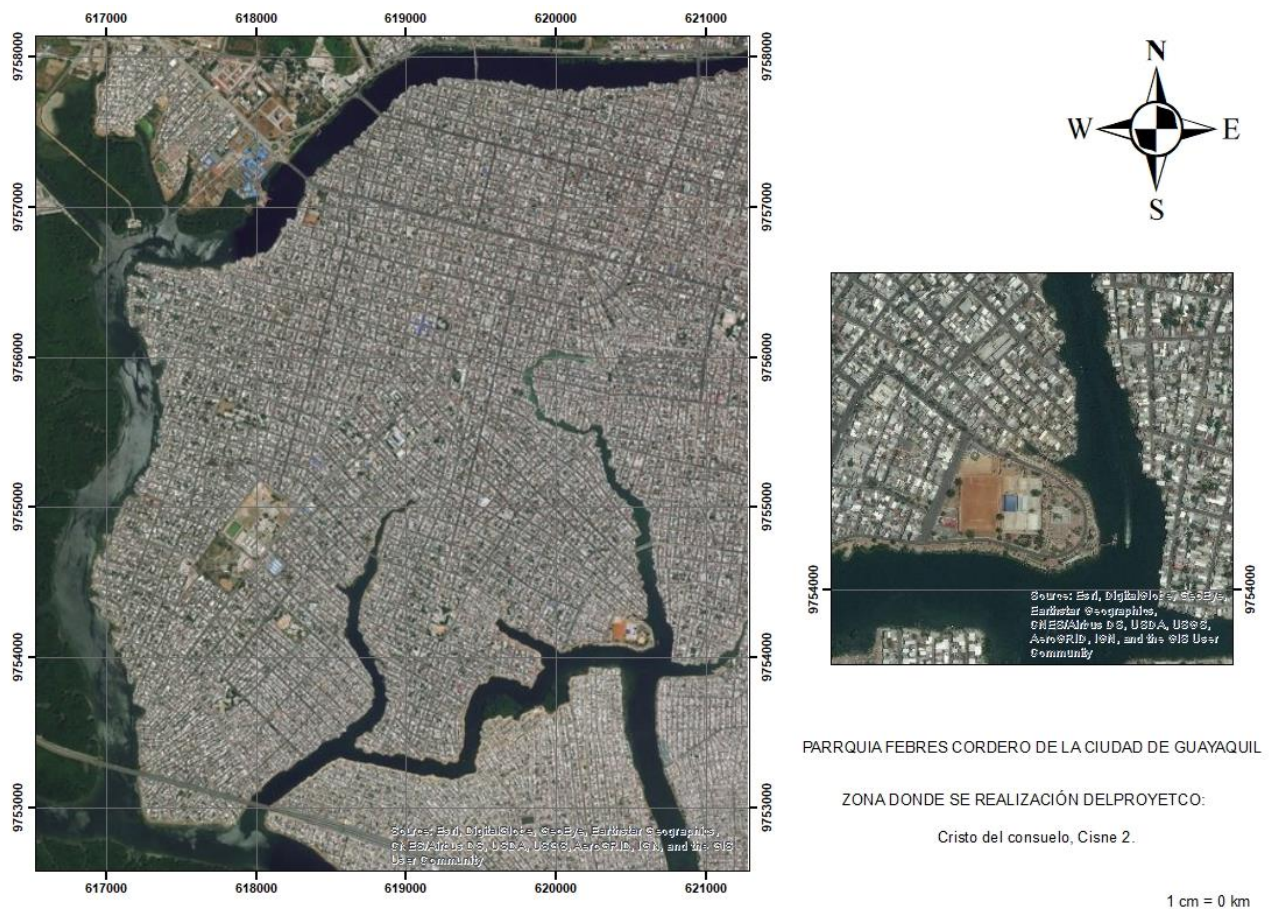
# CAPÍTULO V

## 5. IMPACTO AMBIENTAL, SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS Y PRESUPUESTO

### 5.1. Evaluación del impacto ambiental

#### 5.1.1. Zona de implantación del proyecto

La construcción del parque inundable se llevará a cabo en un terreno de 6880 m<sup>2</sup>, el cual se encuentra ubicado a 110 m del Cristo del Consuelo en el Cisne 2, que a su vez está bordeado por el estero salado. La ubicación del lugar seleccionado para el parque es el que se observa en la ilustración 5.1.



**Ilustración 5.1.1.1 Ubicación del lugar de construcción del proyecto.**

El parque inundable contará con un área 4000 m<sup>2</sup>.



## 5.1.2. Descripción del Medio

### Medio Físico

- **Clima**

La ciudad de Guayaquil posee un clima húmedo que varía de acuerdo con la estación del año, presentando así climas fríos, cálidos, y húmedos.

- **Temperatura**

La temperatura en la ciudad varía de acuerdo con la estación del año, oscilando entre los 18 hasta los 24°C en épocas de frío, mientras que épocas de calor la temperatura se encuentra entre los 24 hasta los 31°C llegando hasta los 34°C.

- **Precipitación**

En la época de precipitaciones en la ciudad el clima es muy húmedo y variante. Esto se realizó mediante el estudio estadístico presentado en el capítulo 2, el cual dio como resultado que se tiene lluvias promedio correspondiente de 76.38 mm con un tiempo promedio de eventos de 182.5 min, esto hallado con los datos de los años 2018 -2019.

- **Suelos**

La ciudad de Guayaquil por su ubicación presenta depósitos aluviales, coluvio-aluviales, fluvio-marinos, marinos, salinos. En la parroquia Febres-Cordero se encuentra compuesta mayormente por suelos limosos, arcillosos y arenas que han sido acarreadas por cuerpos aluviales en el transcurso de los años.

### Medio Biótico

- **Flora**

La parroquia no cuenta con grandes áreas verdes dentro de toda su extensión, debido a la gran cantidad de superficie gris en la zona. Este es el motivo por el cual se considera a la parroquia vulnerable ante los acontecimientos de lluvias extremas.

- **Fauna**

La vida animal dentro de la parroquia es escasa ya que al presentar gran cantidad de área gris hace que la vida silvestre busque lugares verdes donde poder asentarse, por lo notado hay una gran disminución de las aves en el sector.

### **Medio Socio Económico**

- **Población de la parroquia Febres-Cordero**

El (Banco de Desarrollo de América Latina, 2018) en su estudio de vulnerabilidad realizado menciona que la parroquia Febres Cordero presenta una alta densidad poblacional correspondiente a 24 175 habitantes/km<sup>2</sup>, suelos con un porcentaje del 99% de impermeabilidad, una tasa de pobreza superior a la media de 23.25% y bajas tasas de acceso a servicios de salud, teniendo un centro de salud por cada 20 250 habitantes.

- **Servicios Básicos**

Los datos mencionados a continuación, utilizados para describir los servicios básicos con los que cuentan los habitantes de la parroquia fueron obtenidos del portal Ecuador en cifras. (NEC, 2019).

#### **Energía Eléctrica**

La cobertura de energía eléctrica en la ciudad de Guayaquil es del 91.8% según el censo del 2010.

#### **Agua Potable**

Según el censo de población y vivienda del 2010, en la ciudad de Guayaquil el 73.5% de la población cuenta con agua potable.

#### **Red de Alcantarillado**

Según los datos del censo de población y vivienda del 2010, en la ciudad de Guayaquil el 46.7% de la ciudad cuenta con red pública de alcantarillado.

#### **Servicio Telefónico**

Según los datos del censo de población y vivienda del 2010, en la ciudad de Guayaquil el 31.67% de los ciudadanos cuenta con servicio telefónico.

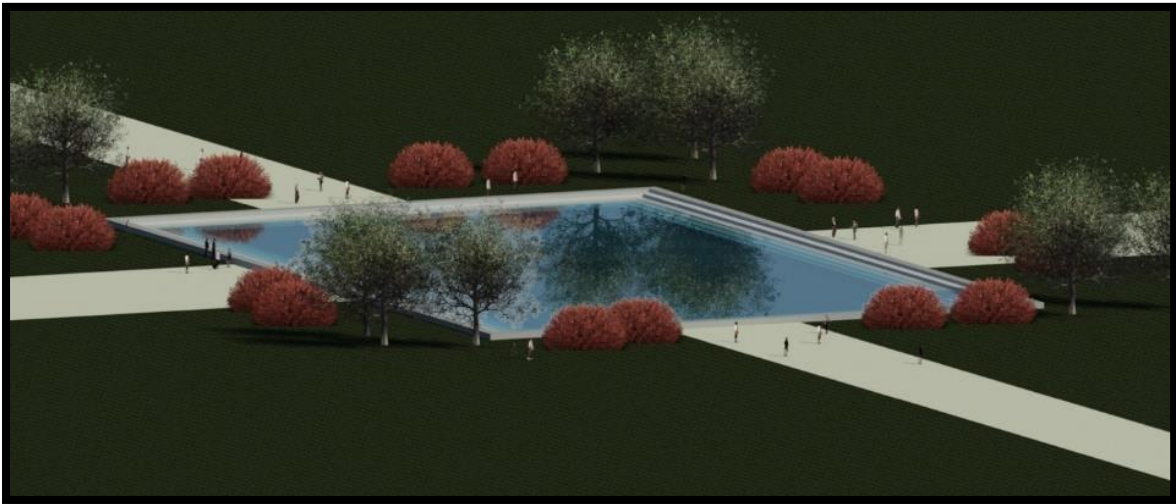
### **Servicio de recolección de Basura**

Según los datos del censo de población y vivienda del 2010, en la ciudad de Guayaquil el 82.5% de la ciudad cuenta con servicio de recolección de basura mediante vehículos del operador Puerto Limpio.

#### **5.1.3. Impacto Visual**

El impacto visual generado después de la construcción de la megacisterna en la zona del Cristo del Consuelo perteneciente a la parroquia Febres-Cordero en la ciudad de Guayaquil, fue evaluado analizando tres diferentes factores, analizando imágenes antes y después de la construcción del parque inundable.

Como primer punto se analizó la ilustración 1.2 luego de realizado el proyecto, como si esta fuera una unidad de paisaje. Se valoró de diferentes maneras, conforme a los criterios a continuación mencionados.



**Gráfico 5.1.1 Zona de estudio luego de la construcción de la solución propuesta.  
Fuente: Los Autores.**

#### **Caracterización del paisaje**

Se realiza una caracterización del paisaje de acuerdo con la forma del terreno, vegetación presente y futura, color, textura, estructura, dicha caracterización puede ser observada de mejor manera en la tabla 5.2.

**Tabla 5.1.1 Tabla de identificación de las características del paisaje. Fuente: Los Autores.**

<b>Caracterización del paisaje</b>			
	<b>Forma del terreno</b>	<b>Vegetación</b>	<b>Estructura</b>
<b>Forma</b>	Bidimensional	Bidimensional	Bidimensional
<b>Línea</b>	Bordes definidos	Bordes definidos	Bordes no definidos
<b>Color</b>	Marrón	Marrón con verde ligero	Marrón
<b>Textura</b>	Arcilla	Contraste: bajo	Hormigón
	baja permeabilidad	Regularidad: ordenado	Permeabilidad media

El terreno en la zona de construcción del proyecto presenta un color marrón verdoso por el tipo de terreno arcilloso en el sector. La vegetación del lugar es escasa, al presentar gran cantidad de hormigón en su superficie.

### **Evaluación del impacto visual**

Se realizó identificando parámetros que sirvan para identificar de mejor manera el impacto producido luego de la aplicación del proyecto. (Tabla 5.3)

**Tabla 5.1.2 Tabla de la evaluación visual. Fuente: Los Autores.**

<b>Impacto visual</b>					
	<b>Muy alto</b>	<b>Alto</b>	<b>Adecuado</b>	<b>Bajo</b>	<b>Muy Bajo</b>
<b>compatibilidad visual</b>	4	2	1	2	1
<b>Modificación cromática</b>	4		2		1
<b>creación de reflejos</b>	2		1		2
<b>bloqueo de vistas</b>	4		2		1
<b>Afección a la calidad visual</b>	4		2		1
<b>Dominancia Visual</b>	4		2		1
<b>Sumatoria</b>	11				

Luego de realizado el impacto visual y conociendo la clase de la evaluación se conoce que tipo de impacto se generaría.

Siendo:

CLASE I: Impacto visual ALTO (30-40 puntos)

CLASE II: Impacto visual MEDIO (14-29 puntos)

**CLASE III: Impacto visual BAJO (5-13 puntos)**

En el proyecto, el impacto visual que genera la construcción de la mega cisterna o parque acuático será de Clase III, siendo esto un impacto visual BAJO.

Luego de realizada la valoración de la calidad visual, se evaluó la capacidad de absorción del terreno, calificándolos de la siguiente manera:

ALTO = 3, MEDIO = 2, BAJO = 1

### **Valoración de la calidad visual**

**Tabla 5.1.3** Tabla de valoración de la calidad visual. Fuente: Los Autores.

<b>Calidad Visual</b>			
<b>Criterios evaluados</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<b>Forma del terreno</b>	3	-	-
<b>Vegetación</b>	3	-	-
<b>Agua</b>	3	-	-
<b>Actuar Humano</b>	-	2	-
<b>Lugar turístico</b>	3	-	-
<b>Valor Numérico</b>	14		
<b>Valor Nominal</b>	<b>Clase A</b>	Alta Calidad	

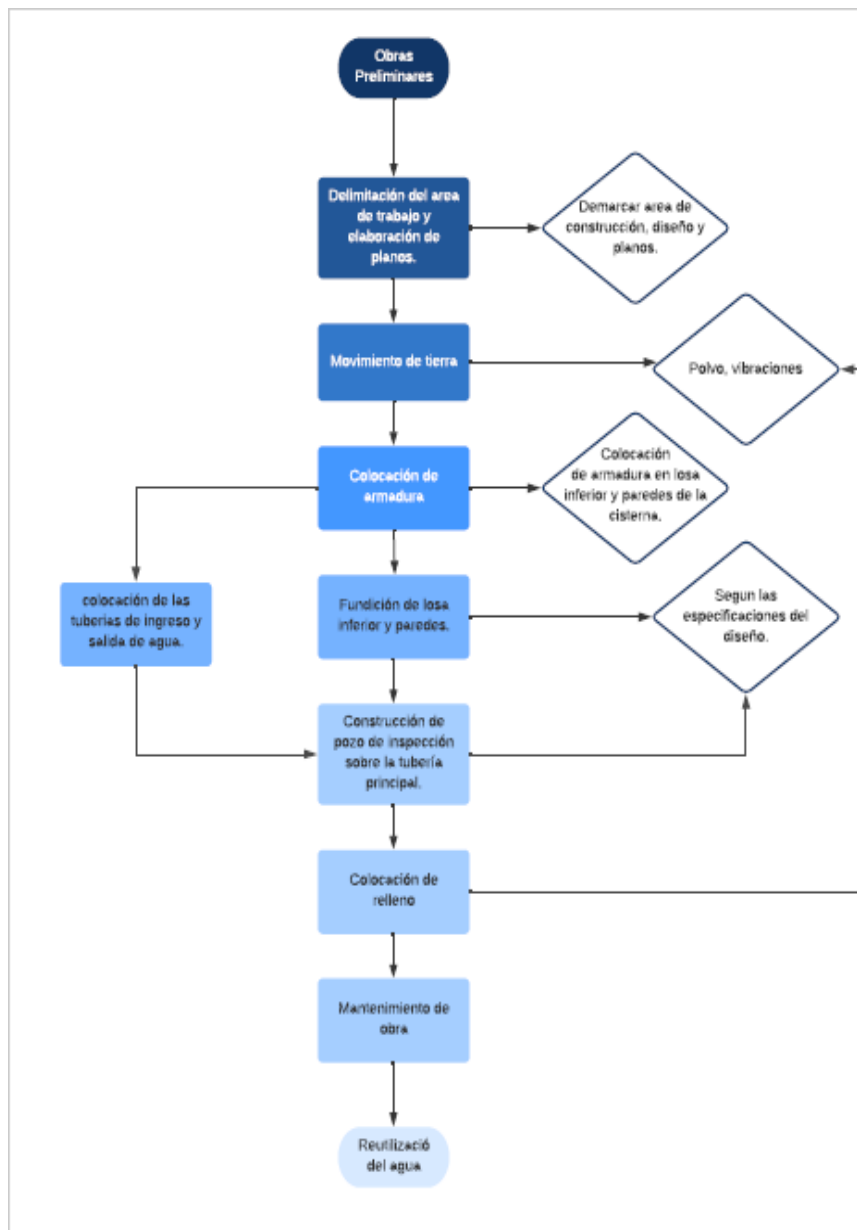
La zona destinada para la construcción del parque inundable tiene una calidad alta en lo que se refiere a forma del terreno, cuenta con área a la mano para la realización de las distintas obras.

### **Valoración de la capacidad de absorción**

**Tabla 5.1.4** Tabla de valoración de la capacidad de absorción. Fuente: Los Autores.

<b>Capacidad de Absorción</b>			
<b>Criterios evaluados</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<b>Permeabilidad</b>	3	-	-
<b>Erosionabilidad</b>	-	2	-
<b>Contraste vegetación/Suelo</b>	-	2	-
<b>Crecimiento Vegetal</b>	3	-	-
<b>Capacidad de regeneración</b>	3	-	-
<b>Valor Numérico</b>	13		
<b>Valor Nominal</b>	<b>Clase A</b>	Alta Calidad	

A continuación, se presenta un diagrama de flujo (Gráfico 5.2) detallando los procesos que se van a realizar antes y luego de la construcción.



**Gráfico 5.1.2 Diagrama de flujo de las distintas opciones del proyecto. Fuente: Los Autores.**

Antes de iniciar la construcción de la obra, se realizará la remoción de lo que en el lugar se encuentra, considerándose como obras preliminares. Luego, se pasará a la delimitación del área de trabajo y elaboración de planos, Se moverá la tierra presente en la zona, colocándose un pequeño replantillo y sobre esta la armadura de la losa, para su fundición. Para el armado del muro, se colocará tablestaca metálica que servirá de soporte y contención de la tierra en la periferia del terreno permitiendo el armado y fundición del muro. Finalmente se realizan las últimas adecuaciones, para hacer uso del parque.

#### 5.1.4. Regularización Ambiental

Todo proyecto de ingeniería civil que se vaya a o se esté realizando genera un impacto al medio ambiente. Por lo cual, el Estado establece que en estos casos se necesita obligatoriamente un permiso ambiental. El cual puede consistir en un certificado, un registro o una licencia ambiental, yendo de menor a mayor importancia dependiendo del tipo de actividad que se vaya a realizar y la magnitud del impacto que esta generase.

El SUIA (Sistema Único de Información Ambiental) es el órgano regulador y el encargado de determinar qué tipo de documentación requiere la actividad a realizarse, además de ser la institución encargada de la emisión de los mismos.

Para el presente proyecto, según el SUIA, se necesita un certificado ambiental. Debido a que la actividad que se va a realizar no genere mayor impacto en el ambiente. Dicho certificado se lo obtiene sin costo alguno en la pagina del SUIA. Luego de determinar el tipo de documentación que se necesita para nuestro proyecto se procede a completar el formulario para la obtención del documento.



**Ilustración 5.1.4.1 Categorización Ambiental. Fuente: Página web, MAE.**

El formulario requerido solicitado por el SUIA se adjunta en el [Anexo G](#).

#### 5.2. Selección de alternativas óptimas y discusión.

De todas las alternativas se ha realizado un cuadro comparativo, donde se exponen las ventajas y desventajas de cada una (Tabla 5.6). Las que presentan mayores ventajas fueron las seleccionadas y en tal contexto ejecutadas a nivel de prediseño aplicable, en las zonas más críticas.

Para asegurar el cambio de sentido de ciertas calles una vez que las propuestas sean implementadas se necesitará la ayuda de la Autoridad de Tránsito Municipal (ATM)

**PARQUE LINEAL.**

**Tabla 5.2.1 Ventajas y desventajas del parque lineal en la parroquia Febres-Cordero, Fuente: Los Autores.**

	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b>		<p align="center">Centro de Agua y Desarrollo Sustentable</p>
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b>		
	<b>PROYECTO INTEGRADOR:</b> “PREDISEÑO DE SOLUCIONES ECO-INGENIERILES PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA FEBRES CORDERO, EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”		
	<b>ESTUDIANTES:</b>	MILUSHKA DE JESÚS CEDEÑO MARÍN, FABIÁN LEONARDO QUICHIMBO MIGUITAMA	
	<b>TUTOR:</b>	Ing. MIJAÍL ARIAS HIDALGO, Ph.D	
<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>	<b>APLICABLE / NO APLICABLE</b>
PARQUE LINEAL / GREENWAY	Conexión entre áreas de hábitat conservadas, se lo utiliza para la conservación de la fauna silvestre.	No son manejados como parques de uso recreativo y pueden llegar a no incluir senderos públicos.	APLICABLE
	Desarrolla la actividad física de las personas, ya que su implementación haría que los habitantes del sector salgan a caminar o hacer ejercicio.	Debe de cumplir con un estándar de ancho, pendiente y superficie, asegurando así el ingreso y disminución de riesgo para los usuarios.	
	Mejora la calidad de vida, bienestar y confort de la zona de estudio.		
	Considerados como una tipología de zona verde, su diseño se asocia a valores ecológicos.		
	Conectores de diferentes zonas verdes, sectores o varios y como cinturón de transición de la biodiversidad urbana.		

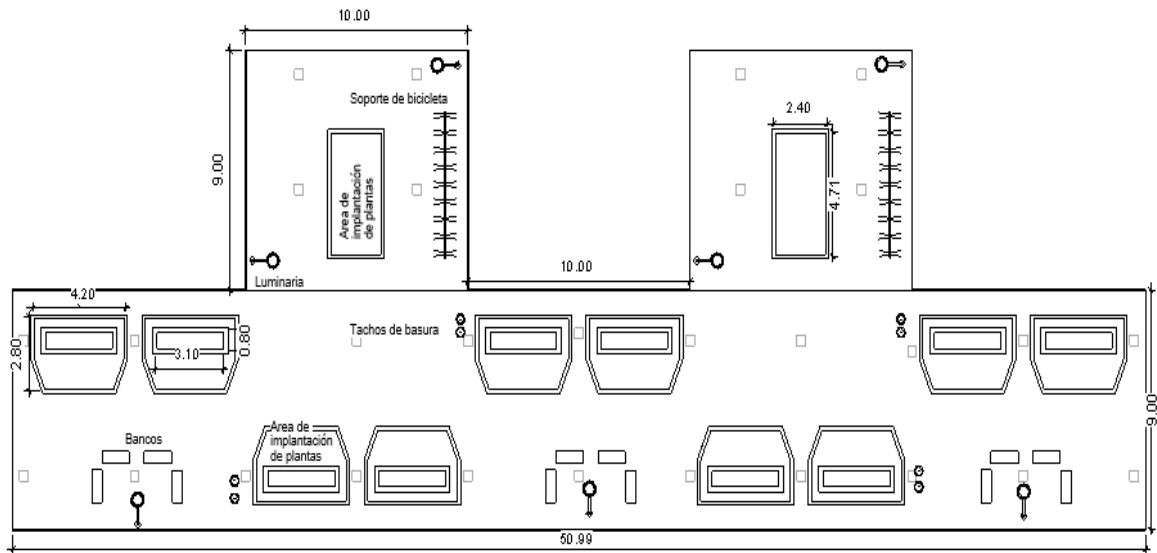


	Corredor de espacios abiertos protegido y manejado para la conservación de flora y fauna.		
	Promueven la preservación de áreas de importancia ambiental, preservan las tierras no desarrolladas en áreas urbanas, y sirven de barrera entre usos no compatibles.		
	Se modifican con el tiempo según sea la dinámica, uso y apropiación de las personas.		

**UBICACIÓN:** Perfil costero de la parroquia, resaltada de color verde en la figura 5.3.



**Gráfico 5.2.1 modelado del corredor lineal. Fuente: Los Autores.**



**Gráfico 5.2.2 Vista en planta del parque Lineal. Fuente: Los Autores.**



**Gráfico 5.2.3 distinción por colores de la ubicación del corredor lineal sobre el estero o sobre taludes. Fuente: Los Autores.**

Discusión- Parque Inundable.

Esta opción presenta la posibilidad de realizar dos alternativas de parque lineal. La primera sería una losa sobre el Estero Salado representada por las líneas de color verde (Gráfico 5.4). Estas son las zonas dentro de la parroquia donde es posible ubicar la caminera sobre pilotes, existiendo en algunos casos la posibilidad de expropiación de las casas que se encuentran sobre este. Mientras que como segunda opción las representadas por las líneas rojas son los lugares donde es posible realizar parques lineales sobre los taludes presentes en la zona. Esta alternativa no permite el desalojo de ningún habitante, más bien incentiva el cuidado y mejoramiento de las pocas zonas de área verde en la parroquia.

### **CALCULOS DE SOCAVACIÓN GENERAL Y LOCAL.**

Socavación General:

**Tabla 5.2.2 Datos Generales Socavación General. Fuente: Los Autores.**

<b>S</b>	0.0002	
<b>n</b>	0.03	
<b>T</b>	50	años
$\gamma_d$	1.8	T/m3
<b>Ho</b>	4.1	m
<b>c</b>	0.3	
$\gamma_{agua}$	1	T/m3

Utilizando el método de Lischtvan-Lebediev (Maza), para suelos cohesivos homogéneos, se ha calculado la profundidad de socavación general. Tal procedimiento se basó en la premisa de que el suelo presente en la zona de estudio es en su gran mayoría arcilla con una plasticidad muy elevada.

$$\lambda = 0.0973 \log (T) + 0.79 \quad (5.1)$$

$$\gamma_{mezcla} = \frac{\gamma * \gamma_d}{\gamma_d - c * (\gamma_d - \gamma)} \quad (5.2)$$

$$\varphi = 1.51 * \gamma_{mezcla} - 0.54 \quad (5.3)$$

$$x = 0.1363 * \gamma_d^2 - 0.58 * \gamma_d + 0.893 \quad (5.4)$$

$$\alpha = \frac{S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (5.5)$$

$$H_s = \left( \frac{\alpha * H_o^{5/3}}{0.6 * \gamma d^{1.18} * \varphi * \Lambda} \right)^{\frac{1}{1+x}} \quad (5.6)$$

$$Y_s = H_s - H_o \quad (5.7)$$

$$V_s = 0.6 * \gamma d^{1.18} * \Lambda * \varphi * H_s^x \quad (5.8)$$

**Tabla 5.2.3 Resultados de socavación General. Fuente: Los Autores.**

$\Lambda$	0.95531	
$\gamma_{mezcla}$	1.153846	T/m3
$\varphi$	1.202308	T/m3
$x$	0.290612	T/m3
$\alpha$	0.471405	
$H_s$	5.20602	m
$V_s$	2.227193	m/s
$Y_s$	1.10602	m

#### Socavación Local

- Utilizando la fórmula de Laursen & Toch, se ha encontrado la profundidad de socavación local en pilas.

**Tabla 5.2.4 Datos Generales Socavación Local. Fuente: Los Autores.**

$b_p$	0.4	m
$Y$	4.1	m

$$Y_s = 1.35 * b_p^{0.7} * Y^{0.3} \quad (5.9)$$

**Tabla 5.2.5 Resultado Socavación Local. Fuente: Los Autores.**

$Y_s$	1.085453	m
-------	----------	---

- Utilizando la ecuación de Froeichlich (1988) se ha calculado la profundidad de socavación.

**Tabla 5.2.6 Datos de socavación local para Froeichlich. Fuente: Los Autores.**

$\phi_p$	1.3	
$b_p$	0.4	m
$V$	1.182	m/s

<b>D</b>	3.99	m
<b>F<sub>r</sub></b>	0.188915	



$$Y_s = 0.32 * \phi p * (bp * \cos \theta)^{0.62} * y_3^{0.47} * Fr_3^{0.22} * d_{50}^{-0.09} \quad (5.10)$$

**Tabla 5.2.7 Resultado. Fuente: Los Autores.**

<b>Y<sub>s</sub></b>	0.717072	m
----------------------	----------	---

**RED DE CALLES SENSIBLES AL AGUA.**

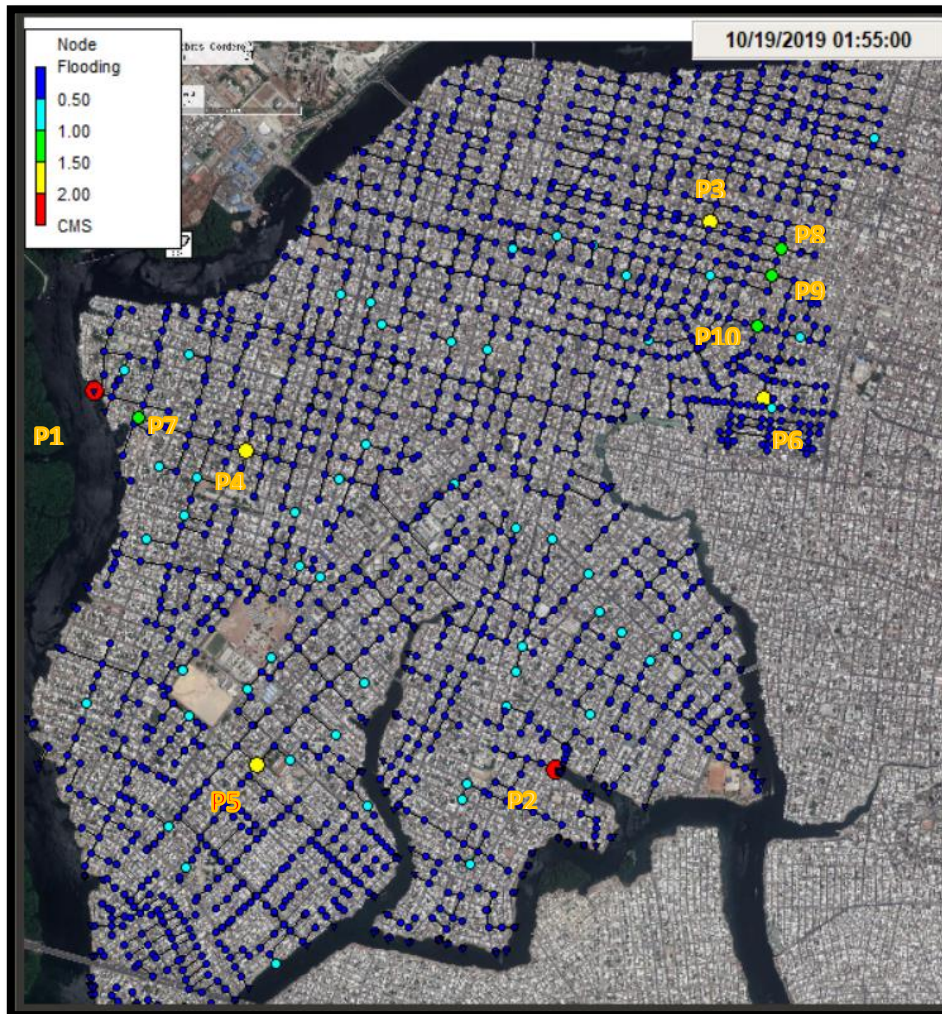
**Tabla 5.2.8 Ventajas y desventajas de la Red de calles sensibles al agua en la parroquia Febres-Cordero, Fuente: Los Autores.**

	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b>		<p align="center">Centro de <b>Agua y Desarrollo Sustentable</b></p> 
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b>		
	<b>PROYECTO INTEGRADOR:</b> “PREDISEÑO DE SOLUCIONES ECO-INGENIERILES PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA FEBRES CORDERO, EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”		
	<b>ESTUDIANTES:</b> MILUSHKA DE JESÚS CEDEÑO MARÍN, FABIÁN LEONARDO QUICHIMBO MIGUITAMA		
	<b>TUTOR:</b> Ing. MIJAÍL ARIAS HIDALGO, Ph.D.		
<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>	<b>APLICABLE / NO APLICABLE</b>
<p align="center">RED DE CALLES SENSIBLES AL AGUA</p>	Captación y almacenamiento de las aguas lluvias para su posterior uso. Aumento de infiltración y aumento del tiempo de concentración y retardo.	Valor económico.	<p align="center">APLICABLE</p>
	Convertir calles transitadas parcial o totalmente en peatonales que pueden llegar a ser utilizadas como áreas de recreación de niños y jóvenes del sector.	Impacto ambiental que generará la construcción de dichos tanques para la captación y almacenamiento de las aguas en época de lluvia.	
	Crea espacios multifuncionales capaces de reducir las inundaciones.	Impacto social al inicio de la obra.	

	Reciclar el agua potable para usos secundarios como el riego de la vegetación que se tenga.		
	Mejora la calidad de vida de los habitantes del sector mediante el desarrollo de áreas destinadas para actividades culturales y barriales. Apoderamiento ciudadano.		
	La ciudadanía formará parte del mantenimiento de estos espacios convirtiéndolos como suyos, cuidándolos y protegiéndolos.		
	Impacto Ambiental luego de la construcción de la obra será en menor escala, ya que lo que se está haciendo es aumentar los espacios verdes dentro de la ciudad.		
	Se busca disminuir la contaminación producida por los gases que emiten los automóviles. Plantas capturan el CO2.		

## **UBICACIÓN:**

A continuación, se muestran un listado de puntos que en base al modelo SWMM, se inundan, y con consiguiente, son los puntos prioritarios para tratar.



**Gráfico 5.2.4 Ubicación de la primera zona seleccionada. Fuente: Los Autores.**

## **CALLES:**

Los puntos interceptados son las calles que se encuentran contiguas, las cuales estarían inundándose con caudales superiores a los 2 m<sup>3</sup>/s. En promedio, el tiempo en el que los pozos se encontrarán llenos, del 1 al 10 están rebozados, esto quiere decir alrededor de 40 min.

El P1 (Punto 1) correspondiente al pozo 00-1736, se encuentra ubicado en las calles.

- 36 A.S.O Eduardo Piug Arosemena, y
- 2do Pasaje, 53 A SO.



Calles cercanas al estero salado.



**Gráfico 5.2.5 Ubicación del P1. Fuente: Los Autores.**

El P2 (Punto 2) correspondiente al pozo 00-1741, se encuentra ubicado en las calles.

- Callejón 41 SO, y
- Calle Milagro 26 SO, y
- Pasaje 25 SO



**Gráfico 5.2.6 Ubicación del P2. Fuente: Los Autores.**

El P3 (Punto 3) correspondiente al pozo 00-212, se encuentra ubicado en las calles.

- Calles 20 SO

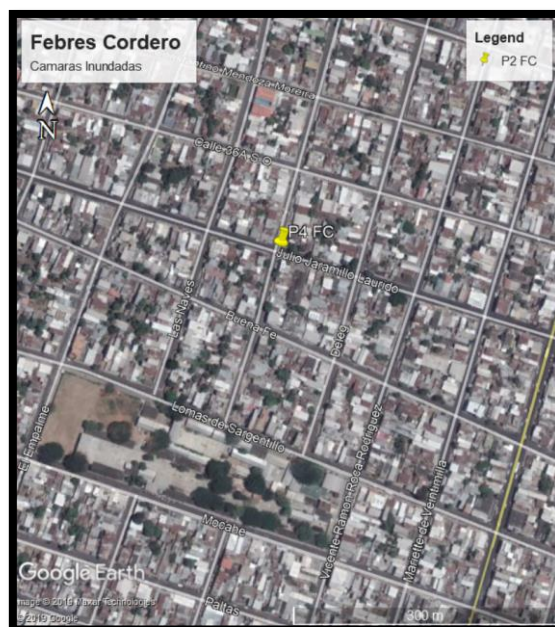
- Avenida General Cucalón Jiménez



**Gráfico 5.2.7 Ubicación del P3. Fuente: Los Autores.**

El P4 (Punto 4) correspondiente al pozo 00-543, se encuentra ubicado en las calles.

- Calle 37 SO
- Avenida 50 S-O La libertad



**Gráfico 5.2.8 Ubicación del P4. Fuente: Los Autores.**

El P5 (Punto 5) correspondiente al pozo 00-1665, se encuentra ubicado en las calles.

- Calle 44-B (Chillanes) S-0.

- Avenida 36-C (Santa Rosa) S-O.

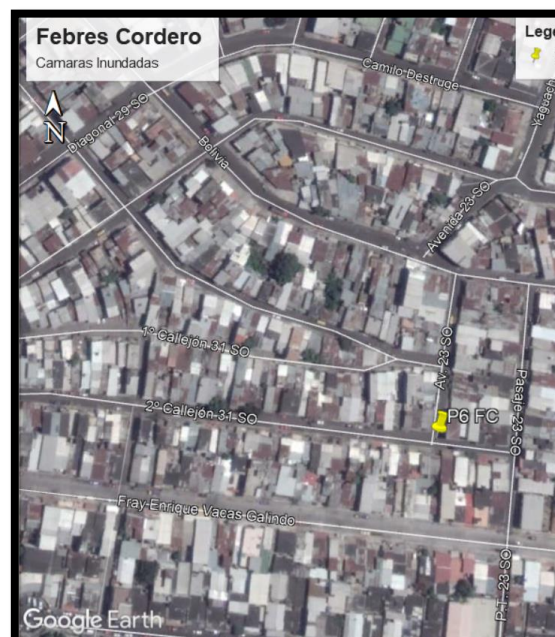


**Gráfico 5.2.9 Ubicación P5. Fuente: Los Autores.**

El P6 (Punto 6) correspondiente al pozo 00-459, se encuentra ubicado en las calles.

AVENIDA 23 S-O Yaguachi

2do Callejón 31 SO.



**Gráfico 5.2.10 Ubicación P6. Fuente: Los Autores.**

El P7 (Punto 7) correspondiente al pozo 00-1053, se encuentra ubicado en las calles.

- Calle 37 S-O
- Guachapala AV 53-A S.



**Gráfico 5.2.11 Ubicación del P7. Fuente: Los Autores.**

El P8 (Punto 8) correspondiente al pozo 00-174, se encuentra ubicado en las calles.

- Calle 21 S-O Dr Francisco De Marcos
- Av 25 S-O Balzar.

El P9 (Punto 9) correspondientes al pozo 00-461, se encuentra ubicado en las calles.

- Calle 23 S-O San Martín
- Av 25 S-O Balzar

El P10 (Punto 10) correspondiente al pozo 00-794, se encuentra ubicado en las calles.

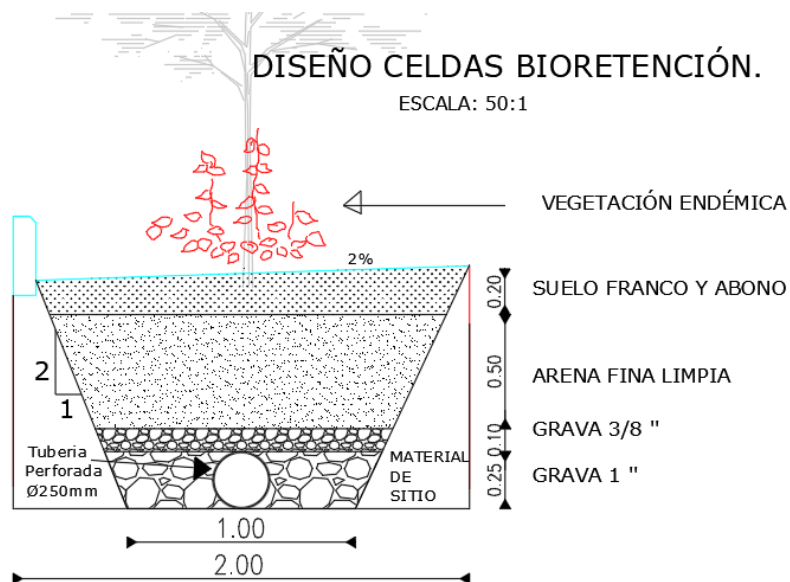
- Calle 27 SO Venezuela
- Av 25 S-O Balzar



**Gráfico 5.2.12 Ubicación de los puntos 8, 9 y 10. Fuente: Los Autores.**

A continuación, se presenta la solución aplicada al punto más crítico de la red en de AALL de la zona. En donde, debido a las condiciones de modelación con efectos de lluvias con un Tr de 10 y mareas con un Tr de 2 años, causan en este punto un desborde de agua alcanzando alturas de agua de hasta 40 cm por sobre la calzada.

Para mitigar y tratar el exceso de escorrentía que llega a la red principal, se propone el uso de celdas de bio-retención, las cuales, están constituidas por capas con materiales de diferente gradación, tal como en el gráfico 5.2.13.



**Gráfico 5.2.13 Diseño de zonas verdes con áreas que retienen agua, Fuente: Autores.**

La configuración de la celda, desde la capa inferior inicia con una capa de material tiene grava de 1" de espesor. Su función es permitir el paso del agua. Debido a su gradación y a que el mayor efecto es el producido por los macroporos, se permite el paso del agua hacia la tubería, la cual drenaría hacia el estero o al sistema principal, con mayor tiempo de retardo.

La segunda capa, conformada por grava de 3/8" de diámetro, se encargará de no permitir el paso de material fino a la tubería drenante, y con iguales características a la inferior, permite el flujo de agua hacia la siguiente capa.

La tercera capa, de material fino, arena, tiene como principal capacidad proporcionada por los microporos, el permitir retener agua para que sea consumida por la vegetación de la capa superior, sin llegar al punto que la vegetación se marchite.

Finalmente, última capa, de suelo franco, facilitará o proporcionará los nutrientes para el desarrollo de la vegetación endémica.

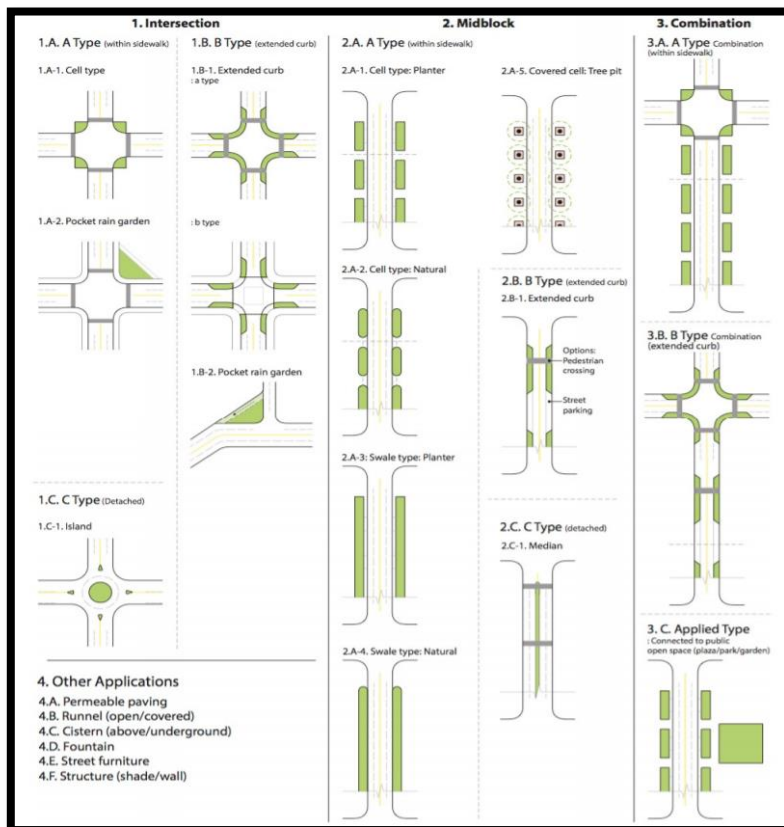




**Gráfico 5.2.14 Propuesta calles sostenibles. Fuente: Los Autores**

Discusión- Calles sensibles al agua.

Se presentan opciones para reducir la escorrentía superficial y aumentar los tiempos de concentración. Dichas propuestas están enfocadas desde un punto de vista sostenible y se las pueden aplicar en cualquier punto de las carreteras y en función de las tipologías de las calles. (Im, 2019). Gráfico 5.15.



**Gráfico 5.2.15 Calles sensibles al agua. Fuente: Sustainability 2019.**

## Calles Sensibles al agua

Esta medida contempla el tratar el uso y el espacio que tiene una calle en particular, el punto crítico aplicable de esta medida es punto 1, según el modelo SWMM, ubicado entre la calles CA 36 S-O, con una tubería que conectan las cámaras 00-994 y 00-152 con un diámetro de 1800mm; y la CALLE 49, cuya tubería conecta las cámaras 00-994 y 00-993 con un diámetro de 1005mm, el nivel de agua alcanzado en el pozo 00-994 registra un nivel de agua de 40 cm por encima de la calzada, según el modelo.

El principal problema aquí es la incapacidad de la tubería existente. No puede desfogar toda el agua producto de las precipitaciones de diseño, y la influencia de la marea tampoco lo impide en aguajes.

Esta calle tiene un ancho de calzada de 7m, y está catalogada acorde al catastro municipal como un callejón (M.I Guayaquil, 2016.), Al no ser un área de alto tráfico, facilita su peatonalización como medida de amortiguamiento. Se propone la implementación de áreas verdes de dos metros de ancho en los costados de la vía, reverdeciendo la zona tratada. La implementación de celdas de bio-retención en las áreas a tratar, capta el volumen de escorrentía, hasta 1m<sup>3</sup> de agua por cada 2 m<sup>2</sup> de sección verde propuesta. (Gráfico 5.13).

Para dar más alternativas de diseño en esta propuesta se ha observado calles con un ancho de calzada de 10, 12m o más, como lo son la calle 28 (37 NO), la calle 39 y la F que presenta una calzada de 17 metros de ancho (Gráfico 5.2.16), la 16ava y Francisco de Marcos tiene una calle con una calzada de 10 metros de ancho (Gráfico 5.2.17) y la 34 y San Martín. Estas y otras calles dentro de la parroquia presentan calzadas muy grandes pudiendo ser utilizadas, la mitad de estas para una propuesta del diseño, dejando la posibilidad del paso de vehículos en un solo sentido. En el colegio Rafael Morán Valverde ubicado en la calle 29 y Sigsig se nota una acera de 4.5m y en colegio Provincia del Azuay cuenta con una acera de 4m desperdiciada ya que los habitantes no la utilizan y prefieren caminar por la calzada (Gráfico 5.2.18), esto posibilita la opción de realizar un pequeño diseño de aceras inundables, haciendo de estos espacios sin uso, un lugar de atracción y recreación para la comunidad. Similar situación se observa a la subida y bajada.





**Gráfico 5.2.16 Calle 39 y la F. Guayaquil.**

La calle 39 es la mas seleccionada para poderla peatonizar en un solo tramo de la calzada, ya que cuenta con el espacio suficiente para hacerlo, y pensando en los habitantes del sector es que se dejaría solo un tramo vehicular.



**Gráfico 5.2.17 Calle 11 y Fco de Marcos. Guayaquil.**

La calle 11 y Francisco de Marcos es muy poco transitada, pero podemos notar que hay demasiados carros sobre la calzada pero esto solo se da a ciertas horas del día por lo que se propone peatonizar la parte central de la calzada dejando un lado de calle a cada lado de la calzada y en cada sentido.



**Gráfico 5.2.18 Colegio Prov. del Azuay. Calle Suscal, Guayaquil.**

La calle que linda con el colegio provincia del Azuay, es apta para cerrar un tercio de la calzada para convertirla en peatonal, combinándola con el gran parterre de 4m de ancho que tiene el colegio, creando espacio suficiente para poder desarrollar la solución de calle sostenible.



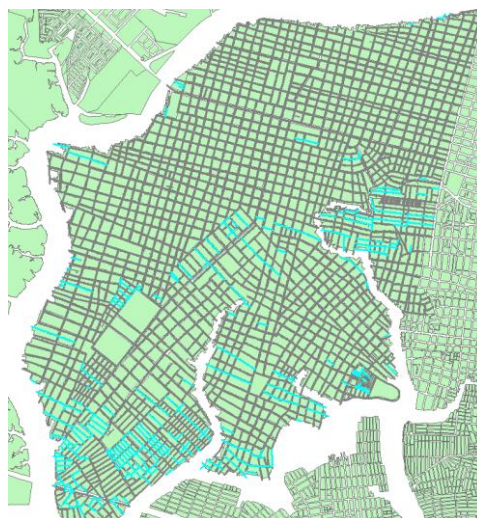
**Gráfico 5.2.19 Calle antes de subir puente de la A. Guayaquil. Un sentido.**



**Gráfico 5.2.20 Calle antes de subir el puente de la A, otro lado de calzada. Guayaquil.**

El sector del puente de la A es muy crítico ya que, al conversar con los moradores de la zona, estos han dicho que cuando hay lluvias y alzas de marea las calles se inundan. Para mitigar este se pensaba utilizar la calle antes de llegar al puente para hacerla parte de la red de calles sostenibles. Pero en el último recorrido realizado se pudo notar que ya estas calles se habían cerrado facilitando así el trabajo de cerrarla, creando así el espacio adecuado para implementar la solución.

Para asegurar el cambio de sentido de ciertas calles una vez que la propuesta sea implementada se necesitará la ayuda del ATM para la redirección de calles, unificación a un solo sentido en el caso de vías que sean de doble, y la determinación de vías que sean de alto tráfico.



**Gráfico 5.2.21 Calles posibles a peatonalizar.**

Posibles calles peatonalizar, estas calles que están en junto al estero, y que están catalogadas como callejones según (M.I Guayaquil, 2019), suman una longitud total del alrededor de 31.9 km, de los cuales, un ancho efecto de 7 metros de calzada, de ellos, 4 metros se los podría adecuar como la sección tipo propuesta para mitigar inundaciones.

**PARQUE INUNDABLE-DEPÓSITO MASIVO EMERGENTE DE ESCORRENTÍA.**

**Tabla 5.2.9 Ventajas y desventajas del parque inundable en la parroquia Febres-Cordero, Fuente: Los Autores.**

	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b>		Centro de Agua y Desarrollo Sustentable  
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b>		
	<b>PROYECTO INTEGRADOR: “PREDISEÑO DE SOLUCIONES ECO-INGENIERILES PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA FEBRES CORDERO, EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”</b>		
	<b>ESTUDIANTES:</b> MILUSHKA DE JESÚS CEDEÑO MAMRÍN, FABIÁN LEONARDO QUICHIMBO MIGUITAMA		
	<b>TUTOR:</b> Ing. MIJAÍL ARIAS HIDALGO, Ph.D.		
<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>	<b>APLICABLE / NO APLICABLE</b>
<b>PARQUE INUNDABLE</b>	Recoge el agua de la zona producto de las precipitaciones.	Valor económico.	<b>APLICABLE</b>
	Se aprovecha el uso de los recursos de la zona, el agua captada será utilizada para riego de las zonas verdes.	En épocas de lluvias traerá mosquitos, que pueden ser controlados con el respectivo mantenimiento.	
	Sistema de doble función, ofrece un entorno para el disfrute de los ciudadanos mientras que aporta una solución urbana inteligente frente a inundaciones.	Impacto social al inicio de la obra.	
	Empleo de la innovación urbana que da paso a la construcción inteligente.		

	Incrementar las especies de la zona que con el paso del tiempo han desaparecido.		
	Impacto visual positivo en la zona, además de incrementar el empoderamiento ciudadano y el turismo en el sector.		
	Confort y bienestar social.		

**UBICACIÓN:** Plazoleta y Monumento "Cristo del consuelo". El Cisne 2.

La estructura tendrá una forma rectangular de 80m X 50m con una altura de muro de 1.50m y una pendiente del 2%. La losa cuenta con un espesor de 30 cm. El muro es de concreto armado de 100cm de espesor.



**Gráfico 5.2.22 Propuesta del Parque inundable. Fuente: Los Autores.**

En base a los estudios de suelos otorgados, se encontró que el suelo presente en el sector seleccionado es una arcilla de alta plasticidad por ser este un suelo estuarino. Conociendo el tipo de suelo con el que se contó, se estimó los parámetros geotécnicos del suelo. (Tabla 5.13)

**Tabla 5.2.10 Parámetros del suelo. Fuente: Los Autores.**

Parámetros de zonificación del suelo				
<b>z=</b>	0.5			
<b>Tipo de suelo=</b>	D	arcilla de alta plasticidad/ suelo estuarino		
<b>Fa=</b>	1.12			
<b>Ao=</b>	0.56			

Luego se procedió a hallar los parámetros geotécnicos del suelo.

**Tabla 5.2.11 Parámetros Geotécnicos del suelo. Fuente: Los Autores.**

<b>s=</b>	2.00 T/m <sup>3</sup>	Peso específico del suelo
<b>θ1=</b>	18 °	Ángulo de fricción interna del suelo
<b>θ2=</b>	12 °	Ángulo de fricción muro-suelo
<b>v'<sub>m</sub></b>	17.34 T/m <sup>2</sup>	Esfuerzo de preconsolidación
<b>Ka</b>	0.47	Coefficiente del empuje activo
<b>q<sub>u</sub></b>	1.00 T/m <sup>2</sup>	Capacidad de carga del suelo

Para el diseño del parque inundable se propusieron las siguientes dimensiones, calculando el volumen que este almacenará, comparándolo con el que necesitamos según lo dado en el programa SWMM.

**Tabla 5.2.12 Dimensiones y espesores del parque inundable. Fuente: Los Autores.**

<b>B=</b>	50.00 m
<b>L=</b>	80.00 m
<b>H=</b>	1.50 m
<b>V=</b>	6000 m <sup>3</sup>
<b>espesores</b>	
<b>P<sub>muro</sub>=</b>	1.00 m
<b>e<sub>losa</sub>=</b>	0.30 m

El modelamiento se lo desarrolló en el programa SAP2000, y los materiales que se utilizaron para el modelamiento son fueron el hormigón ciclópeo para las escaleras, considerándolas como una gran masa de carga muerta, además de las cargas del agua y de la presión del suelo.

Las propiedades de los materiales utilizados en el modelamiento son los que se observan en la tabla.

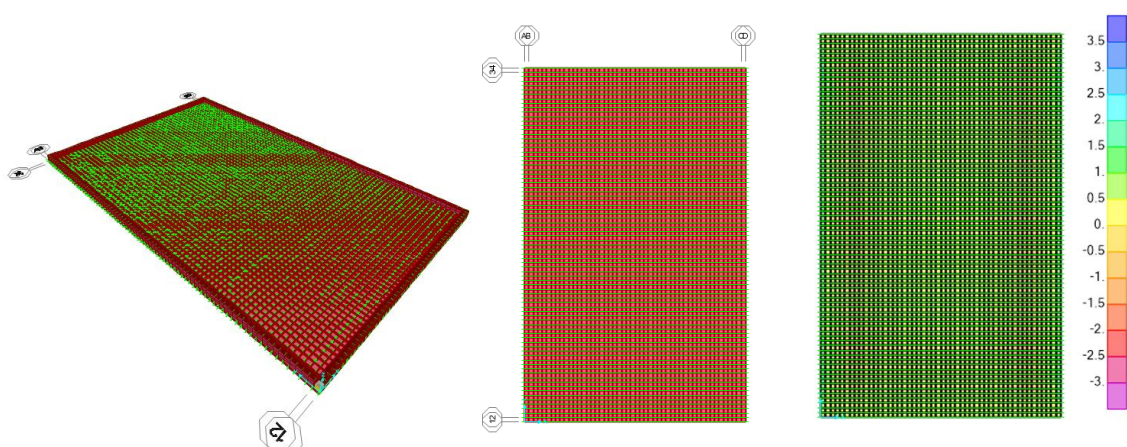
**Tabla 5.2.13 Propiedades de los materiales. Fuente: Los Autores.**

Propiedades de los materiales		
<b>F<sub>y</sub>=</b>	4200 Kg/cm <sup>2</sup>	Acero de refuerzo
<b>F'c=</b>	350 Kg/cm <sup>2</sup>	Losa y muros
<b>F'c=</b>	100 Kg/cm <sup>2</sup>	Escaleras – Hormigón ciclópeo

Luego de colocar todos los datos necesarios para modelar el parque inundable, el programa da como resultado lo que se presenta en las siguientes imágenes.

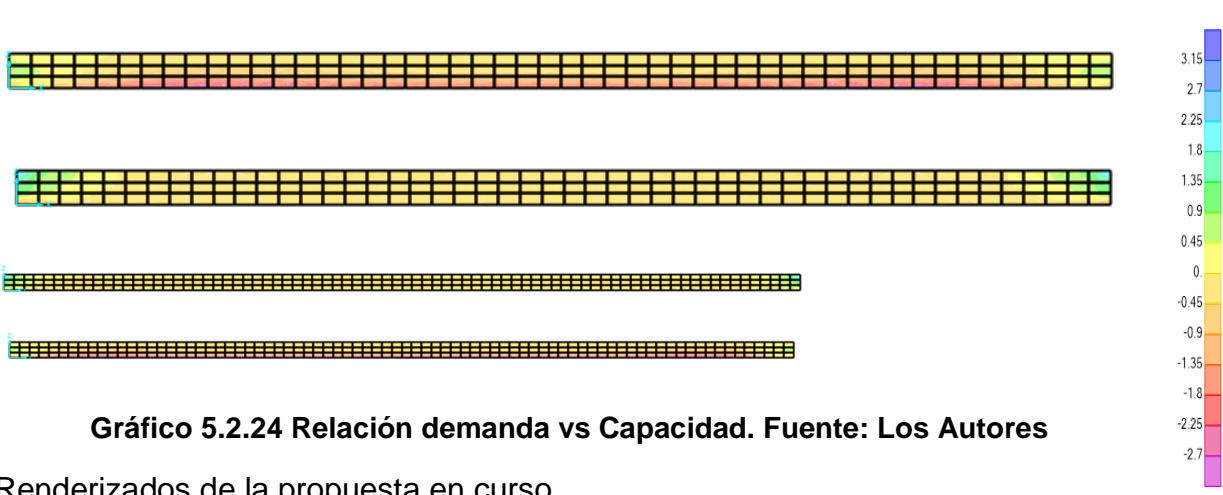
Modelado en SAP2000, vista en 3D del parque inundable.

En los gráficos siguientes, se observa la relación de capacidad vs demanda, donde se observa en la escala que las secciones propuestas soportan las demandas requeridas.



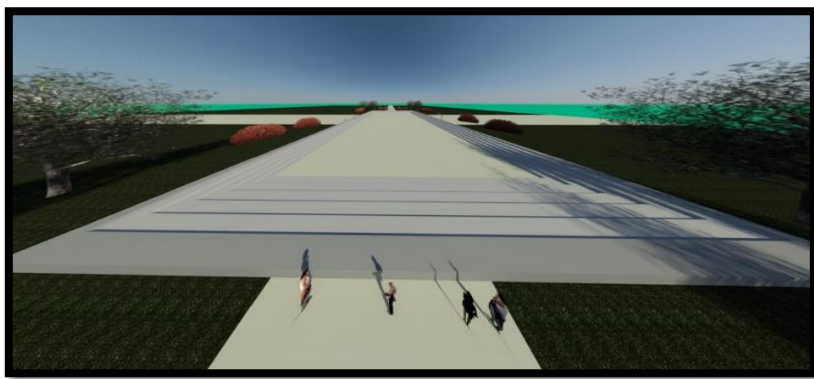
**Gráfico 5.2.23 Relación de capacidad vs demanda. Fuente: Los Autores**

Relación de demanda versus capacidad de los costados de las cisternas del parque inundable.

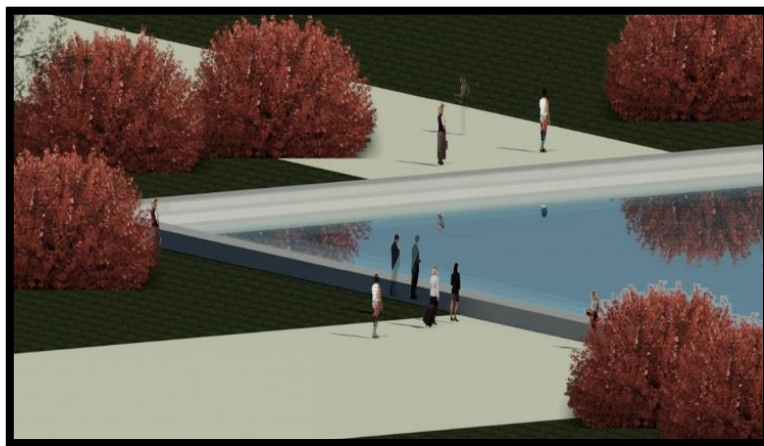


**Gráfico 5.2.24 Relación demanda vs Capacidad. Fuente: Los Autores**

Renderizados de la propuesta en curso.



**Gráfico 5.2.25 Render de la Propuesta. Fuente: Los Autores**



**Gráfico 5.2.26 Render de detalle arquitectónico de la propuesta. Fuente: Los Autores**

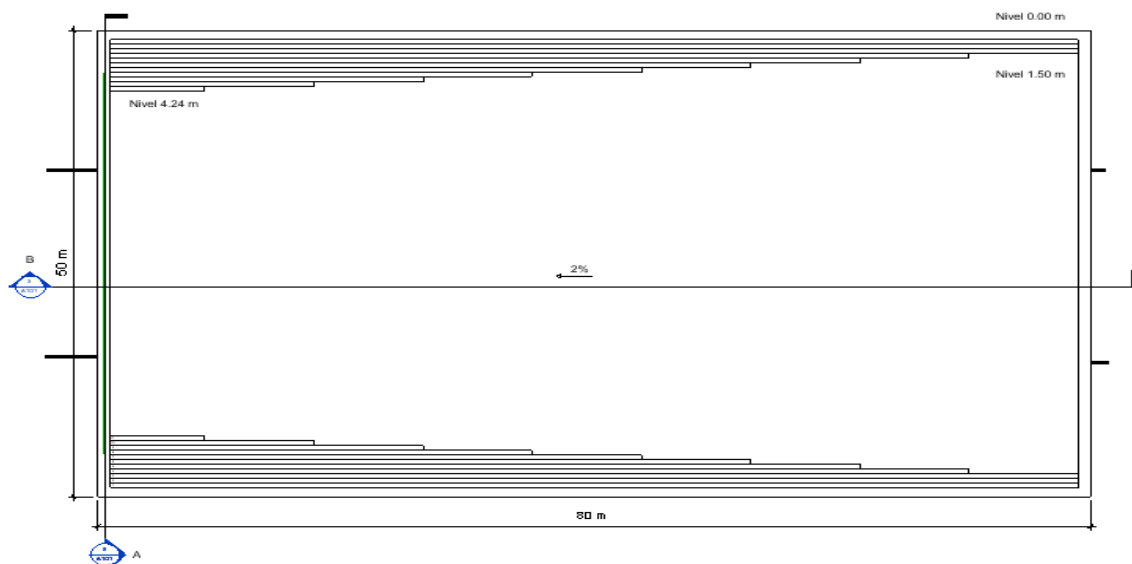




**Gráfico 5.2.27 Área de influencia para la piscina inundable, 80 Ha. Fuente, autores.**

Discusión-Parque inundable.

Esta medida considera la acumulación de agua captada de las precipitaciones dentro de un mega reservorio llamado parque inundable, haciendo que cuando este llegue a su nivel máximo de recolección de agua, ésta sea expulsada mediante tubería por gravedad al estero salado que se encuentra ubicado a 50m de donde se plantea realizar la obra. Este parque no sólo servirá como reservorio de agua, sino que en épocas donde no hay lluvia este espacio será utilizado para temas recreativos de los niños y adultos, ya que contará con canchas y espacio para realizar cualquier tipo de evento. Dicha propuesta estará ubicada en la única zona de la parroquia que cuenta con el área suficiente para poder realizar dicho diseño y es el sector de Cisne 2, exactamente donde se encuentra ubicado el Monumento al Cristo del Consuelo.



**Gráfico 5.2.28 Vista en planta del parque inundable. Fuente: Los Autores.**

El parque inundable tendrá unas dimensiones de 80x50x1.5 metros en el lado menos profundo y 80x50x4.2m en el lado mas profundo, por llevar una pendiente del 2% para que el agua sea capaz de salir por gravedad y ser depositada en el estero salado.

#### 5.4 Presupuesto

### **PRESUPUESTO PARQUE INUNDABLE**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL  
LITORAL  
PROYECTO INTEGRADOR: PREDISEÑO DE SOLUCIONES  
ECO-INGENIERILES PARA EL CONTROL DE  
INUNDACIONES EN LA PARROQUIA FEBRES CORDERO,  
EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.  
OFERENTE: MILUSHKA CEDEÑO, FABIÁN QUICHIMBO  
TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS**

**espol** Escuela Superior  
Politécnica del Litoral

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>1</b>	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>				
1.1	Construcciones provisionales (Bodega y oficina)	m <sup>2</sup>	20.00	73.97	1,479.40
1.2	Instalación eléctrica provisional	Global	1.00	148.91	148.91
1.3	Instalación AAPP provisional	Global	1.00	51.60	51.60
1.4	Bateria Sanitaria provisional	Global	2.00	320.92	641.84

1.5	Cerramiento Provisional de zinc	m <sup>2</sup>	150.00	340.33	51,049.50
			<b>SUBTOTAL:</b>		<b>53,371.25</b>
<b>2</b>	<b>MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE OBRA</b>				
2.1	Limpieza general de la obra	mes	2.00	5.11	10.22
2.2	Desalojo de limpieza	m <sup>3</sup>	4,000.00	95.56	382,240.00
2.3	Guardianía	mes	2.00	414.66	829.32
2.4	Entrega de equipos de protección personal	UNIDAD	25.00	72.00	1,800
			<b>SUBTOTAL:</b>		<b>384,879.54</b>
<b>3</b>	<b>PREPARACION DEL TERRENO Y MOVIMIENTO DE TIERRA</b>				
3.1	Excavación del material	m <sup>3</sup>	8,450.00	7.41	62,614.50
3.2	Desalojo de material con volqueta de 10km	m <sup>3</sup>	2,450.00	14.29	35,010.50
3.3	Colocación de tubería de 10"	ml	500.00	52.97	26,485.00
3.4	relleno con material local de mejoramiento	m <sup>3</sup>	450.00	20.73	9,328.50
			<b>SUBTOTAL:</b>		<b>133,438.50</b>
<b>4</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				
4.1	Hormigón f'y= 210 kg/cm2 para losa	m <sup>3</sup>	1,500.00	284.08	426,120.00
4.2	Acero en barras corrugadas f'y = 4200 kg/cm2	kg	2,116.80	4.20	8,890.56
4.3	Alambre galvanizado para atar de 1.30 mm de diámetro	kg	14.04	6.41	90.00
4.4	Tablestacado Metálico	m <sup>2</sup>	4,000.00	97.75	391,000.00
			<b>SUBTOTAL:</b>		<b>826,100.56</b>
<b>5</b>	<b>PAISAJISMO</b>				
5.1	<i>Velo de novia</i>	UNIDAD	25.00	12.26	306.50
5.2	<i>Chavela</i>	UNIDAD	25.00	12.26	306.50
5.3	<i>Amor de un día</i>	UNIDAD	15.00	12.26	183.90
5.4	<i>Verdolaga</i>	UNIDAD	35.00	12.26	429.10
5.5	<i>Rabito de gallo</i>	UNIDAD	35.00	12.84	449.40
5.6	<i>Camaron</i>	UNIDAD	25.00	12.60	315.00
5.7	Tierra de sembrado	m <sup>3</sup>	75.00	41.76	3,132.00
			<b>SUBTOTAL:</b>		<b>5,122.40</b>
<b>6</b>	<b>LUMINARIAS</b>				

6.1	Luminaria para alumbrado público, 180 watt tipo led	UNIDAD	12.00	1,122.32	13,467.84
6.2	Poste metálico 6 mts	kg	12.00	607.87	7,294.44
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>20,762.28</b>
<b>7</b>	<b>CAMINERAS</b>				
7.1	Pavimento Flexible de adoquines	m <sup>2</sup>	320.00	33.43	10,697.60
7.2	Acabado de obra básica	m <sup>2</sup>	320.00	1.72	550.40
7.3	Hormigón simple f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> para bordillos perimetrales e=0.10 m	m <sup>3</sup>	250.00	149.16	37,290.00
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>48,538.00</b>
<b>8</b>	<b>HORMIGÓN ESCALERA</b>				
8.1	Hormigón ciclópeo para escaleras	m <sup>3</sup>	300.00	286.44	85,932.00
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>85,932.00</b>
<b>9</b>	<b>MURO</b>				
9.1	Acero de refuerzo de muro f'y= 4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	3,130.00	3.91	12,238.30
9.2	Hormigón simple f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> para muro	m <sup>3</sup>	195.00	109.73	21,397.35
9.3	Tubería de concreto simple con junta hermética de 10"	ml	300.00	203.48	61,044.00
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>33,635.65</b>

<b>COSTO DIRECTO DE OBRA:</b>	<b>1,543,242.18</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS:</b>	
<b>SUBTOTAL COSTOS OBRA (SIN IVA):</b>	<b>1,543,242.18</b>

**CALLES SENSIBLES AL AGUA**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**PROYECTO INTEGRADOR: PREDISEÑO DE SOLUCIONES ECO-INGENIERILES PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA FEBRES CORDERO, EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.**



**OFERENTE: MILUSHKA CEDEÑO, FABIÁN QUICHIMBO**

**TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD		
-------	-------------	--------	----------	--	--

				PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.1	Desbroce y limpieza previa	m <sup>2</sup>	600.00	5.82	3,492.00
1.2	Retiro de pavimento	m <sup>2</sup>	600.00	22.96	13,776.00
1.3	Bateria Sanitaria provisional	UNIDAD	1.00	12.16	12.16
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>17,280.16</b>
<b>2</b>	<b>MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE OBRA</b>				
2.1	Limpieza general de la obra	m <sup>3</sup>	50.00	0.84	42.00
2.2	Desalojo de limpieza	m <sup>3</sup>	50.00	85.87	4,293.50
2.3	Entrega de equipos de protección personal	UNIDAD	10.00	60.00	600.00
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>4,935.50</b>
<b>3</b>	<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>				
3.1	Excavación del material de la zona	m <sup>3</sup>	80.00	6.58	526.40
3.2	Desalojo de materiales con Volqueta (10 km)	m <sup>3</sup>	80.00	13.84	1,107.20
3.3	Ubicación tubería perforada de 10"	ml	350.00	25.74	9,009.00
3.4	Relleno de material franco- arenoso	m <sup>3</sup>	270.00	12.74	3,439.80
3.5	Relleno grava 3/8 "	m <sup>3</sup>	45.00	10.44	469.80
3.6	Relleno grava 1"	m <sup>3</sup>	80.00	10.44	835.20
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>15,387.40</b>
<b>4</b>	<b>PAISAJISMO</b>				
4.1	Velo de novia	UNIDAD	100.00	0.90	90.00
4.2	Chavela	UNIDAD	100.00	0.90	90.00
4.3	Amor de un día	UNIDAD	100.00	0.90	90.00
4.4	Verdolaga	UNIDAD	100.00	0.90	90.00
4.5	Rabito de gallo	UNIDAD	100.00	1.48	148.00
4.6	Camaron	UNIDAD	100.00	1.24	124.00
4.7	Tierra de sembrado	m <sup>3</sup>	100	8.08	808.00
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>632.00</b>
<b>5</b>	<b>CAMINERAS</b>				
5.1	Adoquín peatonal multicolor de 21x7x7 cm	m <sup>2</sup>	85.00	20.53	1,745.05
5.2	Acabado de obra básica	m <sup>2</sup>	300.00	1.72	516.00
5.3	Colocación de cama de arena de 5 cm espesor para el adoquín	m <sup>2</sup>	80.00	2.34	187.20

				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>2,448.25</b>
<b>6</b>	<b>VARIOS</b>				
6.1	Decoraciones varias	UNIDAD	1.00	92.65	92.65
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>92.65</b>

<b>COSTO DIRECTO DE OBRA:</b>	<b>40,775.96</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS:</b>	
<b>SUBTOTAL COSTOS OBRA (SIN IVA):</b>	<b>40,775.96</b>

### PRESUPUESTO PARQUE LINEAL O CINTA COSTERA

El presupuesto del parque lineal fue pensado en los bordes de la parroquia con el Estero Salado. Se crean así espacios de recreación a lo largo de todo el estero.

#### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PROYECTO INTEGRADOR: PREDISEÑO DE SOLUCIONES ECO-INGENIERILES PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA FEBRES CORDERO, EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.



OFERENTE: MILUSHKA CEDEÑO, FABIÁN QUICHIMBO

#### TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.1	Oficina y Bodega	Global	1.00	82.34	82.34
1.2	Instalación eléctrica provisional	Global	1.00	65.03	65.03
1.3	Instalación AAPP provisional	Global	1.00	18.76	18.76
1.4	Bateria Sanitaria provisional	Global	2.00	266.00	532.00
1.5	Letrero de obra	UNIDAD	2.00	606.41	1,212.82
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>1,910.95</b>
<b>2</b>	<b>MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE OBRA</b>				
2.1	Limpieza general de la obra	m <sup>3</sup>	5.00	0.90	4.50
2.2	Desalojo de limpieza	m <sup>3</sup>	5.00	85.87	429.35

2.3	Guardianía	mes	2.00	414.66	829.32
2.4	Entrega de equipos de protección personal	UNIDAD	25.00	60.00	1,500
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>2,763.17</b>
<b>3</b>	<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>				
3.1	Excavación de material	m <sup>3</sup>	8,000.00	6.58	52,640.00
3.2	Desalojo de materiales con Volqueta (10 km)	m <sup>3</sup>	8,000.00	13.84	110,720.00
3.3	Relleno con material con material de mejoramiento	m <sup>3</sup>	2,000.00	20.73	41,460.00
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>204,820.00</b>
<b>4</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				
4.1	Hormigón en losas y columnas f'c=310 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m <sup>3</sup>	196.20	345.90	67,865.58
4.2	Acero de refuerzo de losa f'y= 4200 kg/cm2	kg	1,354.00	13.55	18,346.70
4.3	Acero de refuerzo para columnas f'y= 4200 kg/cm	kg	2,695.00	6.00	16,170.00
4.4	Malla electrosoldada fy 5000 kg/cm2 losa	kg	1770	2.81	4,973.70
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>102,382.28</b>
<b>5</b>	<b>PAISAJISMO</b>				
5.1	Velo de novia	UNIDAD	35.00	12.26	429.10
5.2	Chavela	UNIDAD	35.00	12.26	429.10
5.3	Amor de un día	UNIDAD	35.00	12.26	429.10
5.4	Verdolaga	UNIDAD	35.00	12.26	429.10
5.5	Rabito de gallo	UNIDAD	35.00	12.84	449.40
5.6	Camaron	UNIDAD	25.00	12.60	315.00
5.7	Tierra de sembrado	m <sup>3</sup>	100	37.96	3,796.00
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>2,480.80</b>
<b>6</b>	<b>LUMINARIAS</b>				
6.1	Luminaria para alumbrado público, 180 watt tipo led	UNIDAD	24.00	1,504.46	36,107.04
6.2	Poste metálico 6 mts	UNIDAD	12.00	713.30	8,559.60
6.3	Poste Metálico 10 mts	UNIDAD	12.00	919.85	11,038.20
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>55,704.84</b>
<b>7</b>	<b>CAMINERAS</b>				
7.1	Adoquín peatonal multicolor de 21x7x7 cm	m <sup>2</sup>	750.00	32.20	24,150.00
7.2	Acabado de obra básica	m <sup>2</sup>	981.00	1.72	1,687.32
7.3	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2 para bordillos perimetrales y	m <sup>3</sup>	50.00	161.29	8,064.50

	de jardineras de e=0.20 m				
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>33,901.82</b>
<b>8</b>	<b>VARIOS</b>				
8.1	Tachos de basura	UNIDAD	2.00	92.41	184.82
8.2	Máquinas de bioejercicio	UNIDAD	1.00	2,402.41	2,402.41
8.3	Bancos de madera	UNIDAD	15.00	14.41	216.15
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>2,803.38</b>

<b>COSTO DE LA OBRA:</b>	<b>372,865.42</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	
<b>SUBTOTAL COSTOS OBRA (SIN IVA):</b>	<b>372,865.42</b>



# CAPÍTULO VI

## 6. CONCLUSIONES, OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES.

### 6.1. Conclusiones.

Febres Cordero posee una superficie de 1496 ha, de las cuales el 98% es impermeable. Al incrementar obras verdes con enfoques sostenibles harían que disminuya en el sector las temperaturas originadas por las islas de calor. Además de dar a sus habitantes empoderamiento y de incrementar el valor social de sus viviendas.

Los parques inundables contribuyen a la resiliencia de la ciudad. Brindan beneficios ambientales como la reducción del uso del automóvil, disminución de la energía eléctrica, disminución de los gases tóxicos e incentiva a los habitantes a usar del transporte público. Promueve a su vez el uso de espacios verdes, las actividades físicas, la reutilización del recurso hídrico mitigando las muy temidas islas de calor.

La implementación de un parque lineal en el sector costero de la parroquia Febres Cordero contribuye a la conservación del manglar ubicado a lo largo del estero salado. Promueve en las personas la actividad física, además de constituir un área de recreación y empoderamiento de las personas que habitan en los linderos del estero. Esto servirá para que los niños y adultos salgan más a las calles y no pasen encerrados en las casas viendo televisión o jugando con los equipos tecnológicos. Se proponen agregar más área para manglar a diferencia de las actuales camineras que no ofrecen sino área gris.

La red de calles sensibles al agua capta y almacenan aguas provenientes de las precipitaciones. Aumenta la infiltración y el tiempo de concentración, reduciendo la escorrentía superficial y facilitando el trabajo de la red tuberías de aguas lluvias existentes. Como filtro natural mejorando la calidad de agua que se vierte en el estero directamente.

El impacto ambiental debido al uso de medidas sostenibles y eco amigables se ve reducido, ya que se están aprovechando los recursos existentes. Promoviendo la

infraestructura gris en menor grado. Además de darle a la parroquia mayor impacto visual, creando áreas que brinden confort y seguridad para los ciudadanos. El turismo se ve incrementado en los sectores donde se implementarían las soluciones para que, al hacerse mejoras y arreglos sirva como un área de aprovechamiento cultural para la ciudad, incentivando así la visita de los ecuatorianos a las zonas regeneradas.

La construcción de un parque inundable reducirá las inundaciones de la zona del Cisne 2, en un área de influencia de 80 Ha, ya que al captar un volumen de alrededor de 5000m<sup>3</sup> provenientes de las precipitaciones aliviarán la carga hidráulica de la red de aguas lluvias. Se capta agua para un posterior uso como limpieza de calles, riego de plantas, lavado de autos, mantenimiento de la zona. Mientras que en las épocas secas, cuando no hay eventos extremos este parque servirá como área de recreación para los habitantes del sector, ya que pueden ser implementadas canchas y juegos infantiles.

Las propuestas presentadas son útiles e indispensables, aparte de que brindan a los ciudadanos del sector confort, empoderamiento, y un sentido de pertenencia haciendo que cuiden y mantengan limpio y cuidado las propuestas que se están presentando

## **6.2. Recomendaciones**

La infraestructura verde aplicada en zonas donde existen indicadores que muestran un alto porcentaje de impermeabilidad de suelos, un alto porcentaje de pobreza y una gran densidad poblacional contribuye de manera significativa a la reducción de estos. Incrementan la capacidad de mitigar eventos extremos como tratar el exceso de escorrentía producido por precipitaciones en las temporadas, fenómenos como el Niño y la Niña.

Es recomendable aumentar la cantidad de áreas verdes pueden mitigar las islas de calor y generar microclimas contribuyen en la mitigación de las islas de calor. Tomando como sugerencia lo planteado por la organización mundial de la salud (OMS) como un área entre 9 y 15 m<sup>2</sup> de áreas verdes por persona en función de sus condiciones y realidades sociales.

Se debe promover el desarrollo de proyectos urbanos que vinculen activamente a la sociedad tiene como principal beneficio social el empoderamiento ciudadano, en

donde el sentirse pertenecido a un sector influye en su predisposición de mantenerlo y cuidarlo.

Deberían replicarse las soluciones presentadas para la parroquia Febres Corderos, en las otras 15 parroquias con las que cuenta la ciudad de Guayaquil, realizando las modificaciones pertinentes para la aplicabilidad y aceptabilidad de las propuestas en los diferentes barrios de la ciudad. Generando espacios libres de contaminantes, incentivando la recreación de las familias ecuatorianas y el empoderamiento de los guayaquileños.

Se debe realizar el estudio y diseño de una planta de tratamiento para las aguas lluvias que serán captadas por el parque inundable, ya que estas al recorrer por los techos que no se han limpiado por 6 o más meses botan con las lluvias todas las impurezas que acumulan durante todo ese tiempo, además de recoger las aguas que caen sobre la calzada y como ya es conocido en estas podemos encontrar cualquier tipo de contaminantes. Por lo tanto, se recomienda realizar un estudio y diseño de una planta de tratamiento de estas aguas antes de que lleguen al parque inundable, ya que como se propone que esta piscina sea de uso público, no se estaría dándole al ciudadano los respectivos cuidados.

El uso de una cobertura de pintura de resina sobre la losa, escaleras y muros del parque inundable facilitará la limpieza de este una vez que toda el agua almacenada haya sido evacuada.

# BIBLIOGRAFÍA.

- (WCED), W. C. (1987). *Our Common future*. Oxford: Oxford University Press.
- ACI 318 . (2014). American Concrete Institute. *An ACI Standard and Report*, 315 Cap 11- diseño de muros estructurales.
- Ahern, J. (1995). Greenways as a planning strategy. En *Landscape and urban planning* (págs. 131-155).
- Akbari, & Konopacki. (2005). Calculating energy - Saving potentials of heat - island reduction strategies. En Akbari, & Konopacki, *Energy Policy* (pág. 33).
- Aparicio, F. (1992). *Fundamentos de hidrología superficial*. Mexico: LIMUSA S.A. ISBN 968-18-3014-8
- Banco de Desarrollo de America Latina. (2018). *Vulnerabilidad Y Adaptación al cambio climático en Guayaquil*. Guayaquil: Corporación Andina de Fomento. ISBN 978-980-422-099-9
- BCE. (2018). *Producción macroeconómica del Ecuador*. Guayaquil: BCE.
- BID . (9 de Noviembre de 2018). *BID Mejorando Ciudades*. Obtenido de Ciudades Sostenibles : <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/un-experimento-urbano-para-vivir-la-ciudad-panama-camina-comparte-la-central/>
- Bravo. (2004). Integrando la transportación con la naturaleza: plan para desarrollar una red de parques lineales. En M. Bravo Colunga, *Forjando el Ambiente que Compartimos*. (págs. 1-8). San Juan.
- Brenneisen. (2004). Green roofs: How nature returns to the city. En Brenneisen.
- CAF. (2018). *Vulnerabilidad Y Adaptación al cambio climático en Guayaquil*. Guayaquil: Corporación Andina de Fomento. ISBN 978-980-422-099-9
- Carter, T., & Keeler, A. (2008). Life-cycle cost-benefit analysis of extensive vegetated roof systems. En C. & Fowler, *Journal of Environmental Management* (pág. 87).
- Chow, D. R. (2000). *Hidrología Aplicada*. Bogotá: McGraw-Hill. ISBN: 958-600-171-7
- comunicaciones., M. d. (s.f.). Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje. Perú. Obtenido de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_2950.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf)
- Ecuador En cifras, INEC. (2019). *Guayaquil en cifra*. INEC, Guayaquil. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/guayaquil-en-cifras/>
- El EXPRESO. (2018). *Lluvia de mas de 12 horas en Guayaquil*. Guayaquil. Obtenido de <https://www.expreso.ec/guayaquil/guayaquil-soporta-mas-de-doce-horas-de-lluvia-CB2003567>
- Elite Consultor CIA LTDA. (2014). *Estudio De impacto Ambiental Ex-post*. Juan Gomez Rendon. Obtenido de <https://maeguayas.files.wordpress.com/2015/03/eia-seafresh-09-04-2014-rev-03-2015-para-socializar.pdf>

- Farrel Alex, H. M. (1998). *What Does Sustainability Really Mean? -The Search for Useful Indicators*.
- García Bellido, G. S. (s.f.). *Pruebas no Paramétricas-Kolmogorov Smirnov*. Valencia: Grupo de Innovación de la Universitat de Valencia.
- Grané, A. F. (2008). *La resiliencia - Crecer desde la adversidad*. Barcelona : Plataforma Editorial.
- Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. (2007). En L. B. Oberndorfer, *Bioscience*. (pág. 57).
- Hallagatte, C. G. (2013). Future flood losses in mayor coastals cities. *Nature Climate Change*, 2. doi:10.1038/NCLIMATE1979
- Hough, M. (1998). *Naturaleza y ciudad: Planificación urbana y procesos ecológicos*. . Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.
- Ibañez. (2008). Una práctica sostenible por describir e investigar en Colombia. *Alarife: Revista arquitectura*, 21-36.
- Im, J. (2019). Green strees to serve urban sustainability: Benefits and typology. *MDPI SUSTAINABILITY*, 9 of 22. doi:10.3390/su11226483
- INEC. (2019). *Guayaquil en cifra*. INEC, Guayaquil. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/guayaquil-en-cifras/>
- ISDR, S. (2009). *UN Office for Disaster Risk Reduction*. Obtenido de International Strategy for Disaster Reduction: [unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng home.htm](http://unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng-home.htm).
- La Prefectura, dirección del medio ambiente. (2011). Biodiversidad del Guayas. En R. U. Calderón. Guayaquil: Poligráfica.
- Latina, B. d. (2017). *Diagnóstico y proyección de vulnerabilidades frente a la variabilidad y cambio climático en la ciudad de Guayaquil*.
- Lindsay. (2003). Sustainability and Urban Greenways: Indicators in Indianapolis. *Journal of the American Planning Association*, 165-180.
- Martínez, R. Q. (2009). Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el caribe. *Naciones Unida-Cepal*.
- Municipalidad de Guayaquil. (19 de 7 de 2019). *Alcanidia de Guayaquil*. Obtenido de <https://guayaquil.gob.ec/divisi%C3%B3n>
- Municipalidad de Guayaquil, M. (24 de Noviembre de 1955). *Ordenanza de división de la ciudad de Guayaquil en catorce parroquias urbanas*.
- NGO Technology Transfer Support Program. (2012). *Current Situation and Issues of Myanmar's Bridge Work*. Japón: NPO(Authorized). Obtenido de <http://infra-jip.or.jp/H23BridgeMaintenanceReportenglish.pdf>
- Nilson Tadeu Mascia, A. L. (2011). Identification and analysis of pathologies in bridges of urban and rural roads. *Ingeniería de Construcción*, 26, 5-24. Obtenido de [www.ing.puc.cl/ric](http://www.ing.puc.cl/ric)
- R. Pizarro, P. N. (1986). *Determinación de valores probabilísticos para variables hidrológicas. elementos técnicos de hidrología*. (Instructivo n° 5 ed.). Chile : Corporación nacional forestal (CONAF).

- Saiz, K. B. (2006). Comparative life cycle assessment of standard and green roofs. En S. K. Saiz, *Environmental Science & Technology* (págs. 40, 13, 4312-4316).
- Scott, J. M. (1982). PRELIMINARY CALCULATIONS OF AVERAGE STORM DURATION AND SEASONAL PRECIPITATION RATES FOR THE NORTHEAST SECTOR OF THE UNITED STATES. *Atmospheric Environment*, 16 NO.7, 1763-1774. doi:10.1016/0004-6981(82)90269-4
- Spigel, L. S. (2009). *Estadística*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. ISBN-13: 978-970-10-6887-8
- Toapaxi, G. C. (Febrero de 2015). Análisis de la socavación en cauces naturales. *Revista Politécnica*.
- Watson, D., & Adams, M. (2010). *Design for Flooding*. New Jersey: John Wiler and sons, INC.
- Wyrthi, K. (1975). El Niño - The Dynamic Response of the Equatorial Pacific Ocean to Atmospheric Forcing. En J. P. Oceanogr..
- Winograd, M. (2007) 'Sustainability and vulnerability indicators for decision making: lessons learned from Honduras', *Int. J. Sustainable Development*, Vol. 10, Nos. 1/2, pp.93±105.

# APÉNDICES

## APÉNDICE A

Tabla de precipitaciones máximas.

**Tabla 2.9 Precipitaciones máximas y totales. Fuente: Los Autores.**

AÑO	Pmax diaria anual (mm)	Ptotal Anual (mm/año)	AÑO	Pmax diaria anual (mm)	Ptotal Anual (mm/año)
1962	53.9	527.5	1991	70.0	575.5
1963	50.7	554.3	1992	103.8	1737.5
1964	68.9	1799.5	1993	112.7	1217.9
1965	55.6	1332.8	1994	123.3	780.9
1966	69.4	757.4	1995	81.8	473.2
1967	75.8	1013.4	1996	73.6	683.7
1968	92.8	396.8	1997	109.0	2132.5
1969	124.6	943.0	1998	135.6	3187.5
1970	55.5	616.6	1999	80.3	893.5
1971	79.0	659.8	2000	68.5	619.7
1972	91.7	1373.1	2001	163.3	1309.3
1973	204.7	1747.5	2002	100.0	1414.5
1974	135.8	567.7	2003	174.0	566.9
1975	69.0	1125.3	2004	59.2	548.8
1976	85.4	1489.6	2005	68.0	479.2
1977	70.3	745.2	2006	76.7	785.8
1978	63.0	422.6	2007	134.0	885.6
1979	97.2	493.2	2008	116.8	1325.0
1980	145.8	637.5	2009	65.0	920.3



1981	103.2	564.2	2010	116.6	1064.3
1982	35.9	348.2	2011	76.5	505.8
1983	147.9	3979.9	2012	97.4	1835.7
1984	76.4	978.5	2013	98	752.7
1985	48.4	290.9	2014	66.5	578.0
1986	44.5	546.6	2015	76.9	1068.0
1987	121.7	1788.4	2016	89.0	1004.8
1988	58.8	563.5	2017	117.1	1648.9
1989	73.2	1091.1	2018	71.8	746.2
1990	41.9	415.2	2019	74.5	1141.3

## APÉNDICE B

### Test Kolmogorov Smirnov y gráficas de distribuciones

**Tabla 2.10 Valores de Alpha. Fuente: Los Autores.**

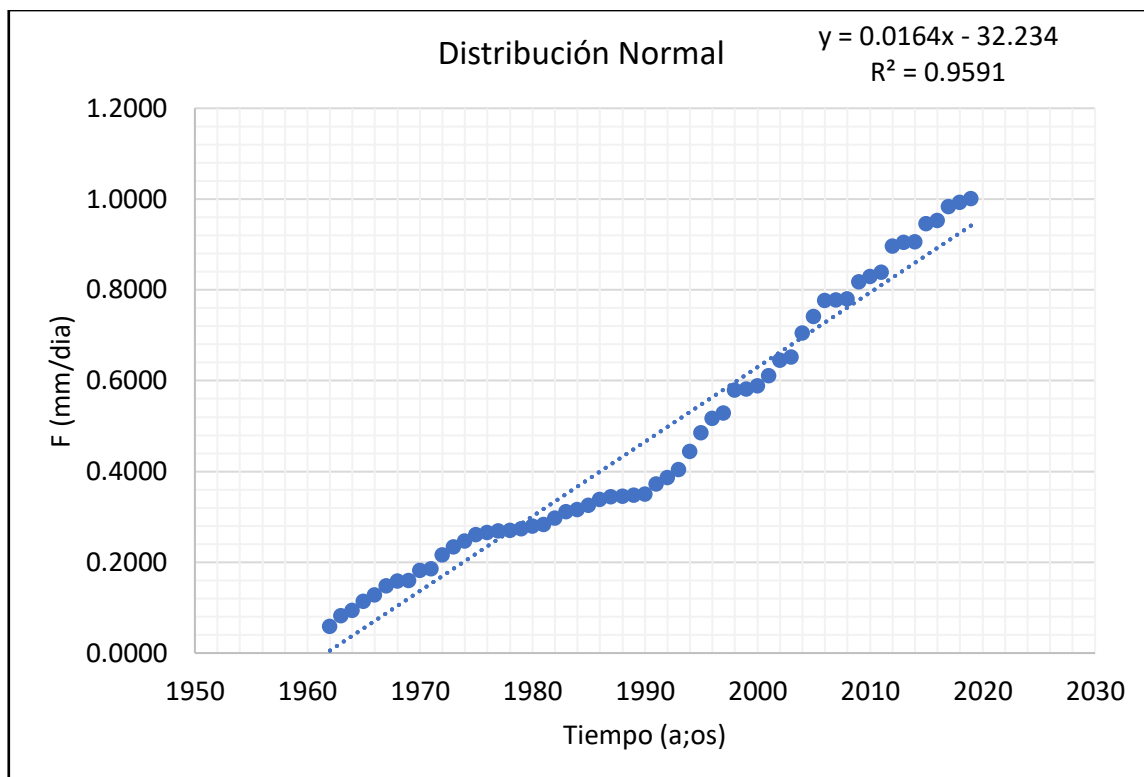
Stephens (1974):

$\alpha$	0.15	0.10	0.05	0.01
$k(\alpha)$	0.775	0.819	0.895	1.035

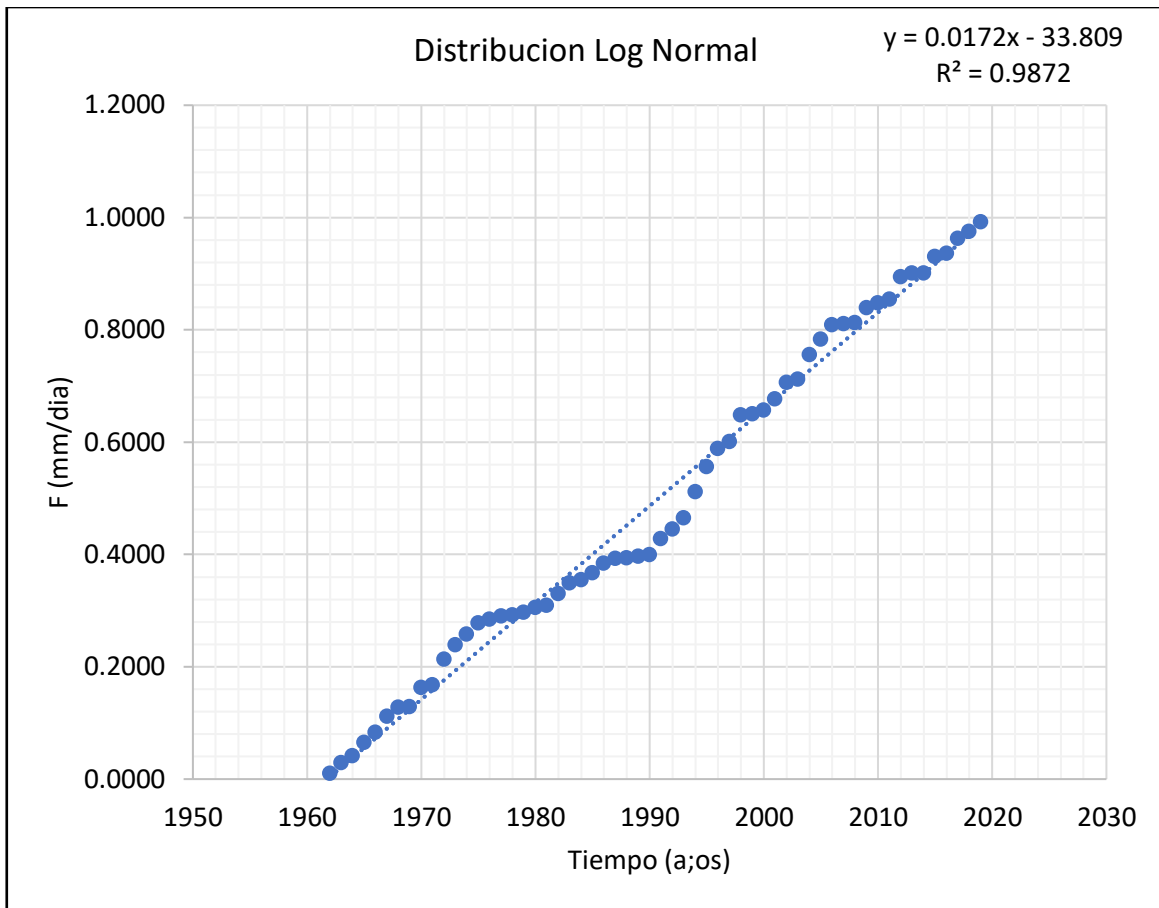
**Tabla 2.11 Valores de Alpha de acuerdo con el número de datos. Fuente: Los autores.**

N	$\alpha$			
	0.20	0.10	0.05	0.01
8	0.21	0.26	0.29	0.33
10	0.19	0.24	0.26	0.30
12	0.18	0.22	0.24	0.28
14	0.17	0.21	0.23	0.26

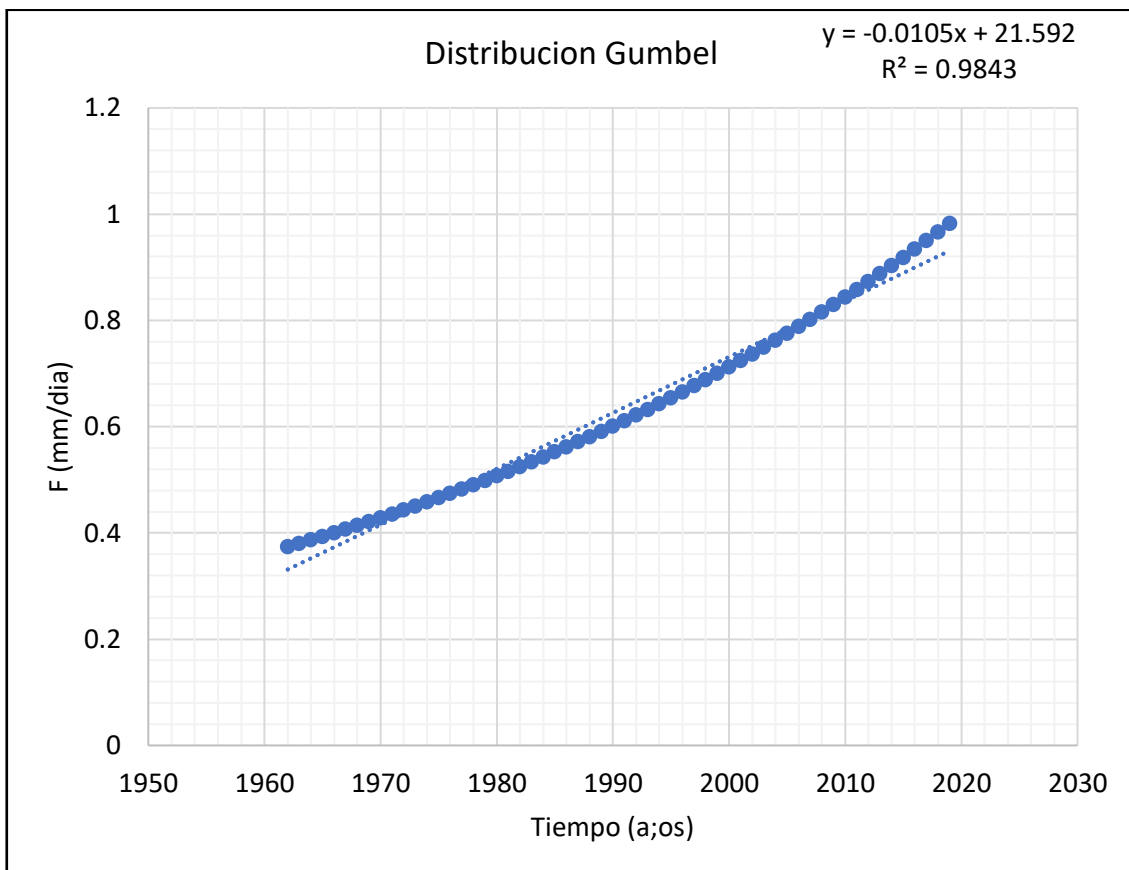
16	0.16	0.19	0.21	0.25
18	0.15	0.18	0.20	0.23
20	0.14	0.18	0.19	0.22
25	0.13	0.16	0.17	0.20
30	0.12	0.15	0.16	0.18
35	0.11	0.14	0.15	0.17
40	0.10	0.13	0.14	0.16
45	0.1	0.12	0.13	0.15
50	0.09	0.11	0.12	0.14
58	0.09	0.11	0.12	0.13
60	0.08	0.10	0.11	0.13
80	0.07	0.09	0.10	0.11
N>100	0.70 / raiz(n)	0.80 / raiz(n)	0.90 / raiz(n)	1.10 / raiz(n)



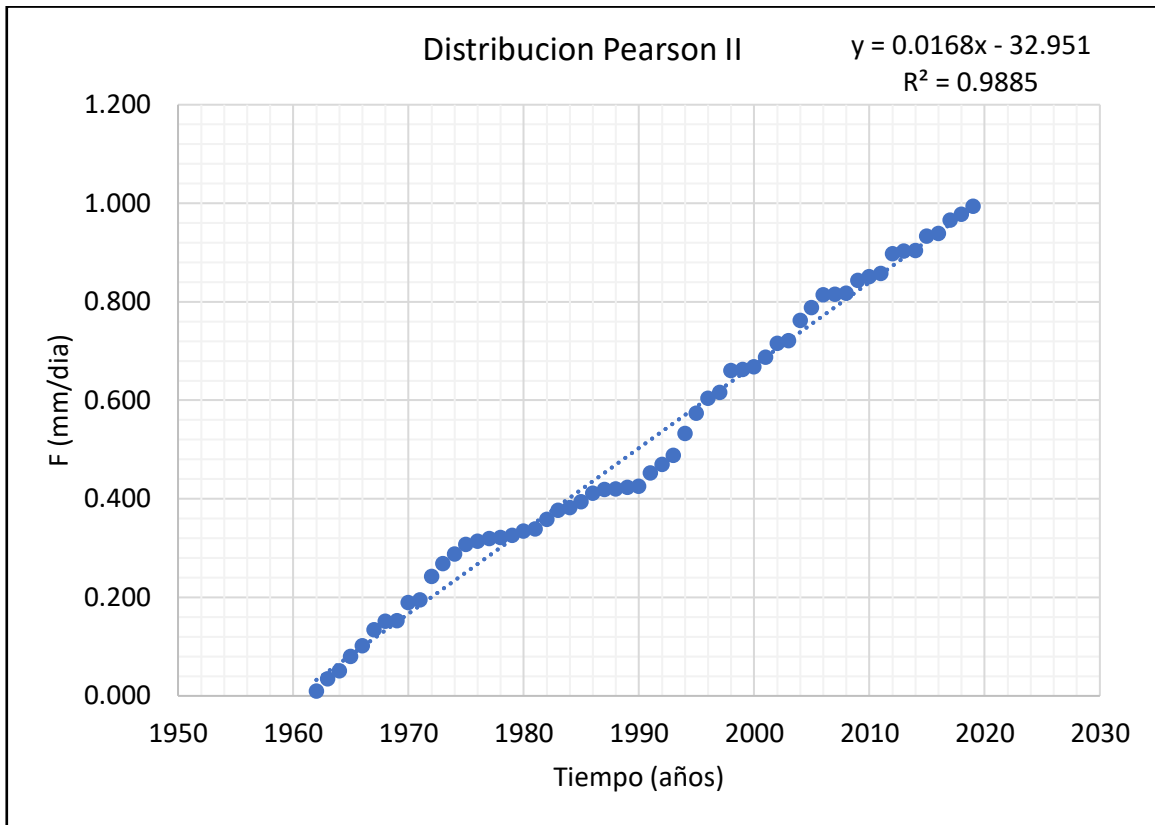
**Gráfico 2.14 Distribución Normal. Fuente: Los Autores**



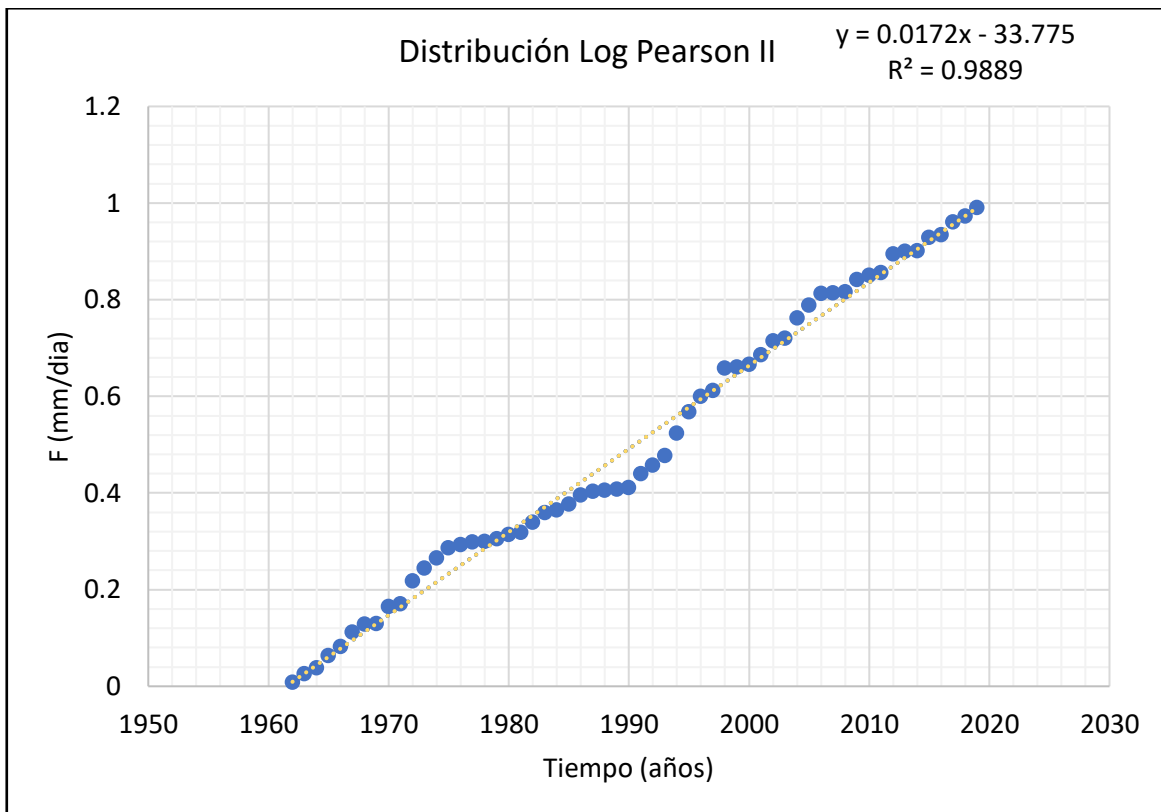
**Gráfico 2.15 Distribución LOG-Normal. Fuente: Los Autores.**



**Gráfico 2.16 Distribución Gumbel. Fuente: Los Autores.**



**Gráfico 2.0.17 Distribución Pearson III. Fuente: Los Autores.**



**Gráfico 2.18 Distribución LOG-Pearson III. Fuente: Los Autores.**

Tiempo	Función (mm/día)	NORMAL TEÓRICA	$\Delta$				
				1990	0.3490	0.49152542	14.25%
				1991	0.3717	0.50847458	13.68%
				1992	0.3859	0.52542373	13.95%
1962	0.0583	0.01694915	4.13%	1993	0.4026	0.54237288	13.98%
1963	0.0813	0.03389831	4.74%	1994	0.4432	0.55932203	11.62%
1964	0.0931	0.05084746	4.23%	1995	0.4844	0.57627119	9.19%
1965	0.1133	0.06779661	4.55%	1996	0.5154	0.59322034	7.78%
1966	0.1265	0.08474576	4.18%	1997	0.5280	0.61016949	8.21%
1967	0.1467	0.10169492	4.50%	1998	0.5781	0.62711864	4.90%
1968	0.1575	0.11864407	3.89%	1999	0.5804	0.6440678	6.37%
1969	0.1582	0.13559322	2.26%	2000	0.5871	0.66101695	7.39%
1970	0.1815	0.15254237	2.90%	2001	0.6094	0.6779661	6.85%
1971	0.1846	0.16949153	1.51%	2002	0.6443	0.69491525	5.06%
1972	0.2152	0.18644068	2.88%	2003	0.6507	0.71186441	6.11%
1973	0.2324	0.20338983	2.90%	2004	0.7044	0.72881356	2.44%
1974	0.2458	0.22033898	2.55%	2005	0.7401	0.74576271	0.56%
1975	0.2597	0.23728814	2.24%	2006	0.7752	0.76271186	1.25%
1976	0.2643	0.25423729	1.01%	2007	0.7770	0.77966102	0.27%
1977	0.2681	0.27118644	0.31%	2008	0.7795	0.79661017	1.71%
1978	0.2691	0.28813559	1.91%	2009	0.8168	0.81355932	0.32%
1979	0.2729	0.30508475	3.22%	2010	0.8288	0.83050847	0.17%
1980	0.2787	0.3220339	4.34%	2011	0.8381	0.84745763	0.93%
1981	0.2816	0.33898305	5.74%	2012	0.8957	0.86440678	3.13%
1982	0.2964	0.3559322	5.96%	2013	0.9038	0.88135593	2.25%
1983	0.3105	0.37288136	6.24%	2014	0.9048	0.89830508	0.65%
1984	0.3145	0.38983051	7.53%	2015	0.9449	0.91525424	2.97%
1985	0.3238	0.40677966	8.30%	2016	0.9514	0.93220339	1.92%
1986	0.3374	0.42372881	8.63%	2017	0.9822	0.94915254	3.31%
1987	0.3437	0.44067797	9.70%	2018	0.9920	0.96610169	2.59%
1988	0.3448	0.45762712	11.28%	2019	0.9995	0.98305085	1.65%
1989	0.3469	0.47457627	12.77%				

Tiempo	Función (mm/día)	LOG-NORMAL					
		Teórica	$\Delta$				
				1988	0.3941	0.45762712	6.35%
				1989	0.3968	0.47457627	7.77%
				1990	0.3996	0.49152542	9.20%
1962	0.0101	0.01694915	0.68%	1991	0.4280	0.50847458	8.04%
1963	0.0286	0.03389831	0.53%	1992	0.4455	0.52542373	7.99%
1964	0.0411	0.05084746	0.98%	1993	0.4654	0.54237288	7.70%
1965	0.0655	0.06779661	0.23%	1994	0.5119	0.55932203	4.74%
1966	0.0831	0.08474576	0.16%	1995	0.5564	0.57627119	1.98%
1967	0.1115	0.10169492	0.98%	1996	0.5882	0.59322034	0.50%
1968	0.1273	0.11864407	0.87%	1997	0.6008	0.61016949	0.94%
1969	0.1283	0.13559322	0.73%	1998	0.6484	0.62711864	2.13%
1970	0.1629	0.15254237	1.04%	1999	0.6505	0.6440678	0.64%
1971	0.1675	0.16949153	0.20%	2000	0.6566	0.66101695	0.44%
1972	0.2132	0.18644068	2.68%	2001	0.6766	0.6779661	0.14%
1973	0.2387	0.20338983	3.53%	2002	0.7066	0.69491525	1.17%
1974	0.2583	0.22033898	3.80%	2003	0.7120	0.71186441	0.01%
1975	0.2782	0.23728814	4.09%	2004	0.7555	0.72881356	2.67%
1976	0.2849	0.25423729	3.07%	2005	0.7830	0.74576271	3.73%
1977	0.2903	0.27118644	1.91%	2006	0.8091	0.76271186	4.64%
1978	0.2917	0.28813559	0.35%	2007	0.8104	0.77966102	3.07%
1979	0.2971	0.30508475	0.80%	2008	0.8123	0.79661017	1.57%
1980	0.3052	0.3220339	1.68%	2009	0.8391	0.81355932	2.56%
1981	0.3093	0.33898305	2.97%	2010	0.8476	0.83050847	1.71%
1982	0.3297	0.3559322	2.62%	2011	0.8542	0.84745763	0.68%
1983	0.3489	0.37288136	2.40%	2012	0.8947	0.86440678	3.03%
1984	0.3544	0.38983051	3.54%	2013	0.9005	0.88135593	1.91%
1985	0.3668	0.40677966	4.00%	2014	0.9012	0.89830508	0.29%
1986	0.3846	0.42372881	3.92%	2015	0.9307	0.91525424	1.54%
1987	0.3928	0.44067797	4.79%	2016	0.9357	0.93220339	0.35%

2017	0.9632	0.94915254	1.40%	2019	0.9918	0.98305085	0.88%
2018	0.9750	0.96610169	0.89%				

Tiempo	GUMBEL						
	Función (mm/día)	Teórica	$\Delta$				
1962	0.983	0.01695	0.97%	1985	0.666	0.40678	3.31%
1963	0.967	0.0339	1.79%	1986	0.655	0.42373	3.39%
1964	0.950	0.05085	1.56%	1987	0.644	0.44068	4.35%
1965	0.934	0.0678	2.50%	1988	0.633	0.45763	5.92%
1966	0.919	0.08475	2.61%	1989	0.622	0.47458	7.36%
1967	0.903	0.10169	3.72%	1990	0.612	0.49153	8.81%
1968	0.888	0.11864	3.54%	1991	0.601	0.50847	7.92%
1969	0.873	0.13559	1.95%	1992	0.591	0.52542	8.03%
1970	0.859	0.15254	3.51%	1993	0.581	0.54237	7.90%
1971	0.844	0.16949	2.24%	1994	0.572	0.55932	5.33%
1972	0.830	0.18644	4.77%	1995	0.562	0.57627	2.92%
1973	0.816	0.20339	5.41%	1996	0.553	0.59322	1.66%
1974	0.802	0.22034	5.50%	1997	0.543	0.61017	2.19%
1975	0.789	0.23729	5.61%	1998	0.534	0.62712	0.59%
1976	0.776	0.25424	4.53%	1999	0.525	0.64407	0.91%
1977	0.762	0.27119	3.32%	2000	0.516	0.66102	2.03%
1978	0.750	0.28814	1.75%	2001	0.508	0.67797	1.83%
1979	0.737	0.30508	0.54%	2002	0.499	0.69492	0.65%
1980	0.725	0.32203	0.41%	2003	0.491	0.71186	1.83%
1981	0.712	0.33898	1.74%	2004	0.482	0.72881	0.69%
1982	0.701	0.35593	1.58%	2005	0.474	0.74576	1.69%
1983	0.689	0.37288	1.54%	2006	0.466	0.76271	2.59%
1984	0.677	0.38983	2.74%	2007	0.459	0.77966	1.02%
				2008	0.451	0.79661	0.48%
				2009	0.443	0.81356	0.53%
				2010	0.436	0.83051	0.30%

2011	0.429	0.84746	1.32%	2016	0.394	0.9322	1.14%
2012	0.421	0.86441	1.20%	2017	0.387	0.94915	0.30%
2013	0.414	0.88136	0.12%	2018	0.381	0.9661	0.03%
2014	0.407	0.89831	1.51%	2019	0.374	0.98305	0.49%
2015	0.400	0.91525	0.00%				
		PEARSON		1983	0.377	0.37288	0.37%
Tiempo	Función	Teórica	$\Delta$	1984	0.382	0.38983	0.79%
	(mm/día)			1985	0.394	0.40678	1.30%
1962	0.010	0.01695	0.72%	1986	0.411	0.42373	1.28%
1963	0.034	0.0339	0.01%	1987	0.419	0.44068	2.19%
1964	0.050	0.05085	0.08%	1988	0.420	0.45763	3.75%
1965	0.080	0.0678	1.23%	1989	0.423	0.47458	5.19%
1966	0.101	0.08475	1.62%	1990	0.425	0.49153	6.62%
1967	0.133	0.10169	3.18%	1991	0.452	0.50847	5.60%
1968	0.151	0.11864	3.24%	1992	0.469	0.52542	5.64%
1969	0.152	0.13559	1.65%	1993	0.488	0.54237	5.45%
1970	0.190	0.15254	3.70%	1994	0.532	0.55932	2.75%
1971	0.194	0.16949	2.49%	1995	0.574	0.57627	0.26%
1972	0.242	0.18644	5.55%	1996	0.604	0.59322	1.04%
1973	0.268	0.20339	6.45%	1997	0.615	0.61017	0.53%
1974	0.288	0.22034	6.72%	1998	0.660	0.62712	3.32%
1975	0.307	0.23729	7.01%	1999	0.662	0.64407	1.82%
1976	0.314	0.25424	5.98%	2000	0.668	0.66102	0.70%
1977	0.319	0.27119	4.82%	2001	0.687	0.67797	0.89%
1978	0.321	0.28814	3.26%	2002	0.715	0.69492	2.05%
1979	0.326	0.30508	2.10%	2003	0.720	0.71186	0.86%
1980	0.334	0.32203	1.20%	2004	0.762	0.72881	3.31%
1981	0.338	0.33898	0.09%	2005	0.788	0.74576	4.26%
1982	0.358	0.35593	0.21%	2006	0.814	0.76271	5.08%



2007	0.815	0.77966	3.51%	2014	0.904	0.89831	0.54%
2008	0.817	0.79661	2.00%	2015	0.933	0.91525	1.79%
2009	0.843	0.81356	2.91%	2016	0.938	0.9322	0.60%
2010	0.851	0.83051	2.05%	2017	0.966	0.94915	1.65%
2011	0.857	0.84746	1.00%	2018	0.978	0.9661	1.14%
2012	0.897	0.86441	3.29%	2019	0.994	0.98305	1.06%
2013	0.903	0.88136	2.17%				

LOG-PEARSON							
Tiempo	Función (mm/día)	P teórica	$\Delta$				
1962	0.00787028	0.01694915	0.91%	1981	0.31751575	0.33898305	2.15%
1963	0.02535286	0.03389831	0.85%	1982	0.3386154	0.3559322	1.73%
1964	0.03779102	0.05084746	1.31%	1983	0.35832361	0.37288136	1.46%
1965	0.06274597	0.06779661	0.51%	1984	0.36394897	0.38983051	2.59%
1966	0.08106335	0.08474576	0.37%	1985	0.3765866	0.40677966	3.02%
1967	0.11080509	0.10169492	0.91%	1986	0.39477017	0.42372881	2.90%
1968	0.12740342	0.11864407	0.88%	1987	0.40312484	0.44067797	3.76%
1969	0.12847651	0.13559322	0.71%	1988	0.40451456	0.45762712	5.31%
1970	0.16484388	0.15254237	1.23%	1989	0.40729153	0.47457627	6.73%
1971	0.16964548	0.16949153	0.02%	1990	0.41006509	0.49152542	8.15%
1972	0.21759809	0.18644068	3.12%	1991	0.4389498	0.50847458	6.95%
1973	0.24421987	0.20338983	4.08%	1992	0.4565746	0.52542373	6.88%
1974	0.26464388	0.22033898	4.43%	1993	0.47662182	0.54237288	6.58%
1975	0.28536341	0.23728814	4.81%	1994	0.52325282	0.55932203	3.61%
1976	0.29232093	0.25423729	3.81%	1995	0.56745974	0.57627119	0.88%
1977	0.2979018	0.27118644	2.67%	1996	0.59884523	0.59322034	0.56%
1978	0.29929888	0.28813559	1.12%	1997	0.61117504	0.61016949	0.10%
1979	0.30489392	0.30508475	0.02%	1998	0.65777175	0.62711864	3.07%
1980	0.31330409	0.3220339	0.87%	1999	0.65978526	0.6440678	1.57%
				2000	0.66577113	0.66101695	0.48%
				2001	0.68513265	0.6779661	0.72%
				2002	0.71423454	0.69491525	1.93%

2003	0.7194374	0.71186441	0.76%
2004	0.76127544	0.72881356	3.25%
2005	0.7876455	0.74576271	4.19%
2006	0.81259573	0.76271186	4.99%
2007	0.81380045	0.77966102	3.41%
2008	0.81559426	0.79661017	1.90%
2009	0.84118029	0.81355932	2.76%
2010	0.84927662	0.83050847	1.88%
2011	0.85556773	0.84745763	0.81%
2012	0.89416123	0.86440678	2.98%
2013	0.89965155	0.88135593	1.83%
2014	0.90031804	0.89830508	0.20%
2015	0.92864104	0.91525424	1.34%
2016	0.93348891	0.93220339	0.13%
2017	0.96028189	0.94915254	1.11%
2018	0.97218393	0.96610169	0.61%
2019	0.98979799	0.98305085	0.67%

## APÉNDICE C

Valores de las precipitaciones por evento y duración en cada estación 2019.

**Tabla 2.0.12 Precipitaciones máximas por evento y su duración. Fuente: Los Autores.**

PANTANOS SECOS									
TT (min)	PT (mm)	TT (min)	PT (mm)	TT (min)	PT (mm)	TT (min)	PT (mm)	TT (min)	PT (mm)
2030	<b>44.92</b>	3395	<b>144.88</b>	3830	<b>231.56</b>	4245	<b>347.37</b>	935	<b>60.87</b>
ABRIL		ENERO		FEBRERO		MARZO		MAYO	
t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)
325	<b>13.76</b>	300	<b>29.16</b>	290	<b>52.27</b>	280	<b>86.07</b>	210	<b>46.59</b>
25	<b>4.05</b>	365	<b>19.16</b>	230	<b>50.61</b>	275	<b>25.01</b>	65	<b>3.7</b>
90	<b>2.52</b>	195	<b>17.69</b>	210	<b>14.32</b>	90	<b>18.26</b>	35	<b>1.6</b>
70	<b>2.51</b>	330	<b>13.62</b>	65	<b>13.01</b>	215	<b>18.1</b>	15	<b>0.93</b>
125	<b>2.42</b>	225	<b>12.96</b>	165	<b>12.93</b>	85	<b>16.98</b>	65	<b>0.67</b>

**Tabla 2.13 Precipitaciones máximas por evento y su duración. Fuente: Los Autores.**

CISNE II									
TT (min)	PT (mm)	TT (min)	PT (mm)	TT (min)	PT (mm)	TT (min)	PT (mm)	TT (min)	PT (mm)
2235	41.74	4400	177.3	4575	282.7	5020	357.124	1880	89.29
ABRIL		ENERO		FEBRERO		MARZO		MAYO	
t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)
275	12.62	240	23.22	300	50.22	390	59.75	225	49.07
225	5.9	390	21.28	285	44.89	130	27.62	65	11.27
60	2.21	220	19.36	220	32.7	75	24.99	90	4.16
60	1.54	225	18.6	75	21.33	140	23.73	30	2.54
55	1.43	65	12.5	65	15.97	90	22.36	30	2.36

**Tabla 0.2.14 Precipitaciones máximas por evento y su duración. Fuente: Los Autores.**

JAVIER SALITRAL							
TT (min)	PT	TT (min)	PT	TT (min)	PT	TT (min)	PT

	(mm)		(mm)		(mm)		(mm)	
	1685	61.1	3155	217.1	3365	271.7	3735	364.5
	ABRIL		ENERO		FEBRERO		MARZO	
t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	
	260	19.4	100	38.5	220	53.4	265	83.3
	80	4.7	120	32.7	240	48.5	135	51.8
	125	4.4	215	17	70	20.7	70	26
	15	1.9	260	16.3	210	16.3	255	25.1
	25	1.7	100	16.1	160	13.1	125	24.2

**Tabla 2.15 Precipitaciones máximas por evento y su duración. Fuente: Los Autores.**

LA CHALA								
TT (min)	PT	TT (min)	PT	TT (min)	PT	TT (min)	PT	
	(mm)		(mm)		(mm)		(mm)	
1600	42.74	3580	156.97	4155	305.95	2960	3948.46	
ABRIL		Enero		Febrero		JULIO		
t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	
	300	14.94	430	21.2	295	62.11	110	422.3
	150	5	305	20.89	225	40.16	90	421.01
	55	3.02	220	17.27	245	38.47	50	307.35
	25	2.11	245	14.26	90	29.05	65	286.25
	105	1.83	285	14.1	50	21.31	75	273.64

**Tabla 2.16 Precipitaciones máximas por evento y su duración. Fuente: Los Autores.**

LA CHALA						
TT (min)	PT	TT (min)	PT	TT (min)	PT	
	(mm)		(mm)		(mm)	
21715	27158.21	3200	323.81	855	72.84	
JUNIO		MARZO		MAYO		
t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	
220	1008.43	140	69.92	205	45.13	
155	678.3	400	68.49	60	11.06	
155	626.07	170	25.22	40	3.57	
200	568.06	105	23.33	70	3.45	eventos
115	543.8	160	14.73	40	0.99	

Valores de con precipitaciones máximas y tiempos de duración por estación 2018

**Tabla 2.17 Precipitaciones máximas por evento y su duración. Fuente: Los Autores.**

PANTANOS SECOS					
TT (min)	PT	TT (min)	PT	TT (min)	PT
	(mm)		(mm)		(mm)
470	21.21	935	45.5	585	51.76
ABRIL		DICIEMBRE		MAYO	
t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)
70	13.83	195	18.65	305	47.13
100	2.96	60	11.67	5	1.11
75	1.68	100	2.8	30	0.79
40	0.53	35	1.51	40	0.73
55	0.48	45	1.47	25	0.36

**Tabla 2.18 Precipitaciones máximas por evento y su duración. Fuente: Los Autores.**

CISNE II							
TT (min)	PT	TT (min)	PT	TT (min)	PT	TT (min)	PT
	(mm)		(mm)		(mm)		(mm)
550	23.9	935	45.5	825	25.19	550	50.44
ABRIL		DICIEMBRE		MARZO		MAYO	

t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)
125	11.28	195	18.65	330	12.37	315	46.94
50	7.07	60	11.67	80	3.55	50	1.09
60	1.38	100	2.8	65	3.48	30	0.64
65	1.08	35	1.51	45	0.88	25	0.36
70	0.85	45	1.47	20	0.87	10	0.28

**Tabla 2.19 Precipitaciones máximas por evento y su duración. Fuente: Los Autores.**

LA CHALA					
TT (min)	PT (mm)	TT (min)	PT (mm)	TT (min)	PT (mm)
785	66.76	630	50.1	945	65.07
MAYO		ABRIL		DICIEMBRE	
t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)
365	54.84	135	21.26	115	16.2
30	5.47	50	10.61	70	10.43
35	1.06	45	9.73	95	7.63
35	0.84	30	2.07	120	7.62
40	0.77	95	1.89	65	7.04

**Tabla 2.20 Precipitaciones máximas por evento y su duración. Fuente: Los Autores.**

JAVIER SALITRAL							
TT (min)	PT (mm)	TT (min)	PT (mm)	TT (min)	PT (mm)	TT (min)	PT (mm)
615	36.33	5950	731.48	1700	165.9	640	18.98
ABRIL		AGOSTO		DICIEMBRE		MARZO	
t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)
90	23.94	250	27.63	100	21.1	270	10.68
75	2.56	220	26.61	140	15.1	75	4.55
95	2.38	185	19.48	60	13	45	0.98
30	1.55	140	18.17	65	10.9	30	0.27
15	1.04	120	11.87	60	4.9	20	0.26

**Tabla 2.21 Precipitaciones máximas por evento y su duración. Fuente: Los Autores.**

JAVIER SALITRAL							
TT (min)	PT	TT (min)	PT	TT (min)	PT	TT (min)	PT
	(mm)		(mm)		(mm)		(mm)
475	38.33	5775	746.06	15570	2100.6	22620	2607.15
MAYO		NOVIEMBRE		OCTUBRE		SEPTIEMBRE	
t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)	t(min)	p(mm)
275	35.55	15	4.3	65	9.62	395	65.29
30	0.59	30	4.07	45	8.68	415	48.21
25	0.42	15	3.61	35	5.86	300	46.98
25	0.39	10	3.57	15	5.38	210	32.47
20	0.27	15	3.55	40	5.29	260	31.19

## APÉNDICE D

Lluvias Disgregadas Con Una Duración Max De 120 Min Y Con Curvas Del Manual De Interagua.

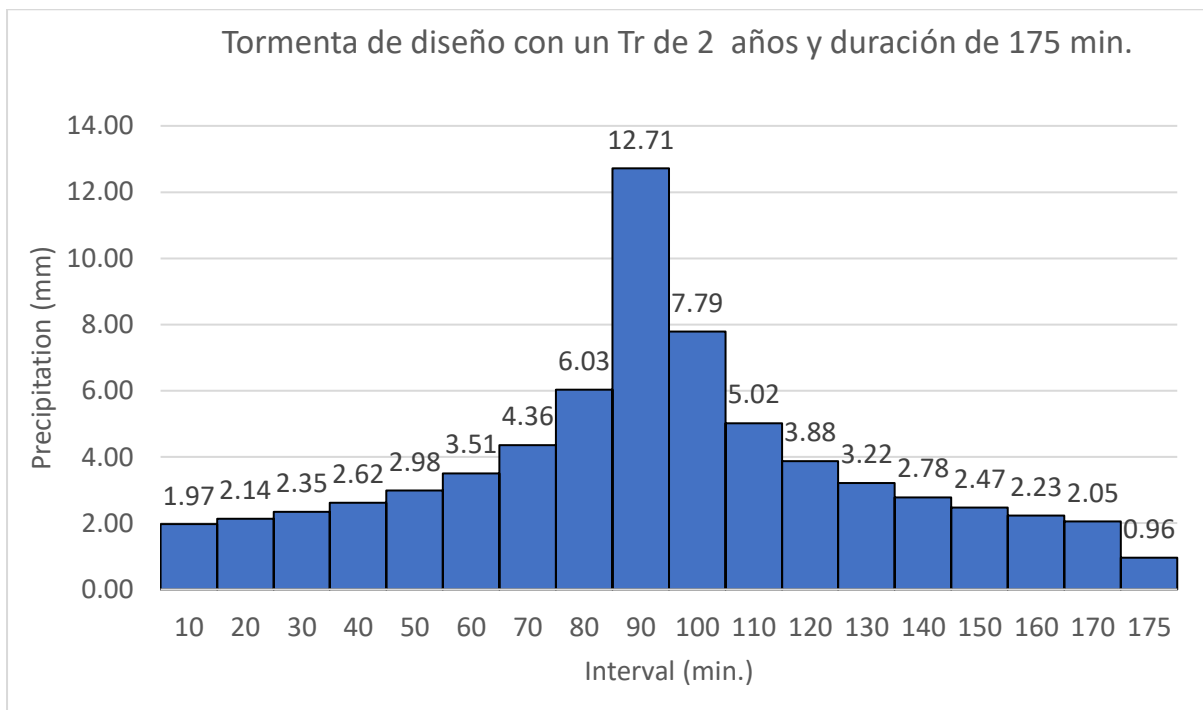
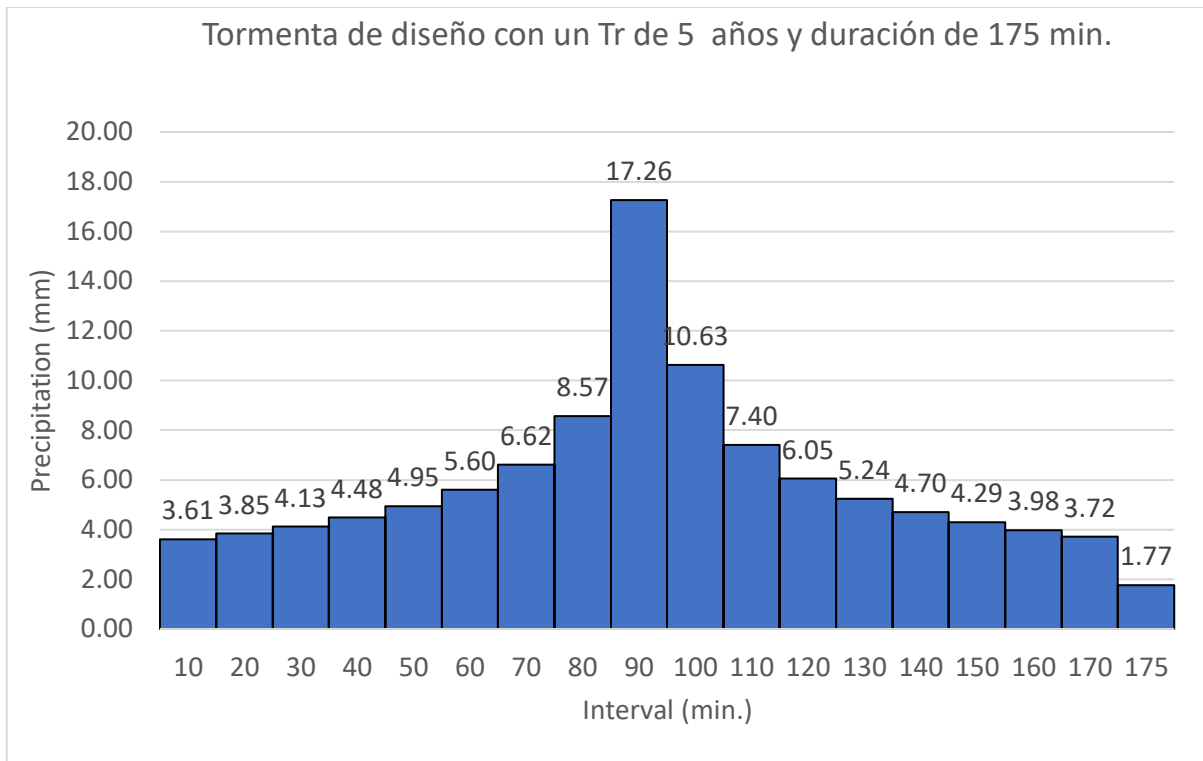
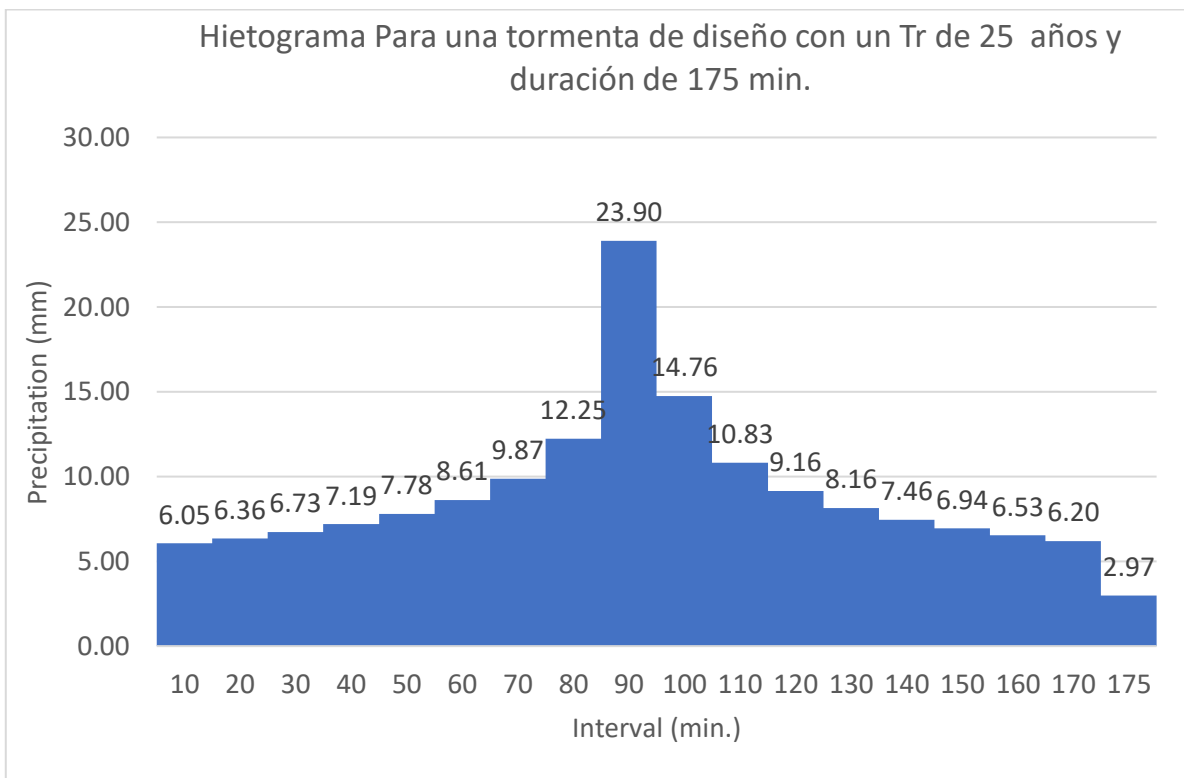


Gráfico 2.0.19 Hietograma para Tr de 2 años y td 175 min. Fuente: Los Autores.

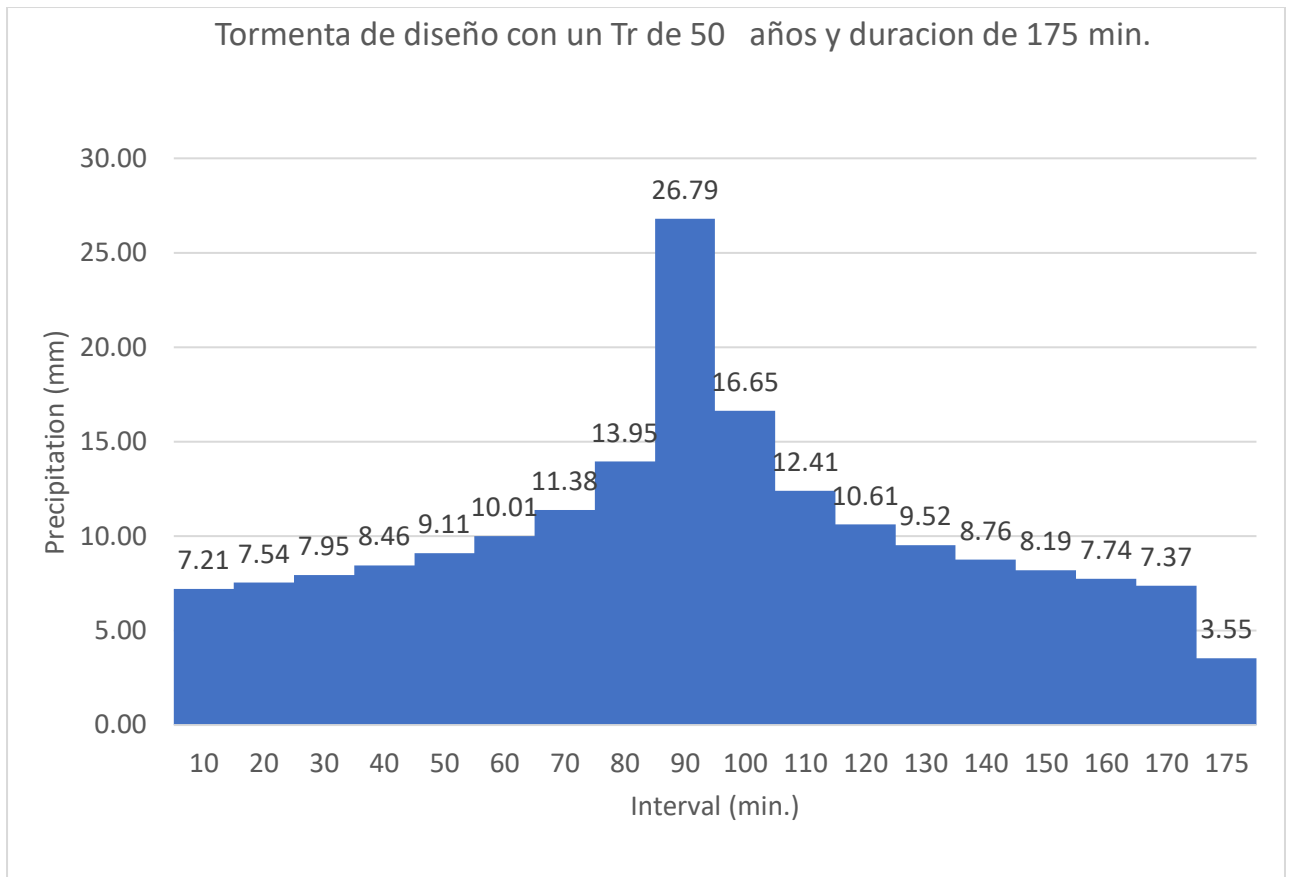




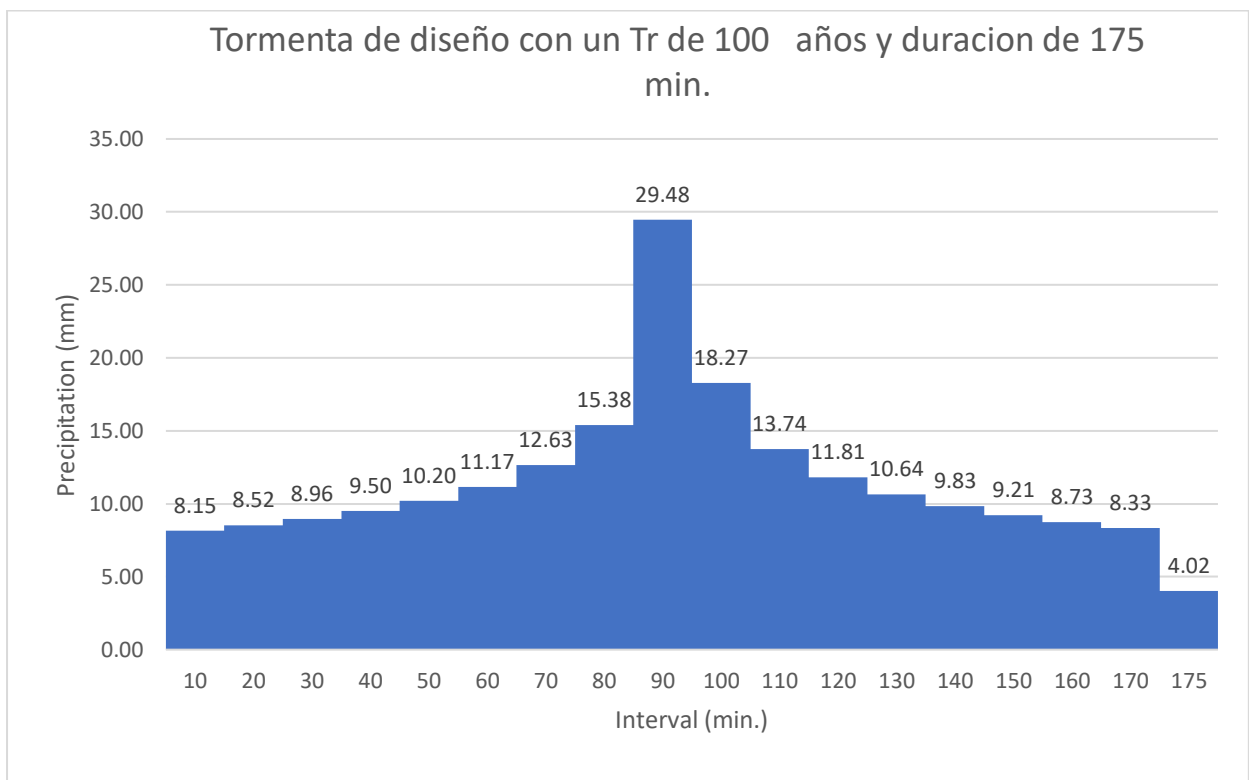
**Gráfico 2.20. Hietograma para Tr de 5 años y td 175 min. Fuente: Los Autores.**



**Gráfico 2.21 Hietograma para Tr de 25 años y td 175 min Fuente: Los Autores.**

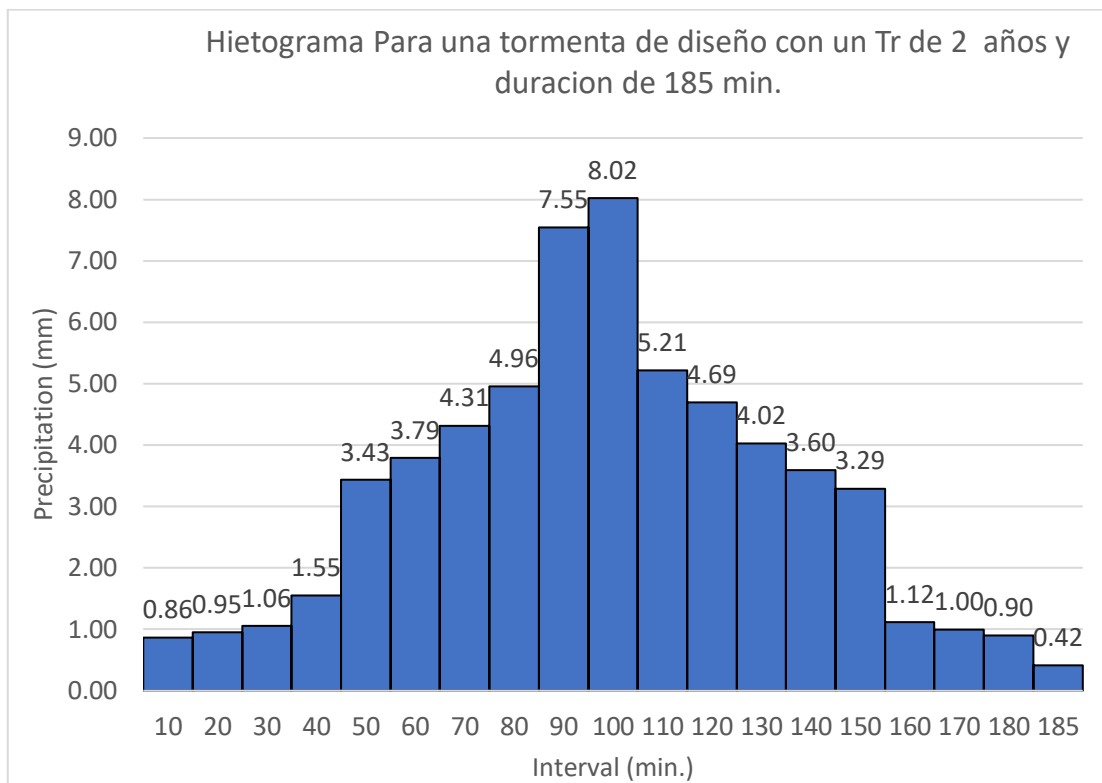


**Gráfico 2.22 Hietograma para Tr de 50 años y td 175 min. Fuente: Los Autores.**

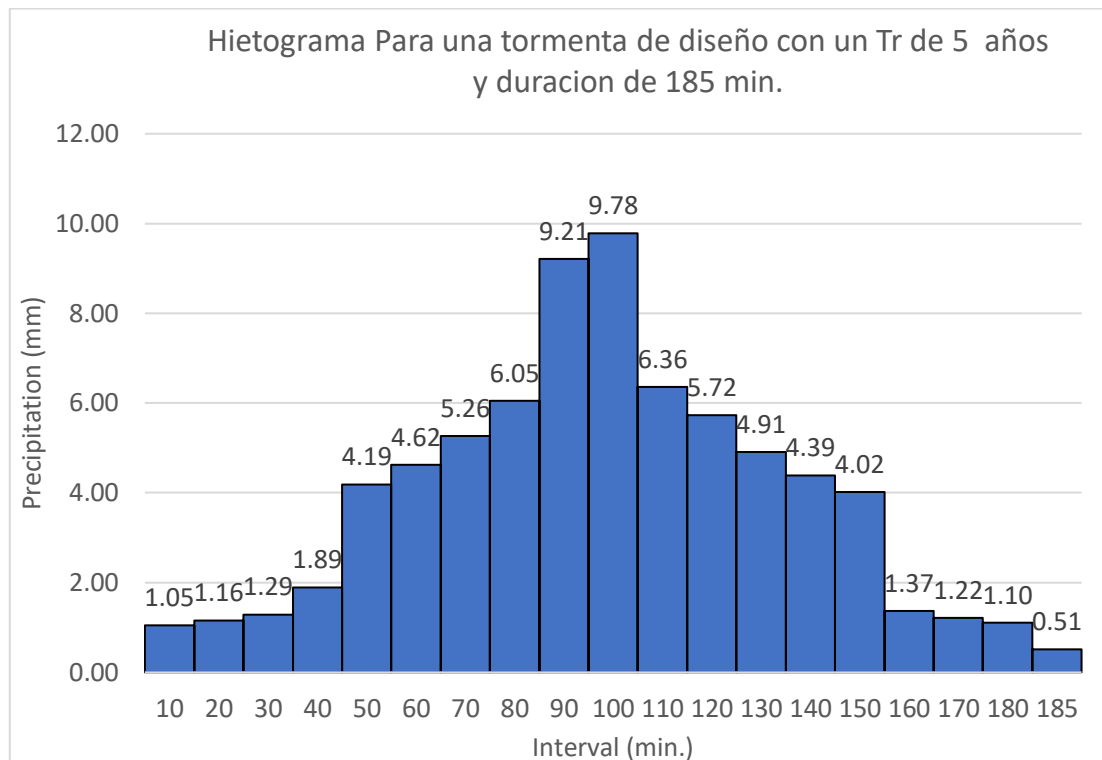


**Gráfico 2.23 Hietograma para Tr de 100 años y td 175 min. Fuente: Los Autores.**

Lluvias Disgregadas Con Curvas IDF De IHNAMI 2019 y una duración de 185 min.



**Gráfico 2.24 Hietograma para Tr de 2 años. Fuente: Los Autores.**



**Gráfico 2.25 Hietograma para Tr de 5 años. Fuente: Los Autores.**

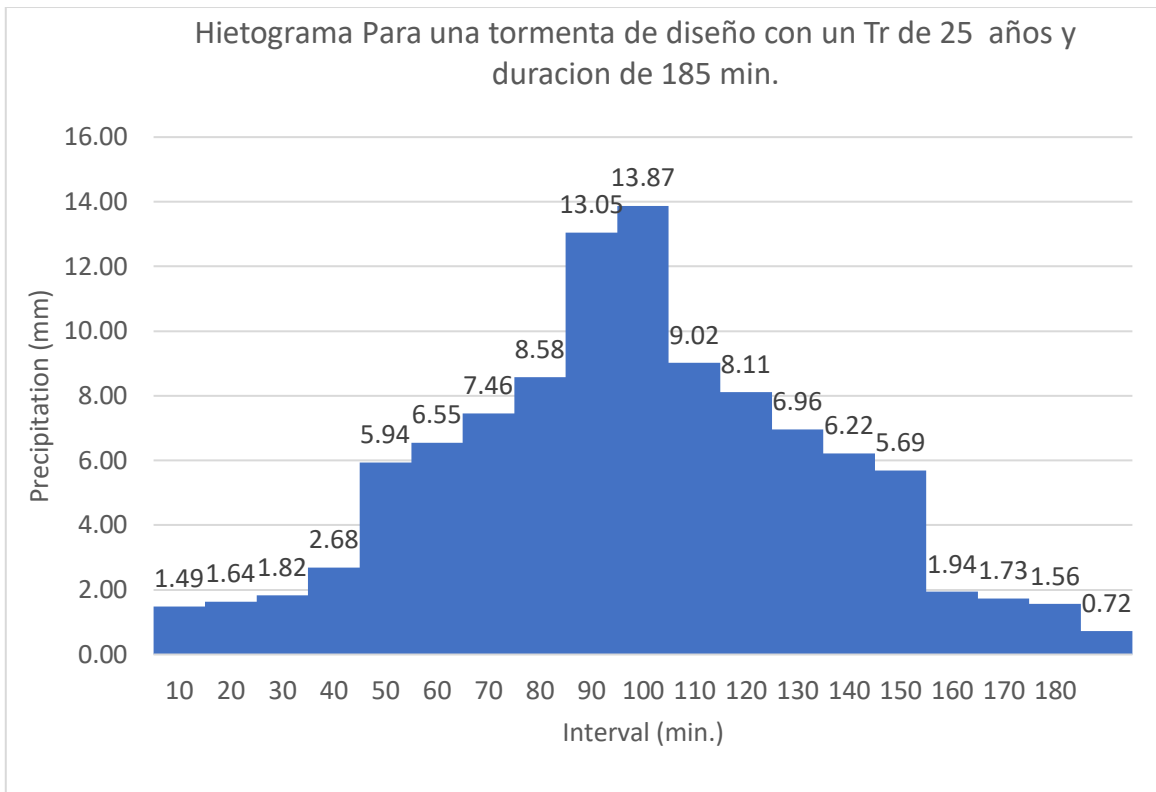


Gráfico 2.26 Hietograma para Tr de 25 años. Fuente: Los Autores.

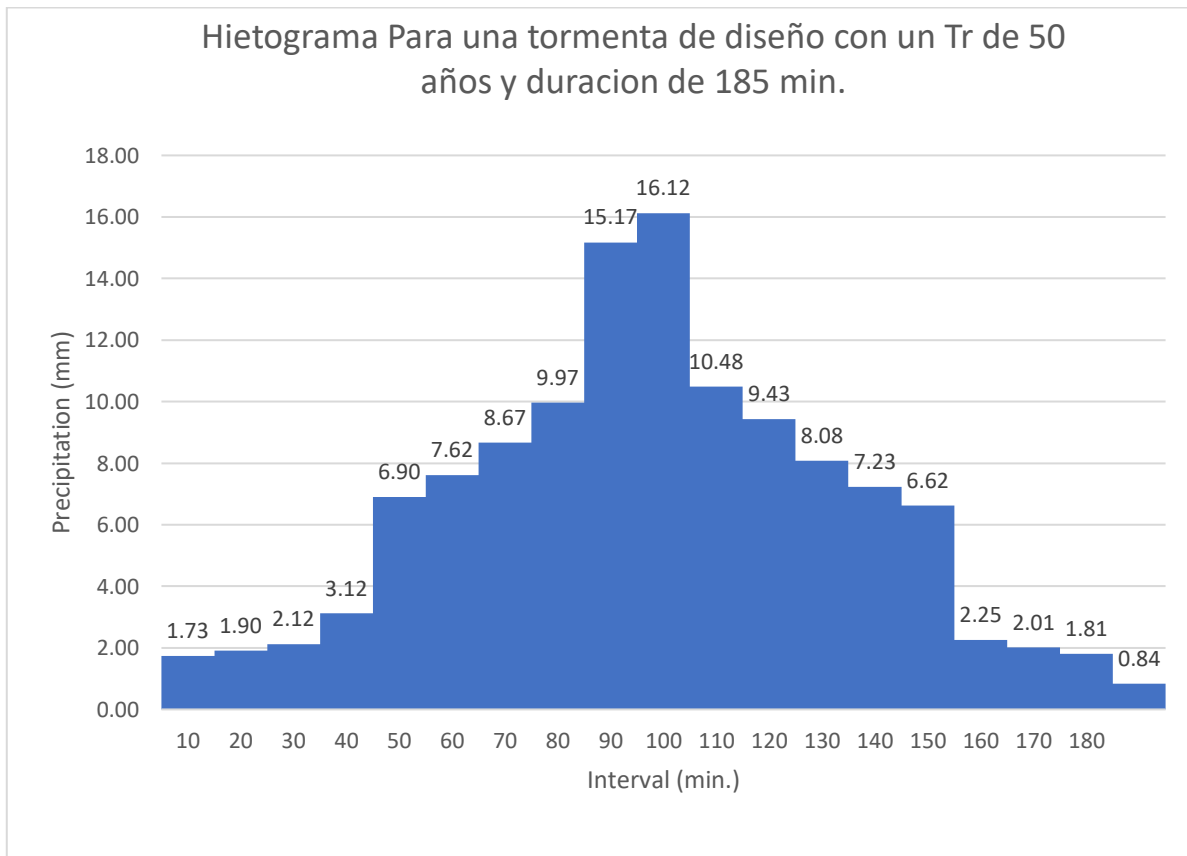


Gráfico 2.27 Hietograma para Tr de 50 años Fuente: Los Autores.

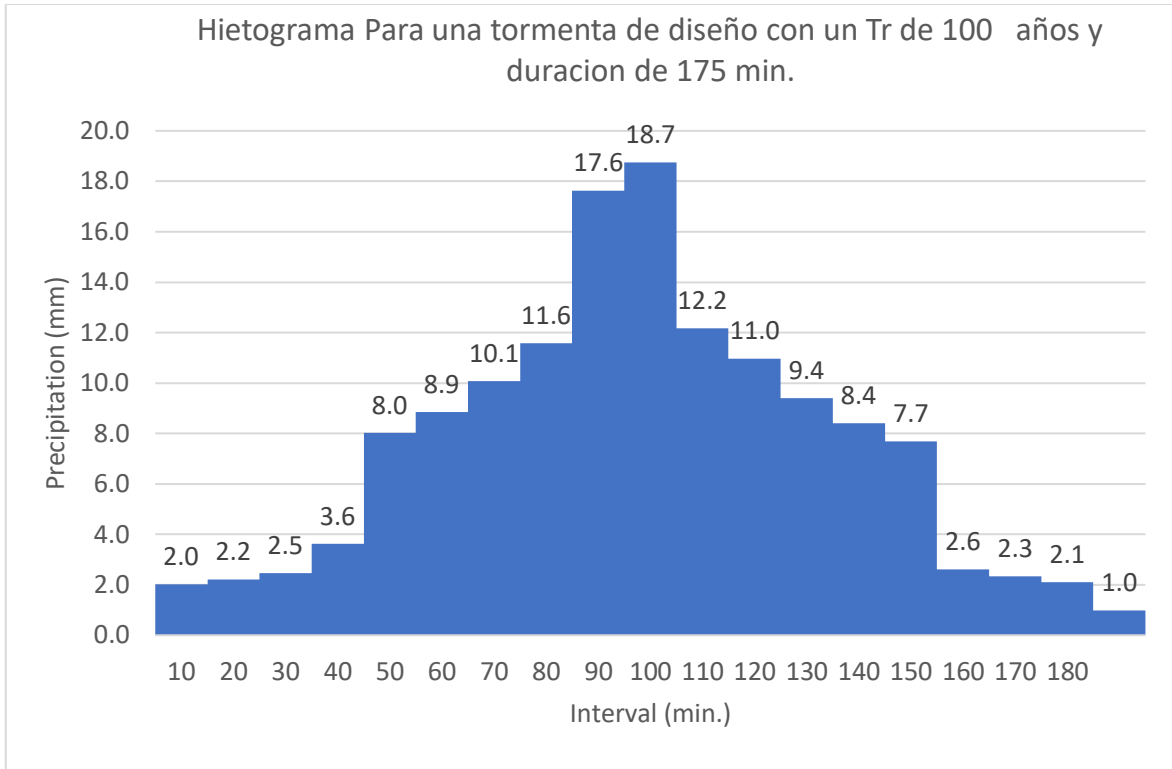


Gráfico 2.28 Hietograma para Tr de 100 años. Fuente: Los Autores.

## APÉNDICE E

Cuadros comparativos de ventajas y diferencias sobre las alternativas propuestas en el proyecto.


**Tabla 4.1 Ventajas y desventajas de los techos verdes en la parroquia Febres-Cordero, Fuente: Los Autores.**

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		Centro de Agua y Desarrollo Sustentable  
	FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
	PROYECTO INTEGRADOR: “PREDISEÑO DE SOLUCIONES ECO-INGENIERILES PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA FEBRES CORDERO, EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”		
	ESTUDIANTES: MILUSHKA DE JESÚS CEDEÑO MARÍN, FABIÁN LEONARDO QUICHIMBO MIGUITAMA		
	TUTOR: Dr. MIJAÍL ARIAS		
ALTERNATIVAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICABLE / NO APLICABLE
Techos verdes / Green Roofs	Mejoran los climas urbanos, minorando los efectos producidos por la isla de calor urbana, haciendo que los edificios, casas, escuelas, centros médicos, y todo donde se los coloque mantengan un clima más frío dentro de sus instalaciones.	Tipo de viviendas y el nivel socioeconómico de la zona de estudio.	APLICABLE
	Aportan con oxígeno ya que diluyen el aire contaminado por su capacidad de absorción y retención de contaminantes.	Costo de personal capacitado y material para la instalación de la impermeabilización y sistema para la retención de agua.	
	Absorben el ruido, atrapan el polvo, son aislantes térmicos.	El tipo de cubierta intensiva puede albergar gran cantidad de árboles, plantas, flores con posibilidad de diseño limitada, la capa del sustrato vegeta debe de estar entre los 35 centímetros hasta 1	

		metro haciendo pesada y costosa la losa.	
	Proporcionan un hábitat a insectos y aves, haciendo que las urbes sean menos estériles.	Costo de mantenimiento.	
	Son generadores de beneficios sociales para las comunidades urbanas, ya que los habitantes del sector pueden ser partícipes de su cuidado.	Carga estructural de las cubiertas intensivas para el diseño de la estructura aumenta considerable por el peso del sustrato vegetal.	
	Existen 2 tipos de cubierta verdes, los planos divididos en intensivos, semi-intensivos, extensivos y los inclinados que pueden ser extensivos.	Para las épocas secas se debe controlar la resistencia de las plantas para que sean capaz de soportar las altas temperaturas.	
	Cubierta extensiva es la más económica, ligera y no necesita de mucho cuidado.		
	Uso de plantas endémicas del sector y que sean idóneas al sistema.		
	Vida útil de la cubierta que presenta la capa vegetal es de más allá de 50 años, el doble de la cubierta normal.		
	Mejoran el manejo de aguas lluvias ya que tienen gran capacidad de retención de agua, almacenándola en el sustrato vegetal donde luego es absorbida por las plantas, para luego ser devuelta a la atmósfera mediante evaporación y transpiración.		

	Beneficios medioambientales: reduce efectos invernaderos en las ciudades, retiene entre el 45-50% de la lluvia que cae sobre las cubiertas.		
	Beneficios económicos: reduce del 10-20% de la energía de un edificio que tenga aire acondicionado, aumenta el valor de los proyectos inmobiliarios en aproximadamente un 10% en base a los proyectos tradicionales. Reducción de electricidad a largo plazo.		
	Beneficios Técnicos: La selección adecuada del sistema de impermeabilización garantiza que los materiales que se utilicen durarán más de 20 años con un mínimo de mantenimientos, seleccionar adecuadamente la vegetación tendrá mínimos gastos en mantenimiento.		
	Beneficios humanos: Por habitante se necesitan 10 m2 de áreas verdes con los sistemas de techos y muros verdes se puede aumentar las áreas verdes por habitantes mejorando de esta manera la salud de la ciudad, disminuye el ruido hasta en 50db.		
	Incremento del valor comercial de la zona.		

**Tabla 4.2 Ventajas y desventajas de los muros verdes en la parroquia Febres-Cordero, Fuente Los Autores.**

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL	Centro de Agua y Desarrollo Sustentable
	FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA	



	<b>PROYECTO INTEGRADOR:</b> “PREDISEÑO DE SOLUCIONES ECO-INGENIERILES PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA FEBRES CORDERO, EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”		
	<b>ESTUDIANTES:</b> MILUSHKA DE JESÚS CEDEÑO MARÍN, FABIÁN LEONARDO QUICHIMBO MIGUITAMA		
	<b>TUTOR:</b> Dr. MIJAÍL ARIAS		
<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>	<b>APLICABLE / NO APLICABLE</b>
Muros verdes / Green walls	Las plantas y materiales utilizados para este sistema son beneficiosas para el medioambiente, aumentando la biodiversidad, el valor ecológico.	Costo de materiales como lo son: los paneles modulares que vienen con su propio suelo o medio de cultivos artificiales.	APLICABLE
	Mitiga los efectos de la isla de calor de las zonas urbanizadas.	Viabilidad económica de las cubiertas verdes ya que la zona de estudio es un sector de un nivel socioeconómico medio-bajo.	
	Da confort interior y exterior en donde vayan a ser colocados. Crea un impacto visual mayor que en los techos verdes.	Variación de la eficiencia de estos muros verdes, costo de materiales, consumo de energía, inflación, mano de obra, según en la región del país donde se desee aplicar el sistema.	
	Presentan propiedades aislantes.	No contar con un marco legal existente que entregue incentivos por la implementación de nuevas tecnologías.	
	Mejora la calidad del aire, el bienestar social y psicológico de los habitantes del sector.		

	De acuerdo con su método de crecimiento pueden ser clasificados en: fachadas verdes basadas en el uso de escaladores unidos directamente a la superficie del edificio y apoyadas por cables o enrejados y sistemas de muros vivos.		
	Vida útil de la cubierta que presenta la capa vegetal es de más allá de 50 años.		
	Reducción en el uso de energía eléctrica.		

## APÉNDICE F

Presupuesto de techos y muros verdes que eran parte de las alternativas al inicio el proyecto integrador.

### **PRESUPUESTO TECHOS VERDES**

El presupuesto fue pensado en la cantidad de escuelas y colegios que la parroquia tiene.

Los valores presentes en la siguiente tabla son para un área de 410 m<sup>2</sup>.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PROYECTO INTEGRADOR: PREDISEÑO DE SOLUCIONES ECO-INGENIERILES PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA FEBRES CORDERO, EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.



OFERENTE: MILUSHKA CEDEÑO, FABIÁN QUICHIMBO

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PREVIOS</b>				
1.1	Impermeabilizante	rollo	12.00	116.57	1,398.84
1.2	Aislante Térmico	m <sup>2</sup>	4.00	18.58	74.32
1.3	Placa soporte	m <sup>2</sup>	4.00	95.62	382.48
1.4	Geotextil no tejido 3000	m <sup>2</sup>	4.00	24.90	99.60
1.5	Geo dren BX 1200	m <sup>2</sup>	4.00	19.51	78.04
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>2,033.28</b>
<b>2</b>	<b>PAISAJISMO</b>				
2.1	Velo de novia	UNIDAD	30.00	4.69	140.70
2.2	Chavela	UNIDAD	30.00	4.69	140.70
2.3	Amor de un día	UNIDAD	30.00	4.69	140.70
2.4	Verdolaga	UNIDAD	30.00	4.69	140.70
2.5	Rabito de gallo	UNIDAD	30.00	7.90	237.00
2.6	Camaron	UNIDAD	30.00	34.09	1,022.70
2.7	Sustrato Orgánico	saco	25.00	7.90	197.50
2.8	Incorporación de tierra preparada	m <sup>3</sup>	225.00	34.09	7,670.25
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>9,690.25</b>
<b>3</b>	<b>RUBROS GENERALES</b>				
3.1	Limpieza de obra	m <sup>2</sup>	410.00	29.72	12,185.20
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>12,185.20</b>

<b>COSTO DIRECTO DE OBRA:</b>	<b>23,908.73</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS:</b>	<b>3,586.31</b>
<b>SUBTOTAL COSTOS OBRA (SIN IVA):</b>	<b>27,495.04</b>

### **PRESUPUESTO MUROS VERDES**

El presupuesto fue pensado en las personas de la parroquia que pueden empoderarse al incluir los muros verdes en sus hogares. Los valores presentes en la siguiente tabla son para un área de 10 m<sup>2</sup>.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PROYECTO INTEGRADOR: PREDISEÑO DE SOLUCIONES ECO-INGENIERILES PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA FEBRES CORDERO, EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.



OFERENTE: MILUSHKA CEDEÑO, FABIÁN QUICHIMBO

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PREVIOS</b>				
1.1	Impermeabilizante	rollo	2.00	116.09	232.18
1.2	Aislante Térmico	m <sup>2</sup>	10.00	18.19	181.90
1.3	Placa soporte	m <sup>2</sup>	10.00	87.54	875.40
1.4	Geotextil no tejido 3000	m <sup>2</sup>	10.00	19.55	195.50
1.5	Geo dren BX 1200	m <sup>2</sup>	10.00	18.89	188.90
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>1,673.88</b>
<b>2</b>	<b>PAISAJISMO</b>				
2.1	Velo de novia	UNIDAD	5.00	0.73	3.65
2.2	Chavela	UNIDAD	5.00	0.73	3.65
2.3	Amor de un día	UNIDAD	5.00	0.73	3.65
2.4	Verdolaga	UNIDAD	5.00	0.73	3.65
2.5	Rabito de gallo	UNIDAD	5.00	4.69	23.45
2.6	Camaron	UNIDAD	5.00	30.13	150.65
2.7	Sustrato Orgánico	saco	15.00	4.69	70.35
2.8	Incorporación de tierra preparada	m <sup>3</sup>	35.00	30.13	1,054.55
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>1,313.60</b>
<b>3</b>	<b>RUBROS GENERALES</b>				
3.1	Limpieza de obra	m <sup>2</sup>	10.00	29.72	297.20
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>297.20</b>

<b>COSTO DIRECTO DE OBRA:</b>	<b>3,284.68</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS:</b>	<b>492.70</b>
<b>SUBTOTAL COSTOS OBRA (SIN IVA):</b>	<b>3,777.38</b>

## APÉNDICE G

### Formulario De Certificado Ambiental

<b>TRAMITE (suia)</b>	CERTIFICADO AMBIENTAL
<b>FECHA</b>	Enero-2019
<b>PROPONENTE</b>	Cedeño Milushka – Fabian Quichimbo
<b>ENTE RESPONSABLE</b>	ESPOL

<b>Certificado Ambiental</b>  1. <u>Información del proyecto</u>  2. Datos generales  3. Descripción del proceso  4. Descripción del área de implantación	<b>1. INFORMACION DEL PROYECTO</b>		
	<b>1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b> (Fases y nombre proyecto)		
	PREDISEÑO DE SOLUCIONES ECO-INGENIERILES PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA FEBRES CORDERO, EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.		
	<b>1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA</b> (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)		
	Código de catalogo	PREDISEÑO DE SOLUCIONES ECO-INGENIERILES PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA FEBRES CORDERO, EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.	
	-----		
	<b>1.3 RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b> (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad, máximo 100 palabras)		
Se plantea realizar prediseños de soluciones que sean eco-ingenieriles en ciertas zonas de la parroquia Febres Cordero de la ciudad de guayaquil, siendo las soluciones techos y muros verdes, parque lineal y mega cisterna que sirva para el reservorio del agua lluvia después de la precipitación, garantizando así el reuso de esta agua por medio de la comunidad, ayudante a que los habitantes del sector se integren a la ciudad de la zona.			

<b>Certificado Ambiental</b>  1. Información del proyecto  2. <u>Datos generales</u>	<b>2. DATOS GENERALES</b>		
	<b>SISTEMA DE COORDENADAS (WGS-84)</b>		
	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>	<b>ALTITUD</b>
	620424.52 m	9754171.39 m	

3. Descripción del proceso 4. Descripción del área de implantación	<b>ESTADO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (FASE)</b>		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	
	<input type="checkbox"/>	Rehabilitación y/o Ampliación	
	<input type="checkbox"/>	Operación y mantenimiento	
	<input type="checkbox"/>	Cierre y Abandono	
	<b>DIRECCION DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b>		
	Plazoleta y Monumento "Cristo del consuelo". El Cisne 2.		
	<b>PROVINCIA</b>	<b>CANTON</b>	<b>PARROQUIA</b>
	GUAYAS	GUAYAQUIL	FEBRES CORDERO
	<b>TIPO DE ZONA</b>		
	Urbana	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Rural	<input type="checkbox"/>	

Certificado Ambiental  1. Información del proyecto 2. <u>Datos generales</u> 3. Descripción del proceso 4. Descripción del área de implantación	<b>DATOS DEL PROMOTOR</b>		
	<b>NOMBRE</b>		
	CENTRO DE AGUA Y DESARROLLO SUSTENTABLE - ESPOL		
	<b>CORREO ELECTRONICO DEL PROMOTOR</b>	<b>DEL</b>	<b>TELEFONO/CELULAR</b>
	<b>DOMICILIO DEL PROMOTOR</b>		
	Escuela Superior Politécnica del Litoral, campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral, Guayaquil.		
	<b>CARACTERISTICAS DE LA ZONA</b>		
	<b>Infraestructura:</b>		
		<input type="checkbox"/>	Industrial
	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros: Urbana	
	<b>DESCRIPCION DE LA ZONA</b>		
	El terreno cuenta con aproximadamente 1493.4 hectáreas, es plano, sin vegetación en zona destinada para la construcción de la obra, se encuentra ubicado a orillas del estero salado, presentando un nivel freático que se encuentra ligado al nivel del mar. En la zona destinada para la construcción		

se puede observar que es una zona domiciliaria y turística por el monumento al Cristo del consuelo recientemente inaugurado.					
<b>ESPACIO FISICO DEL PROYECTO</b>					
Área del proyecto (m <sup>2</sup> )	6880 m2			Área de implantación (m <sup>2</sup> )	
Agua potable	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	N O	Consumo de agua por mes (m <sup>3</sup> )
Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	N O	Consumo energía eléctrica por mes (Kw/h)
Acceso vehicular	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	N O	Tipo de Vías Principales
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	N O	Vías Secundarias
<b>SITUACION DEL PREDIO</b>					
		<input type="checkbox"/> Alquiler			
		<input type="checkbox"/> Concesionadas			
		<input type="checkbox"/> Propia			
		<input checked="" type="checkbox"/> Otros (vial – público)			

Certificado Ambiental	3. DESCRIPCION DE PROCESOS – FASES				
	FASE	ACTIVIDAD	FECHA INICIO	FECHA FIN	DESCRIPCION
1. Información del proyecto	Construcción	Replanteo de tuberías y cámaras.			Consiste en demarcar el área de trabajo a realizar según lo especificado en el diseño y planos.
2. Datos generales					
3. <u>Descripción del proceso</u>	Construcción	Remoción y excavación de tierra.			Consiste en remover la cantidad de tierra necesaria para la construcción de nuestro proyecto que se encuentra por sobre una cancha de tierra ubicada cerca
4. Descripción del área de implantación					

				al Cristo del Consuelo mediante la ayuda de maquinaria y mano de obra especializada.
	Construcción	Colocación de armadura correspondiente a la cisterna.		Colocación en campo de la armadura correspondiente de la losa inferior y paredes de la cisterna para el posterior fundido tomando en cuenta que las tuberías que serán agregadas para la entrada y salida de agua.
	Construcción	Fundición de losa inferior y paredes.		Fundición en sitio de losa inferior con dimensiones de 70x50x0.2 m y paredes anteriormente armadas teniendo presente los espacios para las tuberías de ingreso y salida de agua.
	Construcción	Colocación de las tuberías de ingreso y salida de agua.		Consiste en colocar definitivamente las tuberías de ingreso y salida de agua de acuerdo con los planos del diseño que se tenga.



	Construcción	Construcción del pozo de inspección sobre la tubería principal.			Consiste en construir un pozo de inspección sobre la tubería principal que se encuentra ubicada a 200 m de nuestra construcción, para poder de esta forma tener el control del paso de agua y para el mantenimiento futuro de las tuberías.
	Construcción	Colocación de relleno.			Consiste en colocar sobre la losa superior el relleno antes retirado para formar nuevamente la cancha.
	Operación	Mantenimiento de las tuberías y de los pozos de inspección.			Realizar un mantenimiento frecuente a los pozos de inspección, así como de las tuberías con el fin de evitar la acumulación de sedimentos.
	Operación	Reutilización del agua almacenada.			Consiste en reutilizar el agua almacenada en la época de lluvia para riego de la vegetación cercana al sector.

<b>Certificado Ambiental</b>  1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Descripción del proceso 4. <u>Descripción del área de implantación</u>	<b>4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN</b>	
	<b>Clima</b>	
	Clima	<input checked="" type="checkbox"/> Cálido - húmedo  <input type="checkbox"/> Cálido - seco
	<b>Tipo de Suelo</b>	
Tipo de suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilloso <input type="checkbox"/> Francos <input type="checkbox"/> Saturados	<input type="checkbox"/> Arenosos <input type="checkbox"/> Rocosos <input type="checkbox"/> Otros
<b>Pendiente del Suelo</b>		
Pendiente del suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Llano (pendiente menor al 30%)  <input type="checkbox"/> Ondulado (pendiente mayor al 30%)	<input type="checkbox"/> Montañoso (terreno quebrado)
<b>Demografía (población mas cercana)</b>		
Demografía	<input type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts.  <input checked="" type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts.	<input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts.  <input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.
<b>Certificado Ambiental</b>	<b>Abastecimiento de agua población</b>	

1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Descripción del proceso 4. <u>Descripción del área de implantación</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Agua lluvia <input type="checkbox"/> Agua potable	
	Abastecimiento de agua población <input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria <input type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales	
	<input type="checkbox"/> Grifo publico <input type="checkbox"/> Pozo profundo	
	<input type="checkbox"/> Tanquero	
	<b>Evacuación de aguas servidas población</b>	
	Evacuación de aguas servidas población <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input checked="" type="checkbox"/> Cuerpos de estero salado <input type="checkbox"/> Fosa séptica <input type="checkbox"/> Letrina <input type="checkbox"/> Ninguno	
<b>Electrificación</b>		
Electrificación <input type="checkbox"/> Planta eléctrica <input checked="" type="checkbox"/> Red publica <input type="checkbox"/> Otra		
<b>Vialidad y acceso a la población</b>		
Vialidad y acceso a la población <input type="checkbox"/> Caminos vecinales <input checked="" type="checkbox"/> Vías principales <input checked="" type="checkbox"/> Vías secundarias <input type="checkbox"/> Otras		
<b>Organización social</b>		

	Organización social	<input type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización)	<input checked="" type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Precooperativa)
		<input type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)	
	<b>Componente fauna</b>		
	Piso zoo geográfico donde se encuentra el proyecto	<input checked="" type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm)	<input type="checkbox"/> Tropical Oriental (0-800 msnm)
		<b>Grupos faunísticos</b>	
		<input type="checkbox"/> Anfibios	<input checked="" type="checkbox"/> Aves
		<input checked="" type="checkbox"/> Insectos	<input checked="" type="checkbox"/> Mamíferos
		<input checked="" type="checkbox"/> Peces	<input type="checkbox"/> Reptiles
		<input type="checkbox"/> Ninguna	

Se adjuntan también el certificado ambiental generado por el SUIA, así como el certificado de intersección con áreas protegidas, afirmando que nuestra propuesta no interseca con ninguna zona protegida, por lo tanto, no tiene ningún problema.

# APÉNDICE H

## Especificaciones Técnicas

### Instalaciones Provisionales

#### 1.1. Construcciones provisionales (Bodega y oficina)

##### Descripción

La bodega y oficina es un pequeño levantamiento que se realiza con tablas, clavos, zinc con el fin de salvaguardar los instrumentos de oficina y herramientas consideradas menores que son guardadas en la bodega.

##### Método Constructivo

El levantamiento de la oficina como el de la bodega será realizado con madera que irán conectadas con clavos, de techo se colocará zinc, llevará también una puerta para la entrada y salida de las personas y equipo, con candado para el cierre de ambas.

##### Materiales

Cuartones

Planchas de zinc

Clavos

Candados

##### Forma de pago

El pago por la construcción de esta pequeña obra será en m<sup>2</sup>

#### 1.2. Instalación eléctrica provisional

##### Descripción

La instalación eléctrica provisional será ubicada en los perímetros de la obra, así como en la oficina y bodega. Sirviendo como iluminación de la obra.

##### Método Constructivo

El levantamiento de la instalación eléctrica se la realizará mediante el trazado de los cables por el perímetro de la construcción, se instalarán los breakers, las piezas varias y los accesorios.

## **Materiales**

- Breakers
- Plywood
- Cable #8
- Cable #12
- Piezas (interruptores, romas, boquillas)
- Accesorios (grapas)
- Luminaria (Focos)

## **Forma de pago**

El pago por la construcción de esta pequeña obra será de manera global.

### **1.3. Instalación de AAPP provisional**

#### **Descripción**

Instalación de agua potable provisional para todo lo que dure la construcción de la obra, para cualquier emergencia y uso de los obreros como de ellos ingenieros encargados.

#### **Método Constructivo**

El levantamiento de la tubería, colocación de accesorios.

#### **Materiales**

- Tubería flex ½"
- Accesorios (Adaptadores – abrazaderas)

#### **Forma de pago**

El pago por la construcción de esta pequeña obra será de forma global.

### **1.4. Bateria sanitaria provisional**

#### **Descripción**

Instalación de las baterías sanitarias provisionales en la obra, garantiza el aseo y uso del baño dentro de la obra por todos los que en ella trabajen. Estas serán limpiadas 2 veces por semana.

#### **Método Constructivo**

Pequeño levantamiento con bloque de un espacio de 2x2 para baño.

### **Materiales**

- Tubería PVC Desagüe  
4"x3m 1,110mm
- Tubería y accesorios  
AAPP (PVC roscable)
- Inodoro
- Tablas
- Tiras
- Plywood
- Clavos
- Cemento Portland
- Bloques 27x14x9
- Agua
- Arena gruesa
- Zinc 12"
- Herrajes varios

### **Forma de pago**

El pago por la construcción de esta pequeña obra será de forma global.

### **1.5. Cerramiento provisional de zinc**

El cerramiento es un pequeño levantamiento que se realiza con tablas, clavos, zinc con el fin de salvaguardar la maquinaria utilizada dentro de la obra.

### **Método Constructivo**

El levantamiento del cerramiento provisional será realizado con madera que irán conectadas con clavos, de techo se colocará zinc, llevará también una puerta para la entrada y salida de las personas y equipo, con candado para el cierre de ambas.

### **Materiales**

- Cuartones
- Tiras
- Planchas de zinc
- Clavos
- Bisagras
- Picaportes
- Candados

### **Forma de pago**

El pago por la construcción de esta pequeña obra será en m<sup>2</sup>

### **Mantenimiento y seguridad de la obra**

## **2.1. Limpieza general de la obra**

La limpieza corresponde al retiro de los escombros, material, y cualquier objeto que no sea útil para la obra. Ejecutándose con ayuda de la retroexcavadora.

### **Método Constructivo**

La limpieza del área será definida en función a la construcción que se esté realizando. Una vez identificada el área se realiza a hacer ingreso de la retroexcavadora para que ayude retirando los escombros que se encuentren en la zona, así como los objetos que no son útiles para la misma.

### **Materiales**

- Herramientas menores
- Agua
- Retroexcavadora

### **Forma de pago**

El pago por la construcción de esta pequeña obra será de manera mensual.

## **2.2. Desalojo y Limpieza**

El desalojo y limpieza corresponde al retiro de los escombros, material, y cualquier objeto que no sea útil para la obra. Ejecutándose con ayuda de la retroexcavadora.

### **Método Constructivo**

El desalojo y la limpieza del área será definida en función a la construcción que se esté realizando. Una vez identificada el área se realiza a hacer ingreso de la retroexcavadora para que ayude retirando los escombros que se encuentren en la zona, así como los objetos que no son útiles para la misma.

### **Materiales**

- Herramientas menores
- Volqueta
- Retroexcavadora
- Agua

### **Forma de pago**



El pago por la construcción de esta pequeña obra será en m<sup>3</sup>.

### **2.3. Guardianía**

Es necesario el contratar a los que serán los encargados de la seguridad de la obra y de la maquinaria utilizada para la construcción de la obra.

#### **Materiales**

- Pito
- Linterna

#### **Forma de pago**

El pago por la construcción de esta pequeña obra será de manera mensual.

### **2.4. Entrega de Equipos de protección personal**

La entrega de equipos de protección personal es indispensable al inicio de cada obra y esta será realizada por la persona encargada de la misma.

#### **Materiales**

Equipo de Protección personal

#### **Forma de pago**

El pago de la entrega de equipo será por unidad.

## **Preparación del terreno y movimiento de tierra**

### **3.1. Excavación del material**

Esta actividad será planificada en el sitio de manera que provoque la menor perturbación y daño del terreno, excavando el material necesario para la realización de la obra en el sitio.

#### **Método Constructivo**

Se colocarán tablestacas metálicas antes de comenzar con la excavación del terreno, se realizarán los cortes del trazado para delimitar el área a excavar, se remueve el material.

#### **Materiales**

Retroexcavadora

### **Forma de pago**

El pago por la construcción de esta pequeña obra será en m<sup>3</sup>.

### **3.2. Desalojo de material con volqueta de 10"**

Esta actividad será realizada luego de la excavación del material de sitio, esto se realiza para desalojar el material excavado y dejar la zona de trabajo limpia.

#### **Método Constructivo**

Se colocará el material excavado con ayuda de la retroexcavadora en la volqueta de 10" que trasladará el material a una zona fuera del sitio de trabajo.

#### **Materiales**

- Retroexcavadora
- Volqueta 10"

### **Forma de pago**

El pago por la construcción de esta pequeña obra será en m<sup>3</sup>.

### **3.3. Colocación de tubería de 10"**

Esta actividad será realizada luego de la excavación del material de sitio, se colocará la tubería de 10" en la zanja que irá conectada desde el sumidero cercano a la zona hasta el parque inundable.

#### **Método Constructivo**

Se colocarán tablestacas metálicas antes de comenzar con la excavación del terreno, se realizarán los cortes del trazado para delimitar el área a excavar, se remueve el material, se colocará la tubería.

#### **Materiales**

- Camión grúa de 10T
- Herramientas menores
- Retrocargadora sobre neumático de 70Kw
- Pisón vibrante de guiado manual de 80 kg con placa de 30x30cm tipo rana.

- Lubricante para camión
- Arena de 0 a 5 mm de diámetro
- Tubo de hormigón armado de 12"

#### **Forma de pago**

El pago por la construcción de esta pequeña obra será en ml.

### **3.4. Relleno con material local de mejoramiento**

Esta actividad será realizada luego de la colocación de la tubería en la zanja que conecta el sumidero cercano al parque inundable.

#### **Método Constructivo**

Se colocará una capa de relleno de mejoramiento antes de colocar la tubería, así como después de colocada la misma.

#### **Materiales**

Volqueta

Herramientas menores

Material de mejoramiento

#### **Forma de pago**

El pago por la construcción de esta pequeña obra será en m<sup>3</sup>.

#### **Paisajismo**

Las especies utilizadas para adorno de la zona luego de la construcción serán de origen nativo de la zona, y llevarán una pequeña capa de tierra de sembrado y fertilizante, necesitarán cuidados una vez por semana.

#### **Luminarias**

Serán colocadas en zonas definidas en el lugar de la construcción para alumbrar la obra una vez finalizado el trabajo.

#### **Camineras**

### **7.1. Pavimento Flexible de adoquines**

Esta actividad será realizada en la periferia de la construcción del parque lineal como una forma de arreglar la zona y que quede lista para el uso de ellos habitantes del sector.

#### **Método Constructivo**

Se colocarán camas de arena, luego el adoquín y se lo compactará con ayuda del compactador manual.

#### **Materiales**

- Compactador manual
- Adoquín de 21x7x7 cm
- Arena
- Relleno con material de mejoramiento

#### **Forma de pago**

El pago por la construcción de esta pequeña obra será en m<sup>2</sup>.

### **7.2. Hormigón f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> para bordillos perimetrales e=0.10m.**

El hormigón es una mezcla homogénea de concreto, agregados finos y gruesos, con agua que pueden ser mezclados con aditivos para aumentar su resistencia, permeabilidad, consistencia. Mediante el tamaño del agregado, la cantidad de agua, el curado, el vaciado se determina la cantidad necesaria de materiales para tener una mezcla que cumpla con las especificaciones técnicas.

#### **Método Constructivo**

Utilizado para los bordillos perimetrales de las camineras.

#### **Materiales**

- Vibrador
- Hormigón f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Forma de pago**

El pago por la construcción de esta pequeña obra será en m<sup>3</sup>.

### **Hormigón de Escalera**

### 8.1. Hormigón ciclópeo.

El hormigón es una mezcla homogénea de concreto, agregados finos y gruesos, con agua que pueden ser mezclados con aditivos para aumentar su resistencia, permeabilidad, consistencia. Mediante el tamaño del agregado, la cantidad de agua, el curado, el vaciado se determina la cantidad necesaria de materiales para tener una mezcla que cumpla con las especificaciones técnicas.

#### Método Constructivo

Utilizado para las escaleras del parque inundable.

#### Materiales

- Vibrador
- Hormigón ciclópeo
- Piedra bola
- Agua

#### Forma de pago

El pago por la construcción de esta pequeña obra será en m<sup>3</sup>.

### Muro

#### 9.1. Acero de refuerzo $f'c=4200 \text{ kg/cm}^2$

El acero de refuerzo es el material que irá colocado en la losa y el muro del parque, le dan a la estructura la resistencia necesaria para soportar las cargas externas que se presentarán al largo de

#### Método Constructivo

Colocación del acero de refuerzo en muro con las dimensiones y características obtenidas del diseño.

#### Materiales

- Doblador
- Cortadora
- Acero de refuerzo de  $f'c=4200 \text{ kg/cm}^2$
- Alambre galvanizado

**Forma de pago**

El pago por la construcción de esta pequeña obra será en kg.

**9.2. Hormigón simple  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .**

El hormigón es una mezcla homogénea de concreto, agregados finos y gruesos, con agua que pueden ser mezclados con aditivos para aumentar su resistencia, permeabilidad, consistencia. Mediante el tamaño del agregado, la cantidad de agua, el curado, el vaciado se determina la cantidad necesaria de materiales para tener una mezcla que cumpla con las especificaciones técnicas.

**Método Constructivo**

Utilizado para los bordillos perimetrales de las camineras.

**Materiales**

Vibrador

Hormigón  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$

**Forma de pago**

El pago por la construcción de esta pequeña obra será en  $\text{m}^3$ .