

INDICE GENERAL

1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
<i>1.2.1. Identificación del problema.....</i>	<i>2</i>
<i>1.2.2. Formulación del problema</i>	<i>3</i>
1.3. Objetivos	3
<i>1.3.1. objetivo general.....</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2. Objetivos específicos</i>	<i>3</i>
1.4. Justificación	3
<i>1.4.1. Justificación técnica</i>	<i>3</i>
<i>1.4.2. Justificación institucional</i>	<i>3</i>
<i>1.4.3. Justificación social.....</i>	<i>3</i>
1.5. Alcance y limitaciones	4
<i>1.5.1. Alcance temático</i>	<i>4</i>
<i>1.5.2. Alcance geográfico.....</i>	<i>4</i>
<i>1.5.3. Alcance temporal</i>	<i>4</i>
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Metodología de la investigación	5
<i>2.1.1. Tipos de metodologías de investigación</i>	<i>5</i>
<i>2.1.1.1. Metodología cuantitativa</i>	<i>5</i>
<i>2.1.1.2. Metodología cualitativa</i>	<i>5</i>
2.2. Mecánica de suelos.....	6
<i>2.2.1. Introducción a la mecánica de suelos.....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.2. Contenido de humedad</i>	<i>6</i>
<i>2.2.3. Análisis granulométrico.....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.4. Límite de consistencia.....</i>	<i>7</i>

2.2.4.1. Límite líquido	7
2.2.4.2. Límite plástico	8
2.2.4.3. Límite de retracción	8
2.2.4.4. Índice de plasticidad	9
2.2.5. Clasificación de suelos.....	9
2.2.5.1. Clasificación de suelos según (AASHTO)	9
2.2.5.2. Clasificación de suelos según (SUCS).....	11
2.2.6. Método de obtención de la capacidad portante del suelo	12
2.2.6.1. SPT.....	12
2.2.7. Topografía aplicada.....	13
2.2.7.1. Introducción a la topografía.....	13
2.2.7.2. Planimetría	14
2.2.7.3. Altimetría	15
2.2.7.4. Áreas de aporte	16
2.3. Sistema de alcantarillado Pluvial	16
2.3.1. Introducción al sistema de alcantarillado pluvial	16
2.3.2. Consideraciones generales	16
2.3.3. Componentes de un sistema de un alcantarillado Pluvial	18
2.3.4. Parámetros de diseño.....	18
2.3.4.1. Área de aportes	19
2.3.4.2. Caudal de diseño	19
2.3.4.3. Curvas de Intensidad-duración-frecuencia	20
2.3.4.4. Ecuaciones de Intensidad-duración-frecuencia	21
2.3.4.5. Frecuencia de lluvias – Periodo de retorno de diseño	21
2.3.4.6. Intensidad de precipitación	23
2.3.4.7. Coeficiente de escurrimiento	23
2.3.4.8. Tiempo de concentración.....	25

2.3.4.8.1. <i>Tiempo de entrada, T_e</i>	25
2.3.4.8.2. <i>Tiempo de recorrido, T_t</i>	27
2.3.5. Criterios de diseño	28
2.3.5.1. Ecuaciones para el diseño	28
2.3.5.1.1. <i>Ecuaciones de Colebrook – White</i>	28
2.3.5.1.2. <i>Ecuación de Manning</i>	29
2.3.5.1.3. <i>Ecuación de continuidad</i>	29
2.3.5.1.4. <i>Sección llena</i>	30
2.3.5.1.5. <i>Sección parcialmente llena</i>	31
2.3.5.1.6. <i>Relaciones de tirantes, velocidades y caudales</i>	31
2.3.5.2. Coeficiente “n” de rugosidad de Manning.....	32
2.3.5.3. Diámetro mínimo	32
2.3.5.4. Criterio de la tensión tractiva.....	32
2.3.5.4.1. <i>Tensión tractiva mínima</i>	33
2.3.5.4.2. <i>Determinación empírica de la tensión tractiva mínima</i>	33
2.3.5.5. Pendiente mínima	33
2.3.5.6. Pendiente mínima admisible	35
2.3.5.6.1. <i>Pendiente mínima admisible para diferentes relaciones de caudal</i>	37
2.3.5.7. Pendiente máxima admisible	37
2.3.5.8. Tirante de agua.....	37
2.3.6. Disposiciones constructivas para el diseño	37
2.3.6.1. Profundidad mínima de instalación	37
2.3.6.1.1. <i>Recubrimiento mínimo a la cota clave</i>	38
2.3.6.1.2. <i>Conexión de descargas domiciliarias</i>	38
2.3.6.2. Profundidad máxima.....	39
2.3.6.3. Ubicación de colectores	39
2.3.6.4. Tipos de sección admitidos.....	40

2.3.6.5. Ubicación de cámaras de inspección	40
2.3.6.6. Distancia entre elementos de inspección	41
2.3.6.7. Dimensiones del ancho de zanja	42
2.3.6.8. Anchos de zanja para dos o más colectores	43
2.3.6.9. Dimensiones de las cámaras de inspección	43
2.3.6.10. Canaletas media caña.....	43
2.3.6.11. Cámaras con caída	43
2.3.6.12. Ubicación de las bocas de tormenta.....	44
2.3.6.13. Interconexión entre tramos de colectores	44
2.3.6.14. Etapas de construcción.....	44
2.3.6.15. Materiales.....	44
2.4. Software Hec-Ras y HCanales	45
<i>2.4.1. ¿Que es Hec-Ras?</i>	<i>45</i>
<i>2.4.2. HCanales.....</i>	<i>46</i>
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	47
3.1. Inspección física de la zona	47
<i>3.1.1. Ubicación.....</i>	<i>47</i>
<i>3.1.2. Superficie.....</i>	<i>47</i>
3.2. Análisis de las características físicas del suelo	48
<i>3.2.1. Características físicas del suelo.....</i>	<i>48</i>
<i>3.2.2. Ensayos de laboratorio</i>	<i>49</i>
3.2.2.1. Cantidad de humedad.....	49
3.2.2.2. Análisis granulométrico del suelo.....	52
3.2.2.3. Capacidad portante del suelo	57
3.3. Topografía	62
<i>3.3.1. Características de Santa Cruz de la Sierra</i>	<i>62</i>
<i>3.3.2. Características Universidad Católica Boliviana "San Pablo".....</i>	<i>63</i>

3.3.3. Plano Planialtometrico de la Universidad Catolica Boliviana "San Pablo"	64
3.3.3.1. Alturas maxima – media - minima	64
3.4. Parámetros de diseño drenaje pluvial.....	65
3.4.1. Información pluviométrica de la zona	65
3.4.2. Periodo de diseño	67
3.4.3. Caudal de diseño.....	67
3.4.4. Coeficiente de escurrimiento.....	68
3.4.5. Curvas de intensidad – duración – frecuencia	69
3.4.6. Ecuaciones Intensidad – duración – frecuencia	71
3.4.7. Periodo de retorno.....	72
3.4.8. Intensidad de precipitación.....	72
3.4.9. Tiempo de concentración.....	73
3.4.9.1. Tiempo de entrada	73
3.4.9.2. Tiempo de recorrido.....	73
3.5. Criterio de diseño	73
3.5.1. Diámetro mínimo de diseño de las tuberías.....	74
3.5.2. Velocidades mínimas y máximas por diámetro.....	75
3.6. Cálculo de elementos estructurales	75
3.6.1. Profundidad mínima y máxima.....	75
3.6.2. Forma Geométrica.....	75
3.7. Cálculo de costos y presupuesto	76
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
4.1. Conclusiones	77
4.2. Recomendaciones	77
5. BIBLIOGRAFÍA	78