

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERIA

INFORME TÉCNICO

**“ESTUDIO DEL ALCANTARILLADO DE LA
CALLE RICARDO FLORES MAGON, EN LA
ZONA NORTE ORIENTE DE TUXTLA
GUTIERREZ CHIAPAS”**

PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO TOPOGRAFO E
HIDROLOGO**

PRESENTA

EDDY DE JESUS MONTESINOS PEÑA

DIRECTOR

MTRO. ULISES GONZALEZ VAZQUEZ

CO DIRECTOR

ING. MÓNICA CATALINA CISNEROS RAMOS

ASESOR

ING. ABRAHAM MOISES FLORES LOPEZ

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

junio de 2022





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
28 de junio de 2022

C. Eddy de Jesús Montesinos Peña

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería Topográfica e Hidrología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
Estudio del alcantarillado de la calle Ricardo Flores Magón, en la zona Norte Oriente de
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

En la modalidad de: Informe Técnico

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Mtro. José Manuel Gómez Ramos

Ing. Mónica Catalina Cisneros Ramos

Mtro. Ulises González Vázquez

Firmas:

C.c.p Expediente



INDICE

Introducción.....	2
1. Marco teórico.....	4
1.1 Estudio topográfico.....	4
1.2 Aspectos Hidrológicos.....	7
1.3 Periodo de retorno.....	10
1.4 Aspectos hidráulicos.....	11
1.5 Coeficiente de rugosidad.....	13
1.6 Alcantarillado.....	16
2. Objetivos.....	33
2.1 Objetivo general.....	33
2.2 Objetivos específicos.....	33
3. Metodología.....	34
4. Desarrollo del tema.....	37
4.1 justificación.....	37
4.2 Antecedentes.....	38
5. Presentación y análisis de los resultados.....	40
6. Conclusión.....	45
7. Anexos.....	46
8. Referencias documentales.....	48

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: parámetros climáticos promedio de Tuxtla Gutiérrez	3
FIGURA 2: Tipos de cuenca endorreica y exorreica	7
FIGURA 3: Partes de una cuenca.	8
FIGURA 4: Perfiles de flujo (Chow, 1994).....	13
FIGURA 5: Tipos de Bocas de Tormenta o Coladeras Pluviales (ASCE, 1992)	26
FIGURA 6: Trazo de una red de alcantarillado.....	27
FIGURA 8: Secciones Transversales de Conductos Cerrados.....	28
FIGURA 7: Secciones Transversales de Conductos Abiertos.	28
FIGURA 10: Puntos de control para vuelo fotogramétrico.....	34
FIGURA 9: Punto de partida del estudio topográfico, de sur a norte.	34
FIGURA 11: postes y medidores de luz, muros de contención, arboles, señalamiento vial y registros de drenaje. Imagen obtenida de Google earth	35
FIGURA 12: Encuesta aplicada en la calle Ricardo Flores Magón.....	35
FIGURA 13: Terreno natural del arroyo	36
FIGURA 14: Embovedado del arroyo	36
FIGURA 15: ubicación de las afectaciones por el desbordamiento del río Sabinal y sus afluentes. Fuente: Atlas de Riesgos Municipal. Ayuntamiento Municipal de Tuxtla Gutiérrez, 2001, citado por UNACH/CEAS/CNA, 2007.....	38
FIGURA 16: Localización de los pozos de visita en la calle Ricardo flores Magón. Imagen obtenida a través de ArcGIS.....	40
FIGURA 17: Pozo de visita 1 y 2, salida del canal embovedado sin función.	41
FIGURA 18: Pozo de visita 3. Imagen obtenida en campo.....	41
FIGURA 19: Pozo de visita 4 y 5. Imagen obtenida en campo	41
FIGURA 20: Pozo de visita 6. socavón de aguas negras.....	42
FIGURA 21: Pozo de visita 7. Sellado por concreto.....	42
FIGURA 22: Pozo de visita 8. Sellado a un 70%.	42
FIGURA 23: Pozo de visita 9.....	43
FIGURA 24: Pozo de visita 10. Acceso principal al canal embovedado.....	43
FIGURA 25: Trazo del perfil de la calle Ricardo flores Magón. Imagen obtenida y procesada en Qgis (2020).....	44
FIGURA 26: Mapa de localización de los pozos de visita. Imagen obtenida y procesada en Qgis (2020).....	44

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Valores de coeficiente de rugosidad.....	15
TABLA 2: Valores de coeficiente de rugosidad n (Ibit, 1994).	16
TABLA 3: Valores en pendiente.....	24
TABLA 4: Afluentes y áreas afectadas de Tuxtla Gutiérrez Chiapas.	39

Dedicatoria

Me gustaría dedicar este Trabajo a Dios. Para mis padres y hermano Hedilberto, Liliana y Leonardo, por su comprensión y ayuda en momentos malos y menos malos. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la Fe ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi director y asesor ingeniero Ulises Gonzales Vázquez e ingeniero Abraham Moisés Flores López, quien con sus conocimientos y apoyo me guiaron a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

Por último, quiero agradecer a todos mis compañeros y a mi familia, por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían. En especial, quiero hacer mención de mis padres, que siempre estuvieron ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

Muchas gracias a todos.

Introducción.

En el mundo, las inundaciones son consideradas como el desastre natural más dañino y peligroso. Según datos obtenidos por la UNESCO (2002), el 50% de los desastres relacionados con el agua se deben a inundaciones, por encima de hambrunas, sequías y epidemias. Los desastres por inundaciones han crecido aceleradamente en áreas urbanas, impactando negativamente el funcionamiento normal y cotidiano de la población.

El presente estudio consiste en evaluar si el alcantarillado en la calle Ricardo Flores Magón en la zona norte oriente de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas es útil para satisfacer las necesidades de dicha población.

El alcantarillado pluvial, es el sistema o red que captará y conducirá las aguas pluviales disponiéndolas hasta los cuerpos receptores de agua diseñados para tal efecto.

Tuxtla Gutiérrez (Es un antiguo asentamiento zoque, que significa: "Casa o tierra de conejos") es una ciudad, capital y núcleo urbano más grande del estado mexicano de Chiapas.

El municipio de Tuxtla Gutiérrez está ubicado en la Depresión Central, presentando relieve montañoso tanto al sur como al norte, sus coordenadas geográficas son 16° 45"N y 93° 07"W (INEGI, 2015).

Limita al norte con San Fernando y Osumacinta, al este con Chiapa de Corzo, al sur con Suchiapa y al oeste con Ocozocoautla y Berriozábal.

Su extensión territorial es de 340.74 km², lo que representa el 3.26 % de la región Centro y el 0.55% de la superficie estatal, su altitud es de 600 msnm.

Los ríos más caudalosos son el Grande de Chiapa (Grijalva), el Suchiapa, y el Sabinal; este último presenta en la actualidad un elevado deterioro.

El clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 25,4 °C. La temporada cálida dura desde mediados de febrero hasta septiembre. El período más caluroso del año es desde abril hasta la segunda semana de mayo donde se alcanzan temperaturas alrededor de los 40 °C. La temporada fresca dura desde la segunda semana de noviembre hasta mediados de febrero. El período más frío del año es el mes de diciembre cuando la temperatura puede llegar a descender hasta 8 °C. La precipitación pluvial oscila según las áreas

municipales, teniendo un promedio de 900 mm. anuales. La temporada normal de lluvias abarca desde mayo hasta la segunda semana de octubre normalmente, los meses más lluviosos son junio y septiembre. Datos obtenidos del (INEGI, 2015).

Parámetros climáticos promedio de Tuxtla Gutiérrez													
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	37.6	40.1	42.0	42.0	41.7	41.2	36.6	36.5	39.0	37.5	38.8	36.6	42.0
Temp. máx. media (°C)	29.8	31.5	33.9	35.6	35.4	32.8	32.0	32.1	31.3	30.7	30.4	29.7	32.1
Temp. media (°C)	23.0	24.3	26.1	28.2	28.7	27.2	26.4	26.5	26.1	25.5	24.4	23.3	25.8
Temp. mín. media (°C)	16.2	17.0	18.4	20.7	21.9	21.5	20.9	20.9	20.9	20.2	18.5	16.9	19.5
Temp. mín. abs. (°C)	4.0	9.8	9.9	11.3	15.0	17.5	14.3	17.2	16.8	13.0	10.0	8.1	4.0
Precipitación total (mm)	0.9	2.6	3.2	12.3	82.4	217.2	176.1	186.0	190.8	65.6	14.5	2.9	954.5
Días de precipitaciones (≥ 0.1 mm)	0.7	0.6	0.6	1.7	8.1	17.8	16.9	16.6	18.1	8.4	2.5	1.3	93.3

FIGURA 1: parámetros climáticos promedio de Tuxtla Gutiérrez

Partiendo de que se conocen las principales características (geográficas y climatológicas), la precipitación pluvial promedio de 900 milímetros anuales del municipio y la realización de un estudio topográfico (obtención de secciones transversales) de la zona, se tendrán los elementos para determinar si el alcantarillado pluvial en la calle Ricardo Flores Magón en la zona norte oriente de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, es útil para abastecer las necesidades actuales.

1. Marco teórico

1.1 Estudio topográfico.

El levantamiento topográfico, es la primera fase del estudio técnico y descriptivo de un terreno, en el cual se examinan las características físicas, geográficas, geológicas y las variaciones o alteraciones existentes del mismo, con un conjunto de métodos y operaciones para medir, procesar y transmitir los datos del terreno, que permiten representar con mayor detalle y exactitud gráficamente en un plano y a escala reducida, marcando todos los puntos que tengan algún interés relevante, así como también si existen alteraciones en el terreno hechas por el hombre como construcciones, excavaciones, etc (ALCANTARA, 2014).

Etimológicamente, la palabra “topográfico” viene de la palabra griega Topos que significa “lugar” y gráphein que es “escritura”, “descripción” o “representación gráfica”. De esta forma, podemos entender el levantamiento topográfico como la topografía de un lugar determinado y punto de partida de cualquier edificación. La aplicación de esta disciplina está presente en diversas actividades humanas que requieren tener conocimiento de la superficie del terreno durante y después de la ejecución de cualquier proyecto como la realización de obras civiles tales como vías de comunicación, canales, embalses, construcción, acueductos, futuras carreteras, edificios y puentes. (SGD Media, 2015).

1.1.1 Tipos de Levantamiento Topográfico.

Para llevar a cabo la representación gráfica de un terreno de manera fidedigna, es necesario establecer cuáles son las posiciones relativas de varios puntos, tanto en el plano horizontal (planimetría) como para determinar la altura entre varios puntos, teniendo como referencia el plano horizontal para la nivelación directa (ALCANTARA, 2014)

Así mismo dice que la representación de cualquier punto es necesario asignarle dos coordenadas, que son latitud y longitud y además una elevación o cota.

Los principales tipos de levantamiento topográfico para el estudio de un terreno son:

Levantamiento topográfico planimétrico: que es el conjunto de métodos y procedimientos, a través de los cuales se obtienen la representación a escala de los puntos y detalles del terreno sobre una superficie plana, prescindiendo de su relieve y que es representado en una proyección horizontal.

Levantamiento topográfico altimétrico: que tiene por objetivo determinar la diferencia de alturas entre distintos puntos del espacio respecto del plano que se está usando como referencia.

Según el campo de aplicación del levantamiento topográfico podemos distinguir los siguientes, según el terreno donde sea realizado:

- Levantamientos topográficos urbanos.
- Levantamientos topográficos de construcción.
- Levantamientos topográficos forestales.
- Levantamientos topográficos catastrales.
- Levantamientos topográficos hidrográficos.
- Levantamientos topográficos mineros.
- Levantamientos topográficos subterráneos.
- Levantamiento topográfico de vías de comunicación.

1.1.2 Instrumentos Para Un Levantamiento Topográfico.

Muchos son los instrumentos que se necesitan para realizar un levantamiento topográfico para la medición de ángulos, desniveles, distancias, coordenadas. y obtener así un trabajo óptimo y efectivo. Entre los más relevantes e indispensables podemos mencionar (TRUJILLO, 2009)

- La Brújula
- Cinta Métrica O Flexómetro
- Teodolito (Mecánico O Electrónico)
- Nivel Fijo
- Nivel de mano
- Distanciómetro
- Antenas Gps
- Antenas Gns
- Bastones Gns
- Receptores
- Estadal
- Prismas
- Controladoras
- Receptores O Servidores De Referencia

Con el avance tecnológico y la implementación del GPS, nace un instrumento electroóptico con el que se han podido llevar a cabo medidas que antiguamente requería diferentes equipos. Nos referimos a las estaciones totales, esta valiosa herramienta, ha incorporado un distanciómetro a un teodolito electrónico y como resultado, puede calcular con rapidez, precisión y confiabilidad, en tiempo real distancias, elevaciones o desniveles de distintos puntos. Junto con ella están además los receptores GPS, especialmente útiles para determinar de manera precisa y exacta las coordenadas del terreno en estudio, reduciendo al mínimo los márgenes de error. (TRUJILLO, 2009)

1.1.3 La estación Total.

Una estación total es un instrumento electro-óptico de gran utilidad en topografía, para medir ángulos y distancias de manera electrónica y procesar estas mediciones trigonométricas para obtener coordenadas de posición en el espacio automatizando el trabajo de campo. Se trata de una herramienta que integra un teodolito electrónico y un distanciómetro, pero a diferencia del teodolito, que mide únicamente ángulos horizontales y verticales, a través de una medición angular por medio de una mira graduada y puede calcular distancias geométricas y trigonométricas, la estación total tiene funciones adicionales como el cálculo de coordenadas y el replanteo de puntos, lo que brinda precisión y fiabilidad en las mediciones. Además, tiene incorporado un microprocesador, pantalla alfanumérica LCD, iluminación, calculadora, distanciómetro, rastreador de trayectoria y toda la información puede respaldarse en ordenadores o dispositivos, descargarlos en formato CAD, ya que la mayoría de ellas cuenta con memoria de almacenamiento de datos (TRUJILLO, 2009)

Algunas estaciones totales tienen la capa de medir a “sólido” por lo que no es necesario un prisma reflectante, además de incorporar datos como coordenadas, puntos, correcciones de presión y temperatura.

1.1.4 Tipos de estaciones totales.

Podemos diferenciar tres tipos de estaciones totales según su tecnología:

Estaciones totales manuales o convencionales: conocidas como estaciones electrónicas, pero que necesita prismas reflectantes para ser usadas, ya que esto permite que la señal emitida por el equipo sea reflectada.

Estaciones totales con GPS: gracias a su tecnología GPS, es posible utilizar los instrumentos a largas distancias, mejora la calidad y eficacia del trabajo y se puede controlar sin estar presentes en el sitio.

Estación total robótica: una de las más completas que existen, ya que su función es realizar la búsqueda y rastreo del objetivo y la toma de datos se controla a través de un radio o bluetooth, disminuyendo así la cantidad de personal requerido para un trabajo topográfico de captura y replanteo directo. Son livianas, resistentes y permiten medir a grandes distancias, con gran precisión y al mismo tiempo captan imágenes (TRUJILLO, 2009)

1.2 Aspectos Hidrológicos.

1.2.1 Características de las cuencas hidrológicas y los causes.

El ciclo hidrológico, visto a nivel de una cuenca, se puede esquematizar como un estímulo, constituido por la precipitación, al que la cuenca responde mediante el escurrimiento en su salida. Entre el estímulo y la respuesta ocurren varios fenómenos que condicionan la relación entre uno y otra, y que están controlados por las características geomorfológicas de la cuenca y su urbanización. Estas características se clasifican en dos tipos, según la manera en que como se controlan los fenómenos mencionados: las que condicionan el volumen de escurrimiento, como el área de la cuenca y el tipo de suelo, y las que condicionan las velocidades de respuesta, como son el orden de corrientes, pendiente de la cuenca y los cauces (Aparicio, 2013).

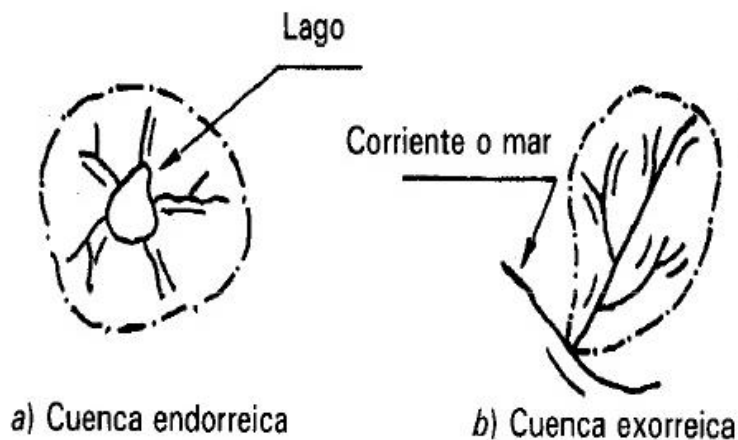


FIGURA 2: Tipos de cuenca endorreica y exorreica

Dos tipos de cuenca se pueden reconocer, endorreicas y exorreicas. Las cuencas endorreicas son aquella que terminan en un lago central y cuenca exorreicas aquellas cuencas que drenan fuera de la unidad hidrológica. (Bateman A, 2007).

Es un elemento que permite controlar las cantidades de agua para poder hacer una contabilidad de esta.

1.2.2 Características De Una Cuenca.

El parteaguas es la línea imaginaria que divide la parte más alta de las cuencas de manera que las aguas de lluvia que caen se reparten en una u otra cuenca. De esa forma la cuenca sólo tiene una salida por donde pasa el cauce principal de la misma. Los demás cursos de agua desembocan en el cauce principal y se denominan tributarios (Aparicio, 2013).

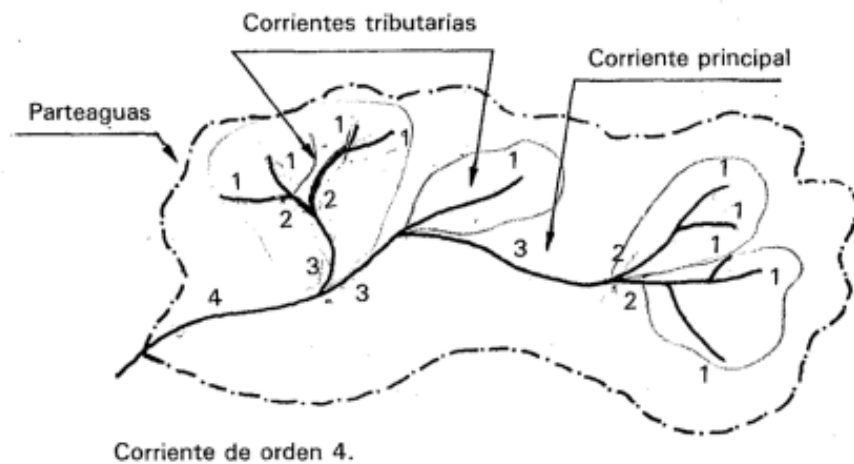


FIGURA 3: Partes de una cuenca.

Las cuencas formadas por el cauce tributario son cuencas tributarias o subcuencas. Entre mayor densidad de tributarios una cuenca responde más rápido a una precipitación o tormenta. De hecho, una de las formas como se distingue una cuenca es por el orden de tributarios que la conforman. Un indicador del grado de bifurcación es el orden de corriente. Una corriente de orden 1 significa que no tiene tributarios, una corriente de orden 2, está formada por dos corrientes de orden 1; y así sucesivamente (Aparicio, 2013).

1.2.3 Aforo en el cauce (Estación hidrométrica).

Una estación hidrométrica es una estación de medición de caudales explícita, puede ser una estación de medición del nivel de la superficie libre de una sección conocida de un río o inclusive un almacenamiento artificial de agua sobre el cauce típicamente una presa (OMM, 1994).

- Aforos.

El objetivo de las estaciones de aforo de caudales es suministrar registros sistemáticos de niveles y caudales. Los registros continuos de flujo de corriente son necesarios en proyectos de abastecimiento de agua y sistemas de saneamiento, en el diseño de estructuras hidráulicas, en la gestión del agua y en la estimación de cargas de sedimentos o de sustancias químicas de los ríos, incluidos los contaminantes, así también en la aplicación directa para los sistemas de alerta temprana (Ibit, 1994).

Como no se puede realizar una medición continua del caudal, los registros de los caudales se calculan con ayuda de la relación entre nivel y caudal, definidas mediante mediciones periódicas de los caudales y un registro sistemático de los niveles o usando estructuras de medición que han sido calibradas en el laboratorio o sobre el terreno.

- Selección del sitio de aforo.

La selección de los ríos que han de medirse se determina por los principios del diseño de redes y del uso que se dará a los datos. La selección de un sitio ideal para una estación de aforo en un río dado podría basarse en los siguientes criterios (Ibit, 1994):

- a) El curso general del río debe ser recto unos 100 metros aguas arriba y aguas abajo de la estación de aforo;
- b) La corriente total debe estar confinada en un solo cauce para todos los niveles y no pueden existir corrientes subterráneas;
- c) El lecho del río no debe estar sujeto a socavaciones ni a rellenos y debe estar libre de plantas acuáticas;
- d) Las orillas deben ser permanentes, lo suficientemente altas para contener las crecidas y deben estar libres de arbustos;
- e) Debe de haber controles naturales inalterables: afloramiento de rocas en el fondo o un cañón estable durante el estiaje, y un cauce encajonado por las crecientes caídas o cascadas, insumergible en todos los niveles de manera de tener una relación estable entre el nivel y el caudal;

f) El sitio de aforo debe estar lo suficientemente aguas arriba de la confluencia con otro río o de los efectos de marea, para evitar toda influencia variable que puedan ejercer sobre el nivel en el sitio de la estación;

g) El sitio debe ser fácilmente accesible para facilitar la instalación y el funcionamiento de la estación de aforo.

1.2.4 Técnicas estadísticas aplicadas a la hidrología.

En este apartado se describirá primero el parámetro denominado tiempo de concentración, y posteriormente se detallarán las técnicas estadísticas que generalmente se aplican a la información hidrométrica y climatológica en estudios hidrológicos

1.3 Período de retorno.

El número de años en que, en promedio, se presenta un evento extremo, se llama período de retorno, intervalo de recurrencia o simplemente frecuencia y se acostumbra a denotarlo como T_r y está dado por la siguiente expresión.

$$T = \frac{n+1}{m} \quad \text{Ecuación 1.2.4.1}$$

Dónde:

m : Número de orden de una lista de mayor a menor de los datos.

n : Número de datos.

Riesgo. Si P es la probabilidad de que ocurra un evento en cualquier año $P = 1/T$ entonces la probabilidad de que dicho evento no ocurra en un año cualquiera es:

$$P = 1 - 1/T \quad \text{Ecuación 1.2.4.2}$$

Si se supone que la no ocurrencia de un evento en un año cualquiera es independiente de la no ocurrencia del mismo en los años anteriores y posteriores, entonces la probabilidad de que el evento no ocurra es en n años sucesivos es:

$$p \cdot p \cdot p \cdot \dots \cdot p \text{ factores} = p^n = (1 - 1/T)^n \quad \text{Ecuación 1.2.4.3}$$

Y por lo tanto, la probabilidad de que el evento ocurra al menos una vez en n años es:

$$R=1-pn=(1-t)n \quad \text{Ecuación 1.2.4.4}$$

R es llamada riesgo en la teoría probabilística, con este parámetro es posible determinar cuáles son las implicaciones de seleccionar un período de retorno dado para una obra que tiene una vida útil de n años en hidrología, normalmente se prefiere trabajar con períodos de retorno en lugar de probabilidades, pues es un concepto que resulta más claro ya que tiene las mismas unidades (tiempo) que la vida útil de las obras y puede compararse con ésta (Aparicio, 2013).

1.4 Aspectos hidráulicos

1.4.1 Tipos de flujo.

El flujo es un conducto cerrado no es necesariamente un flujo en una tubería, si tiene una superficie libre, puede clasificarse como flujo de canal abierto.

El flujo en canales abiertos puede clasificarse en muchos tipos y de igual manera describirse. A continuación, se menciona una clasificación de acuerdo con el cambio en la profundidad de flujo con respecto al tiempo y al espacio.

Flujo permanente y flujo no permanente, el flujo de canal abierto es permanente cuando la profundidad de flujo no cambia o puede suponerse constante durante un intervalo de tiempo en consideración. Flujo no permanente, el flujo no es permanente si la profundidad cambia con el tiempo (Chow, 1994).

En los canales abiertos, es necesario estudiar el comportamiento del flujo bajo condiciones permanentes. Sin embargo, si el cambio en la condición del flujo con respecto al tiempo es importante, el flujo debe tratarse como no permanente.

1.4.2 Perfiles de flujo hidráulico.

Para un caudal y unas condiciones de canal determinados las líneas de profundidad normal y las líneas de profundidad crítica dividen el espacio de un canal en tres zonas.

Zona 1, el espacio por encima de la línea superior; zona 2, el espacio entre dos líneas; zona 3, el espacio por debajo de la línea inferior. Los perfiles de flujo pueden clasificarse en trece tipos, esto se determina de acuerdo a la naturaleza de la pendiente del canal y la zona en la cual se encuentra la superficie del flujo (Chow, 1994).

Tipos se designan como H2, H3; M1, M2, M3; C1, C2, C3; S1, S2, S3; y A2, A3; las letras describen las pendientes. H para horizontal, M Subcrítica, C para crítica, S para supercrítica y A para una pendiente adversa, y el número representa el número de la zona. De los trece perfiles, doce son para un flujo gradualmente variado, y uno, C2, es para un flujo uniforme. A continuación, se mencionarán las características de cada perfil (Chow, 1994).

El perfil M1, se considera como el más importante de los perfiles de flujo desde un punto de vista práctico. El perfil se presenta cuando el extremo de aguas debajo de un canal suave largo se sumerge en un embalse hasta una profundidad mayor que la profundidad normal de flujo en el canal (Ibít.1994).

El perfil M2, se presenta cuando el fondo del canal en el extremo de aguas abajo se sumerge en un embalse con una profundidad menor que la normal.

El perfil M3, por lo general este tipo de perfil ocurre cuando un flujo supercrítico entra en un canal suave, al inicio del perfil, a pesar de que no puede definirse con precisión mediante la teoría, depende de la velocidad inicial del agua entrante.

El perfil S1, empieza con un resalto en el extremo de aguas arriba y se vuelve tangente a la horizontal en el extremo aguas abajo. Se puede presentar como por ejemplo detrás de una presa en un canal empinado y en un canal empinado llegando a un embalse una alta elevación.

El perfil S2, por lo general es muy corto y semeja una transición entre una caída hidráulica y un flujo uniforme, debido a que empieza aguas arriba con una pendiente vertical de profundidad crítica y es tangente a la línea de profundidad normal en el extremo de aguas abajo.

El perfil S3, es también del tipo transicional, conformado entre un flujo supercrítico entrante y la línea de profundidad normal a la cual el perfil es tangente.

Perfil tipo C, estos perfiles indican principalmente las condiciones de transición entre los perfiles M y S.

Perfil de tipo H, éstos son los casos limitantes de perfiles M cuando el fondo del canal se vuelve horizontal. Los perfiles H2 y H3 corresponde a los perfiles M2 y M3, pero un perfil H1 no puede establecerse en realidad.

Perfiles de tipo A, el perfil de tipo A1 es imposible que se presente ya que su valor no es real, los perfiles A2 y A3 son similares a los perfiles H2 y H3. En general los perfiles tipo A rara vez ocurren (Ibit, 1994).

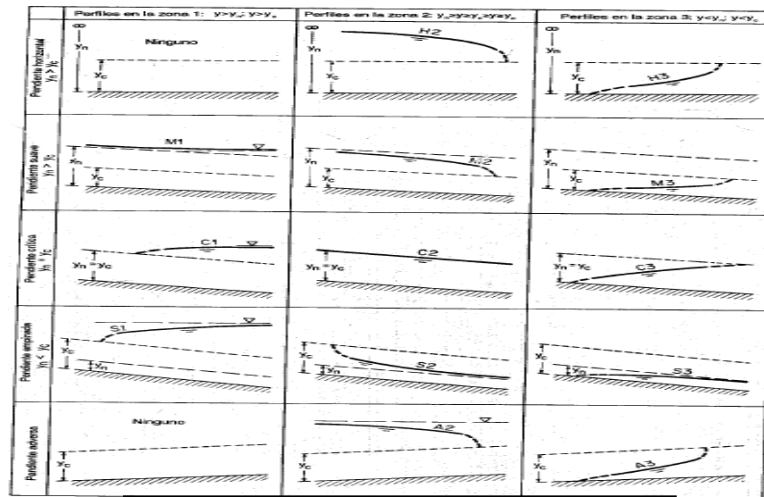


FIGURA 4: Perfiles de flujo (Chow, 1994).

1.5 Coeficiente de rugosidad.

En 1889 el ingeniero irlandés Robert Manning presentó una ecuación, la cual se modificó más adelante hasta llegar a su bien conocida forma actual, ésta ecuación se ha convertido en la más utilizada de las ecuaciones de flujo uniforme para cálculos de flujos de canales abiertos ya que determinan la resistencia de estos mismos (Ibit, 1994).

$$v = 1.49 n R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ecuación 1.5.1}$$

Donde:

V: es la velocidad medida en ft/s.

R: es el radio hidráulico en ft.

S: es la pendiente de la línea de energía.

n: es el coeficiente de rugosidad

1.5.1 Factores que afectan el coeficiente de rugosidad de Manning.

El valor de n es muy variable y depende de varios factores, para seleccionar el valor de n apropiado para diferentes condiciones de diseño, resulta muy útil tener un conocimiento básico de estos factores. Los factores naturales como artificiales son los que ejercen mayor influencia sobre este. A continuación, se describen algunos de ellos brevemente.

Rugosidad superficial, la rugosidad superficial se presenta por el tamaño y la forma de los granos del material que forma el perímetro mojado y que producen un efecto retardado del flujo. Por lo general dan un valor relativamente bajo en n , cuando son granos finos, y un valor alto en n cuando son granos gruesos (YEPEZ, 2000).

Vegetación, se puede considerar como una clase de rugosidad superficial, pero también reduce de manera notable la capacidad del canal y retarda el flujo, esto depende de cuatro factores importantes como son: la altura, la densidad, distribución y el tipo de vegetación.

Irregularidad del canal, en estos factores se incluyen irregularidades en el canal, en el perímetro mojado y variaciones en la sección transversal, en canales naturales, tales irregularidades son producidas por la presencia de barras de arena, ondas de arena, crestas, depresiones y montículos en el lecho del canal. Cada una de estas irregularidades introduce rugosidad adicional a la causada por la rugosidad superficial y otros factores (YEPEZ, 2000).

También menciona que la sedimentación y socavación, la sedimentación es un proceso que puede cambiar un canal muy irregular en un canal relativamente uniforme y disminuir el n , esto dependerá del efecto dominante de la sedimentación y la naturaleza del material depositado, en tanto que la socavación puede hacer lo contrario e incrementar el n , esto dependerá del material que conforma el perímetro mojado, digamos un lecho de arena o de gravas se erosionara más uniformemente que un lecho de arcillas, el efecto de la socavación no es importante siempre y cuando la erosión en el lecho del canal causada por velocidades altas progrese igual y uniformemente.

Obstrucción, la presencia de obstrucciones de troncos, pilas de puente y estructuras similares tiende a incrementar el n , la magnitud de este aumento depende de la naturaleza de las obstrucciones, de su tamaño, forma, número y distribución (YEPEZ, 2000).

Tamaño y forma del canal, un incremento en el radio hidráulico puede aumentar o disminuir el n , según la condición del canal

Nivel y caudal, el valor n disminuye en la mayor parte de las corrientes con el aumento en el nivel y en el caudal, cuando el agua es poco profunda, las irregularidades del fondo del canal quedan expuestas y sus efectos se vuelven pronunciados. Cuando el caudal es muy alto, la corriente puede rebasar sus bancas y una parte del flujo se localizará en la planicie de inundación,

el valor de n para planicies de inundaciones por lo general es mayor que el del canal en sí y su magnitud depende de la condición superficial o de la vegetación (YEPEZ, 2000).

Cambio estacional, debido al crecimiento estacional presente en las plantas acuáticas, hierbas, malezas, sauces y árboles en el canal, el valor de n puede aumentar en la estación de crecimiento y disminuir en la estación inactiva (Ibit, 1994)

Todos los factores anteriores deben estudiarse y evaluarse con respecto a las condiciones relacionadas con el tipo de canal, el estado de flujo, el grado de mantenimiento y otras consideraciones. A continuación, se muestran tablas con los valores de n, para los diferentes tipos de canales, en este caso se plasmarán los posibles a utilizar

TIPO DE CANAL	MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
C. Excavado o dragado			
a. En tierra, recto y uniforme:			
1. Limpio, recientemente terminado.	0.016	0.018	0.020
2. Limpio, después de exposición a la intemperie.	0.018	0.022	0.025
3. Con gravas, sección uniforme, limpio.	0.022	0.025	0.03
4. Con pastos cortos, algunos malezas.	0.022	0.027	0.033
b. En tierra, serpenteante y lento:			
1. Sin vegetación.	0.023	0.025	0.030
2. Pastos, algunas malezas.	0.025	0.030	0.033
3. malezas densas o plantas acuáticas en canales profundos.	0.030	0.035	0.040
4. Fondo de tierra con lados de piedra.	0.028	0.030	0.035
5. Fondo pedregoso y bancas con malezas.	0.025	0.035	0.040
6. Fondo con cantos rodados y lados limpios.	0.030	0.040	0.050
c. Excavado con pala o dragado.			
1. Sin vegetación.	0.025	0.028	0.040
2. Matorrales ligeros en las bancas.	0.035	0.050	0.060
d. Cortes en roca.			
1. Lisos y uniformes.	0.025	0.035	0.04
2. Afilados e irregulares.	0.035	0.040	0.050
e. Canales sin mantenimiento, malezas y matorral sin cortar.			
1. Malezas densas, tan altas como la profundidad de flujo.	0.050	0.080	0.120
2. fondo limpio, matorrales en los lados.	0.040	0.050	0.080
3. igual, nivel máximo de flujo.	0.045	0.070	0.110
4. Matorrales densos, nivel alto.	0.080	0.100	0.140

TABLA 1: Valores de coeficiente de rugosidad.

TIPO DE CANAL	MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
a. Corrientes en planicies.			
1. Limpias, rectas, máximo nivel, sin montículos ni pozos profundos.	0.025	0.030	0.033
2. Limpias, rectas, máximo nivel, sin montículos ni pozos profundos (exceso de piedras).	0.030	0.035	0.040
3. Limpio serpenteante, algunos pozos y bancos de arena.	0.033	0.040	0.045
4. Limpio serpenteante, algunos pozos y bancos de arena con algunos matorrales y piedras.	0.035	0.045	0.050
5. Niveles bajos, pendientes y secciones más ineficientes.	0.040	0.048	0.055
6. Tramos lentos, con malezas y pozos profundos.	0.045	0.050	0.060
7. Tramos con muchas malezas, pozos profundos o canales de creciente con muchos árboles con matorrales bajos	0.075	0.100	0.150
PLANICIES DE INUNDACIÓN			
a. Pastizales, sin matorrales.			
1. Pasto corto.	0.025	0.030	0.035
2. Pasto alto.	0.030	0.035	0.050
b. Áreas cultivadas.			
1. Sin Cultivo.	0.020	0.030	0.040
2. Cultivos en línea maduros.	0.025	0.035	0.045
3. Campos de cultivo maduros.	0.030	0.040	0.050
c. Matorrales.			
1. Matorrales dispersos, mucha maleza.	0.035	0.050	0.070
2. Pocos matorrales y árboles, en invierno.	0.035	0.050	0.060
3. Pocos matorrales y árboles, en verano.	0.040	0.060	0.080
4. Matorrales medios a densos, en invierno.	0.045	0.070	0.110
5. Matorrales medios a densos, en verano.	0.070	0.100	0.160
d. Árboles.			
1. Sauces densos, rectos en verano	0.110	0.150	0.200
2. Terreno limpios, con troncos sin retoños.	0.030	0.040	0.050
3. Igual que el anterior, pero con una gran cantidad de retoños.	0.050	0.060	0.080
4. Gran cantidad de árboles, algunos troncos caídos, con poco crecimiento de matorrales, nivel del agua por debajo de las ramas.	0.080	0.100	0.120
5. Nivel de creciente por encima de las ramas de los árboles.	0.100	0.120	0.160

TABLA 2: Valores de coeficiente de rugosidad n (Ibit, 1994).

1.6 Alcantarillado

El desarrollo urbano altera de manera importante la hidrología de las cuencas donde se origina. En particular, se modifican la red de drenaje y el proceso de transformación lluvia escorrentía. Como consecuencia de la actividad urbanizadora, los cauces naturales que conforman la red hidrográfica original deben ser conservados y adecuados a las nuevas condiciones, esto para que no afecte de forma directa a su capacidad de desagüe y por tanto no se propicie la existencia de inundaciones (SIAPA, 2014).

Ya no es aceptable que la transformación lluvia-escorrentía sea alterada como consecuencia del tradicional criterio que se tenía en muchos procesos de urbanización: las aguas pluviales deben ser eliminadas lo más eficaz y rápido posible. Según el denominado ESQUEMA SANITARISTA (Drenaje rápido de agua de lluvia) del Drenaje Urbano

Es necesario promover y realizar la temporal retención superficial o subterránea (estanques o depósitos de retención/detención) y la infiltración (estructuras de infiltración en donde sea factible), para no incrementar el volumen y la velocidad de circulación del agua hacia las partes más bajas de la cuenca (CAMPOS, 2010).

Esta dinámica dará como resultado final el que las redes de drenaje de dichas partes bajas no se vean sometidas a escurrimientos con mayor volumen (mayor coeficiente de escorrentía), mayor caudal punta y mayor brusquedad (menos tiempo entre el inicio de la lluvia y la presentación del caudal máximo, disminución del tiempo de concentración).

Al objeto de solucionar los problemas de inundación existentes en una determinada zona urbana, normalmente se plantearán actuaciones que tiendan a restituir de una forma artificial el comportamiento natural existente en la cuenca antes de ser ocupada por el sector a desarrollar de la ciudad. Fundamentalmente cabe dividir estas actuaciones en dos categorías: las que tienen por objeto incrementar la capacidad de desagüe de la red de colectores (que sustituye a la red hidrográfica natural) y las tendentes a disminuir la escorrentía (aumentar la retención superficial y/o subterránea y la infiltración) (CAMPOS, 2010).

Además de estas actuaciones, es importante que una correcta gestión de las infraestructuras y servicios relacionados con el servicio urbano pueda ayudar a mejorar su eficacia.

1.6.1 Descripción del alcantarillado pluvial.

El alcantarillado pluvial tiene como su principal función el manejo, control y conducción adecuada de la escorrentía de las aguas de lluvia en forma separada de las aguas residuales. Y llevarla o dejarla en sitios donde no provoquen daños e inconvenientes a los habitantes de las ciudades (SIAPA, 2014).

Un sistema de alcantarillado pluvial está constituido por una red de conductos, estructuras de captación y estructuras complementarias. Su objetivo es el manejo, control y conducción de las aguas pluviales que caen sobre las cubiertas de las edificaciones, sobre las calles y avenidas, veredas, jardines, etc. evitando con ello su acumulación o concentración y drenando la zona a la que sirven. De este modo se mitiga con cierto nivel de seguridad la generación de molestias por inundación y daños materiales y humanos (SIAPA, 2014).

1.6.2 Sistema de alcantarillado pluvial

a) Alcantarillado Pluvial Particular:

A este tipo de alcantarillado se le considera como la red de instalaciones pluviales que se encuentran dentro de un predio, finca o edificio, que capta y conduce los escurrimientos pluviales que se generan dentro del mismo hasta disponerles en UN SISTEMA DE INFILTRACIÓN, RETENCION Y/O DETENCION, así como de algún canal o tubería dentro de los límites de la propiedad, de acuerdo con las condiciones particulares del proyecto (SIAPA, 2014).

b) Alcantarillado Pluvial General Particular.

Este alcantarillado es la red que capta y conduce los escurrimientos de las aguas pluviales que ocurren dentro de las áreas comunes de los conjuntos habitacionales, centros comerciales, industriales, deportivos, de servicios, fraccionamientos privados, etc., hasta disponerlos en un SISTEMA DE INFILTRACIÓN, RETENCION Y/O DETENCION, así como de algún conducto como canal o tubería dentro de los límites de la propiedad y de acuerdo con las condiciones particulares del proyecto (SIAPA, 2014).

c) Alcantarillado Pluvial Municipal.

Es el sistema o red que recolecta y conduce las aguas pluviales que escurren en su gran mayoría sobre la ciudad y zona metropolitana, disponiéndolas en estructuras de infiltración, filtración, retención, detención y/o conduciéndolas mediante canales o tuberías hasta descargar a los cuerpos de agua naturales existentes (SIAPA, 2014).

1.6.3 Conveniencia de los Sistemas de Alcantarillado Separados.

Debido al deterioro ocasionado al medio ambiente y por los procesos de tratamiento, es conveniente la construcción de sistemas de alcantarillado separados los sistemas de alcantarillado, separados o combinados tienen ventajas y desventajas entre sí.

Los sistemas combinados tienen como ventajas el captar tanto las aguas residuales, como las pluviales, con lo cual el diseño, construcción y operación en apariencia es más económico. En este aspecto, los sistemas separados implican mayores inversiones (SIAPA, 2014).

Por otra parte, los problemas ocasionados por la contaminación han obligado a las autoridades a enfrentarlos disminuyendo lo más posible el riesgo de esos problemas. Por consiguiente, para

cuidar el medio ambiente es necesario contar con plantas de tratamiento que resultan más económicas por unidad de volumen tratado.

Aquí es evidente la conveniencia de los sistemas separados, pues los volúmenes de aguas pluviales son muy superiores a los correspondientes de aguas residuales en proporción de 50 a 200 veces o más. Así, una planta de tratamiento es más económica si solo se encarga de tratar aguas residuales de cierto tipo (SIAPA, 2014).

Un factor más a favor de los sistemas de alcantarillado separados se debe a la mayor demanda de agua en las ciudades, producto de su crecimiento, y a la escasez de esta cerca de ellas. Esto ha llevado a las autoridades a tomar medidas integrales para que más habitantes dispongan del agua indispensable para cubrir sus necesidades y desempeñen sus actividades. Tales medidas abarcan desde una mayor cobertura de abastecimiento hasta un uso racional del agua, y en este aspecto se deben desarrollar acciones encaminadas al reusó del agua de lluvia (SIAPA, 2014).

1.6.4 Componentes del Sistema de Alcantarillado Pluvial.

Los componentes principales de un sistema de alcantarillado pluvial según su función son los siguientes:

- a) **Estructuras de captación:** Recolectan las aguas a transportar; en los sistemas de alcantarillado pluvial se utilizan sumideros o coladeras pluviales (también llamados comúnmente bocas de tormenta), como estructuras de captación, aunque también pueden existir conexiones domiciliarias donde se vierta el agua de lluvia que cae en techos y patios. En general se considera que los escurrimientos pluviales también son captados por las vialidades, vados, cunetas, contra cunetas además de las coladeras pluviales o bocas de tormenta, para ser encauzados hacia las instalaciones de drenaje pluvial (SIAPA, 2014).
- b) **Estructuras de conducción:** Transportan las aguas recolectadas por las estructuras de captación hacia sitios de tratamiento o vertido. Representan la parte medular de un sistema de alcantarillado y se forman con conductos cerrados y abiertos conocidos como tuberías y canales, respectivamente (SIAPA, 2014).
- c) **Estructuras de conexión y mantenimiento:** Facilitan la conexión y mantenimiento de los conductos que forman la red de alcantarillado, pues además de permitir la conexión de varias tuberías, incluso de diferente diámetro o material, también disponen del espacio suficiente para que un hombre baje hasta el nivel de las tuberías y maniobre para llevar a

cabo la limpieza e inspección de los conductos; tales estructuras son conocidas como pozos de visita (SIAPA, 2014).

- d) **Estructuras de descarga:** Son estructuras terminales que protegen y mantienen libre de obstáculos la descarga final del sistema de alcantarillado, pues evitan posibles daños al último tramo de tubería que pueden ser causados por la corriente a donde descarga el sistema o por el propio flujo de salida de la tubería (SIAPA, 2014).
- e) **Estructuras complementarias:** Se consideran dentro de este grupo a todas aquellas estructuras que en casos específicos forman parte de un sistema de alcantarillado pluvial, para resolver un problema determinado, y que resultan importantes para el correcto funcionamiento del sistema. Tales como:
 - Estructuras de retención.
 - Estructuras de detención.
 - Estructuras de infiltración.
 - Estructuras de filtración.
 - Estructuras de limpieza, remoción y medición (SIAPA, 2014).
- f) **Disposición final:** La disposición final de las aguas captadas por un sistema de alcantarillado no es una estructura que forme parte de este, sin embargo, representa una parte fundamental del proyecto de alcantarillado. Su importancia radica en que, si no se define con anterioridad a la construcción del proyecto el destino de las aguas residuales o pluviales, entonces se pueden provocar graves daños al medio ambiente e incluso a la población servida o a aquella que se encuentra cerca de la zona de vertido (SIAPA, 2014).

A continuación, se detallan las características de cada una de ellas en el caso de un sistema de alcantarillado pluvial.

1.6.4.1 Estructuras de Captación.

En general como ya se mencionó se considera que los escurrimientos pluviales son captados por las coladeras pluviales o bocas de tormenta, además de las vialidades, vados, cunetas, contra cuneta, para ser encauzados hacia las instalaciones de drenaje pluvial.

Las bocas de tormenta son las estructuras que recolectan el agua que escurre sobre la superficie del pavimento o terreno y de ahí por medio de tuberías se conducen y pasan a la siguiente estructura del sistema de alcantarillado pluvial. Se ubican a cierta distancia en las calles con el fin de interceptar el flujo superficial, específicamente aguas arriba del cruce de calles y antes de los

cruces peatonales, en vialidades de importancia también se les coloca en los puntos más bajos, donde pudiera acumularse el agua (SIAPA, 2014).

También mencionan que estas están constituidas por una caja principal y otra más pequeña en el fondo (por debajo de la tubería de descarga) que funciona como desarenador y donde se depositan los sólidos en suspensión que arrastra el agua. En la parte superior tiene una rejilla con su estructura de soporte que permite la entrada del agua de la superficie al sistema, esto mediante una tubería a la que se le denomina albañal pluvial. La rejilla evita el paso de basura, ramas y otros objetos que pudieran taponar los conductos de la red.

De acuerdo con su localización y la forma de la rejilla de la coladera, las bocas de tormenta pueden ser:

- Tipo piso
- Tipo banqueta
- Tipo piso y banqueta (mixta)
- Tipo arroyo (rejillas de piso, que pueden ser longitudinales o transversales)

Las bocas de tormenta de piso se instalan formando parte del pavimento al mismo nivel de su superficie, y las de banqueta se construyen formando parte de la guarnición. Cuando se requiere captar mayores gastos puede hacerse una combinación de ambas. Las coladeras longitudinales son un tipo especial de las de banqueta (SIAPA, 2014).

La selección de alguna de ellas o de alguna de sus combinaciones depende exclusivamente de la pendiente longitudinal de las calles y del caudal por recolectar.

En ocasiones, se les combina con una depresión del espesor del pavimento para hacerlas más eficientes (coladeras pluviales.)

El material de las rejillas de las coladeras será de fierro fundido y en coladera tipo arroyo de acero estructural, la caja con muros de ladrillo o bloque, con piso, cubierta y estructura de concreto reforzado, o con piso, muros y cubierta de concreto reforzado (SIAPA, 2014).

La localización de las bocas de tormenta a instalar dependerá de las instalaciones existentes (agua potable alcantarillado sanitario, gas, telefonía, etc.) y de la red pluvial y no deberá interferir con la rampa para personas con capacidades diferentes ni con el acceso a la vivienda, comercios, edificios de oficinas, etc.

De acuerdo con el tipo de cruce el número de bocas de tormenta será:

- a) En la intersección de dos vialidades principales donde todas las pendientes longitudinales converjan formando un punto bajo, deberá colocarse una boca de tormenta en cada esquina evitando el cruce del agua sobre cualquiera de las vialidades (SIAPA, 2014).
- b) En la intersección de una vialidad principal y una secundaria donde las pendientes longitudinales converjan formando un punto bajo, se deberá colocar bocas de tormenta en la vialidad secundaria creando un cruce del agua por medio de cunetas de concreto tipo "V" (SIAPA, 2014).
- c) En una intersección tipo "T" de una vialidad cuyas pendientes longitudinales converjan formando un punto bajo, se deberán colocar tres (3) bocas de tormenta como mínimo, una en cada esquina y la tercera sobre la vialidad principal, ubicada en el límite de lotes para que no interfiera con la entrada de vehículos (SIAPA, 2014).
- d) En una intersección tipo "T" de una vialidad principal y una secundaria en las que las pendientes longitudinales converjan formando un punto bajo, se deberán colocar bocas de tormenta hacia un solo lado del cruce creando un cruce de agua por medio de una cuneta de concreto tipo "V" (SIAPA, 2014).

En todos los casos se deberá cuidar el aspecto de seguridad vehicular y la protección del usuario para cruzar las calles.

Las bocas de tormenta ubicadas en las esquinas se colocarán de tal manera que no interfieran con las rampas para personas con capacidades diferentes, accesos vehiculares a locales o viviendas.

La boca de tormenta tipo arroyo (rejillas de piso) se deberán modular de tal forma que se garantice el paso seguro de las personas y ciclistas por la vialidad.

El número de bocas de tormenta en todos los casos estará en función de su capacidad hidráulica y el gasto originado por la superficie o área tributaria correspondiente.

El diámetro y la pendiente de la tubería de conexión de la boca de tormenta con el pozo de visita se diseñarán en función de los gastos pluviales captados correspondientes al área tributaria de la misma.

La máxima separación de las bocas de tormenta no deberá exceder de 200 m. o aquella que el tirante del gasto a conducir no sea mayor de 2/3 de la altura del peralte de la guarnición y el ancho del espejo del agua no sobrepase el carril de estacionamiento (2.50 m) y para vialidades con arroyos de circulación de 9.00 m el área inundable será de 2 m de ancho (Sistema Intermunicipal De Los Servicios De Agua Potable Y Alcantarillado, SIAPA:2014).

Para analizar la capacidad de la coladera de piso, se considera que funcionará como un orificio, determinada mediante la siguiente fórmula:

$$Q = 1000 * C_r * C_d * A \sqrt{2gh}$$

Donde:

Q = Gasto en l/s.

C_r = Coeficiente de reducción por obstrucción de basura = 0.50

C_d = Coeficiente de descarga = 0.60

A = Área neta de entrada a la coladera, área libre total entre rejillas en m².

G = Aceleración de la gravedad en m/s².

h = Tirante del agua sobre la coladera en m.

Bocas de Tormenta en Banqueta y Arroyo. (en pendiente)

Para analizar la capacidad de captación de bocas de tormenta en banquetta y arroyo, ubicadas en "pendiente", se utilizarán las siguientes formulas (Nomograma de Izzard): Sin depresión en guarnición.

$$Q = K * L * Y * \sqrt{Yg}$$

Con depresión en guarnición.

$$Q = (K + C) L * Y * \sqrt{Yg}$$

$$C = 0.45 / 1.12 M ; M = L * F / (a \text{ Tan})$$

$$(F = V / (G y));$$

$$\text{Tan} = b / (b S_x) + a$$

Donde:

Q = Gasto captado, (m³/s).

K = Factor en función de Sx

Y = Tirante del flujo de aproximación en guarnición, en metros. más el aumento correspondiente por depresión en llamada.

g = Aceleración de la Gravedad de la tierra, (9.81 m/s²).

V = Velocidad del flujo de aproximación, (m/s).

Sx = Pendiente transversal de la vialidad, adimensional

a = Depresión en la entrada a boca de tormenta, en metros.

b = Ancho de depresión, en metros.

TABLA 3: valores en pendiente

Sx = (%)	0 a 5	5 a 6	6 a 8	8 o mas
K =	0.20	0.21	0.22	0.23

Nota: C, M y F son adimensionales.

Rejillas de Piso. (En pendiente)

Para analizar la capacidad de captación de rejillas de piso, ubicadas en "pendiente", se utilizarán las siguientes fórmulas (FHWA-NHI-01-021, U.S. Departamento de Transportación):

Captación de frente:

$$\text{Eficiencia de captación: } E_f = 1 - (1 - W/T)^{2.67}$$

Captación de lado:

$$\text{Eficiencia de captación: } E_l = 1 - E_f$$

Radio de intercepción:

Captación de frente:

$$R_f = 1 - K_{uf} (V - V_o) \text{ -----(a)}$$

Captación de lado:

$$R_s = (1 + ((K_{ul}) V^{1.8}) / (S_x * L^{2.3}))^{-1}$$

$$\text{Velocidad de choque: } V_o = 0.676 + 4.031 L + 2.13 L^2 + 0.598 L^3 \text{ ----(b)}$$

$$\text{Gasto total interceptado: } Q_i = Q_d (R_f * E_f + R_s * E_l)$$

Donde:

W = Ancho de rejilla, (m).

L = Longitud de rejilla, (m).

T = Espejo de agua en vialidad, (m).

Kuf = 0.295

V = Velocidad de llegada, (m/s).

V0 = Velocidad mínima donde ocurre el choque del flujo con la rejilla, (m/s).

Kul = 0.0828

Sx = Bombeo de vialidad, (m/m).

Qi = Gasto total captado, (m³/s).

Qd = Gasto de diseño, (m³/s).

(a) = Solo aplica si $V > V_0$. Caso contrario se asume

(b) $R_f = 1$ (b) = Para rejillas con barras paralelas espaciadas a cada 5 cm

Nota: por cuestiones de mantenimiento, sin excepción alguna, se considerará un ancho mínimo de rejilla de 0.60 m.

Bocas de Tormenta y Rejillas de Piso.

(En puntos bajos) Cuando las bocas de tormenta y/o rejillas de piso se encuentren ubicadas en puntos bajos se analizará la capacidad de captación mediante la siguiente fórmula (Torricelli):

$$Q = B * C * A * \sqrt{2gh}$$

Donde:

Q = Gasto de captación, (m³/s)

C = Coeficiente de descarga, (0.60)

B = Coeficiente de reducción por obstrucción de basura, (0.50)

A = Área hidráulica de abertura, (m²)

- Para Bocas de Tormenta Área hidráulica libre total entre rejillas, (m²)
- Para Rejillas de piso

G = Aceleración de la Gravedad, (m/s²)

$h =$ Tirante hidráulico sobre estructura, (m).

Bocas de Tormenta Mixtas

Las bocas de tormenta mixtas se componen por la combinación de rejillas de piso con una boca de tormenta en banqueteta y /o arroyo y pueden ser utilizadas en caso donde se requiera una mayor captación respecto a una boca de tormenta convencional.

Para analizar la capacidad de captación de bocas de tormentas mixtas, se aplican las fórmulas descritas según su ubicación (puntos bajos y/o en pendiente) y se sumarán los datos algebraicamente.

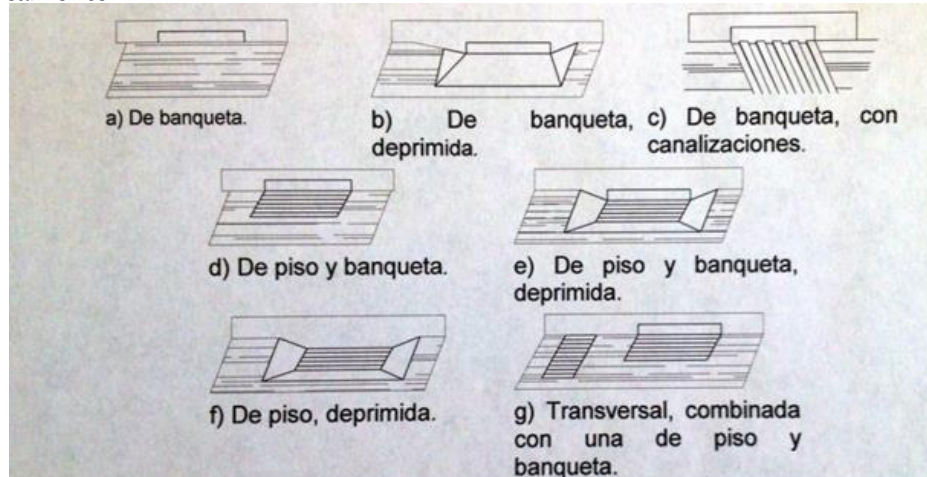


FIGURA 5: Tipos de Bocas de Tormenta o Coladeras Pluviales (ASCE, 1992)

1.6.4.2 Estructuras de Conducción.

Son todas aquellas estructuras que transportan las aguas recolectadas por las estructuras de captación (específicamente Bocas de Tormenta o bien los conductos que integran la red) hasta el sitio de vertido o descarga. Se pueden clasificar de acuerdo con la importancia del conducto dentro del sistema de drenaje o según el material y método de construcción.

Según la importancia del conducto dentro de la red, los conductos pueden ser clasificados como atarjeas, subcolectores, colectores y emisores. Se le llama atarjeas o red de atarjeas a los conductos de menor diámetro en la red, a los cuales descargan la mayor parte de las estructuras de captación. Los subcolectores son conductos de mayor diámetro que las atarjeas, que reciben directamente las aportaciones de dos o más atarjeas y las conducen hacia los colectores (SIAPA, 2014).

Los colectores son los conductos de mayor tamaño en la red y representan la parte medular del sistema de alcantarillado, también se les llama interceptores, dependiendo de su acomodo en la red. Su función es reunir el agua recolectada por los subcolectores y llevarla hasta el punto de salida de la red e inicio del emisor.

El emisor conduce las aguas hasta el punto de descarga o tratamiento. Una red puede tener más de un emisor dependiendo del tamaño de la localidad. Se le distingue de los colectores porque no recibe conexiones adicionales en su recorrido.

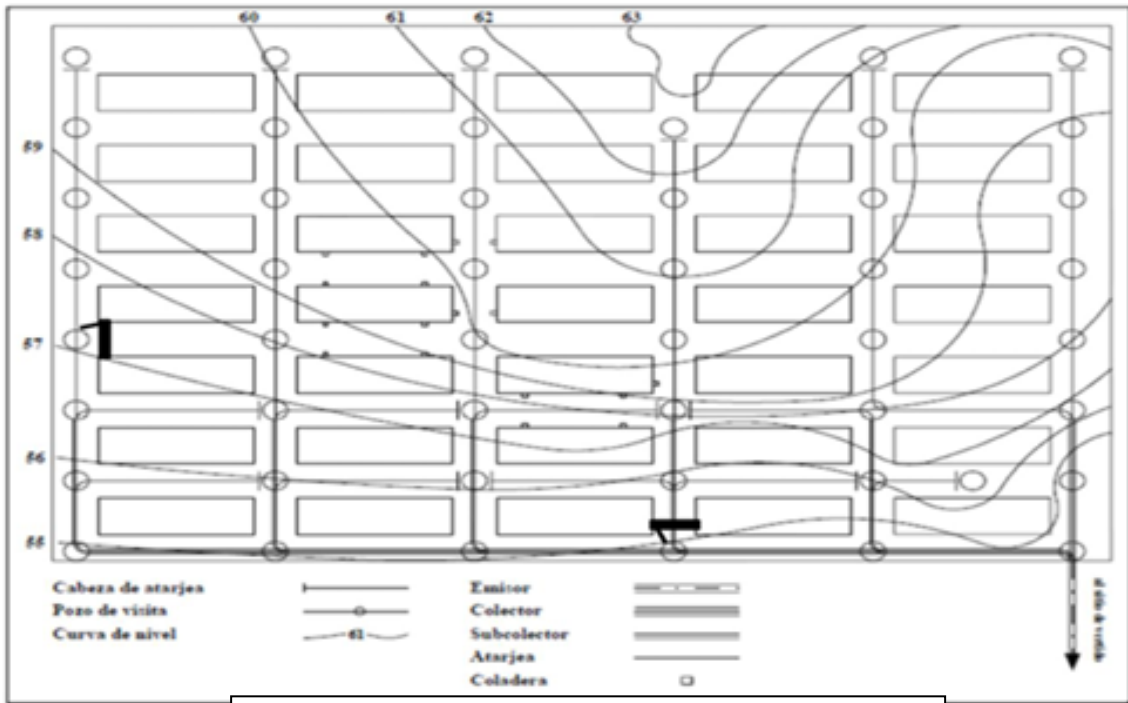


FIGURA 6: Trazo de una red de alcantarillado.

Por otra parte, los conductos pueden clasificarse de acuerdo con el material que los forma y al método de construcción o fabricación de estos. Desde el punto de vista de su construcción existen dos tipos de conductos: los prefabricados y los que son construidos en el lugar (SIAPA, 2014).

a) Los conductos prefabricados:

Son a los que comúnmente se les denomina como "tuberías", con varios sistemas de unión o ensamble, generalmente son de sección circular. Las tuberías comerciales más usuales en México se fabrican con los siguientes materiales: acero, concreto reforzado, policloruro de vinilo (PVC) y polietileno de alta densidad (PEAD); siendo los dos últimos los materiales más utilizados ya que garantizan la hermeticidad de las líneas de conducción en sistemas de alcantarillado.

b) Los conductos construidos en el lugar:

Son usualmente de concreto reforzados y pueden ser estructuras cerradas o a cielo abierto. A las primeras se les llama cerradas porque se construyen con secciones transversales de forma semi-elíptica, herradura, circular, rectangular o en bóveda. Las estructuras a cielo abierto corresponden a canales abiertos de sección rectangular, trapezoidal o triangular. En la Figura se presentan las secciones transversales más usuales en los conductos cerrados, y

en la Figura “n” a cielo abierto, aunque algunas de ellas suelen ser combinadas (por ejemplo, triangular y trapecial).

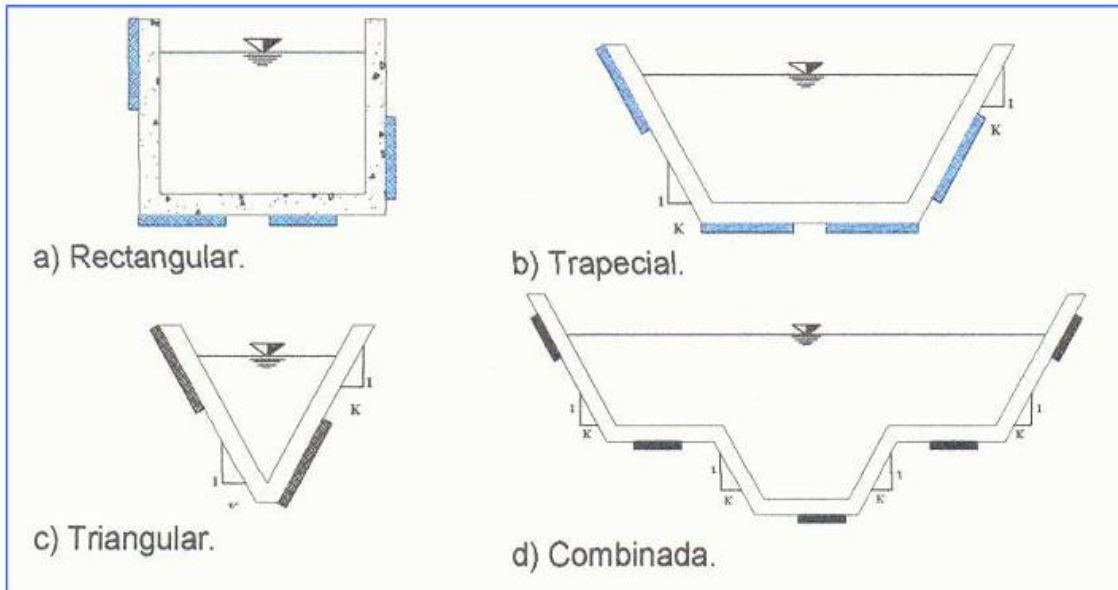


FIGURA 7: Secciones Transversales de Conductos Abiertos.

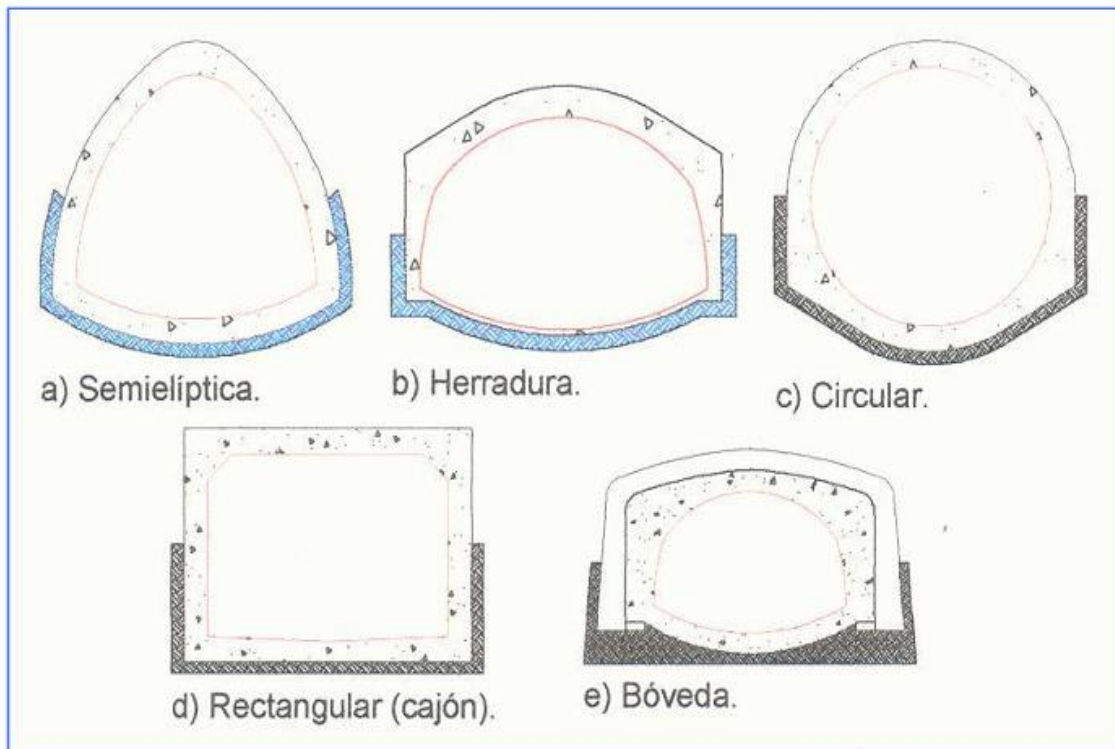


FIGURA 8: Secciones Transversales de Conductos Cerrados

En cualquier caso, el análisis hidráulico de los conductos se realizará a superficie libre y de acuerdo con lo establecido en los lineamientos y criterios técnicos para proyecto y diseño de conductos a gravedad (SIAPA, 2014).

1.6.4.3 Estructuras de conexión y mantenimiento (pozos y cajas de Visita).

Son estructuras subterráneas construidas hasta el nivel del suelo o pavimento, donde se les coloca una tapa. Su forma es cilíndrica en la parte inferior y tronco cónico en la parte superior, y son lo suficientemente amplias como para que un hombre baje a ellas y realice maniobras en su interior, ya sea para mantenimiento o inspección de los conductos. El piso es una plataforma con canales que encauzan la corriente de una tubería a otra, y una escalera marina que permite el descenso y ascenso en el interior. Un brocal de hierro dúctil o de concreto armado protege su desembocadura a la superficie y una tapa perforada, ya sea de hierro dúctil o de concreto armado cubre la boca (SIAPA, 2014).

1.6.4.4 Pozos de visita.

Se les conoce como pozos de visita o cajas de visita según sus dimensiones. Este tipo de estructuras facilita la inspección y limpieza de los conductos de una red de alcantarillado, también permite la ventilación de estos. Su existencia en las redes de alcantarillado es vital para el sistema, pues sin ellas estos se taponarían y su reparación podría ser complicada y costosa (SIAPA, 2014).

También menciona que, para dar mantenimiento a la red, los pozos de visita se ubican al inicio de las atarjeas y en los puntos donde la tubería cambia de diámetro, dirección o de pendiente, también donde se requiere la conexión con otras atarjeas, subcolectores o colectores. Por regla los pozos de visita en una sola tubería no se colocan a intervalos no mayores de 80 m., dependiendo del diámetro de las tuberías a unir.

Tipos de pozos de visita.

Existen varios tipos de pozos de visita que se clasifican según la función y dimensiones de las tuberías que confluyen en los mismos e incluso del material de que están hechos. Así se tienen:

- pozos comunes de visita
- pozos para conexiones oblicuas (en deflexión)
- pozos caja, pozos caja unión
- pozos caja de deflexión
- pozos con caída (adosada, libre mediante rápida, con deflector y escalonada).
- Existen pozos de visita prefabricados de concreto reforzado y polietileno.

Los pozos o cajas permiten la conexión de tuberías de diferentes diámetros o materiales, siendo los pozos comunes para diámetros pequeños y los pozos caja para diámetros grandes. Las uniones entre tuberías se resuelven en el pozo de varias formas (SIAPA, 2014).

1.6.4.5 Estructuras de descarga

Se le denomina estructura de descarga a aquella obra final del sistema de alcantarillado que asegura una descarga continua a una corriente receptora (cauce natural o canal abierto) a un embalse natural o artificial o incluso al océano. Tales estructuras pueden verter las aguas de emisores consistentes en conductos cerrados o de canales, por lo cual se consideran dos tipos de estructuras para las descargas.

- a) Estructura de descarga con conducto cerrado.

Cuando la conducción por el emisor de una red de alcantarillado es entubada y se requiere verter las aguas a una corriente receptora que posea cierta velocidad y dirección, se utiliza una estructura que encauce la descarga directa a la corriente receptora y proteja al emisor de deslaves y taponamientos. Este tipo de estructuras de descarga se construyen con mampostería o concreto, y su trazo puede ser normal a la corriente (SIAPA, 2014).

- b) Estructura de descarga con canal abierto.

En este caso, la estructura de descarga consiste en un canal abierto construido en base a un zampeado de mampostería, cuyo ancho se incrementa gradualmente hasta la corriente receptora. De esta forma se evita la socavación del terreno natural y se permite que la velocidad disminuya (SIAPA, 2014).

1.6.4.6 Estructuras complementarias

Las obras o estructuras complementarias en una red de alcantarillado pluvial son estructuras que no siempre forman parte de una red, pero que en ciertos casos permiten un funcionamiento adecuado de la misma. Entre ellas se encuentran las plantas de bombeo, Estructuras de retención y/o detención, presas filtrantes o gaviones, Estructuras de infiltración y/o filtración, Estructuras de limpieza, sedimentación, remoción (rejas, desarenadores, etc.), Estructuras de control y/o medición (vertedores, etc.), Estructuras de disipación de energía, sifones invertidos, cruces elevados, alcantarillas pluviales y puentes (SIAPA, 2014).

1.6.4.6.1 Plantas de bombeo.

Una planta de bombeo se compone de una cámara de bombeo o tanque donde las aguas son descargadas por el sistema de alcantarillado y a su vez son extraídas por un conjunto de bombas,

cuya función es elevar el agua hasta cierto punto y vencer un desnivel para continuar la conducción hasta la descarga final. Se utilizan cuando:

- La elevación donde se concentra el agua está por debajo del nivel de la corriente natural de drenaje o del colector existente.
- Por condiciones topográficas no es posible drenar por gravedad, el área por servir hacia el colector principal, debido a que dicha área se encuentra fuera del parteaguas de la zona a la que sirve el colector

Los proyectos de plantas de bombeo para aguas pluviales solo se ejecutarán cuando ésta sea la única opción viable, y el constructor será el único responsable de su construcción, operación y mantenimiento (SIAPA, 2014).

1.6.4.6.2 Estructuras de retención:

Estanques de Retención: embalses artificiales con lámina permanente de agua (de profundidad entre 1,2 y 2 m) con vegetación acuática, tanto emergente como sumergida. Están diseñadas para garantizar largos periodos de retención de la escorrentía (2-3 semanas), promoviendo la sedimentación y la absorción de nutrientes por parte de la vegetación. Contienen un volumen de almacenamiento adicional para la laminación de los caudales punta (SIAPA, 2014).

1.6.4.6.3 Estructuras de detención.

Depósitos de Detención

En Superficie: depósitos superficiales diseñados para almacenar temporalmente los volúmenes de escorrentía generados aguas arriba, laminando los caudales punta. Favorecen la sedimentación y con ello la reducción de la contaminación. Pueden emplazarse en “zonas muertas” o ser compaginados con otros usos, como los recreacionales, en parques e instalaciones deportivas. Los depósitos o estanques superficiales (en este caso) se ubican generalmente en depresiones del terreno o áreas excavadas para tal propósito, en zonas donde todavía es posible localizarlos pues existe terreno no urbanizado (SIAPA, 2014).

Enterrados: cuando no se dispone de terrenos en superficie, o en los casos en que las condiciones del entorno no recomiendan una infraestructura a cielo abierto, estos depósitos se construyen en el subsuelo (llamados también tanques de tormentas). Se fabrican con materiales diversos, siendo los de concreto armado y los de materiales plásticos los más habituales. Los depósitos

subterráneos pueden ser la única solución en zonas urbanas altamente desarrolladas y consisten principalmente en un tanque de tormentas

El funcionamiento hidrológico de ambos es igual, lo que cambia es la manera como se evalúa el volumen disponible en cada cota (SIAPA, 2014).

1.6.4.6.4 Tipos de depósitos de detención.

a) Depósitos sobre la conducción y laterales.

Los depósitos sobre la conducción se ubican a lo largo de la conducción que puede ser un subcolector o colector y todo el escurrimiento proveniente de la cuenca que drena hasta su sitio entra en ellos. Los depósitos laterales se localizan fuera de la conducción, de manera que solo una parte del escurrimiento generado por la cuenca es derivada hacia tal almacenamiento. Los depósitos laterales son indicados en colectores con grandes cuencas, para tener menor volumen requerido y por lo tanto menores estructuras de descarga, todo lo cual se traduce en un depósito más económico (SIAPA, 2014).

b) Depósitos particulares y generales.

En algunos casos, el escurrimiento procedente de varios desarrollos urbanos es dirigido hacia un depósito o estanque general, en lugar de construir depósitos o estanques particulares o individuales. Lógicamente, el objetivo de esta estructura de detención consiste en mitigar el gasto pico de una cuenca más grande combinada; en cambio, cada estructura particular o individual reduce el gasto pico de cada nuevo desarrollo urbano (SIAPA, 2014).

c) Depósitos o Estanques en Serie e Interconectados.

En los depósitos o estanques en serie la descarga del superior entra al de aguas abajo, pero este último no afecta al primero, por lo cual no interactúan físicamente. En cambio, en los estanques interconectados la descarga del superior llega al almacenamiento del de aguas abajo y este influye en tal descarga. El objetivo de tal interconexión es buscar un mayor efecto regularizador, al combinar los almacenamientos (SIAPA, 2014).

2. Objetivos.

2.1 Objetivo general

- Realizar un estudio del alcantarillado existente en la calle Ricardo flores Magón.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar los pozos de visita en la calle Ricardo flores Magón
- Evaluar los pozos de visita satisfagan las necesidades de la población en la zona norte oriente de Tuxtla Gutiérrez (calle Ricardo flores Magón).
- Realizar un mapa de ubicación de los pozos de visita del área de estudio.

3. Metodología.

En apoyo a la solicitud de un proyecto de peritaje ambiental, en compañía de académicos, investigadores y docentes, se arribó a la calle Ricardo Flores Magón, en la zona norte oriente de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, con equipos topográficos (receptores RTK, drones fotogramétricos y estación total) se inició con un recorrido por toda la vialidad, que corresponde a 598 metros de longitud (de sur a norte de la vialidad), más 198 metros de la bóveda de un canal a cielo abierto, en total se realizaron 796 metros de estudio.

Para iniciar el estudio topográfico del área, procedimos a establecer los puntos de control, los cuales nos permitieron geo-referenciar todo el levantamiento topográfico y el vuelo del dron. Se inicio ubicando el equipo (estación total sokkia cx-105), en la lateral del libramiento norte.



FIGURA 9: Punto de partida del estudio topográfico, de sur a norte.



FIGURA 10: Puntos de control para vuelo fotogramétrico.

Se ubicaron los pozos de visitas de la calle Ricardo Flores Magón para tener el eje y centro de toda la vialidad, los cuales corresponden a 10 pozos de visita. Así mismo se señaló cada registro sanitario, paramentos de casa a casa, muros de contención, señalamiento vial, árboles, tomas de agua, postes y medidores de luz de cada una de las casas ubicadas en esta colonia.

FIGURA 11: postes y medidores de luz, muros de contención, arboles, señalamiento vial y registros de drenaje



Con el equipo topográfico levantamos una nube de puntos, en la cual recolectamos las coordenadas (x y z) para obtener las secciones a cada 20 metros de la vialidad.

Se realizó una encuesta con vecinos de la colonia, preguntando con qué frecuencia sufrían daños por las corrientes de agua, ya sea con afectaciones a su domicilio o en las actividades cotidianas.

ENCUESTA

1. ¿En su vivienda tienen problemas de drenaje?
Sí No
2. ¿Existe proliferación de roedores o plagas de insectos?
Sí No
3. Si la respuesta es sí especifique ¿en qué temporada del año abunda más la plaga?
a. Temporada de estiaje
b. Temporada de lluvias
c. Todo el año
4. ¿La instalación sanitaria de descarga que utiliza es Inodoro de descarga o sifón?
Sí No
5. ¿Adónde va la descarga de aguas utilizadas en su hogar?
a. Descarga a la red de alcantarillado
b. Descarga a un tanque séptico
c. Descarga a una letrina de fosa
d. Descarga a drenaje abierto
e. Descarga con destino desconocido
6. ¿En temporada de lluvia la corriente de agua tiende a subir ocasionando inundación en su vivienda?
Sí No
7. ¿Ha tenido daños materiales en su vivienda y/o vehículo debido a la corriente de agua y arrastre de material?
Sí No
8. ¿En temporada de lluvia la calle Flores Magón se encuentra azolvada?
Sí No
9. Si la respuesta es sí, ¿este asolvamiento en su mayoría por qué tipo de materiales se conforma?
a. Arena, tierra, lodo, piedras, rocas, ramas
b. Basura (envolturas, botellas, etc)
c. Todo los anteriores
10. ¿El Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA) recurre al desazolve de las alcantarillas y de la calle Flores Magón?
Sí No

FIGURA 12: Encuesta aplicada en la calle Ricardo Flores Magón.

En la zona norte donde finaliza la calle Ricardo Flores Magón, se encuentra un canal a cielo abierto en el cual transita un arroyo que, en época de precipitaciones altas, éste arrastra desechos por toda la vialidad. En este canal los primeros 60 metros son de terreno natural en el cual se obtuvieron los puntos en dirección de ambos hombros del canal.



FIGURA 13: Terreno natural del arroyo

Al finalizar el terreno natural comienza loza de 15 cm de espesor y muros de contención con una altura de 8 metros donde podemos observar 2 puentes que comunican a una escuela secundaria.



FIGURA 14: Embovedado del arroyo

4. Desarrollo del tema.

4.1 justificación.

En la zona norte oriente de Tuxtla Gutiérrez, específicamente en la calle Flores Magón, se presentan diversos problemas como inundación, arrastre de vehículos, asolvamiento de calles y banquetas, arrastre de piedras, arrastre de flora y fauna, y el peligro latente de ocasionar eventos lamentables de pérdida de vidas humanas, todo esto ocasionado por el desbordamiento de aguas, cuando se han presentado precipitaciones de moderadas a fuertes. Ante esta problemática, la red sanitaria sufre un sobre gasto de aguas provenientes de los drenes pluviales domiciliarios y las aguas provenientes del dren pluvial que corren sobre la calle y filtrándose a los pozos de visita, afectando a la misma. Se propone realizar un estudio multidisciplinario donde intervengan diferentes áreas de formación de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, realizándose para ello, un diagnóstico a través de la aplicación de encuestas, se analice la situación de la infraestructura pluvial actual mediante estudio topo- hidráulico del área y se proporcione una conclusión del porqué de esta problemática.

4.2 Antecedentes.

Tuxtla Gutiérrez se encuentra situada en la Planicie Central del Estado de Chiapas, considerada como una zona propensa a inundaciones debido a que, entre otros factores, el Municipio al tener un considerable crecimiento demográfico en los últimos años, ha originado que la cuenca del Río Sabinal presente cambios significativos en las condiciones urbanas, con el correspondiente aumento de volumen en sus afluentes debido a la reducción del tiempo de respuesta ante las precipitaciones pluviales (INEGI,2015).

La cuenca del río Sabinal está formada por 21 arroyos, que en épocas de altas precipitaciones el cauce de estos aumenta en considerable cantidad.

1. San Agustín
2. Totoposte
3. San Roque
4. La Chacona
5. Bambú
6. El Zope,
7. Chapultepec
8. Arroyo Blanco
9. San Pascualito
10. Ojo de Agua
11. Lomas del Oriente
12. Romeo Rincón
13. Pomarrosa
14. Cerro Hueco
15. El Cocal
16. Pistimbak
17. Santa Ana
18. San Francisco Sabinal
19. Potinaspak
20. Poc-Poc
21. y La Laguna

FIGURA 15: ubicación de las afectaciones por el desbordamiento del río Sabinal y sus afluentes.
Fuente: Atlas de Riesgos Municipal.
Ayuntamiento Municipal de Tuxtla Gutiérrez,
2001, citado por UNACH/CEAS/CNA,
2007

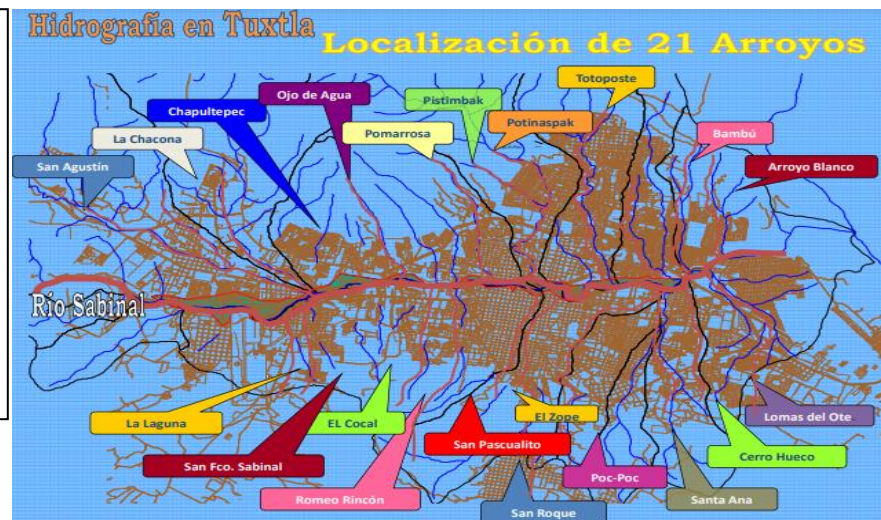


TABLA 4: afluentes y áreas afectadas de Tuxtla

N°	Arroyo	Area Afectada
1	La Chanona	Los Laureles
2	San Agustín	Los Tulipanes Y Fovissste Ii
3	Potinaspak Y Pistimbak	La Llave, Las Americas, Fovissste, Paraiso, Linda Vista Shanka, Adonahi, Potinaspak Y Niño De Atocha
4	Totoposte	Colonia Maya
5	San Ronque	Colinas Del Sur, Josefa Garrido, Plaza De Toros, Lomas Del Venado
6	La Laguna	Belisario Dominguez Y Plaza Crystal
7	Poc-Poc	Zona Centro Entre 4 Y 5 Sur Y 15 Oriente
8	Santa Ana	Bienestar Social, Mexicanidad Chiapaneca, Santa Maria La Rivera
9	Cerro Hueco	Rivera Cerro Hueco Y La Salle
10	Patria Nueva	Paso Limon, La Ilusion, Lomas Del Oriente, Cueva Del Jaguar, Los Pajaros
11	Poma Rosa	Mirador, Barrio Tizatillo, Pomarosa, Miravalle Y Mirador 2 Seccion
12	Ojo De Agua	Mirador, Barrio Tizatillo, Pomarrosa, Miravalle Y Mirador 2 Seccion, 5 Norte A La Altura Del Entronque Con El Libramiento Norte
13	El Cocal	Colonia Penipak
14	Romeo Rincon	Col. Romeo Rincon, Col Penipak
15	El Zoque	Calvarium, Colinas Del Sur, Santo Domingo Y Francisco
16	San Pascualito	Vista Hermosa, Linda Vista
17	Bambu	El Bosque
18	San Francisco Sabinal	Fracc. Tucanes, Conasupo, Fracc. San Francisco Sabinal.

Hechos históricos de desbordamientos de algunos arroyos del rio Sabinal y colonias afectadas.

- En 1984 se registró una fuerte avenida en el afluente San Agustín, ocasionando daños mínimos en las Colonias Los Laureles y Fovissste (PROTECCION CIVIL, 2018)
- Los días 24 y 25 de junio de 1996, torrenciales aguaceros hacen que se desborde el Arroyo Santa Ana; la precipitación registrada fue de 187.8 mm, afectando con niveles de hasta 2.5 metros a 300 comercios y 1,500 casas habitación de 11 colonias de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, (Fraccionamientos La Gloria, Rincón de Los Lagos, Jardines de Tuxtla, El Vergel, FOVISSTE, San José Terán, El Arenal, Lumhá, 5ª Norte entre 10ª. y 5ª. calle Oriente, Plan de Ayala, Campestre y Los Laureles (PROTECCION CIVIL, 2018).
- 29 de septiembre de 2021, los visitantes se sorprende al ver que un auto está atado con cadenas al árbol, sobre la **calle Ricardo Flores Magón, en la 2a. sección del Infonavit Grijalva**. Los que viven allí y el resto de capitalinos, saben el motivo. Esa es la calle donde varios autos han sido arrastrado por la corriente pluvial. Es también el origen de

toneladas de arena, piedra y basura que azolva las alcantarillas y el carril de baja en el libramiento Norte (PROTECCION CIVIL, 2018).

5. Presentación y análisis de los resultados.

Con el resultado de los datos obtenidos en campo, se elaboraron planos con los cuales pudimos obtener un mapa de localización de los principales pozos de visita de la calle Ricardo Flores Magón

- En el plano número uno (el de planta), el cual contiene la descripción topográfica de las calles donde se señala toda la vialidad, guarniciones, muros de contención, señalamientos, postes de luz y electricidad, tomas de agua potable, medidores de luz y pozos de visita. Este plano está orientado en sentido de la calle estudiada (de sur a norte) se observa la localización de los 10 pozos de visita.

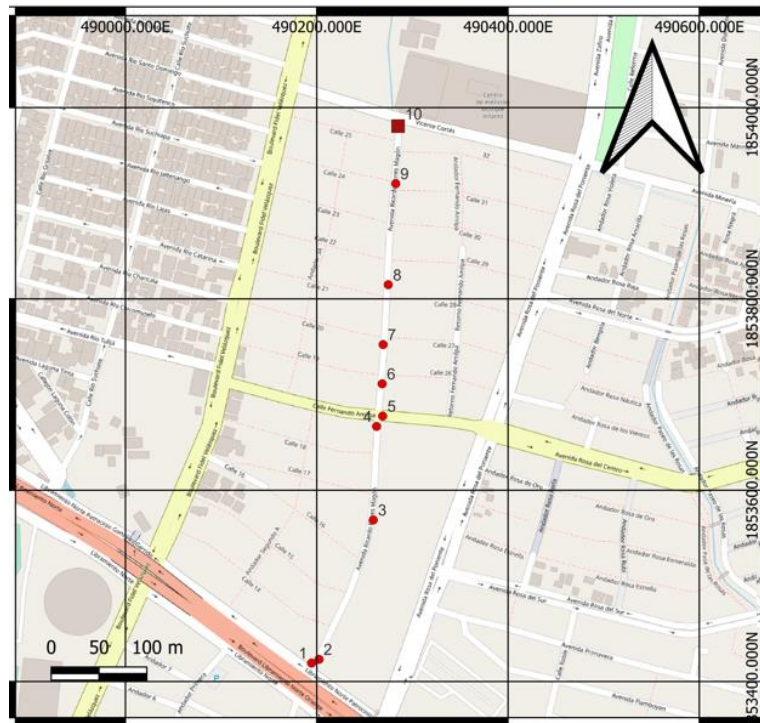


FIGURA 16: Localización de los pozos de visita en la calle Ricardo flores Magón.
Imagen obtenida a través de ArcGIS

- El número 1 y 2 podemos observar que es la salida del canal embovedado, que no está en función (se detalla el por qué en el numero 10)



FIGURA 17: Pozo de visita 1 y 2, salida del canal embovedado sin función.

- Pozo número 3 se encuentra frente al parque de la colonia y es el único pozo de visita en esa cuadra.



FIGURA 18: Pozo de visita 3. Imagen obtenida en campo

- Pozo de visita número 4 y 5 se encuentran en la intersección de la calle Ricardo Flores Magón y Fernando Amilpa, los habitantes comentan que estos pozos de visitas están en constante desbordamiento de aguas negras.



FIGURA 19: Pozo de visita 4 y 5. Imagen obtenida en campo

- Pozo de visita número 6, es el primero que podemos ver en la segunda cuadra que conforma el área de estudio, a metro y medio de distancia podemos observar un pequeño socavón el cual está lleno de aguas negras.



FIGURA 20: Pozo de visita 6. socavón de aguas negras.

- Pozo de visita número 7, es el segundo pozo de visita que se encuentra en esa calle, está ligeramente sellado con concreto, por los mismos habitantes de la colonia para evitar el desbordamiento de aguas negras.



FIGURA 21: Pozo de visita 7. Sellado por concreto.

- Pozo de visita número 8, se observó que está sellado a un 70% por concreto, evitando así desbordamientos de aguas negras.



FIGURA 22: Pozo de visita 8. Sellado a un 70%.

- Pozo de visita número 9, este es el penúltimo pozo de visita en la calle Ricardo flores Magón, este se encuentra a unos metros del acceso al canal embovedado que no se encuentra en función.



FIGURA 23: Pozo de visita 9.

- Pozo de visita 10, este es el acceso al canal embovedado, el cual se encuentra sellado con una placa metálica por debajo de la rejilla metálica, que esto no permite su funcionamiento al 100%



FIGURA 24: Pozo de visita 10. Acceso principal al canal embovedado.

- El plano número 2 señala el trazo y perfil de la vialidad, donde podemos ver el comportamiento de ésta y la dirección de la pendiente.
 - El trazo de la vialidad corresponde a 598 metros con una pendiente del 4.79%, iniciando en a la orilla del libramiento norte hasta llegar a la calle Vicente Cortez, donde inicia un canal a cielo abierto con longitud de 198 metros con una pendiente del 3.84%.

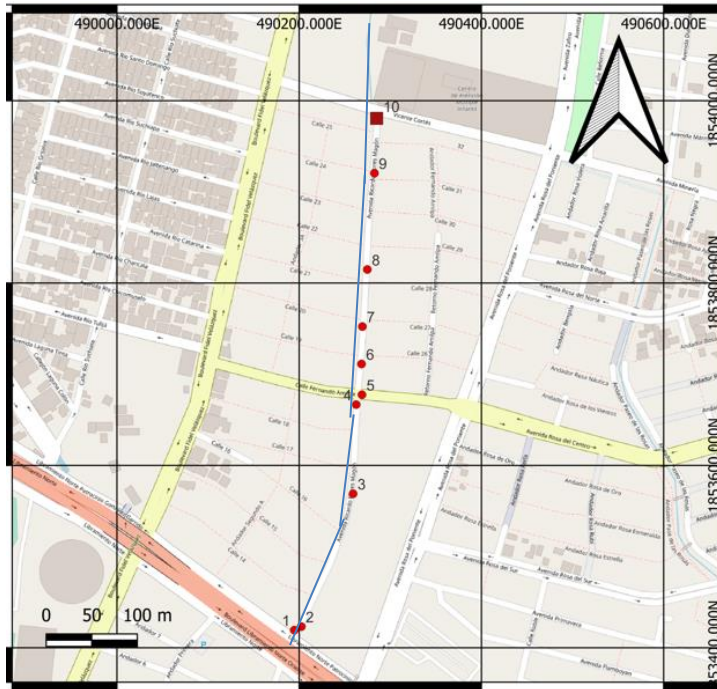


FIGURA 25: Trazo del perfil de la calle Ricardo flores Magón. Imagen obtenida y procesada en Qgis (2020)

- Se elaboro un mapa de localización de todos los pozos de visita de la calle Ricardo flores Magón de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, México.

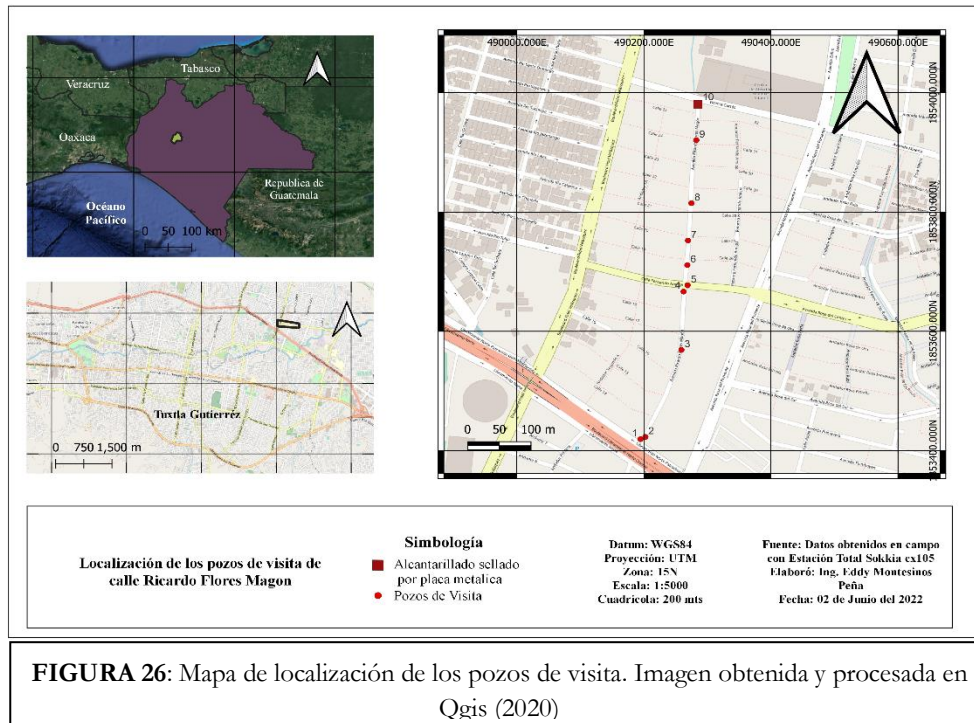


FIGURA 26: Mapa de localización de los pozos de visita. Imagen obtenida y procesada en Qgis (2020)

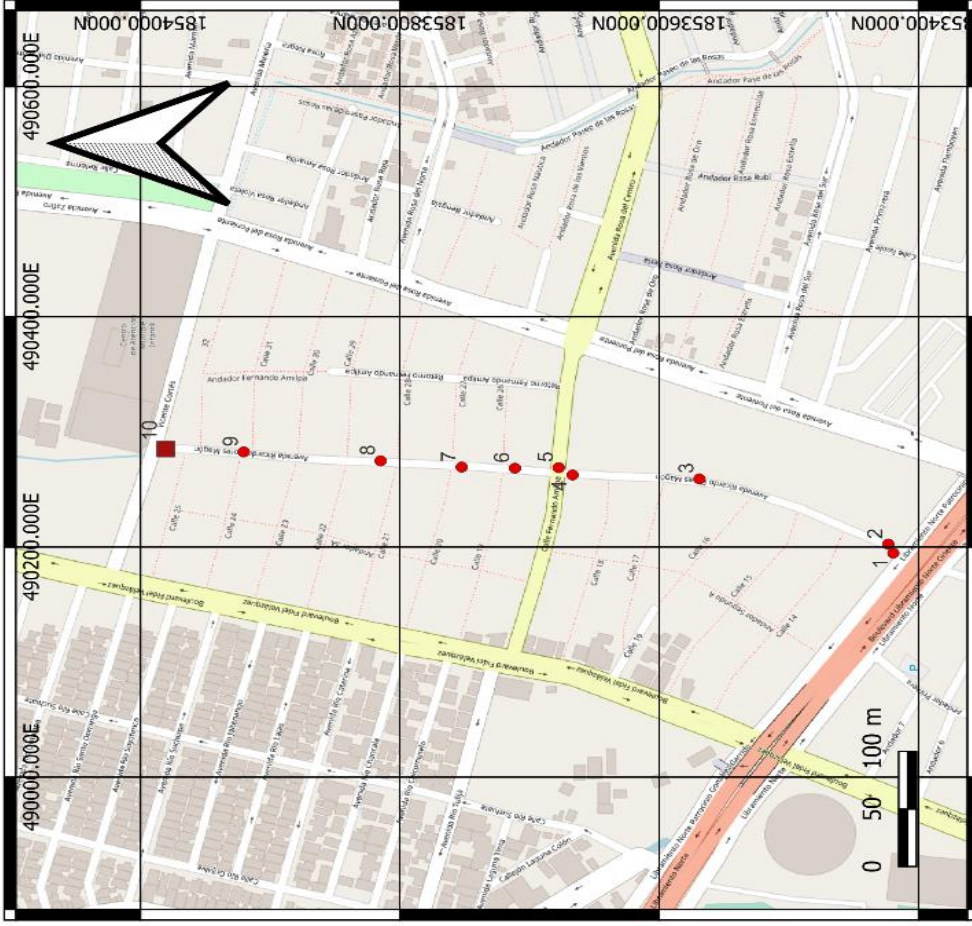
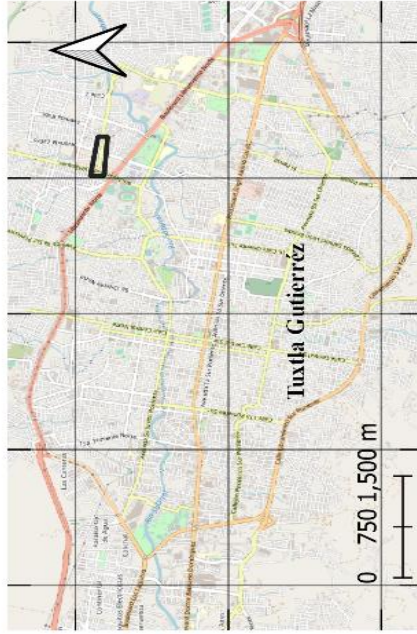
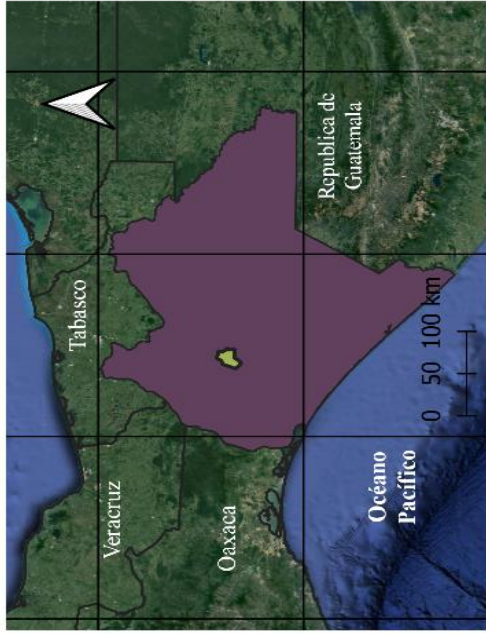
6. Conclusión.

A través de la aplicación de la encuesta y el levantamiento topográfico de la calle en estudio, se observan los siguientes resultados:

- Los habitantes de la zona refieren que el 100% son afectados por desastres hidrológicos durante el tiempo de alta precipitación, esto sumado a la mala planificación de la red pluvial, y afectando a la red sanitaria. Ya que no satisface las necesidades de la colonia y esto provoca desbordes de aguas negras por vía de los pozos de visita.
- El diámetro de la tubería existente de la red sanitaria es de 8 pulgadas de diámetro en la parte superior de la calle y de 12 pulgadas en la parte inferior de la calle.
- La pendiente de la calle Ricardo Flores Magón, en la colonia Grijalva es de 3.84%.
- La dirección de la pendiente es de norte a sur, desde la intersección con la calle Vicente guerrero hasta llegar al libramiento norte.
- En los 598 metros de longitud de calle, se cuenta con 10 pozos de visita de los cuales 2 están sellados con concreto.
- El embovedado del canal subterráneo está sellado por medio de una placa metálica en su acceso principal, el cual no permite su funcionamiento correcto.

Al finalizar el levantamiento topográfico, el recorrido a detalle de la vialidad y conociendo la precipitación pluvial promedio de 900 milímetros anuales del municipio (INEGI,2015), podemos decir que los problemas que sufren los habitantes de esta colonia son derivados al azolve de las alcantarillas, debido al arrastre de vegetación, arena y basura del arroyo que se encuentra a inicios de la colonia (entre la calle Vicente guerrero y Ricardo flores Magón) y, que las entradas al canal subterráneo están tapadas con unas placas metálicas quedando sin uso para el desalojo de las aguas pluviales.

7. Anexos.



Simbología

- Alcantarillado sellado por placa metálica
- Pozos de Visita

Localización de los pozos de visita de calle Ricardo Flores Magon

Datum: WGS84
 Proyección: UTM
 Zona: 15N
 Escala: 1:5000
 Cuadrícula: 200 mts

Fuente: Datos obtenidos en campo con Estación Total Sokkia cx105
 Elaboró: Ing. Eddy Montesinos Peña

Fecha: 02 de Junio del 2022

8. Referencias documentales.

Aparicio, F. (2018). Precipitación. En Fundamentos De Hidrología De Superficie (25-35). Mexico: Limusa México.

Alegria, A. (2016). Tiemblan De Miedo Y Rabia Colonos. Cuarto Poder, P.8.

Cartaya, Humberto, & Osío, Mónica G., & Valencia, Federico F., & Guevara, Edilberto (2000). Cálculo Del Coeficiente De Rugosidad "N" De Manning En Los Grandes Ríos De Venezuela. Revista Ingeniería Uc, 7(2),0. [Fecha De Consulta 1 De Junio De 2022]. Issn: 1316-6832. Disponible En: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70770202>

Campos, D. (2010). Introducción A La Hidrología Urbana. San Luis Potosí: Universitaria Potosina.

Doménech, I. (2014). Alcantarillado Pluvial. En Lineamientos Técnicos Para Factibilidades, Siapa(Pp.21-38). Valencia España: Dep. Ing. Hidráulica Y Medio Ambiente.

Dante, A. (2014). Topografía Y Sus Aplicaciones. Mexico: Continental

Dirección De Protección Civil. (2010). Plan De Contingencias Para La Temporada De Lluvias 2010. Abril 20, 2022, De H. Ayuntamiento De Tuxtla Gutierrez Sitio Web:

https://proteccioncivil.chiapas.gob.mx/documentos/plan_lluvias_tuxtla_guti%C3%A9rez.pdf

Equipo De Desarrollo De Qgis, 2009. Sistema De Información Geográfica Qgis. Abierto Fundación Fuente Geoespacial. Url <https://qgis.org/en/site/>

Pachas, R. (2009). El Levantamiento Topográfico. Topografía, Viii, Pp.29-45.

Rivadeneira, J (2012). Diseño Del Sistema De Alcantarillado Pluvial Del Barrio “La Campiña Del Inca” Canton Quito, Provincia De Pichincha Tesis De Licenciatura Pontificia Universidad Católica Del Ecuador

Riddle, M (1979) Autocad (2015), Windows. Nueva York: Autodesk

Manual de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento Datos Básicos Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) México, 1994.

Manual de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento Alcantarillado Sanitario
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) México, 1997

Manual de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento Alcantarillado Pluvial
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) México, 1997.

Alcantarillado y Tratamiento de aguas negras Babbitt, Harold E. Y Roberto
Bauman. CECSA 1980

Hidráulica de los Canales Abiertos Chow, V.T. Editorial Diana México, 1982.

Programa Google Earth

Consejo Nacional de Población (CONAPO) e Instituto Nacional de Estadística y
Geografía (INEGI). México, 2007.

Alcantarillado. González, J. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
Facultad de Ingeniería México, 1991.

Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Libro 27.
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Edición electrónica. México, 2000.

Proyecto de Sistemas de Alcantarillado. Sánchez, A. Segura Instituto Politécnico
Nacional México, 2009.

Saneamiento urbano y rural Ehlers, Victor M. Y W. Steel Ernest Interamericana
México, 1996.

Técnica moderna del alcantarillado y las instalaciones depuradoras Nanni-Hoepli,
Vittorio Editorial Científica Mexicana

Arandes, R (1996), Planeamiento urbanístico y drenaje urbano, Diseño y operación
de redes de colectores de aguas de lluvia, Quito.