

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL.

TEMA:

“DIAGNOSTICO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE LA UNION Y
ALTERNATIVA DE SOLUCION.”

PRESENTAN:

LARRY ADONAY AVILES BONILLA
MAURICIO ERNESTO CAMPOS
ULISES MAURICIO CASTILLO CORTEZ

DOCENTE DIRECTOR:

ING. DAVID ARNOLDO CHAVEZ SARAVIA.

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN MIGUEL, JUNIO DE 2007.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

Rectora:

Dra. María Isabel Rodríguez.

Vicerrector Académico:

Ing. Joaquín Orlando Machuca Gómez

Secretaria General:

Licda. Alicia Margarita Rivas de Recinos.

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

Decano:

Lic. Marcelino Mejía González.

Vicedecano:

Lic. Nelson De Jesús Quintanilla Gómez.

Secretaria:

Licda. Lourdes Elizabeth Prudencio Coreas

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.

Jefe del Departamento:

Ing. Oscar Reynaldo Lazo Larín

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN:

ING. RIGOBERTO LOPEZ

DOCENTE DIRECTOR:

ING. DAVID ARNOLDO CHAVEZ SARAVIA

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a todas las personas que de una u otra forma han colaborado con nosotros y así ahora poder ver culminado nuestro trabajo, a todas muchas gracias y de manera muy especial a:

Ing. David Arnoldo Chávez Saravia.

Un especial agradecimiento a nuestro docente director, que nos acompañó en todo momento a lo largo del desarrollo de este trabajo, gracias por sus enseñanzas, apoyo, comprensión y por su ayuda desinteresada.

Ing. Rigoberto López.

Le agradecemos infinitamente por todas las orientaciones que nos ha brindado para poder realizar nuestro trabajo de graduación.

Ing. Luís Clayton Martínez

De manera muy especial le agradecemos todo su apoyo, enseñanzas y por las debidas orientaciones que nos brindó en los momentos más oportunos.

Al Ing. Guillermo Moya Turcios.

Por transmitirnos sus conocimientos que han sido de valiosa ayuda para la elaboración de este trabajo.

Además le agradecemos a todas las personas e instituciones como el SNET, CNR, la Biblioteca de la Facultad Multidisciplinaria Oriental y de manera muy especial a Asociación Intermunicipal del Golfo de Fonseca (ASIGOLFO), que nos aportaron datos muy importantes e imprescindibles para la realización de nuestro trabajo.

Larry, Mauricio y Ulises.

DEDICATORIA.

A Dios todo poderoso por haberme permitido alcanzar tan anhelado sueño.

A mis padres:

Edgar Avilés y Rosario Bonilla por su incondicional apoyo y por haber creído en mi, hoy reciban el fruto de lo que un día sembraron con mucho amor; los amo.

Mis hermano:

Vicente Avilés; Mabel Avilés y Noel, por ayudarme para mi formación como profesional y estar siempre en las buenas y malas conmigo los quiero mucho.

A mi compañera de vida:

Paola Flores Gracias por haberme comprendido y aguantado todo este tiempo y por haberme dado un lindo hijo que adoro mucho Edgarcito Avilés; te amo.

A mi abuela:

María Salome Cruz (Q.D.D.G), siempre serás de grata recordación.

A mis abuelo:

Santiago Bonilla y Vicente Garcia, María Luisa Avilés, Mama Irma, por apoyarme con sabios consejos en cuanto al enfrentamiento con valentía de la vida; los quiero.

A mis tíos:

Marcklin Bonilla, Ever Bonilla, Bertilia Bonilla, Rubén Avilés, Joaquín Avilés, Williams Avilés Deyry Avilés, Ramón Bonilla, Richard, Julita a todos ellos por apoyarme siempre; los quiero.

A mi suegra:

Sonia Valladares por haberme apoyado en momento difíciles en el transcurso de mi preparación, Dios la bendiga.

A mi primo:

Holman Mauricio Flores (Q.D.D.G) Lamento profundamente la irreparable perdida de un lindo primo desde el cielo estas con migo en este gran momento de mi vida siempre te recordare.

A mis compañeros de tesis:

Ulises Castillo y Mauricio Campos por su comprensión para con migo por tener la paciencia de haberme aguantado en todo momento; son mi grupo y aremos un grupo siempre Dios les bendiga.

A mis amigos/as:

El líder Isabel Grande “Chávelo” Ludwin, Chico, Walter, Fernando Chavez, Ever Mejia, Mauricio Deming, y muchos mas no me ajusta el texto para mencionarlos a todos, pero que son muy especial para mi; gracias por aceptarme con mis virtudes y defectos. Gracias por compartir este éxito conmigo.

A mi compadre:

Ing. Luis Orlando Méndez, por ese apoyo incondicional a mi persona en todo momento por proporcionarme el asesoramiento necesario, en el área de la Ingeniería Civil Dios le bendiga compadre.

A mis profesores y Compañeros:

Gracias por darme las herramientas para lograr tan anhelada meta y por compartir en cada clase, sus experiencias.

Larry Adonay Avilés Bonilla.

DEDICATORIA.

Agradezco primeramente a **Dios** por permitirme terminar esta etapa de mi vida.

- Con mucho agradecimiento y amor dedico este trabajo a mi madre **Berta Isabel Campos**, a mi abuela **Ana Julia Campos** a mis tíos, a mis primos; por haber recibido de ellos el apoyo incondicional en mi proceso de preparación como profesional.
- Con grata recordación, le dedico este trabajo a mi abuelo **Edmundo Bran (Q.D.D.G.)**, por haber por sus consejos y afectos, por haber sido como mi padre.
- Con mucho amor, le dedico este trabajo a mi novia **Julissa Maricruz Segura Velásquez**, por apoyarme en cada instante, desde los momentos en que también éramos compañeros de estudio hasta la culminación de mi carrera.
- Con mucho afecto le dedico este trabajo a mis compañeros de grupo, por haber compartido todo este tiempo en el proceso de la elaboración del trabajo, que a pesar de las dificultades que enfrentamos como equipo, logramos al final, trabajar en unidad.

Mauricio Ernesto Campos.

DEDICATORIA.

A DIOS: Por haberme permitido hacer realidad unos de mis grandes sueños y darme la fortaleza necesaria para lograrlo.

A MI PADRE Y MADRE: Ulises Mauricio y María Luisa, por todo su sacrificio y esfuerzo que ahora se ven compensados con la culminación de este proyecto; gracias por sus consejos y paciencia que tuvieron, este triunfo es de ustedes también, gracias por todo, los quiero mucho.

A MI HERMANO Y HERMANA: Balmore y Nubia por todo su apoyo a lo largo de esta vida, y por que puedo contar con ustedes en todo momento.

A MIS SOBRINOS Y SOBRINAS: Reynaldo, Diana, Ingrid y Gerson, como un ejemplo a seguir, que con paciencia, dedicación y esfuerzo se puede lograr las metas que uno se propone en la vida.

A MIS ABUELOS Y ABUELAS: José María Martínez “Papa Chema” (Q. D. D.G), Rosendo Cortez “Papá Chendo” (Q. D.D.G.), Hortensia Castillo “Mamá Tencha” (Q. D. D.G) y María Del Transito Méndez “Mamá Tancho”, con mucho cariño para ustedes, aunque la mayoría, físicamente, no estén en este mundo, siempre los tengo presente en mis recuerdos.

A MIS TIAS ABUELAS: María Isidra Cortez “Mamá Chila” y Ana Benita Cortez “Mamá Benita”, por todas su muestras de cariño y aprecio.

A MIS TIOS, TIAS, PRIMOS Y PRIMAS: que han estado pendiente de mí a lo largo de este proceso, gracias por su aprecio y afecto.

A MIS COMPAÑEROS DE GRUPO: Larry Avilés y Mauricio Campos, por haber convivido todo este tiempo juntos en la universidad y en la elaboración de este proyecto, que sirvió para sembrar una amistad sincera entre nosotros, fue un honor haber trabajado junto con ustedes.

A MIS AMIGOS: A todas mis amistades sinceras, que siempre me han brindado su apoyo y que han estado conmigo en las buenas y en las malas.

Ulises Mauricio Castillo Cortez.

INDICE.

	Pag.
CAPITULO I.	
1. GENERALIDADES.	1
1.1. INTRODUCCION.	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	2
1.3. JUSTIFICACION.	3
1.4. OBJETIVOS.	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.	4
1.5. DELIMITACIONES.	5
1.5.1. ALCANCES.	5
1.5.2. LIMITACIONES.	5
CAPITULO II.	
2. MARCO REFERENCIAL.	6
2.1. MARCO REFERENCIAL HISTORICO.	6
2.1.1. ZONIFICACION GENERAL DEL MUNICIPIO DE LA UNION.	6
2.1.2. DESCRIPCION GENERAL DE LA CIUDAD DE LA UNION.	7
2.1.3. DIVISION TERRITORIAL ADMINISTRATIVA DE LA CIUDAD DE LA UNION.	9
2.1.4. CRECIMIENTO URBANO.	10
2.1.5. RECOLECCIÓN DE DESECHOS SOLIDOS.	12
2.1.6. DAÑOS MATERIALES POR CAUSA DE LAS INUNDACIONES.	14
2.1.7. INUNDACIONES Y SUS CONSECUENCIAS EN LA SALUD PÚBLICA.	16
2.1.8. VULNERABILIDAD A INUNDACIONES.	17
2.1.8.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	17
2.1.8.2. IDENTIFICACIÓN DE SECTORES VULNERABLES A INUNDACIONES.	19
2.2. MARCO TEORICO CONCEPTUAL.	21
2.2.1. TIPOS DE INUNDACIONES EN EL SALVADOR.	21
2.2.2. TIPOS DE INUNDACIONES URBANAS.	21
2.2.3. INUNDACIONES LIGADAS AL PROCESO DE URBANIZACIÓN.	22
2.2.4. SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL.	23
2.2.5. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE DRENAJE URBANO.	31
2.2.6. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.	32

2.3. MARCO NORMATIVO	35
2.3.1. LA CONSTITUCION DE LA REPUBLICA	35
2.3.2. CODIGO MUNICIPAL	35
2.3.3. REGLAMENTO DE LA LEY DE URBANISMO Y CONSTRUCCION	
	35
2.3.4. ORDENANZA MUNICIPAL	37

CAPITULO III.

3. ESTUDIOS TECNICOS.	38
3.1. ESTUDIOS TECNICOS. QUEBRADAS CHEPEGUAL E IMBER.	38
3.1.1. INTRODUCCIÓN	38
3.1.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.	38
3.1.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO BASICO.	39
3.1.3.1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CUENCA.	39
3.1.3.1.1. DELIMITACION DE Y DETERMINACION DE ÁREA DE LAS CUENCAS CHEPEGUAL E IMBER	39
3.1.3.1.2. LONGITUD DEL CAUCE MÁS LARGO.	40
3.1.3.1.3. PENDIENTE MEDIA.	41
3.1.3.2. DETERMINACION DE LOS FACTORES COMPARATIVOS DE LA CUENCA.	42
3.1.3.2.1. PERÍODO DE RETORNO	42
3.1.3.2.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.	43
3.1.3.3. CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO	44
3.1.3.3.1. CALCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA.	45
3.1.3.3.2. CALCULO DE LA INTENSIDAD DE DISEÑO.	47
3.1.3.3.3. CURVAS DE INTENSIDAD–DURACION– FRECUENCIA.	48
3.2. ESTUDIOS TECNICOS. SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO.	54
3.2.1. INTRODUCCIÓN	54
3.2.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.	54
3.2.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO BASICO.	55

CAPITULO IV.

4. EVALUACION HIDRAULICA	71
4.1. EVALUACION HIDRAULICA. QUEBRADAS CHEPEGUAL E IMBER.	71
4.2. EVALUACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA. QUEBRADA CHEPEGUAL.	71
4.2.1. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD "n" DE MANNING.	72
4.2.2. ESTUDIO HIDRAULICO PARA LA SECCION 0+020. QUEBRADA CHEPEGUAL.	72
4.3. EVALUACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA. QUEBRADA IMBER.	75
4.3.1. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD "n" DE MANNING.	75
4.3.2. ESTUDIO HIDRAULICO PARA LA SECCION 0+000. QUEBRADA IMBER.	76

4.4.	EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE.	78
4.4.1.	INTRODUCCIÓN.	78
4.4.2.	METODOLOGÍA USADA PARA LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN PLUVIAL EXISTENTE DE LA CIUDAD DE LA UNION.	79
4.4.3.	AREAS DE INFLUENCIA.	81
4.4.4.	CRITERIOS BÁSICOS DE REFERENCIA PARA EVALUAR EL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE.	84
4.4.4.1.	VELOCIDADES DE LA CORRIENTE EN TUBO LLENO.	84
4.4.4.2.	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA O DE FLUJO SUPERFICIAL.	86
4.4.4.3.	DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA.	87
4.4.5.	DESCRIPCION Y EVALUACION HIDRAULICA DE COLECTORES EXISTENTES.	88

CAPITULO V.

5.	ALTERNATIVA DE SOLUCION	132
5.1.	INTRODUCCIÓN	132
5.2.	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	133
5.3.	ALTERNATIVA DE SOLUCION PARA EL PROBLEMA DE INUNDACIONES POR DESBORDE DE QUEBRADAS URBANAS.	135
5.3.1.	PLANTEAMIENTO DE LA ALTRNATIVA DE SOLUCION.	135
5.3.2.	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD "n" DE MANNING.	135
5.3.3.	CALCULO PARA EL REDISEÑO DEL CAUCE DE LA QUEBRADA CHEPEGUAL.	136
5.3.3.1.	CURVA DE DESCARGA NATURAL	136
5.3.3.2.	CALCULO DE BORDE LIBRE.	139
5.3.4.	CALCULO PARA EL REDISEÑO DEL CAUCE DE LA QUEBRADA IMBER.	142
5.3.4.1.	CURVA DE DESCARGA NATURAL	142
5.3.4.2.	CALCULO DE BORDE LIBRE.	145
5.4.	ALTERNATIVA DE SOLUCION PARA EL PROBLEMA DE INUNDACIONES POR DESBORDE DE QUEBRADAS URBANAS.	148
5.4.1	CONNSIDERACIONES DE DISEÑO	148
5.4.2.	REDISEÑO DE COLECTORES EXISTENTES Y DISEÑO DE COLECTOR AUXILIAR	149

CAPITULO VI.

	CONCLUSIONES.	180
	RECOMENDACIONES.	183
	BIBLIOGRAFIA.	184

ANEXOS.

CAPITULO I

1. GENERALIDADES.

1.1. INTRODUCCION.

En El Salvador las inundaciones representan uno de los problemas más críticos que debe enfrentar la población, y que ocasionan cada año, una enorme cantidad de damnificados, pérdidas humanas y materiales.

La zona urbana de la de La Unión, en el departamento de La Unión; con un área territorial de 5.6 Km² es uno de los tantos municipios del país, que carecen de una planificación urbana y en consecuencia muy frágiles en la época lluviosa, debido al insuficiente drenaje del sistema de aguas lluvias, que por condiciones topográficas el agua drena hacia sectores estratégicos de la ciudad. Esta situación provoca serios estancamientos e inundaciones que demuestran la delicada vulnerabilidad a al que esta expuesto el casco urbano. Dado este motivo se realizará un estudio técnico que refleje el diagnóstico del sistema de drenaje pluvial con que cuenta la zona urbana ya que es la única en todo en municipio que cuenta con este servicio. Al mismo tiempo se propondrán alternativas de solución a la problemática, con el objetivo de resolver de manera mas efectiva y viable; las amenazas constantes de las inundaciones y daños colaterales que enfrenta la población cada año.

Este documento va enfocado entonces a descubrir y describir en forma sistemática los problemas que viven los unionenses debido a las precarias condiciones del sistema de drenaje. Se plantea simultáneamente, la necesidad de realizar un diagnóstico que conlleve a una solución justamente técnica y económica del mismo.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La ciudad de La Unión ha venido experimentando un acelerado crecimiento urbanístico en los últimos años, que trae como consecuencia el aumento de áreas impermeables.

Las expectativas que ha generado la apertura del puerto Cutuco a nivel regional, ha provocado el aumento de la migración hacia la ciudad de La Unión. Este problema migratorio en la búsqueda de mejores condiciones de vida, ha potenciado el auge de las viviendas, ocasionando con esto, un aumento en la escorrentía superficial cuando se dan precipitaciones intensas, las cuales causan problemas y/o daños a la población y la infraestructura vial. Esta problemática se ha agudizado en gran medida por la precaria situación en que se encuentra el actual sistema de drenaje pluvial, dicho sistema no cuenta por el momento, con la capacidad hidráulica suficiente para evacuar la escorrentía superficial.

Es oportuno resaltar que la ciudad de La Unión, está ubicada en una posición geográfica adyacente a la costa e influenciada por su proximidad al cerro de Conchagua que retiene las precipitaciones de tipo Convectivas provenientes del Golfo de Fonseca. Esta situación origina lluvias intensas que aunado a lo expuesto en el párrafo anterior, provoca serias inundaciones en las zonas mas vulnerables y aquellas en las que ni siquiera cuenta con el sistema de drenaje.

Otro factor que incide en el casco urbano es la topografía irregular, ya que existen puntos sensibles donde el estado del terreno impide que el agua circule libremente. A esto se le agregan las condiciones precarias del sistema de drenaje actual, que aumentan el peligro de las inundaciones por el estancamiento del agua que se da en la época de lluvia.

1.3. JUSTIFICACION

El crecimiento urbano de la ciudad de La Unión ha venido en constante aumento, y tomara pasos mas acelerados de crecimiento, debido al impacto generado por la mega construcción del Puerto de Cutuco, lo cual convertirá a la ciudad de La Unión en una de las ciudades mas importantes del país, así como a nivel Centroamericano, lo cual abrirá las puertas a la generación de grandes áreas de desarrollo: industriales, comerciales, turísticas, etc.

La concentración del caudal proveniente de las aguas lluvias en el área urbana de la ciudad, crea la necesidad de su conducción y evacuación en forma rápida, segura y eficiente; es por ello que el drenaje pluvial constituye uno de los servicios básicos con los que se debe contar en la ciudad para evitar que se generen inundaciones en las calles y avenidas de la ciudad.

La escorrentía superficial al no tenerle un control, ocasiona serias dificultades como lo descrito anteriormente, además los problemas de circulación vial que se generan obstruyendo el transito vehicular y peatonal.

Al partir de un diagnostico del drenaje en general de la zona urbana de la ciudad de La Unión, se propondrá la alternativa de solución mas viable respecto a la evacuación de las aguas lluvias, tomando en consideración la proyección del crecimiento urbano.

También se busca contribuir a mantener en mejor condición la red vial, evitando deterioros inmediatos o a mediano plazo, los cuales redundan en nuevas inversiones.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Proponer una alternativa de solución a la problemática de las inundaciones, que afecta a la ciudad de La Unión, en base a un diagnóstico general del drenaje pluvial.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un sondeo de campo para definir que factores generan los problemas de inundación en la zona urbana de La Unión.
- Delimitar los sectores afectados, que se derivan del deficiente sistema de drenaje pluvial, a través de un mapa de focalización de zonas vulnerables a las inundaciones.
- Realizar un diagnóstico de la hidrografía que atraviesa la zona urbana de una forma conjunta con las áreas de influencia y que ocasionan los problemas de inundación.
- Realizar un diagnóstico del sistema actual de drenaje, de las aguas lluvias con el que cuenta la zona urbana de La Unión.
- Proponer un diseño de la red drenaje, que permita evacuar de una forma eficiente y efectiva, las aguas lluvias de la zona urbana de La Unión.

1.5. DELIMITACIONES.

1.5.1. ALCANCES.

- Realizar el estudio topográfico del área urbana de La Unión donde se realizará el estudio.
- Realizar un diagnóstico de la hidrografía que atraviesa la zona urbana.
- Hacer un diagnóstico para determinar la situación física actual del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de La Unión.
- Elaborar una alternativa de solución, basado en los resultados del diagnóstico, que ayuden a resolver la problemática de las inundaciones.

1.5.2. LIMITACIONES

- El presente estudio está orientado solamente al análisis del drenaje del casco urbano, en el cual se encuentra la red de drenaje pluvial existente.
- El análisis hidrológico será únicamente para eventos de precipitaciones que presenten intensidades máximas.
- La alternativa solución se proyectará para un período de retorno de 5 años para el análisis del Sistema de Drenaje Pluvial y de 25 para el análisis de Obras de Mitigación para las Quebradas.
- El análisis hidráulico en cuanto a obras de mitigación, está enmarcada a la hidrografía que tiene incidencia en el sistema de drenaje actual.

CAPITULO II

2. MARCO REFERENCIAL.

2.1. MARCO REFERENCIAL HISTORICO

2.1.1. ZONIFICACION GENERAL DEL MUNICIPIO DE LA UNION.

En el espacio territorial del municipio de La Unión, se pueden apreciar dos partes bien marcadas: La oriental y la occidental. Entre ambas se interpone el territorio del Cantón Huisquil que pertenece al municipio de Conchagua.

La parte occidental corresponde a la zona propiamente rural del municipio, definido por los espacios de la Carretera Panamericana (CA-1), Valle El Piche y la llanura Costera Sur.

En ese contexto, en la parte oriental del municipio de La Unión se identifican tres espacios con distinto carácter y orientación, respectivamente vinculados:

1. Carácter Insular: constituido por la Isla Zacatillo (4.96 km²), y la isla menor, Martín Pérez (1.09 km²), y varios islotes.
2. Espacio Sur: constituido por asentamientos semi-urbanos ubicados sobre la ladera montañosa del Volcán, fronterizo con el municipio de Conchagua.
3. Al norte y junto a la Bahía; el espacio vinculado a la Ciudad, incluido los crecimientos futuros de la urbe hasta el By-pass y los del Puerto, hasta la Punta Chiquirín. Este es el espacio que confiere al municipio su carácter eminentemente urbano y portuario, en detrimento del carácter rural de los otros espacios; y es, sin duda, el territorio más característico del municipio.

2.1.2. DESCRIPCION GENERAL DE LA CIUDAD DE LA UNION.

La ciudad de La Unión o San Carlos de La Unión, es la cabecera de distrito del mismo nombre; se ubica a 184 Km. al Este de la ciudad de San Salvador y a 35 Km. de la ciudad de San Miguel, comunicándose con ésta a través de la Carretera Panamericana. Sus coordenadas geográficas centrales son: 13° 20' 13" LN y 87° 50' 32" LWG.

El municipio de La Unión, tiene una extensión de 144.38 Km² de los cuales el área urbana es de 5.6 Km². Se encuentra limitado al Este por el Golfo de Fonseca, al Sur por el municipio de Conchagua, al Oeste por el municipio de El Carmen y al Norte por el municipio de San Alejo.

Su elevación media es de 10 m.s.n.m. con clima cálido y templado.

La ciudad de La Unión tiene una población urbana de 21,091 habitantes¹, con una densidad de población de 37.67 habitantes / ha

¹ FUENTE: Censo población y vivienda MINEC. Depto. de La Unión 1992.

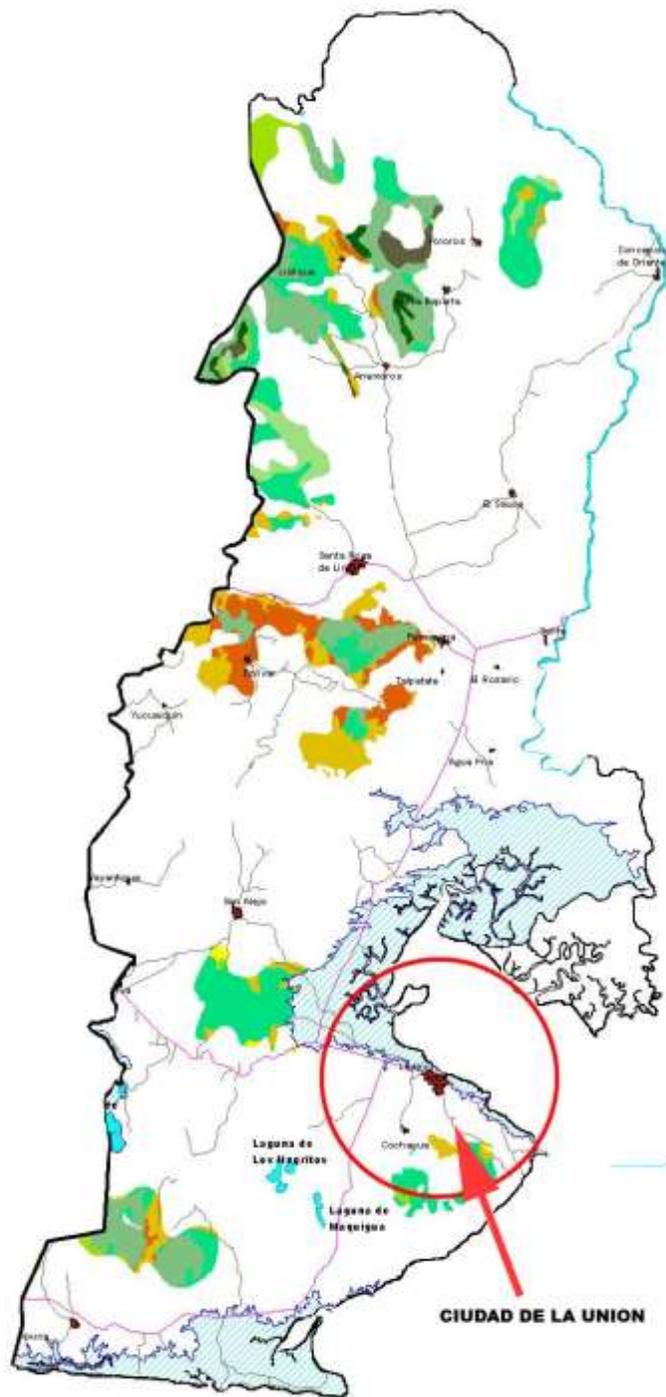


FIGURA 2.1 UBICACIÓN DE LA CIUDAD DE LA UNIÓN.

2.1.3. DIVISION TERRITORIAL ADMINISTRATIVA DE LA CIUDAD DE LA UNION.

La ciudad de La Unión cuenta en su radio urbano con los siguientes barrios:

Honduras o San Carlos, El Centro, Las Flores y Concepción. Estos a su vez están divididos en sectores, según lo indica el cuadro 2.1 (Ver detalle de ubicación en planta en Anexo 2).

CUADRO 2.1 DISTRIBUCIÓN ADMINISTRATIVA URBANA

BARRIO	SECTOR O COLONIA
CONCEPCIÓN	Fuerteza - IRA. Quebrachal, Lotificación Cutuco. Col Rubio. San
CENTRO	Sector del mismo nombre
HONDURAS O SAN CARLOS	La Playa, Esterito, Villalta, San Antonio. Beltrán, La Esperanza Santa María y otros.
LAS FLORES	Rodriguez, Monge, La Papaya. Los Morris y otros.

FUENTE.: Censo Población y Vivienda MINEC. Tomo Depto. de La Unión 1992

2.1.4. CRECIMIENTO URBANO.

Con el crecimiento urbano aparece la necesidad de impermeabilizar y compactar el suelo; esto conlleva a un deterioro de las condiciones naturales de una cuenca; por esta situación hay un cambio en el ambiente natural, que en época lluviosa aumenta la frecuencia y la magnitud de los caudales de crecidas aguas abajo, resultado de la mayor proporción de áreas impermeables y también debido a la modificación del patrón de drenaje natural de la cuenca, el que es reemplazado por una serie de elementos que evacúan el agua caída con mayor rapidez, como son cunetas y colectores; que con el tiempo provocan daños por inundaciones, incluso con pequeñas tormentas; debido a la falta de un plan de mantenimiento y mejoramiento del sistema de drenaje pluvial urbano.

Lo antes mencionado es un claro ejemplo de lo que sucede en el país, específicamente en la ciudad de La Unión.

Tomando como base el mapa de crecimiento urbano clasificado por períodos en años de La Unión² (Ver Anexo 3), se determinó que para el año 1965, la zona urbana de la ciudad, contaba con extensión territorial de 1.16 Km² y que en la actualidad ha aumentado a 3.01 km². Por lo tanto se puede señalar que la ciudad ha crecido 2.6 veces en relación al año 1965 hasta la fecha, el cual ha experimentado su mayor crecimiento en la zona sur de la ciudad que corresponde a la parte alta del territorio, en cual se ubica el barrio Las Flores.

Este crecimiento ha provocado una reducción de la vegetación, exponiendo al suelo a un deterioro que impacta negativamente en las cuencas hidráulicas aguas abajo mediante el mayor aflujo y generando un mayor grado de erosión. Estos problemas hoy presente, se pueden incrementar en un futuro cercano debido al crecimiento urbano que se tiene previsto debido a la construcción de puerto Cutuco, tal como se puede ver en el Mapa de Zonificación y Estructura de

² Javier Reinery Abrego del Cid. Tesis: Propuesta de plan de desarrollo urbano para la ciudad de La Unión. UES-2003.

la Ciudad-Puerto y su Entorno a Nivel de Plan de Desarrollo Urbano³(Ver Anexo13); para el cual se prevé un incremento de las extensiones habitacionales en la zona sur de la ciudad.

Otro factor que influye en la problemática de el desarrollo urbanístico no controlado, en los cuales se mencionan, las construcciones cercanas a los accidentes naturales como quebradas, violando de esta forma las disposiciones del reglamento a la ley de urbanismo y construcción, que en el art. 50 hace referencia a las zonas de protección para accidentes naturales. Tal es el caso de la quebrada Imber, que atraviesa todo el centro de la ciudad (ver imagen 2.1), donde se han realizado construcciones sobre dicha quebrada; obstaculizando el paso libre del flujo del agua en época lluviosa.

Otro caso que se puede mencionar es la ocupación de la franja de protección de la zona de la playa, por parte de familias de escasos recursos económicos, que por falta de oportunidades de adquirir una vivienda digna, optan por establecerse en ese lugar; por lo tanto, esto genera más vulnerabilidad.



**IMAGEN 2.1 CONSTRUCCIONES UBICADAS SOBRE LA QUEBRADA IMBER A 50 MT.
AL SUR DE LA 1ª CALLE PONIENTE.**

³ FUENTE: Ministerio de Obras Publicas. Plan de Desarrollo Territorial para la Región de La Unión. 2006.

2.1.5. RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.

La eliminación de basura es otro de los problemas graves que actualmente enfrenta la ciudad de La Unión; ya que dicha dificultad representa uno de los factores que influye en la deficiencia del sistema de drenaje, debido a eliminación no adecuada de los desechos sólidos en las calles y cunetas de la ciudad, provocado por la falta de conciencia ambiental por parte de la población.

También se debe a la precaria vigilancia de las autoridades municipales y el deficiente servicio de recolección de basura. Con respecto a esto último varios habitantes de los barrios: El Centro, Zona Sur de Barrio de Honduras y el Barrio Concepción, manifiestan que el servicio de recolección de basura no es eficiente, tampoco se cubre la limpieza contiguo a la zona de la bahía que es donde están ubicadas las descargas del sistema de drenaje pluvial, lo cual genera obstrucciones de éstas debido a la acumulación de desechos sólidos y sedimentos, provocando un alto índice de contaminación (ver imagen 2.2).



**IMAGEN 2.2 DESCARGA DE AGUAS LLUVIAS Y NEGRAS SOBRE LA BAHÍA,
CORRESPONDIENTE AL BARRIO DE HONDURAS.**

Además, el asfalto y la piedra convierten a las calles y alcantarillas, en canales de aguas rápidas que arrastran consigo las basuras acumuladas durante la época seca; provocando así, que cuando surgen las primeras tormentas, éstas vienen a obstruir las entradas del sistema de

drenaje como tragantes y obras de paso (ver imagen 2.3 y 2.4), lo que contribuye a que el sistema, reduzca su capacidad hidráulica. Esta disminución viene a repercutir en el aumento de la escorrentía superficial, lo cual trae como consecuencias daños a propiedades, la infraestructura vial y a la salud física y mental de los habitantes.



IMAGEN 2.3 ACUMULACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN OBRA DE PASO, SOBRE LA CALLE SAN CARLOS.



IMAGEN 2.4 LABORES DE LIMPIEZA REALIZADAS POR EMPLEADOS DE LA ALCALDÍA MUNICIPAL A UN TRAGANTE OBSTRUIDO POR LA ACUMULACION DE BASURA, UBICADO ENTRE LA 1^{ERA} C. ORIENTE Y 3^{ERA} AV. NORTE

2.1.6. DAÑOS MATERIALES POR CAUSA DE LAS INUNDACIONES.

Las inundaciones producen daños materiales a las personas que viven en los sectores afectados; los cuales corresponden en averías a la vivienda, ya que por el contacto frecuente de las paredes y piso con el agua, estos pueden sufrir un deterioro en un futuro.

Según las entrevistas realizadas a los habitantes de las zonas mas afectadas (Ver Anexo 4), la mayoría de ellos manifiestan que han tenido pérdidas o deterioro de sus enseres (muebles, electrodomésticos, entre otros). Otros habitantes de los sectores afectados, se han visto obligados a construir un pretil en las puertas de su vivienda (ver imagen 2.5), para evitar que el agua se introduzca en sus hogares. Desafortunadamente este esfuerzo es muchas veces en vano, ya que las inundaciones son cada vez más intensas, y el agua sobrepasa el nivel de dichos pretils.

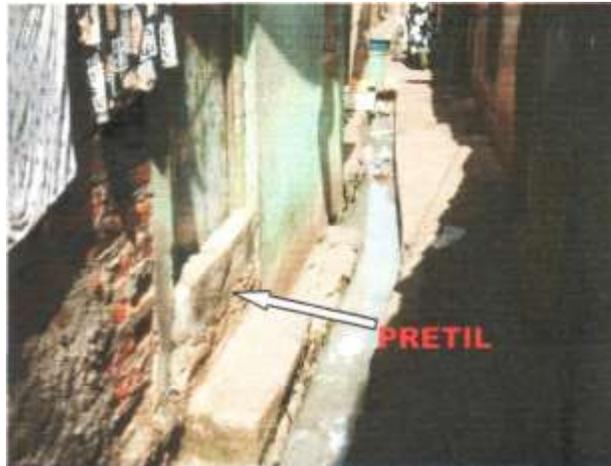


IMAGEN 2.5 DETALLE DE VIVIENDA UBICADA EN SECTOR DE LA PLAYA, BARRIO DE HONDURAS

Por otra parte, la infraestructura vial, específicamente la superficie de rodadura, sufre daños durante las inundaciones, producto de la infiltración del agua por grietas existente en el pavimento.

Esto implica adelantar los trabajos de conservación, o en un caso extremo, la reposición de la superficie de rodadura dañada. Los trabajos en cuestión, son realizados por la Alcaldía Municipal en coordinación con FOVIAL (Ver imagen 2.6)



IMAGEN 2.6 TRABAJOS DE REPARACIÓN POR PARTE DEL FOVIAL SOBRE LA 3ERA AV. NORTE.

Los beneficios asociados a este estudio, están constituidos principalmente por el mejoramiento de la evacuación y drenaje de las aguas lluvias en la zona urbana, lo que conlleva a la disminución de daños materiales durante las inundaciones y la reducción de las molestias a los habitantes.

Además, al mejorar la capacidad de escurrimiento superficial de las aguas, disminuyen los efectos dañinos de las aguas lluvias sobre la carpeta de rodadura, por lo que se produce un beneficio por este concepto.

2.1.7. INUNDACIONES Y SUS CONSECUENCIAS EN LA SALUD PÚBLICA.

La ciudad de La Unión por su localización, topografía y mínima altitud con respecto al nivel del mar, tiene problemas de drenaje de las aguas lluvias, éstas quedan estancadas creando las condiciones para que zancudos, otros insectos y roedores, encuentren su hábitat propicio para reproducirse; son transmisores de muchas enfermedades, que ponen en peligro la salud y la vida de los habitantes.

Según estadísticas elaboradas por la Unidad Central de Epidemiología del SIBASI de la ciudad de La Unión (Ver Anexo 5), las causas de morbilidad mas comunes de consulta externa que se reportan en dicho centro, son: Dengue, Enfermedades Diarreicas, Infecciones Respiratorias Agudas, Neumonías. En algunos de estos casos son generadas por las aguas estancadas.

Las inundaciones también tienen incidencia en la salud mental de las personas, durante los peligros que se corren al momento del evento y debido a las preocupaciones de pensar en las consecuencias. El estrés es agravado por la fatiga durante las labores de limpieza; así también se pueden presentar estados de ansiedad provocados por la perdida de bienes materiales y los riesgos de salud, pues esto genera mas gastos económicos.

2.1.8. VULNERABILIDAD A INUNDACIONES.

2.1.8.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

Fecha: 7/Julio/2006

En el boletín de noticias departamentales de La Prensa Grafica, emitido el **7/Julio/2006**, se dio a conocer que, Intensas lluvias, ocasionando el desborde de las quebradas El Mono (Ubicada al costado oriente de la ciudad) y Chepegual, conocida como El Zope (Ubicada al costado poniente de la ciudad), así como también saturaron el sistema de drenaje generando inundaciones y rebalses en la zona urbana. Esto trajo como consecuencias un total de 100 viviendas afectadas y dejaron las calles de la ciudad en mal estado.

Ubicación: Séptima calle poniente. Sector La Playa y Los coquitos en el barrio de Honduras; La Unión.

Fuente: La Prensa Gráfica.

Fecha: 20/Marzo/2006

Harán limpieza en seis quebradas. Se retirará el ripio, la basura y objetos inservibles de los tragantes y quebradas para evitar que obstruyan el paso del agua.

La Comisión Departamental de Protección Civil, Mitigación y Prevención de Desastres de La Unión, realizará la limpieza y remoción de chatarra de seis quebradas diseminadas en la ciudad portuaria y de otros focos de contaminación en los barrios y colonias. Durante la jornada de saneamiento ambiental, que se realizará del lunes 27 al viernes 31 de marzo, participarán la gobernación departamental, Ministerio de Salud, Cámara de Comercio, Fuerza Armada y Marina Nacional, entre otros.

De acuerdo con Delia Aguilar, gobernadora unionense, la campaña de limpieza y remoción de chatarra tiene un carácter preventivo, ante los problemas de inundaciones e incremento de los índices larvarios que se agudizan durante la época lluviosa.

Fuente: La Prensa Grafica.

Fecha: 23/Octubre/2004

En el boletín de noticias departamentales, emitida el 23/10/04 ,por el Diario de Hoy en el cual se dio a conocer que las lluvias que azotaron el territorio nacional provocaron inundaciones ocasionando serios problemas en el municipio de La Unión, en el Barrio Concepción, debido al desbordamiento de la quebrada los Monos. La corriente inundó varias viviendas del radio y provocó que la circulación sobre la carretera que conduce al puerto, quedara atascada por basura y lodo, dejando las estructuras de captación del sector del barrio Concepción, llenas de desechos sólidos

Fuente: El Diario de Hoy.

Fecha: 19/Mayo/1996

En un boletín emitido por el Sistema Nacional de Estudios Territoriales (SNET), donde se manifiesta Las torrenciales lluvias que en su momento azotaron La Ciudad de La Unión ocasionaron serias inundaciones a varios poblados de la zona del departamento de la Unión. Y además el agua subió casi un metro dentro de las casas.

Ubicación: Bo. Concepción, Bo. Las Flores, Bo. de Honduras

Fuente: Registro Histórico de Inundaciones SNET.

2.1.8.2. IDENTIFICACIÓN DE SECTORES VULNERABLES A INUNDACIONES.

Debido a que la zona de estudio se encuentra específicamente en el Casco Urbano de la Ciudad de La Unión, y teniendo en cuenta que uno de los objetivos a cumplir, es identificar sectores de inundación ocasionados por el incremento de la escorrentía superficial. Es decir, por inundaciones producidas por lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción de los suelos y del sistema de drenaje pluvial, manifestando la elevación paulatina del nivel de agua en calles y avenidas particulares de la ciudad. Entonces la identificación correspondiente, toma como base dos etapas de suma relevancia, las cuales nos ayudarán a obtener una información mas precisa. Estas son:

1. La identificación determinada por medio de los habitantes de la ciudad, siendo ellos parte de la población afectada o simplemente conocedores particulares del problema.

Para ello se realizó un censo (ver Anexo 6), en el cual se delimita las zonas afectadas (Ver anexo7.1, 7.2, 7.3).

2. La identificación obtenida a través de Visitas de Campo en toda la zona, que enmarca el sistema de drenaje pluvial de la Ciudad de La Unión, En ella se ubicaron dos Puntos Críticos de Interés que forman parte de la hidrografía que atraviesa la zona, lo cual se determinó lo siguiente:

a) Por medio de la inspección de campo la quebrada Chepegual presenta una sección natural en donde el nivel del cause del lecho de la quebrada, se encuentra al mismo nivel de la calle.

b) Se determinó que en un punto de una sección natural, junto al pie de una obra de paso de la quebrada Imber, la diferencia de nivel entre el lecho de la Quebrada y la parte inferior de la losa de la obra de paso es bien mínima, en momentos en donde se genere una tormenta de intensidad, considerada como el momento posterior.

Los resultados obtenidos en el análisis de identificación, relacionando las dos etapas correspondientes, señalan que los sectores afectados por inundaciones urbanas son los presentados en el Cuadro 2.2.

CUADRO 2.2 SECTORES SUSCEPTIBLES A INUNDACIONES.

<i>SECTOR</i>	<i>ZONA</i>	<i>PUNTO DE INTERES</i>
1	Parte poniente de Barrio de Honduras, aledaño a la ribera de la quebrada	Intersección de la quebrada Chepegual con la 5ª. C. Poniente.
2	Barrio El Centro y Parte Norte de Barrio de Honduras.	Intersección de la quebrada Imber con la Calle San Carlos.

Por lo tanto el estudio estará enfocado en la elaboración de un diagnóstico de los elementos que facilitan el drenaje pluvial en la zona urbana, en el cual se identifican dos tipos de elementos a analizar:

1. Los elementos naturales de drenaje, como son las quebradas que atraviesan la zona urbana, dentro de las cuales se identificaron:
 - a. Quebrada Chepegual, ubicada al poniente de la zona urbana (Ver imagen en Anexo 8).
 - b. Quebrada Imber, ubicada en la parte central de la zona urbana (Ver imagen en Anexo 9).
2. Los elementos artificiales de drenaje, como es el sistema de drenaje pluvial.

2.2. MARCO TEORICO CONCEPTUAL.

2.2.1. TIPOS DE INUNDACIONES EN EL SALVADOR.

El tipo de inundación que se genera en un territorio específico, depende del tamaño de la cuenca de recogimiento y su capacidad de respuesta, y del tipo de evento hidrometeorológico que lo genera. En El Salvador se distinguen los siguientes tipos:

- a) Inundaciones en cuenca baja de ríos medianos y grandes: Ocasionada por temporales, eventos hidrometeorológicos como Huracanes, principalmente en los meses de septiembre y octubre.
- b) Inundaciones en cuencas de respuesta rápida: Ocasionadas por precipitaciones altamente Convectivas, intensas y localizadas, de 2 a 3 horas de duración, con ocurrencia principalmente en los meses de mayo y junio.
- c) Inundaciones en cuencas urbanas: También ocasionadas por precipitaciones altamente Convectivas, la problemática es generada por deficiencias y limitaciones en el sistema de drenaje urbano, obras sin control en cauces de ríos y quebradas, basura en las quebradas y por supuesto, incremento de escorrentía por la impermeabilización de la cuenca alta.

2.2.2. TIPOS DE INUNDACIONES URBANAS.

Las inundaciones urbanas pueden ser ocasionadas por:

- a) Drenaje urbano: La urbanización aumenta los caudales naturales debido a impermeabilización y la canalización del escurrimiento superficial. Aumenta la frecuencia y la magnitud de las inundaciones.
- b) Inundación Ribereña: Inundaciones ocasionadas por la ocupación del cauce natural del río y de su planicie natural de inundación, esta zona es ocupada por la

población durante períodos secos y durante las épocas lluviosas o los años húmedos, se ven inundados.

- c) Intervenciones en el drenaje: Construcciones de obras en el cauce del río, tales como muros, diques, obras de paso que no han sido adecuadamente diseñadas.
- d) Flujos de lodo por desprendimiento en zonas más altas.
- e) Los bloqueos o taponamientos a la entrada del orificio del un colector a causa de la basura, sedimentos o flujo de sedimentos erosionados de lugares de mayor altura aumentan la pérdida de carga a través del orificio y son responsables por la mayoría de los desbordes innecesarios que se producen en estructuras de drenaje pluvial.

2.2.3. INUNDACIONES LIGADAS AL PROCESO DE URBANIZACIÓN.

Desde el punto de vista hídrico la urbanización significa la impermeabilización progresiva del suelo de la cuenca hidrográfica, con los siguientes efectos directos sobre el drenaje pluvial de la región:

- a) aumento de caudales en relación al estado natural;
- b) aceleración de las ondas de crecidas (reducción de los tiempos de escurrimiento);
- c) aumento del volumen escurrido.

La literatura especializada cita algunos valores que permiten dimensionar la magnitud de este impacto. Para una cuenca de 260 has. Leopold (1968) estimó que su urbanización total junto a la ejecución de conductos de drenaje puede aumentar el caudal pico hasta seis veces en relación a la situación natural. Tucci (1994) analizó la variación del coeficiente de escurrimiento entre áreas rurales y urbanas, concluyendo que para sectores con urbanización media esta variación puede llegar a valores del orden del 200%.

La problemática de controles y normativas en las nuevas construcciones, se evidencia cuando una nueva lotificación es proyectada, usualmente los municipios solamente exigen que el proyecto de drenaje pluvial asegure el drenaje eficiente del sector, sin considerar el impacto del aumento del caudal máximo hacia aguas abajo.

En muchas ciudades se verifica un proceso de urbanización de las cuencas desde aguas abajo hacia aguas arriba. Como consecuencia, la combinación de impactos de los nuevos lotes producen aumento de la ocurrencia de crecidas e inundaciones hacia sectores de la población antes no afectados. Este proceso ocurre a través de la sobrecarga de la red de conductos subterráneos y/o cursos de mayor porte.

2.2.4. SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL.

Se da el nombre de sistema de drenaje pluvial, al conjunto de obras e instalaciones destinadas a desaguar las aguas generadas por las precipitaciones pluvial métricas, que fluyen superficial y subterráneamente en un área determinada.

Los factores determinantes de la capacidad de los elementos del drenaje pluvial son:

- a) La intensidad, duración y frecuencia de las tormentas.
- b) Topografía del terreno.
- c) Tamaño de las áreas tributarias y las características del escurrimiento.
- d) La economía en el diseño.

Las tormentas a considerarse para el diseño pluvial, son aquellas que a través del tiempo han demostrado tener una frecuencia e intensidad objetables.

La precipitación cae en el suelo, áreas techadas y otras áreas impermeables, arrastrando sólidos y materia orgánica fácilmente putrescible; llega a las cunetas de pasajes peatonales y calles, fluye por ellas, penetrando en las coladeras (tragantes) para ser conducidas por tuberías hasta los puntos de descarga.

La topografía del terreno determina el sentido del escurrimiento superficial, el cual puede ser lento o rápido según la inclinación o pendientes de las áreas a drenar. Las dimensiones de las áreas y el tipo de superficie donde se origina la escorrentía, influyen en la cantidad de caudal a transportar por las estructuras pluviales de acuerdo al grado de permeabilidad de dichas áreas.

Si se pretende dar la eficiencia adecuada a un elemento del sistema, se debe presupuestar e invertir por igual, para no crear deficiencias en la capacidad de éste y por ende afectar el sistema total.

Elementos Del Drenaje Pluvial

El sistema del desagüe pluvial, normalmente comprende:

- A) Estructuras de conducción: canales y tuberías.
- B) Estructuras de captación: tragantes.
- C) Estructuras de conexión: pozos de visita.
- D) Estructuras de descarga: muros, cabezales, etc.

A) Estructuras de Conducción.

Su objetivo es transportar la escorrentía pluvial proveniente de las diversas áreas tributarias. Se clasifican como canales abiertos funcionando generalmente, parcialmente llenos y por gravedad.

En muchas ocasiones son exigidos a funcionar a plena capacidad, por lo que deben ser analizados y diseñados en esa condición para determinar sus dimensiones adecuadamente.

En lo relativo a urbanizaciones se entenderá como sistema de drenaje, al conjunto de las estructuras de conducción constituido por cordón cuneta, canaletas y colectores o tuberías.

A.1) Sección Cordón-Cuneta.

La definición que proporciona el reglamento de la Ley de Urbanismo y Construcción en lo relativo a urbanización y fraccionamiento es: "Franja del derecho de vía ubicada a ambos lados de la calle contiguo al cordón, construida para el desagüe superficial de las aguas lluvias".

Generalmente se construyen de concreto simple en la colectora y vía local principal, de concreto simple o ciclópeo en calles de acceso local y vías vehiculares, para todos los tipos de urbanizaciones. Podrán construirse de ladrillo de barro, bloques de concreto y mampostería en los pasajes peatonales o de paso, para las urbanizaciones tipo U3 y su forma generalizada es triangular y se encuentran localizadas en las orillas de las calles o vías.

Las parcelaciones según el desarrollo de sus obras de urbanización serán de cuatro tipos:

U1 : Urbanización Completa

U2 : Urbanización de Servicios Domiciliarios

U3 : Urbanización de Servicios Colectivos

U4 : Urbanización Simple

Ver Art. III.58. Obras de Urbanización para Aguas Lluvias. Reglamento de la Ordenanza del Control del Desarrollo Urbano y de la Construcción (OPAMSS).

Están destinadas a recoger el agua lluvia de las alcantarillas domiciliarias, aceras, rodapiés, áreas verdes, entre otros, y transportarla a los tragantes.

A.2) Canaleta Rectangular Y Semicircular.

Son estructuras destinadas a la conducción de la escorrentía, recogiénola desde la alcantarilla domiciliaria, acera y áreas verdes hasta transportar las a los tragantes o sumideros. Se encuentran ubicadas en las orillas de las aceras de los pasajes peatonales o de paso y normalmente son utilizadas en urbanizaciones U3 y U4.

La sección rectangular se construye de piedra o ladrillo de calavera y la sección

semicircular se puede construir en el sitio, prefabricada o de la mitad del tubo de cemento. La superficie interior de ambas deben repullarse.

A.3) Colectores o Tuberías de Aguas Lluvias.

Un colector es un tubo que está destinado a la conducción de las aguas lluvias, bajo la superficie de la tierra, llevándola hacia los puntos de descarga, con el cuidado de no ocasionar daños; normalmente funcionan parcialmente llenos.

Se diseñan o construyen lo suficientemente grandes, con pendientes hidráulicas preestablecidas y adecuadas para el desalojo rápido; con el objeto de prevenir la inundación de calles, aceras, plazas y otras estructuras de tal manera que no se interrumpa el tráfico vehicular, ni se causen daños a las propiedades.

- 1) Primarios
- 2) Secundarios
- 3) Terciarios

La profundidad en que se colocan, debe ser lo suficientemente grande para protegerlos contra roturas por cargas uniformes, concentradas y de impacto del tráfico. Evitar interferencias con las alcantarillas sanitarias y de agua potable. Las tuberías están sujetas a cargas externas fuertes, por lo que debe considerarse también su resistencia estructural. En nuestro país se fabrican de concreto simple hasta un diámetro de 18 pulgadas; los de 24 pulgadas se pueden construir de concreto simple o armado.

Los tubos mayores de 24 pulgadas, son construidos de concreto armado hasta un diámetro de 72 pulgadas.

B) Estructuras de Captación.

B.1) Tragantes

Son estructuras que tienen como función, la captura de las aguas lluvias que transportan los elementos de conducción superficiales. Constan normalmente de una cámara o caja de almacenamiento, y de la boca de entrada por la cual penetra el agua lluvia. Las paredes de la caja se construyen de ladrillo de calavera colocado de lazo, excepto en la pared paralela y adyacente al rodamiento que es colocado de trinchera.

Las paredes también se construyen de piedra o de concreto armado. Las bases o fundaciones se construyen de piedra y tanto éstas como las paredes, deben repellarse y afinarse para evitar filtraciones.

La entrada debe estar constituida por una abertura rectangular hecha en el cordón, por una parrilla de acero o loseta de concreto armado y/o por la combinación de ellas. Los tragantes se conectan por medio de tuberías, pudiendo unir dos tragantes o unirse directamente al pozo o a la caja de registro.

Se colocan en las canaletas de los pasajes y en las cunetas de las vías de circulación. En las calles generalmente se ubican en las intersecciones en sus puntos medios, cuando las distancias son mayores de 100 mts. y en los puntos bajos de las curvas verticales.

Clasificación de los tragantes.

Los tragantes se clasifican en tres tipos:

- 1) Remetidos o de acera
- 2) De Cuneta
- 3) Combinados

1) Tragante Remetido

Se caracteriza porque su entrada de captura, está constituida por una abertura rectangular construida en el cordón, como se muestra en la Figura No.5. Su caja se construye en el área de arriate o acera, funcionando hidráulicamente según el principio de los vertederos. En nuestro país es permitido usarlos hasta una pendiente longitudinal igual al 6%.

2) Tragante de Cuneta.

Se denomina así porque la parrilla se construye directamente en la cuneta, apoyada sobre la caja. El material de la parrilla normalmente es de hierro fundido, con agujeros de forma cuadrada o como ranuras; pero también se construye de concreto armado en vías de poco tráfico para que no sufran mucho desgaste y se destruyan por el exceso de carga. El tragante de cuneta es más efectivo que el de acera para capturar el flujo, pero presenta el problema de acumular muchos desperdicios. Su funcionamiento se basa en la teoría de flujo en orificios.

3) Tragante Combinado

Es una combinación del tragante de acera y el de cuneta.

c) Estructuras de Conexión

c.1). Pozos de Visita o Registro

Los pozos de visita son estructuras de conexión del sistema, que se emplean para:

- a) Inspección y limpieza de las alcantarillas.
- b) Cambios de diámetro de tuberías.
- c) Variación considerable de pendiente.
- d) Disipador de energía.

Generalmente los pozos se colocan en las intersecciones de las vías de circulación a distancias de 100 metros o menos cuando se producen cambios de dirección. La forma constructiva de los pozos se ha normalizado considerablemente, y en la mayor parte de países se han establecido diseños que se adoptan de un modo general. Se construyen de mampostería de piedra, ladrillo de calavera y de concreto armado, repellándose interiormente, con un afinado hasta una altura de 2 metros a partir del fondo. La fundación se hace de mampostería de piedra, y cuando la pared se construye de ladrillo de calavera, éste se coloca en forma de trinchera.

En las paredes a cada 50 centímetros de profundidad, se empotra un peldaño hecho de varilla de hierro para facilitar su inspección. Los pozos tienen un marco de hierro fundido, que descansa sobre las paredes de éste. Seguidamente estos (es decir) los pozos, que se ensanchan hasta alcanzar un diámetro no menor de 1.10 mts y generalmente de 1.2 mts., a una distancia que varía entre 0.90 y 1.50 mts. desde la boca del pozo.

Luego, se continúa con este diámetro constante hasta el fondo, tomando la forma cilíndrica. Si la profundidad total es menor de 3.60 mts., las paredes se construyen con un espesor de 0.30 mts., por cada 1.80 mts. de profundidad que aumente, debe incrementarse el espesor en 0.10 mts.

La siguiente Tabla muestra la relación que guarda el diámetro de los pozos con el diámetro de los colectores que conecta. El diámetro del tubo determina el diámetro del pozo a construir.

CUADRO 2.3 DIÁMETROS DE POZOS DE ACUERDO A DIÁMETROS DE TUBERÍAS CONVERGENTES.

Ø de tuberías (Pulg.)	Ø (mts.)
Hasta 24	1.2
30 – 36	1.8
42 – 48	2.20
60	2.80

B.2) Cajas de registro

Tienen las mismas funciones que los pozos de visita, con la única diferencia de que su resistencia de cargas verticales es menor. Su forma generalizada es cuadrada o rectangular, y se instalan en los pasajes peatonales de las urbanizaciones R3 y R4. Se construyen de piedra, ladrillo de calavera o por la combinación de éstos materiales. La tapadera se fabrica de concreto armado.

C) Estructuras de Descarga

Son estructuras construidas, con la finalidad de proteger los inmuebles u obras civiles aledañas al sitio de descarga. Los sitios de descarga cuentan con un área hidráulica, que debe ser capaz de recibir y absorber el agua lluvia, proveniente de un sistema de drenaje en particular.

C.1) Cabezal

Es una estructura hecha en el sitio de descarga, con la tubería ubicada de tal forma que sea protegida por dicha estructura; a manera de retener el triángulo de fuerza, creada por la masa de tierra sobre la tubería.

C.2) Muro

Es el mismo trabajo a desempeñar por el cabezal, su diferencia es que este no cuenta con alerones. En ambos casos pueden tener como estructura siguiente, una serie de gradas que van reduciendo la energía potencial y cinética del volumen de agua que está siendo descargado.

2.2.5. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE DRENAJE URBANO.

El drenaje urbano puede explicarse como compuesto de dos subsistemas: el macro y el micro drenaje, también denominados respectivamente sistemas mayor y menor.

El subsistema de macro drenaje incluye todos los cursos del escurrimiento, definidos por las depresiones topográficas naturales de la cuenca, aún siendo efímeros. Por lo general drena áreas mayores a 5.00 km², dependiendo del tamaño de la ciudad y relieve de la región. Una característica fundamental de este componente es que siempre existe, aún cuando no se ejecuten obras específicas de drenaje. Este subsistema debe ser capaz de eliminar o reducir los daños provocados por lluvias excepcionales, convenientemente hasta del orden de 50 ó 100 años de tiempo de recurrencia. Aunque en El Salvador, el período de retorno en el cual el macro-drenaje colapsa, es más reducido, aproximadamente 5 a 10 años.

El subsistema de micro drenaje abarca todas las obras de drenaje realizadas en áreas donde el escurrimiento natural no es bien definido y, por lo tanto, termina siendo determinado por la ocupación del suelo. En un área urbana el micro drenaje responde al trazado de las calles e incluye, el sistema de

cordón-cuneta o alcantarilla, las bocas de tormentas y los sistemas de conducción subterránea, hasta el macro drenaje. Este subsistema debe estar proyectado para operar sin inconvenientes, ante tormentas con períodos de retorno entre 2 y 10 años, dependiendo del tipo de ocupación del sector. En el Salvador, este drenaje colapsa con precipitaciones anuales.

2.2.6. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

Es trascendental considerar en el diseño de las obras de drenaje urbano, las condiciones que pueden provocar inundaciones, así como, condiciones actuales de cambios en los patrones de precipitación y futuros cambios en los patrones de escorrentía en el futuro, por urbanizaciones en la cuenca alta, por lo que es de suma importancia en el diseño tener en cuenta lo siguiente:

Para el cálculo de crecientes en zonas urbanas, se utiliza la formula racional: $Q = CIA$, que relaciona el caudal que escurrirá por un punto específico, con la Intensidad de lluvia determinada y el área de drenaje de la cuenca, afectados por un parámetro de facilidad o limitación del escurrimiento que es el Coeficiente de Escorrentía C .

Para la determinación de la intensidad, primero debemos seleccionar el período de retorno de la lluvia de diseño o la frecuencia futura estimada. La determinación de este valor dependerá de la decisión del riesgo que se puede asumir en la obra: A mayor frecuencia, menor período de retorno, menor valor de la precipitación. A menor frecuencia, mayor periodo de retorno, la lluvia de diseño será mayor.

Durante los primeros minutos de la lluvia, la intensidad de ésta es muy alta, pero como el tiempo es corto, no se ha alcanzado a drenar toda la cuenca, por lo que el caudal que pasa por el punto en estudio no es muy grande. A medida que transcurre el tiempo, la cuenca comienza a aportar más agua porque es mayor el área que se drena, pero

por otra parte, la intensidad de la lluvia va disminuyendo poco a poco. El tiempo mínimo en el cual se drena toda la cuenca, corresponde al caudal máximo, este valor coincide con el tiempo de concentración (T_c) en cuencas pequeñas. Para determinar la Intensidad de la Lluvia, igualamos que el Tiempo de Duración de la lluvia que me produce un máximo caudal, es igual al tiempo de Concentración.

En las Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia del área en la cual se diseña, se determina la Intensidad de la Lluvia de una duración igual al T_c , para un período de retorno determinado.

Pero es de suma importancia considerar, especialmente en San Salvador, que deben utilizarse las Curvas **IDF mas actualizas**, para poder incorporar en el análisis los cambios en los patrones de Intensidad de lluvia que se están presentando. O deberá analizarse si las Intensidades de lluvia con las que se está diseñando corresponden realmente a la actualidad.

Las nuevas construcciones aguas arriba de una comunidad, provoca que aguas abajo incremente considerablemente la esorrentía. Como los drenajes de la comunidad aguas abajo había sido diseñada considerando la cuenca alta como “no intervenida”, la impermeabilización de áreas cambia el factor de “área no invertida” a “área impermeable”, incrementando de esa forma, la esorrentía hacia aguas abajo. Por lo tanto el otro parámetro critico e importante a determinar es el valor de “C” o Coeficiente de Esorrentía, cuyo significado es la porción de agua que escurre con respecto a la que llueve: Con $C = 1$, el total de la precipitación escurre, con $C=0.7$ el 70% de la precipitación. Así contribuye directamente al escurrimiento superficial y el otro 30% se infiltra. El valor de “C” dependerá de la pendiente del terreno, del tipo de suelo y de la cobertura vegetal. En una urbanización en la parte baja de la cuenca, el valor de “C” de la cuenca, cambia a medida que se urbaniza aguas arriba.

CLASIFICACIÓN PARA VALORES DE COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)

NOTA: Para zonas que se espera puedan ser quemadas se deben aumentar los coeficientes así:

Cultivos: multiplicar por 1.1

Hierba, pastos y vegetación ligera, bosques y densa vegetación por 1.3

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE		
PRONUNCIADA	ALTA					
Mayor de 50%	20% - 50%	5% - 20%	1% - 5%	Menor del 1%		
SIN VEGETACION	IMPERMEABLE	0.80	0.75	0.70	0.65	0.50
SEMIPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	2 0.50	
PERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
SEMIPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	
PERMEABLE	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	
PASTOS	IMPERMEABLE	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
SEMIPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	
PERMEABLE	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	
HIERBA, GRAMA	IMPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
SEMIPERMEABLE	0.60	0.45	0.40	0.35	0.30	
PERMEABLE	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	
BOSQUES	IMPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
SEMIPERMEABLE	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	
PERMEABLE	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	

2.3. MARCO NORMATIVO

2.3.1. LA CONSTITUCION DE LA REPUBLICA

Art. 32.- La familia es la base fundamentas de la sociedad y tendrá la protección del Estado, quien dictará la legislación necesaria y creará los organismos y servicios apropiados para su integración, bienestar y desarrollo social, cultural y económico.

Art. 101.- El orden económico debe responder esencialmente a principios de justicia social, que tiendan a asegurar a todos los habitantes del país una existencia digna del ser humano

2.3.2. CODIGO MUNICIPAL

Art. 4

INCISOS 19 y 25

19. La prestación del servicio de aseo, barrido de calles, recolección, tratamiento y disposición final de basuras. Se exceptúan los desechos sólidos peligrosos y bioinfecciosos.

25. Planificación, ejecución y mantenimiento de obras de servicios básicos, que beneficien al municipio.

2.3.3. REGLAMENTO DE LA LEY DE URBANISMO Y CONSTRUCCION

Art. 91 El sistema de drenaje de aguas lluvias de toda parcelación será calculada por el urbanizador, para intensidades de lluvia que ocurran con una frecuencia de una vez cada cinco años (Período de Retorno), tomando en consideración las características especiales del sector en donde se encuentren ubicada

El escurrimiento superficial máximo permisible en cordones y cunetas o canaletas, será de cien metros. Casos especiales serán analizados por el **VMVDU**. En toda vía de Circulación Menor, las tuberías de aguas lluvias se instalarán al centro de las mismas

Y además, nos dice las pendientes mínimas y máximas de las tuberías

Art. 92. Los pozos de visita para aguas lluvias, podrán ser de ladrillo de barro repellados o de piedra, cuando su altura no exceda de 6.00 mts. Cuando su altura sea mayor o en el caso de tener caídas iguales o mayores de 3.00 mts. éstos deberán ser reforzados adecuadamente, debiendo presentar en los planos respectivos, los detalles y cálculos estructurales.

La distancia máxima entre pozos de visita será de cien metros (100.00 mts.), con una variación permisible del 15% en casos especiales.

Las tapaderas de los pozos serán de hierro fundido en las vías de circulación vehicular, pudiendo ser de concreto armado en los Pasajes Peatonales

Art. 93 En todas las Vías de Circulación Menor, serán de ladrillo de barro. Las parrillas de éstos serán de hierro fundido en las vías de circulación vehicular, pudiendo hacerse de concreto armado o de estructura metálica en los Accesos Peatonales. En las vías de distribución y de Reparto, no se permitirán los tragantes remetidos. La distancia máxima entre tragantes será de cien metros (100.00 mts.). En casos especiales serán analizados por el **VMVDU**. Ver detalle de tragantes en Anexo números 12 y 13. Agua Potable y Aguas Negras.

2.3.4. ORDENANZA MUNICIPAL

ORDENANZA # 1

DECRETO # 13

CONCEJO MUNICIPAL DE LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN.

Art. 2

Queda terminantemente prohibido arrojar y quemar basura en las calles, así como también, depositar tierra, madero, ramajes, escombros y cualquier otra clase de objetos peligrosos que obstruyan el paso de vehículos y peatones. La basura casera se colocará en bolsas amarradas, para su recolección. La tierra, la piedra, los maderos y los escombros, lo mismo que los desechos de construcción que se encuentren sobre las calles o aceras obstaculizando la circulación de la vía pública, podrán ser retirados por la alcaldía a costa del infractor.

CAPITULO III

3. ESTUDIOS TECNICOS.

3.1. ESTUDIOS TECNICOS. QUEBRADAS CHEPEGUAL E IMBER.

3.1.1. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene el resultado de los estudios previos al diseño de las obras de mitigación, a fin de encontrar alternativas de solución al problema de las inundaciones, causadas por el desborde de las quebradas que atraviesan la zona urbana de la ciudad de La Unión. Estos estudios son necesarios, ya que con ellos se obtendrán los parámetros a considerar para iniciar el diseño de la obra hidráulica a proponer.

También se presenta el plano topográfico con el alineamiento horizontal y el perfil de las quebradas sujetas a la investigación que muestre las condiciones naturales de la superficie del terreno donde realizara el diagnóstico.

Los objetivos que se persiguen son los siguientes:

- Estudio Topográfico: Este pretende trazar el alineamiento idóneo del eje longitudinal, de cada una de las quebradas contempladas en la investigación de campo.
- Estudio Hidrológico Básico: con este trabajo se dará a conocer el volumen de agua que fluye a través del cauce.

3.1.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.

En el estudio topográfico se ubica el punto de interés, para el cual se efectúa el análisis del lugar con ello se podrá determinar el tipo de obra hidráulica que se pretende emplear. El estudio en el punto de emplazamiento que comprende los siguientes aspectos:

- *Secciones transversales del río y planta.*
- *Esquema de ubicación del punto de interés.*

3.1.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO BASICO.

El Estudio Hidrológico consiste en el análisis de las micro cuencas correspondientes a los puntos críticos de interés, tratados en esta investigación, con el objeto de calcular las Avenidas Máximas; el cual (como se advierte en el Capítulo IV), sirven de base para el cálculo del Nivel Máximo que alcanza la escorrentía responsable de producir las inundaciones, por medio de un Análisis Hidráulico.

El estudio hidrológico es determinante en el diseño de la capacidad necesaria y el grado de seguridad que se requiere dar a las estructuras hidráulicas. Además estima los niveles de operación probables, la duración y la variación en el tiempo de los procesos que componen el ciclo hidrológico (precipitación, escorrentía, evapotranspiración, filtración, Y otros.) con base a los volúmenes y gastos que se deseen almacenar, controlar o transmitir.

El presente análisis ha sido realizado para las áreas hidrográficas que comprenden la quebrada Chepegual, y la quebrada Imber (identificadas en el capítulo anterior), ya que estas influyen en las zonas vulnerables por inundaciones (Ver Anexo 10).

3.1.3.1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CUENCA.

3.1.3.1.1. DELIMITACION Y DETERMINACION DE ÁREA DE LAS CUENCAS CHEPEGUAL E IMBER.

El área de la cuenca se define, por medio de una línea imaginaria llamada parteaguas. Inicialmente se dispone un mapa topográfico, digitalizado por medio de un programa de diseño asistido por computadora, en el cual se encuentran las cuencas que

contiene a la Quebrada Chepegual e Imber, en una escala natural Posteriormente se procede a marcar los cauces definidos dentro de la cuenca para su futura visualización y análisis, luego se continuó con el proceso por medio de un programa de diseño asistido por computadora. A través de éste se obtiene el área, el perímetro de la cuenca, la longitud del cauce más largo, la identificación de los puntos más elevados y bajos de la cuenca y las longitudes de las curvas de nivel que pertenecen a dicha cuenca.

Las lecturas registradas (Tomadas de Anexo 11) hasta el punto de interés son:

Área de la sub-cuenca Chepegual: **Ac = 4.28 Km²**

Área de la sub-cuenca Imber: **Ac = 0.61 Km²**

3.1.3.1.2. LONGITUD DEL CAUCE MÁS LARGO.

En la cuenca desde el punto de interés de las Quebradas Chepegual e Imber existen diversos cauces que llegan a conformar uno principal y de mayor caudal. Después de un proceso de medición directa y haciendo uso de un programa de diseño asistido por computadora, se identifica y se determina del mapa, la longitud del cauce mas largo de la cuenca (Tomado del Anexo 11), el cual se obtiene el siguiente resultado:

- **Longitud de cauce de la cuenca Chepegual:** **L. = 6.76 Km**
- **Longitud de cauce de la cuenca Imber:** **L. = 6.76 Km**

3.1.3.1.3. PENDIENTE MEDIA.

La pendiente media de una cuenca es uno de los principales parámetros que caracteriza el relieve de la misma. Este concepto trata de ser representativo de las infinitas pendientes que pueden existir, dentro de una cuenca y está estrechamente relacionado con los fenómenos erosivos que se manifiestan en la superficie.

El valor de la pendiente media se obtiene por medio de un procedimiento basado en el área entre curvas de nivel, a través de la fórmula siguiente:

$$Sc = \frac{\sum L * D}{Ac} * 100 \quad (1)$$

Donde:

$\sum L$: sumatoria de las longitudes de cada curva de nivel (Km)

D: intervalo entre curvas de nivel (Km)

Ac: área de la cuenca (km²)

Sc: pendiente de la cuenca (%)

Sustituyendo obtenemos:

- CUENCA QUEBRADA CHEPEGUAL

$$Sc = \frac{81.15km * 0.01km}{4.28km^2} * 100 = \underline{18.96\%}$$

- CUENCA QUEBRADA IMBER

$$Sc = \frac{35.84km * 0.01km}{0.61km^2} * 100 = \underline{10.45\%}$$

(1) Wilfredo Carranza. Tesis: Estudio del problema del sistema de drenaje de aguas lluvias de la ciudad de Cojutepeque y alternativa de solución. UES, 1995.

3.1.3.2. DETERMINACION DE LOS FACTORES COMPARATIVOS DE LA CUENCA.

3.1.3.2.1. PERIODO DE RETORNO

De una manera práctica de obtener el periodo de retorno, es a través de resúmenes basados en experiencias pasadas en el diseño para estructuras de control de agua tal como se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO3.1 CRITERIOS DE DISEÑO GENERALIZADO PARA ESTRUCTURAS DE CONTROL DE AGUA.

TIPO DE ESTRUCTURA	PERIODO DE RETORNO
Alcantarillas de Carreteras	
Volúmenes de tráfico bajo	5-10
Volúmenes de tráfico medio	10-25
Volúmenes de tráfico alto	50-100
Puentes de Carreteras	
Sistema secundario	10-50
Sistema primario	50-100
Aeropuertos	
Volúmenes bajos	5-10
Volúmenes medios	10-25
Volúmenes altos	50-100
Diques	
En fincas	2-50
Alrededor de ciudades	50-200

FUENTE: Wilfredo Carranza. Tesis: Estudio del problema del sistema de drenaje de aguas lluvias de la ciudad de Cojutepeque y alternativa de solución. UES, 1995.

De acuerdo a la tabla anterior se estableció un periodo de retorno de **25 años**, ya que este sector presenta volúmenes de tránsito medio.

3.1.3.2.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

Una vez calculada el área de la cuenca, la longitud del cauce más largo y la pendiente media; se puede encontrar el **tiempo de concentración**, el cual es el tiempo que tarda una gota de agua para recorrer desde el punto mas alejado de la cuenca, hasta el punto de interés.

La determinación del valor del tiempo de concentración, ha sido motivo de estudio de muchas instituciones y autores. Para el presente cálculo se propone la aplicación de la fórmula siguiente:

- Formula de Kirpich².

$$T_c = 0.0078 \frac{L_c^{0.77}}{S^{0.385}}$$

En donde:

T_c = Tiempo de concentración en minutos.

L_c = Longitud del cauce en pies.

S = Pendiente promedio de la cuenca.

- CUENCA QUEBRADA CHEPEGUAL

$$T_c = 0.0078 \frac{L_c^{0.77}}{S^{0.385}} = 0.0078 \frac{(22182.71)^{0.77}}{(0.1896)^{0.385}} = \underline{35.11 \text{ min}}$$

² Ven Te Chow. Hidrología Aplicada. Primera Edición, Bogotá 1988.

- CUENCA QUEBRADA IMBER

$$T_c = 0.0078 \frac{L_c^{0.77}}{S^{0.385}} = 0.0078 \frac{(22182)^{0.77}}{(0.1041)^{0.385}} = \underline{16.54 \text{ min}}$$

3.1.3.3. CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO

Luego de definir todos los parámetros y características de la cuenca hasta el punto de emplazamiento de la quebrada Chepegual e Imber donde se realiza el diagnóstico, se procede a calcular el caudal de aguas máximas, el cual es el volumen de agua que recoge la cuenca en la unidad del tiempo y que pasa por el punto de control, para luego ser utilizada en el cálculo del tirante crítico de las secciones transversales del río, en el punto de interés. El valor numérico del caudal se determina mediante el Método Racional, el cual está dado por la fórmula siguiente:

$$Q_c = k * C * I * A_c$$

Donde:

Q_c: Caudal de aguas máximas que drena sobre la cuenca hasta el punto de interés.

K: Constante numérica para transformar las unidades de los componentes de la fórmula.

C: Coeficiente de Escorrentía.

I: Intensidad de diseño, en mm/min.

A: Área de la cuenca en km².

3.1.3.3.1. CALCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA.

En las micro cuencas Chepegual e Imber, el tipo de superficie que cubre el agua es relativamente variable, por lo tanto, la determinación del C se hará bajo las siguientes condiciones:

- Se calculará el valor promedio ponderado del C para toda el área de las micro cuencas, por medio de la siguiente expresión:

$$C_{ponderado} = \frac{\sum A_i \times C_i}{A_i}$$

- Se considera el valor del C para cada área según sea su pendiente, vegetación y tipo de suelo. Este se determina haciendo uso de la tabla de Clasificación de Valores de Coeficiente de Escorrentía (Capítulo I, pág. 39) y por medio del uso de los siguientes mapas:

- Mapa Pedológico de El Salvador (Ver Anexo 12), conocido como Tipo de Rocas. Se ubica la cuenca hidrológica en estudio, según las coordenadas que se encuentran en el cuadrante.

Se debe determinar el grado de permeabilidad del suelo, es decir, si es impermeable, semi-permeable o permeable.

- Posteriormente en el mapa de “Zonificación y Estructura de La Ciudad-Puerto”³, ya que el análisis y propuesta, está proyectada de acuerdo al crecimiento urbano señalado en dicho mapa. (Ver anexo 13). Se sobrepone la cuenca hidrográfica para definir el tipo de uso del suelo de la cuenca y determinar la densidad de cobertura vegetal.

³ Ministerio de Obras Públicas. Plan de desarrollo territorial para la región de La Unión. ASIGOLFO

Para facilitar la interpretación y el cálculo del coeficiente de escorrentía, se elaboró tabla de cálculo, para las diferentes condiciones.

CUADRO 3.2 CALCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA. CUENCA QUEBRADA CHEPEGUAL.

	DESCRIPCION	PENDIENTE	TIPO DE SUELO	Ci	Ai	Ci x Ai
AREA 1	AREA URBANA	MEDIA	SEMIPERMEABLE	0.60	967,526.41	580,515.85
AREA 2	ZONA RURAL	MEDIA	SEMIPERMEABLE	0.50	2423,848.20	1211,924.10
AREA 3	BOSQUES	ALTA	SEMIPERMEABLE	0.40	244,676.50	97,870.60
AREA 4	BOSQUES	ALTA	PERMEABLE	0.20	642,245.88	128,449.18
TOTAL					4278,297.00	2018,759.73

$$C_{ponderado} = \frac{2.02}{4.28} = \underline{\underline{0.47}}$$

CUADRO 3.3 CALCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA. CUENCA QUEBRADA IMBER.

	DESCRIPCION	PENDIENTE	TIPO DE SUELO	Ci	Ai	Ci x Ai
AREA 1	AREA URBANA	MEDIA	SEMIPERMEABLE	0.60	495,161.77	297,097.06
AREA 2	ZONA VERDE	MEDIA	SEMIPERMEABLE	0.40	119,542.87	47,817.15
TOTAL					614,704.64	344,914.21

$$C_{ponderado} = \frac{0.34}{0.61} = \underline{\underline{0.56}}$$

3.1.3.3.2. CALCULO DE LA INTENSIDAD DE DISEÑO.

**CUADRO 3.4 INTENSIDAD DE PRECIPITACION MAXIMA ANUAL
(ABSOLUTA)**

En mm/minuto para diferentes períodos.

INDICE: N - 15

ESTACION: LA UNION

LATITUD: 13° 19.9'

LONGITU: 87° 52.9'

ELEVACIO: 95 m.s.n.m.

AÑO	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180	240	360
1970	2.24	1.98	1.78	1.58	1.24	1.12	0.88	0.59	0.38	0.3	0.26	0.2	0.18
1971	2.88	2.20	2.00	1.79	1.47	1.07	0.89	0.62	0.48	0.40	0.27	0.21	0.12
1972	3.38	2.52	2.03	1.67	1.29	1.08	1.02	0.88	0.69	0.56	0.47	0.37	0.07
1973	2.56	2.23	1.95	1.82	1.44	1.07	0.94	0.92	0.87	0.75	0.64	0.50	0.35
1974	2.78	2.25	1.99	1.69	1.24	0.96	1.07	0.98	0.74	0.60	0.50	0.38	0.28
1975	4.00	3.59	3.20	3.33	2.43	1.80	1.40	0.95	0.73	0.59	0.50	0.38	0.26
1976	2.74	2.22	1.94	1.76	1.55	1.23	0.97	0.69	0.52	0.42	0.36	0.27	0.24
1977	2.42	2.28	1.86	1.58	1.29	1.02	0.87	0.69	0.53	0.44	0.41	0.24	0.21
1978	2.80	2.30	1.87	1.65	1.20	0.89	0.81	0.61	0.45	0.39	0.33	0.31	0.21
1979	2.90	2.24	1.80	1.62	1.28	1.01	0.97	0.82	0.68	0.55	0.47	0.37	0.27
1980	3.28	2.10	1.83	1.67	1.55	1.32	1.17	1.15	1.03	0.95	0.85	0.64	0.43
1981	2.60	2.00	1.83	1.77	1.85	1.62	1.42	1.10	1.01	0.91	0.81	0.63	0.42
1982													
1983	2.02	1.97	1.99	1.98	1.81	1.34	0.78	0.70	0.44	0.37	0.31	0.23	0.12

FUENTE: Servicio Nacional de Estudios Territoriales. Servicio Meteorológico.

3.1.3.3.3. CURVAS DE INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA

Obtención de las curvas de Intensidad Duración Frecuencia

Con los datos de intensidad y duración de la lluvia se procedió a calcular la frecuencia, de la manera siguiente:

- I. Ordenamiento de los datos de intensidad en orden de magnitud creciente
- II. Calculo de la frecuencia empírica de ocurrencia a partir de la siguiente formula que se encuentra en la hoja de Probabilidades de Gumbell:

$$F = \frac{m}{n + 1}$$

Donde:

F = Frecuencia

m= Posición del dato.

n = Número total de datos

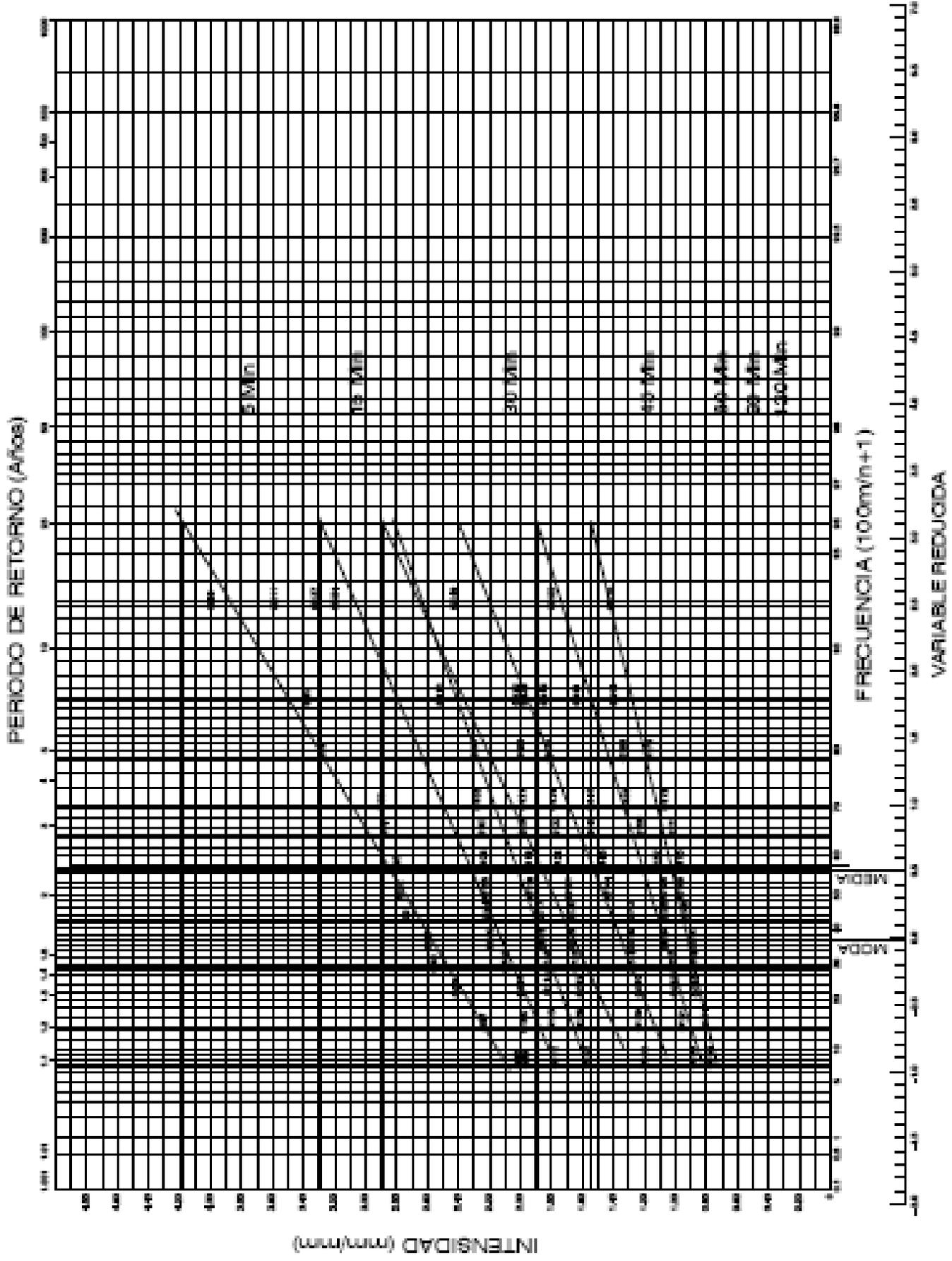
- III. Ploteo de lo datos en el papel correspondiente (Gumbell) de lo valores de frecuencia contra las intensidades de precipitación
- IV. Ajuste de una línea recta a los puntos ploteados

Los datos y las correspondientes curvas obtenidas con el proceso descrito anteriormente se representan en el siguiente cuadro y gráfico:

CUADRO 3.5 DATOS DE INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA ANUAL EN ORDEN CRECIENTE EN MM/ MIN PARA DIFERENTES PERIODOS.

Nº	5	10	15	20	30	45	60	F
1	2.02	1.97	1.78	1.58	1.2	0.89	0.78	7.14
2	2.24	1.98	1.80	1.58	1.24	0.96	0.88	14.29
3	2.42	2.00	1.83	1.62	1.24	1.01	0.97	21.43
4	2.56	2.10	1.83	1.65	1.28	1.02	1.42	28.57
5	2.60	2.20	1.86	1.67	1.29	1.07	1.17	35.71
6	2.74	2.22	1.87	1.67	1.29	1.07	0.87	42.86
7	2.78	2.23	1.94	1.69	1.44	1.08	0.81	50.00
8	2.80	2.24	1.95	1.76	1.47	1.12	0.97	57.14
9	2.88	2.25	1.99	1.77	1.55	1.23	0.94	64.29
10	2.90	2.28	1.99	1.79	1.55	1.32	1.07	71.43
11	3.28	2.30	2.00	1.82	1.81	1.34	0.89	78.57
12	3.38	2.52	2.03	1.98	1.85	1.62	1.02	85.71
13	4.00	3.59	3.20	3.33	2.43	1.80	1.40	92.86

Grafico 3.1
Curvas I - D - F



A partir del Grafico 3.1 considerando los periodos de retorno para 2, 5, 10 y 25 se obtienen los resultados para elaborar los resultados para elaborar los gráficos de las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia.

El periodo de retorno corresponde al número promedio de años, en que una precipitación dada será igualada o excedida

A continuación se presentan, los cuadros, con los datos usados para elaborar las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia

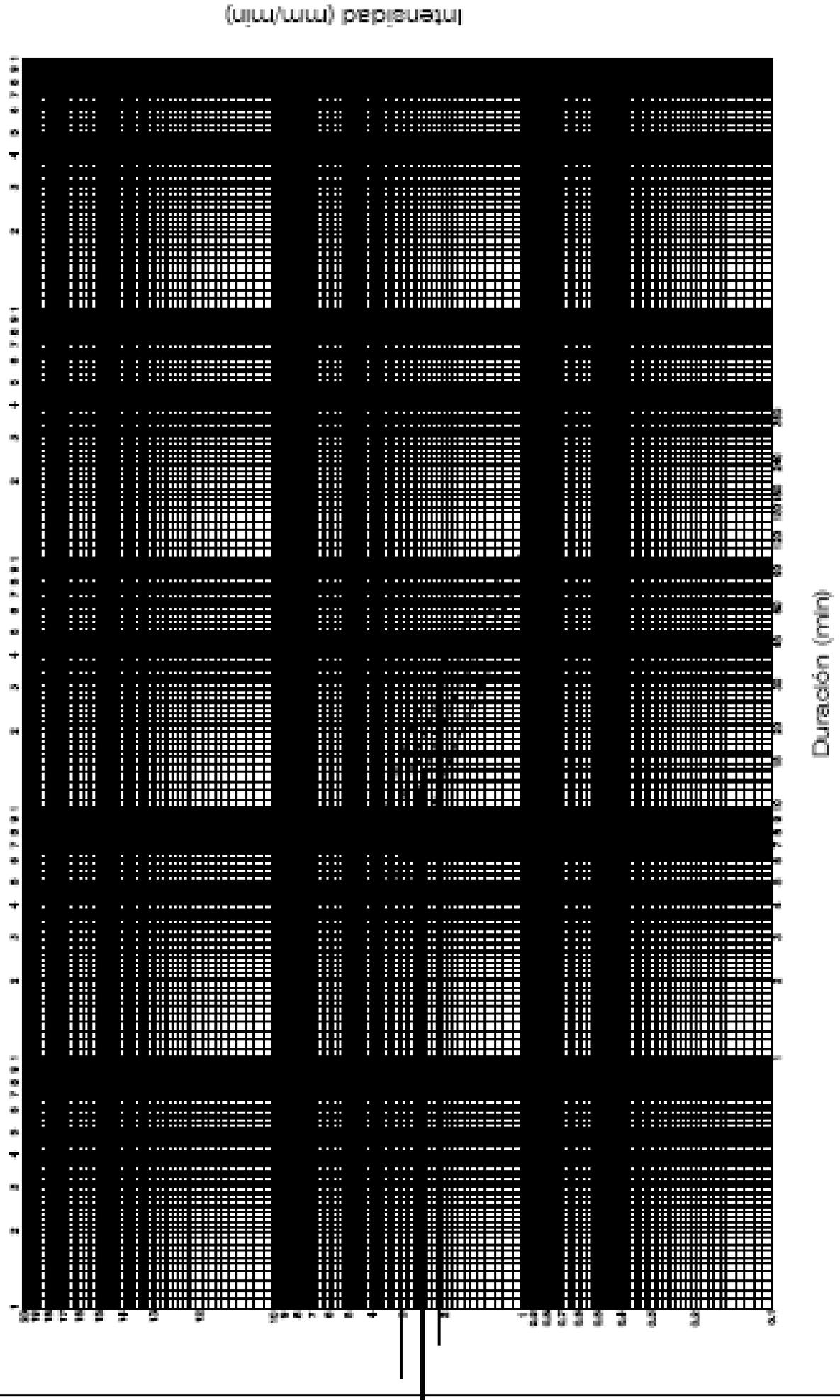
Para 2 años	
TIEMPO (min)	INTENSIDAD(mm/min)
5	2.74
10	2.25
15	1.96
20	1.79
30	1.46
45	1.16
60	0.99

Para 5 años	
TIEMPO (min)	INTENSIDAD(mm/min)
5	3.25
10	2.63
15	2.29
20	2.22
30	1.83
45	1.44
60	1.20

Para 10 años	
TIEMPO (min)	INTENSIDAD(mm/min)
5	3.59
10	2.93
15	2.53
20	2.51
30	2.08
45	1.64
60	1.36

Para 2 años	
TIEMPO (min)	INTENSIDAD(mm/min)
5	4.17
10	3.29
15	2.81
20	2.88
30	2.40
45	1.89
60	1.54

Grafico 3.2
Intensidad de Diseño



En la gráfica de Intensidad- Duración, se ubica el tiempo de Concentración de las cuencas en estudio en el eje de las duraciones, el cual se intercepta con la gráfica Intensidad-Duración, proyectando esta línea hacia el eje de las Intensidades, de esta forma se obtiene el valor de la Intensidad Máxima Anual, para el periodo de diseño de la obra. Este valor es la Intensidad máxima de la cuenca y tiene unidades en mm/min.

A continuación se presentan los valores de las Intensidades máximas para las cuencas en estudio:

- **Intensidad Máxima de la cuenca Chepegual:** **I=2.154 MM/MIN**
- **Intensidad Máxima de la cuenca Imber:** **I= 2.97875 MM/MIN**

Con todos los valores calculados anteriormente, se procede a la determinación del Caudal Máximo, de la siguiente manera:

- ***CUENCA CHEPEGUAL***

$$Q= 50/3 \times CIA$$

$$Q= 50/3 \times (0.47 \times 2.154 \times 4.28)$$

$$**Q= 71.92 m3/seg**$$

- ***CUENCA IMBER***

$$Q= 50/3 \times CIA$$

$$Q= 50/3 \times (0.56 \times 2.97875 \times 0.61)$$

$$**Q= 16.51 m3/seg**$$

3.2. ESTUDIOS TECNICOS. SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO.

3.2.1. INTRODUCCIÓN

Dentro de los estudios técnicos sobresalen muchos factores indispensables al momento de la planificación, tomando como base a metas y objetivos trazados. Ello conlleva a un análisis profundo en el problema de las inundaciones de La Ciudad de La Unión, presentando, el resultado de los estudios previos al diagnóstico, el producto de la investigación ayudará a proponer un rediseño del sistema de drenaje pluvial, que realmente contribuya a una solucionar el eterno problema de las inundaciones causadas por el colapso del mismo. Estos estudios son necesarios, ya que con ellos se obtienen los parámetros a considerar, para iniciar el diseño de la obra hidráulica a proponer.

También se presenta el plano topográfico con el alineamiento horizontal de los colectores existentes y el perfil longitudinal de estos, que igualmente muestra las condiciones naturales de la superficie del terreno, donde realizará el diagnóstico.

Los objetivos que con cada uno de los estudios se persigue son los siguientes:

- Estudio Topográfico: Pretende mostrar las condiciones del relieve de la zona urbana.
- Estudio Hidrológico Básico: A través de el se daran a conocer los parámetros hidrológicos que sirven de base para determinar la intensidad máxima de precipitación de la sub cuenca, en el cual está contenido el sistema de drenaje pluvial urbano.

3.2.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.

El levantamiento topográfico se realiza para la actualización del área urbana, así como también, para obtener la nivelación de los ejes de calles y avenidas, partiendo para

esto de un banco de marca auxiliar el cual es establecido por un banco de marca geodésico de coordenadas $X= 625912.149$ y $Y= 246487.68^4$, que corresponde a la ubicación del Pozo #1 del sistema de drenaje pluvial. Posteriormente a la etapa del levantamiento se prosiguió a hacer el dibujo y como resultado de ello se logró el plano que se adjunta al documento en los anexos (Ver Anexos 19); dicho plano se analizó con el propósito de identificar las micro cuencas que componen la zona del estudio.

Una vez establecido el sitio punto de interés, es necesario efectuar un análisis del lugar con el objeto de determinar el tipo de obra de hidráulica a emplear. El estudio en el punto de emplazamiento debe comprender los siguientes aspectos:

- *Perfiles longitudinales de calles y avenidas y planta*
- *Ubicación de las descargas del sistema.*

3.2.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO BASICO.

El estudio hidrológico es un paso fundamental en cualquier etapa de todo proyecto hidráulico (planeación, diseño y operación).

El estudio hidrológico es determinante en el diseño de la capacidad necesaria y el grado de seguridad que se requiere dar a las estructuras hidráulicas; además, estima los niveles de operación probables, la duración y la variación en el tiempo de los procesos que componen el ciclo hidrológico (precipitación, escorrentía, evapotranspiración, filtración, y otros.) todo esto con base en los volúmenes y gastos que se deseen almacenar, controlar o transmitir.

Dicho análisis está orientado en determinar los parámetros hidrológicos, que sirven para conocer la intensidad máxima de precipitación, de cada micro cuenca, el cual es calculado en el capítulo IV.

⁴ FUENTE: Centro Nacional de Registros.

De acuerdo al estudio topográfico que se realizó en la zona urbana, se determinó que está compuesta por cuatro micro cuencas, para el cual el presente análisis ha sido realizado para las áreas hidrográficas que comprenden. (ver plano en anexos A-9):

- **SECTOR 1: MICROCUENCA BARRIO CONCEPCION ORIENTE.**
- **SECTOR 2: MICROCUENCA BARRIO CONCEPCION PONIENTE.**
- **SECTOR 3: MICROCUENCA BARRIO HONDURAS PONIENTE.**
- **SECTOR 4: MICROCUENCA BARRIO HONDURAS ORIENTE.**

SECTOR 1: MICROCUENCA BARRIO CONCEPCION ORIENTE.

Esta micro cuenca corresponde al punto de interés ubicado en la descarga identificada sobre la quebrada Los Monos correspondiente a la parte poniente del Barrio Concepción, en donde desemboca toda la escorrentía directa que es transportada por los colectores No. 1,2, y 16 (Ver descripción técnica).

1. Parámetros físicos de la cuenca.

a. Delimitación de la cuenca.

La delimitación de esta micro cuenca se presenta en el Anexo 14.

b. Área de la cuenca.

El Área delimitada por el parte aguas es de:

$$\text{Acuenca} = 44781.70 \text{ m}^2 = \underline{\underline{0.0447817 \text{ km}^2}}$$

c. Longitud perimetral de la cuenca.

$L_p \text{ cuenca} = 681.867 \text{ m} = \underline{\mathbf{0.68 \text{ km}}}$

d. Densidad de drenaje o longitud de corriente.

Se calcula a partir de la formula:

$$Dd = \frac{Lp}{A}$$

Sustituyendo.

$$Dd = \frac{0.68 \text{ km}}{0.045 \text{ km}^2} = \mathbf{15.11/km}$$

e. Longitud del cauce principal.

$L_c \text{ cuenca} = 400.692 \text{ m} = \underline{\mathbf{0.40 \text{ km}}}$

f. Cálculo de la pendiente media de la cuenca.

La pendiente media se calculó, haciendo uso de un programa de diseño asistido por computadora, por medio del método de regresión y correlación (Ver Anexo 15), el cual se obtuvo un valor de pendiente media de:

$P_m = 0.04 = \underline{\mathbf{4.091\%}}$

2. Cálculo del Tiempo de Concentración.

La intensidad máxima de lluvia para la micro cuenca, será utilizada para el cálculo del caudal máximo para cada colector que se encuentre dentro de dicho sector. Para este análisis se toman en cuenta, los parámetros calculados en el apartado anterior para luego determinar el valor del tiempo de concentración.

Para el cálculo del tiempo de concentración se hará uso de las siguientes formulas:

a. Fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0.0078 \times \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

En donde:

T_c = Tiempo de concentración en minutos.

L_c = Longitud del cauce, en pies.

S = Pendiente promedio de la cuenca.

Sustituyendo:

$$T_c = 0.0078 \times \frac{1314.27^{0.77}}{0.04^{0.385}}$$

$$T_c = 6.73 \text{ min}$$

b. Formula de Giandotti.

$$T_c = \frac{\sqrt{A} + 1.5L_c}{0.85\sqrt{H_m}}$$

Donde:

T_c : Tiempo de concentración en horas.

A : Área de recogimiento de la cuenca, Km^2

L_c : Longitud del cauce mas largo, en km.

H_m : Elevación media, en mts. calculada mediante la expresión:

$$H_m = (H_{\max} + H_{\min}) / 2$$

Sustituyendo:

$$H_m = (114.00 + 99.93) / 2$$

$$H_m = 106.97 \text{ m.s.n.m.}$$

Entonces:

$$T_c = \frac{\sqrt{0.04} + 1.5(0.40)}{0.85\sqrt{106.97}}$$

$$T_c = 0.10 \text{ hrs} = 5.89 \text{ min}$$

$$\underline{\underline{T_c (\text{promedio}) = 6.31 \text{ min}}}$$

3. Cálculo de la Intensidad de Diseño.

El valor de la intensidad de lluvia usado para la evaluación hidráulica del sistema, es el obtenido de la Curva Intensidad-Duración-Frecuencia para un período de retorno de 5 años, establecido en el Reglamento de Ley de Urbanismo y Construcción del VMVDU.

En la gráfica de Intensidad- Duración, se ubica el tiempo de Concentración de la micro cuenca en estudio en el eje de las duraciones, el cual se intercepta con la gráfica Intensidad-Duración, proyectando esta línea hacia el eje de las Intensidades, de esta forma se obtiene el valor de la Intensidad Máxima Anual, para el período de diseño de la obra. Este valor es la Intensidad máxima de la micro cuenca y tiene unidades en mm/min. A continuación se presentan los valores de las Intensidades máximas para la micro cuencas en estudio:

- **Intensidad Máxima de la cuenca SECTOR 1: I= 3.018 MM/MIN**

SECTOR 2: MICROCUENCA BARRIO CONCEPCION PONIENTE.

Dentro de esta micro cuenca están contenidos la parte sur del barrio Las Flores, parte poniente del barrio Concepción, y el barrio El Centro, en el cual concentra la esorrentía directa que es transportada por los colectores No. 3, 4, 5, 6, 7, 8y 17 (Ver descripción técnica).

1. Parámetros físicos de la cueca.

a. Delimitación de la cuenca.

La delimitación de esta micro cuenca se presenta en el Anexo 14.

b. Área de la cuenca.

El Área delimitada por el parte aguas es de:

$$A \text{ cuenca} = 260815.40 \text{ m}^2 = \underline{\mathbf{0.26 \text{ km}^2}}$$

c. Longitud perimetral de la cuenca.

$$L_p \text{ cuenca} = 2482.699 \text{ m} = \underline{\mathbf{2.48 \text{ km}}}$$

d. Densidad de drenaje o longitud de corriente.

Se calcula a partir de la formula:

$$Dd = \frac{L_p}{A}$$

Sustituyendo.

$$Dd = \frac{2.48 \text{ km}}{0.26 \text{ km}^2} = \mathbf{9.54/km}$$

e. Longitud del cauce principal.

$$L_c \text{ cuenca} = 917.41 \text{ m} = \underline{\mathbf{0.92 \text{ km}}}$$

f. Cálculo de la pendiente media de la cuenca.

La pendiente media se calculó, haciendo uso de un programa de diseño asistido por computadora, por medio del método de regresión y correlación (Ver Anexo 15), del cual se obtuvo un valor de pendiente media de:

$$P_m = 0.04 = \underline{\underline{3.917\%}}$$

2. Cálculo del Tiempo de Concentración.

La intensidad máxima de lluvia para la micro cuenca, será utilizada para el cálculo del caudal máximo para cada colector que se encuentre dentro de dicho sector. Para este análisis se toman en cuenta, los parámetros calculados en el apartado anterior para luego determinar el valor del tiempo de concentración.

Para el cálculo del tiempo de concentración se hará uso de las siguientes fórmulas:

a. Fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0.0078 \times \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

En donde:

T_c = Tiempo de concentración en minutos.

L_c = Longitud del cauce, en pies.

S = Pendiente promedio de la cuenca.

Sustituyendo:

$$T_c = 0.0078 \times \frac{3009.10^{0.77}}{0.04^{0.385}}$$

$$T_c = 12.95 \text{ min}$$

b. *Formula de Giandotti.*

$$T_c = \frac{\sqrt{A} + 1.5L_c}{0.85\sqrt{H_m}}$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración en horas.

A: Área de recogimiento de la cuenca, Km²

Lc: Longitud del cauce mas largo, en km.

Hm: Elevación media, en mts. calculada mediante la expresión:

$$H_m = (H_{\max} + H_{\min}) / 2$$

Sustituyendo:

$$H_m = (120.56 + 94.48) / 2$$

$$H_m = 107.52 \text{ m.s.n.m.}$$

Entonces:

$$T_c = \frac{\sqrt{0.26} + 1.5(0.92)}{0.85\sqrt{107.52}}$$

$$T_c = 0.23 \text{ hrs} = 13.65 \text{ min}$$

Tc (promedio)= 13.30 min

3. Cálculo de la Intensidad de Diseño.

El valor de la intensidad de lluvia usado para la evaluación hidráulica del sistema, es el obtenido de la Curva Intensidad-Duración-Frecuencia, para un período

de retorno de 5 años, establecido en el Reglamento de Ley de Urbanismo y Construcción del VMVDU.

En la gráfica de Intensidad- Duración, se ubica el tiempo de Concentración de la micro cuencas en estudio en el eje de las duraciones, el cual se intercepta con la gráfica Intensidad-Duración, proyectando esta línea hacia el eje de las Intensidades. De esta forma se obtiene el valor de la Intensidad Máxima Anual, para el período de diseño de la obra. Este valor es la Intensidad máxima de la micro cuenca y tiene unidades en mm/min. A continuación se presentan los valores de las Intensidades máximas para las micro cuencas en estudio:

- **Intensidad Máxima de la cuenca SECTOR 2: I=2.493 MM/MIN**

SECTOR 3: MICROCUENCA BARRIO HONDURAS PONIENTE.

Dentro de esta micro cuenca están contenidos la parte sur del Barrio Las Flores y parte oriente del Barrio Honduras, en el cual concentra la escorrentía directa que es transportada por los colectores No. 9, 10, 11, 12, 15, 18, 20, 22 (Ver descripción técnica).

1. Parámetros físicos de la cuenca.

a. Delimitación de la cuenca.

La delimitación de esta micro cuenca se presenta en el Anexo 14.

b. Área de la cuenca.

El Área delimitada por el parte aguas es de:

$$A \text{ cuenca} = 298259.25 \text{ m}^2 = \underline{\underline{0.30 \text{ km}^2}}$$

c. *Longitud perimetral de la cuenca.*

$$L_p \text{ cuenca} = 2359.566 \text{ m} = \underline{\underline{2.36 \text{ km}}}$$

d. *Densidad de drenaje o longitud de corriente.*

Se calcula a partir de la fórmula:

$$Dd = \frac{Lp}{A}$$

Sustituyendo.

$$Dd = \frac{2.36 \text{ km}}{0.30 \text{ km}^2} = \underline{\underline{7.87 / \text{km}}}$$

e. *Longitud del cauce principal.*

$$L_c \text{ cuenca} = 930.67 \text{ m} = \underline{\underline{0.93 \text{ km}}}$$

f. *Cálculo de la pendiente media de la cuenca.*

La pendiente media se calculó, haciendo uso de un programa de diseño asistido por computadora, por medio del método de regresión y correlación (Ver Anexo 15), el cual se obtuvo un valor de pendiente media de:

$$P_m = 0.03 = \underline{\underline{3.179\%}}$$

2. **Cálculo del Tiempo de Concentración.**

La intensidad máxima de lluvia para la micro cuenca, será utilizada para el cálculo del caudal máximo para cada colector que se encuentre dentro de dicho sector. Para este análisis se toman en cuenta, los parámetros calculados en el apartado anterior para luego determinar el valor del tiempo de concentración.

Para el cálculo del tiempo de concentración, se hará uso de las siguientes fórmulas:

a. *Fórmula de Kirpich:*

$$T_c = 0.0078 \times \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

En donde:

T_c = Tiempo de concentración en minutos.

L_c = Longitud del cauce, en pies.

S = Pendiente promedio de la cuenca.

Sustituyendo:

$$T_c = 0.0078 \times \frac{3052.60^{0.77}}{0.03^{0.385}}$$

$$T_c = 14.19 \text{ min}$$

b. *Fórmula de Giandotti.*

$$T_c = \frac{\sqrt{A} + 1.5L_c}{0.85\sqrt{Hm}}$$

Donde:

T_c : Tiempo de concentración en horas.

A : Área de recogimiento de la cuenca, Km^2

Lc: Longitud del cauce más largo, en km.

Hm: Elevación media, en mts. calculada mediante la expresión:

$$Hm = (Hmax + Hmin) / 2$$

Sustituyendo:

$$Hm = (118.26 + 92.12) / 2$$

$$Hm = 105.19 \text{ m.s.n.m.}$$

Entonces:

$$Tc = \frac{\sqrt{0.30} + 1.5(0.93)}{0.85\sqrt{105.19}}$$

$$Tc = 0.24 \text{ hrs} = 14.20 \text{ min}$$

Tc (promedio)= 14.19 min

3. Cálculo de la Intensidad de Diseño.

El valor de la intensidad de lluvia usado para la evaluación hidráulica del sistema, es el obtenido de la Curva Intensidad-Duración-Frecuencia, para un período de retorno de 5 años, establecido en el Reglamento de Ley de Urbanismo y Construcción del VMVDU.

En la gráfica de Intensidad- Duración, se ubica el tiempo de Concentración de la micro cuenca en estudio en el eje de las duraciones, el cual se intercepta con la gráfica Intensidad-Duración, proyectando esta línea hacia el eje de las Intensidades. De esta forma se obtiene el valor de la Intensidad Máxima Anual para el período de diseño de la obra. Este valor es la Intensidad máxima de la micro cuenca y tiene unidades en

mm/min. A continuación se presentan los valores de las Intensidades máximas para la micro cuencas en estudio:

- **Intensidad Máxima de la cuenca: SECTOR 3: I=2.436 MM/MIN**

SECTOR 4: MICROCUENCA BARRIO HONDURAS ORIENTE.

Dentro de esta micro cuenca está contenida la parte poniente del Barrio Honduras. En la cual concentra la escorrentía directa que es transportada por el colector 21. La mayor parte de la escorrentía corre superficialmente. (Ver descripción técnica).

1. Parámetros físicos de la cuenca.

a. Delimitación de la cuenca.

La delimitación de esta micro cuenca se presenta el anexo 14.

b. Área de la cuenca.

El Área delimitada por el parte aguas es de:

$$A \text{ cuenca} = 19476.04 \text{ m}^2 = \underline{\mathbf{0.02 \text{ km}^2}}$$

c. Longitud perimetral de la cuenca.

$$L_p \text{ cuenca} = 681.867 \text{ m} = \underline{\mathbf{0.68 \text{ km}}}$$

d. Densidad de drenaje o longitud de corriente.

Se calcula a partir de la fórmula:

$$Dd = \frac{Lp}{A}$$

Sustituyendo.

$$Dd = \frac{0.68 \text{ km}}{0.02 \text{ km}^2} = 34.0/\text{km}$$

e. Longitud del cauce principal.

$$Lc \text{ cuenca} = 256.197 \text{ m} = = \underline{\mathbf{0.26 \text{ km}}}$$

f. Cálculo de la pendiente media de la cuenca.

La pendiente media se calculó, haciendo uso de un programa de diseño asistido por computadora, por medio del método de regresión y correlación (Ver Anexo 15), obteniéndose un valor de pendiente media así:

$$Pm = 0.03 = \underline{\mathbf{2.92\%}}$$

2. Cálculo del Tiempo de Concentración.

La intensidad máxima de lluvia para la micro cuenca será utilizada para el cálculo del caudal máximo para cada colector que se encuentre dentro de dicho sector. Para este análisis se toman en cuenta los parámetros, calculados en el apartado anterior para luego determinar el valor del tiempo de concentración.

Para el cálculo del tiempo de concentración se hará uso de las siguientes fórmulas:

a. Formula de Ven Te Chow:

$$Tc = 0.0078 x \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

En donde:

T_c = Tiempo de concentración en minutos.

L_c = Longitud del cauce, en pies.

S = Pendiente promedio de la cuenca.

Sustituyendo:

$$T_c = 0.0078 \times \frac{256.197^{0.77}}{0.03^{0.385}}$$

$$T_c = 5.43 \text{ min}$$

b. Fórmula de Giandotti.

$$T_c = \frac{\sqrt{A} + 1.5L_c}{0.85\sqrt{H_m}}$$

Donde:

T_c : Tiempo de concentración en horas.

A : Área de recogimiento de la cuenca, Km^2

L_c : Longitud del cauce mas largo, en km.

H_m : Elevación media en mts. calculada mediante la expresión:

$$H_m = (H_{\max} + H_{\min}) / 2$$

Sustituyendo:

$$H_m = (100.00 + 91.95) / 2$$

Hm = 95.98 m.s.n.m.

Entonces:

$$T_c = \frac{\sqrt{0.02 + 1.5(0.26)}}{0.85\sqrt{95.98}}$$

$$T_c = 0.07 \text{ hrs} = 4.01 \text{ min}$$

Tc (promedio)= 4.72 min = 5.00 min

4. Cálculo de la Intensidad de Diseño.

El valor de la intensidad de lluvia usado para la evaluación hidráulica del sistema, es el obtenido de la Curva Intensidad-Duración-Frecuencia para un período de retorno de 5 años, establecido en el Reglamento de Ley de Urbanismo y Construcción del VMVDU.

En la gráfica de Intensidad-Duración, se ubica el tiempo de Concentración de la micro cuencas en estudio en el eje de las duraciones, el cual se intercepta con la gráfica Intensidad-Duración, proyectando esta línea hacia el eje de las Intensidades. De esta forma se obtiene el valor de la Intensidad Máxima Anual para el periodo de diseño de la obra. Este valor es la Intensidad máxima de la micro cuenca y tiene unidades en mm/min. A continuación se presentan los valores de las Intensidades máximas para la micro cuencas en estudio:

- **Intensidad Máxima de la cuenca SECTOR 4: I=3.138 MM/MIN**

CAPITULO IV

4. EVALUACION HIDRAULICA.

4.1. EVALUACION HIDRAULICA. QUEBRADAS CHEPEGUAL E IMBER.

En este apartado, se lleva a cabo el análisis de la evolución hidráulica de las quebradas en estudio, que consiste en evaluar la capacidad de transporte del flujo a lo largo del cauce, los resultados que se obtengan servirán para determinar los puntos críticos por donde las características geométricas de la sección natural no satisfagan las condiciones hidráulicas, trayendo como resultado el desbordamiento, ocasionando graves inundaciones en las zonas aledañas al cauce.

4.2. EVALUACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA. QUEBRADA CHEPEGUAL.

El diagnostico se realizará para cada sección según la altura mínima del talud natural para cada sección a analizar para determinar si dicha sección posee capacidad hidráulica.

En este paso se utilizó de un programa de diseño asistido por computadora, para la elaboración del estudio topográfico y en el se visualizan las secciones que presenta el cauce de la quebrada ubicados a cada 20 mts. (Ver Anexos 17) cien metros aguas arriba, y cien metros aguas abajo, y una visualización de la altimetría del eje central del cauce.

Gracias al fácil manejo e interpretación de los resultados que se obtiene del estudio topográfico, se determina que el cauce de las quebradas está bien definido y no presenta variaciones significativas a lo largo de su recorrido, por lo tanto;

encontramos el nivel de aguas máximas para la quebrada Chepegual en el estacionamiento **0+020**, ya que este mantiene el cauce en su estado natural y es el mas cercano al punto de interés, no así el estacionamiento **0+000** ubicado en el punto de interés, que ha sido modificado por las diversas obras de mitigación que realizan, con el objeto de poder cruzar la quebrada y en el cual existe poca diferencia de nivel del talud con respecto al lecho de la quebrada.

4.2.1. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD "n" DE MANNING.

El valor de "n" de Manning que se determinó fue según el Cuadro de Valores de Coeficiente Rugosidad de Manning de Ven Te Chow (Ver anexo 16) de 0.040, ya que entre las características que el río presenta se encuentran las siguientes:

Canal natural limpio, recto serpenteante, algunos pozos y bancos de arena con algunos matorrales; siendo estas las que más se adaptan a las características de la quebrada en estudio.

4.2.2. ESTUDIO HIDRAULICO PARA LA SECCION 0+020. QUEBRADA CHEPEGUAL.

Para encontrar el nivel máximo que el agua alcanzará en función del caudal de diseño que hemos encontrado, el cual es de **71.92 m³/seg**, se logra a través de la curva de descarga natural.

Para esto se deberán tomar en cuenta datos como los que se presentan a continuación:

Elevación máxima **H_{máx} = 100.41 msnm**

Elevación mínima **H_{mín} = 99.03 msnm**

Longitud del cauce **Lc = 200.00 ms** ; luego procedemos a encontrar la pendiente a

partir de la fórmula siguiente:

$$S = (h_{\max} - h_{\min} / Lc) * 100$$

$$S = (100.41 - 99.03 / 200.00) * 100$$

$$S = 0.69\%$$

Dadas las condiciones físicas del cauce en el punto de estudio, se considera un valor de $n = 0.040$ Luego, sabiendo que el caudal máximo es de $575.14 \text{ m}^3/\text{seg}$. se encuentra el factor hidráulico a través de la siguiente fórmula:

$$Fh = Q * n / S^{1/2}$$

Al sustituir los valores correspondientes en la ecuación anterior se obtiene:

$$Fh = \frac{71.92 * 0.04}{\sqrt{0.0069}}$$

$$Fh = 34.63$$

El factor hidráulico (Fh) servirá para compararlo con el factor geométrico, al hacerlo, se podrá determinar la capacidad hidráulica de la sección, para obtener una visualización mas ordenada de los datos. A continuación presentamos toda la información en la siguiente tabla:

Para una altura natural de talud de $y = 1.08 \text{ mt}$ (detalle de secciones en Anexo A-10)

CUADRO 4.1 EVALUACION DE SECCION EN QUEBRADA CHEPEGUAL.

ESTACION -0+020

ESTACION 0+020								
y (mt)	Ah (mt ²)	Pm (mt)	Rh (mt)	FG	Q (mt ³ /seg)	v (mt/seg)	FG/FH (%)	OBSERVACION
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.08	11.27	12.58	0.90	10.47	21.75	1.93	30.24	SIN CAPACIDAD

En la tabla anterior se consideran los valores de “Y” (tirante), el área hidráulica (Ah), el perímetro mojado (Pm), el radio hidráulico (Rh), el factor geométrico (Fg), el caudal (Q) y la velocidad (V).

El área hidráulica se calcula para el “y”, dado a partir de la sección transversal 0+020, el perímetro mojado se calcula de manera similar al área hidráulica, el radio hidráulico se encuentra de dividir Ah entre Pm. así:

$$Rh = \frac{Ah}{Pm}$$

El factor geométrico se encuentra mediante la siguiente fórmula:

$$Fg = AhxR^{2/3}$$

De la misma forma se analizan las demás secciones transversales del tramo en estudio (Ver anexo A-17).

4.3. EVALUACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA. QUEBRADA IMBER.

El diagnóstico se realizará para cada sección, según la altura mínima del talud natural por cada sección a analizar y de esta forma determinar si dicha sección posee capacidad hidráulica.

En este paso de la misma manera que la evaluación anterior se hizo uso de un programa de diseño asistido por computadora, para la elaboración del estudio topográfico y en el cual se visualizan las secciones que presenta el cauce de la quebrada a cada 10 mts ubicados. (Ver Anexos 18) Se ha considerando solo 100 metros aguas arriba, debido a que en el cauce aguas abajo del punto de interés, se encontraron algunas construcciones por encima de la quebrada, por lo que se hizo imposible realizar el levantamiento topográfico.

Gracias al fácil manejo e interpretación de los resultados que se obtiene del estudio topográfico, se determinó que el cauce de las quebradas esta bien definido y no presenta variaciones significativas a lo largo de su recorrido, por lo tanto, encontramos el nivel de aguas máximas para la quebrada Imber en el estacionamiento **0+000**.

4.3.1. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD "n" DE MANNING.

El valor de "n" de Manning que se determinó fue según el Cuadro de Valores de Coeficiente Rugosidad de Manning de Ven Te Chow (Ver anexo 16) de 0.040, ya que entre las características que el río presenta se encuentran las siguientes:

Canal natural limpio, recto serpenteante, algunos pozos y bancos de arena con algunos matorrales; siendo estas las que más se adaptan a las características de la quebrada en estudio.

4.3.2. ESTUDIO HIDRAULICO PARA LA SECCION 0+000. QUEBRADA IMBER.

Para encontrar el nivel máximo que el agua alcanzará en función del caudal de diseño que hemos encontrado el cual es de **16.51** m³/seg, se logra a través de la curva de descarga natural.

Para esto se deberán tomar en cuenta datos como los que se presentan a continuación:

Elevación máxima **H_{máx} = 99.60 msnm**

Elevación mínima **H_{mín} = 99.19msnm**

Longitud del cauce **Lc = 60.29ms** ; luego procedemos a encontrar la pendiente a partir de la fórmula siguiente:

$$S = (h_{\max} - h_{\min} / Lc) * 100$$

$$S = (99.60 - 99.19 / 60.29) * 100$$

$$S = \mathbf{0.68\%}$$

Dadas las condiciones físicas del cauce en el punto de estudio, se considerará un valor de $n = 0.040$, luego, sabiendo que el caudal máximo es de **16.51** m³/seg. Se encontrará el factor hidráulico a través de la siguiente fórmula:

$$Fh = Q * n / S^{1/2}$$

Al sustituir los valores correspondientes en la ecuación anterior se obtiene:

$$Fh = \frac{16.51 \times 0.04}{\sqrt{0.0068}}$$

$$\mathbf{Fh = 8.00}$$

El factor hidráulico (Fh) servirá para compararlo con el factor geométrico. Al hacerlo se podrá determinar la capacidad hidráulica de la sección, y

así obtener una visualización mas ordenada de los datos. A continuación presentamos toda la información en la siguiente tabla:

Para una altura natural de talud de $y = 0.68\text{mt}$ (ver detalle de secciones en Anexo A-10).

CUADRO 4.2 EVALUACION DE SECCION EN LAQUEBRADA IMBER.

ESTACION 0+000

y mt	Ah mt²	Pm mt	Rh mt	FG	Q mt³ / seg	V mt / seg	OBSERVACION
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.68	2.70	6.23	0.43	1.54	3.18	1.18	SIN CAPACIDAD

En la tabla anterior se consideran los valores de “y” (tirante), el área hidráulica (Ah), el perímetro mojado (Pm), el radio hidráulico (Rh), el factor geométrico (Fg), el caudal (Q) y la velocidad (V).

El área hidráulica se calcula para el “y” dado a partir de la sección transversal 0+000, el perímetro mojado se calcula de manera similar al área hidráulica, el radio hidráulico se encuentra de dividir Ah entre Pm, así:

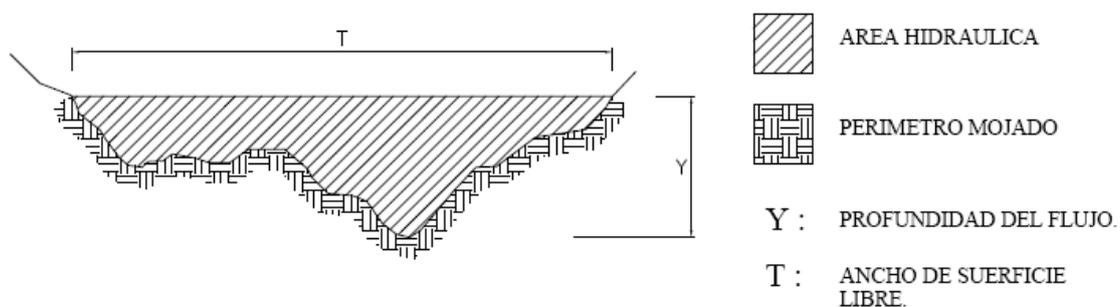
$$Rh = \frac{Ah}{Pm}$$

El factor geométrico se encuentra mediante la siguiente fórmula:

$$Fg = AhxR^{\frac{2}{3}}$$

De la misma forma se analizan las demás secciones transversales del tramo en estudio (Ver anexo A-18).

FIGURA 4.1 SECCION TIPICA DE UN CANAL NATURAL.



4.4. EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE.

4.4.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se realiza una evaluación de la capacidad hidráulica del sistema existente a fin de conocer su comportamiento ante un evento con intensidad determinada para cada micro cuenca.

Por tanto al no tener información básica del sistema, se realizó un levantamiento topográfico con estación total (planimetría y altimetría); el cual se realizó con medidas directas en las diferentes calles y avenidas de la Ciudad de La Unión. Además, para conocer las condiciones físicas reales de las tuberías y pozos, fue necesaria la inspección correspondiente a cada elemento geométrico (Ver anexo 18), con la medición directa dentro de éstas para conocer diámetros, longitudes,

alturas de caídas y pendientes; revisar juntas y condiciones físicas que inicialmente con el levantamiento topográfico no se habían obtenido. Aun así, no pudo ser posible conocer información de dos tramos, el primero debido a que al haber sido selladas las tapaderas de sus pozos no fue posible acceder a sus tuberías, el segundo debido a que sus pozos se encontraron enraizados de sedimentos, desechos sólidos y otros elementos mas.

Teniendo conocimiento por medio de planos de la distribución, diámetros y pendientes de las tuberías existentes se realizó el siguiente proceso:

1. Delimitación del área de influencia para cada tramo de tubería
2. Determinación del coeficiente de escorrentía
3. Cálculo de la pendiente para cada tramo

4.4.2. METODOLOGÍA USADA PARA LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN PLUVIAL EXISTENTE DE LA CIUDAD DE LA UNION.

La evaluación comprende básicamente la determinación de la capacidad hidráulica de los tramos que forman el sistema, la condición física actual del sistema, y definir el destino final de la escorrentía que no es conducida por algunos tramos de tubería del sistema existente. La capacidad hidráulica de un tramo se analiza a partir del caudal calculado por medio del Método Racional y del caudal obtenido, a partir de las ecuaciones de MANNING: para secciones circulares trabajando llenas; conocidos los caudales estos se relacionan para obtener el porcentaje de trabajo de la tubería.

La Metodología usada es la siguiente: Debido a que no se encontró ninguna información del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de La Unión se tendrán que elaborar los planos para el sistema. Además se efectuará un levantamiento

planimétrico y altimétrico de todo el sistema de evacuación pluvial existente de la ciudad de La Unión.

1. Levantamiento que comprende las siguientes etapas:

- Haciendo uso de la Estación Total, se le da nivel y ubicación a tragantes y pozos del sistema en estudio.
- Se miden alturas de pozos, alturas de caídas y otros datos técnicos
- Se obtienen diámetros de llegada y salida de tuberías en pozos.
- Se evalúa el estado físico de las cajas tragantes, pozos y tuberías.
- Con la base de datos obtenidos del levantamiento topográfico, se hará una superposición
- Se utilizará el plano de la ciudad de La Unión, con sus respectivas calles y avenidas, donde se focalice el sistema de drenaje de aguas lluvias georeferenciadas por El CENTRO NACIONAL DE REGISTROS (C.N.R).
- Con la información de campo obtenida se elaboran los planos del sistema de evacuación pluvial existente (ver Anexo 19) y perfiles (Ver Plano para cada colector).

2. Delimitación de áreas de influencia o de recogimiento.

Haciendo uso de los planos que contienen la distribución en planta del sistema de evacuación pluvial existente, y la distribución en planta de lotes y conociendo las direcciones del flujo de la escorrentía en calles y avenidas se hará la delimitación de las áreas de recogimiento para la ciudad.

3. Determinación del Coeficiente de Escorrentía Ponderado "C".

El valor de este coeficiente se determina a partir de los porcentajes de áreas formadas por: Área Techada, Área Pavimentada, Zona Verde

4. *Intensidad de lluvia "I".*

El valor de la intensidad de lluvia usado para la evaluación hidráulica del sistema, es el obtenido de la Curva Intensidad-Duración-Frecuencia para un período de retorno de 5 años, establecido en el Reglamento de Ley de Urbanismo y Construcción del VMVDU.

5. *Determinación del Caudal.*

Utilizando la fórmula del Método Racional (Ec. 4.1) y con los datos definidos anteriormente se procederá a calcular el caudal que llega al tramo en estudio.

$$Q = CIA/60 \quad (\text{Ec. 4.1})$$

Donde:

Q = Caudal (lts/seg)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia (mm/min)

A = Área de recogimiento (m²)

6. *Determinación de la Capacidad Hidráulica a la que Trabaja la Tubería.*

Con el diámetro y la pendiente de la tubería y las fórmulas de Manning para elemento circular, trabajando a sección llena, se calcula el caudal que transporta la tubería trabajando llena. Al dividir el valor del caudal que llega al tramo en estudio entre el valor del caudal que transporta la tubería en condiciones totalmente llena, se obtiene la relación de caudales que al multiplicarse por 100, da como resultado el porcentaje al que la tubería está trabajando durante su funcionamiento, ante un evento de lluvia con un período de retorno de 5 años

4.4.3. AREAS DE INFLUENCIA.

Es la superficie comprendida entre los límites conocidos como parte aguas, siendo este límite la línea que une los puntos mas elevados de la cuenca.

En esta área se debe de tomar en cuenta las zonas que drenan o escurren hacia los puntos de interés, con el objeto de poder realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa de dichas zonas tomando en consideración las condiciones topográficas y otros factores tales como: vegetación, tipo de suelo etc.

Debido a que este trabajo esta enmarcado en zona urbana se hace necesario determinar las características del flujo en dicha zona. Un área de recogimiento está definida por la distribución de la esorrentía en función de la captación del flujo, así como de las posibilidades de desalojo, por lo que se hace necesario determinar las direcciones superficiales de flujo, así como también el sistema de colectores proyectados y/o existentes en el área. Toda vez estén definidos estos elementos y en base a ellos, se puede definir las áreas de influencia o recogimiento, tomando en consideración el criterio que cada calle o avenida drene un área específica.

El método a utilizar para la determinación del área de escurrimiento es el siguiente:

- Se traza por cada intersección de ejes longitudinales y avenidas líneas a 45° (ver Fig. 4.2) considerando que cada triángulo o trapecio adyacente a dichas arterias, conforman el recogimiento para cada calle o avenida

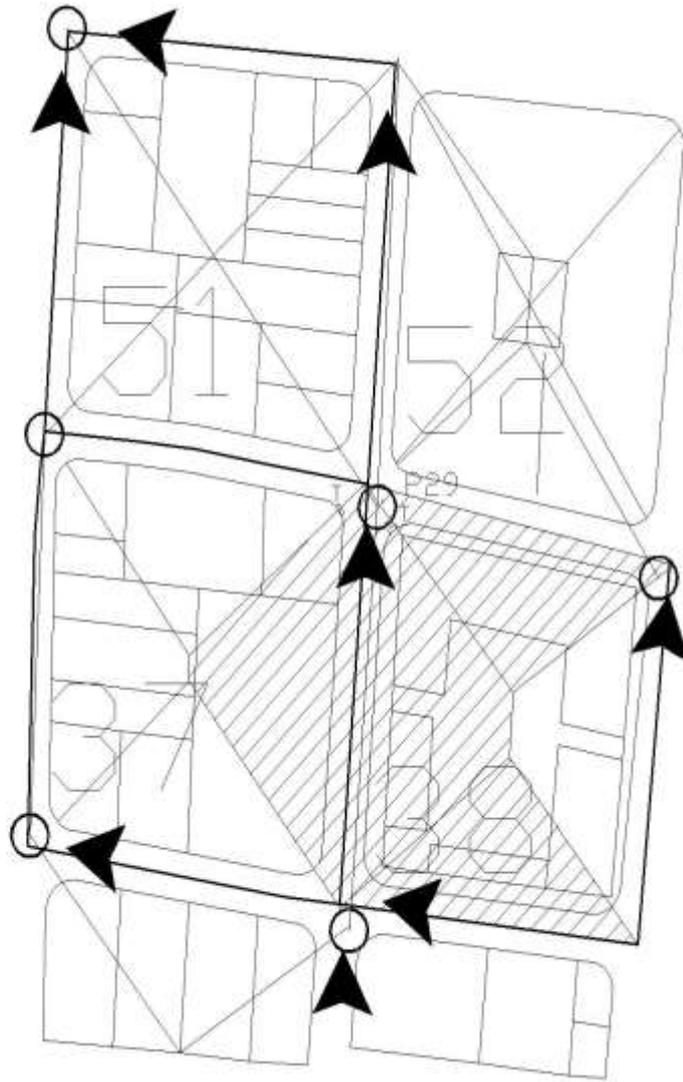


FIGURA 4.1 DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RECOGIMIENTO EN LA ZONA URBANA.

4.4.4. CRITERIOS BÁSICOS DE REFERENCIA PARA EVALUAR EL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE.

4.4.4.1. VELOCIDADES DE LA CORRIENTE EN TUBO LLENO

La consideración de la velocidad de la corriente de aguas lluvias, es de gran importancia en proyectos de alcantarillado; por lo que se maneja una velocidad mínima debido a la presencia de arena gruesa y cascajo que arrastra la corriente. De la misma manera, debido al carácter abrasivo de los materiales sólidos que arrastra la corriente se tiene una velocidad máxima.

El Reglamento de Ley de Urbanismo y Construcción del VMVDU establece un valor mínimo de pendiente para tuberías de cualquier diámetro, y un valor máximo de pendiente para cada diámetro de tubería.

La fórmula de MANNING establece que:

$$V = (1/n) (Rh)^{2/3} (S)^{1/2} \quad * \quad (\text{Ec. 4.2})$$

Donde:

V - Velocidad (m/s)

Rh = Radio Hidráulico

S = Pendiente (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad

Para secciones circulares trabajando llenas se tiene que:

$$Rh = D/4 \quad (\text{Ec. 4.3})$$

Sustituyendo Ec. 4.3 en Ec. 4.2 se tiene:

$$V = (1/n) (D/4)^{2/3} (S)^{1/2} \quad (\text{Ec. 4.4})$$

En el siguiente cuadro se calculan los límites de velocidad permisibles para cada diámetro de tubería de concreto ($n = 0.015$), a partir de la Ec. 4.4

CUADRO 4.1

DIÁMETRO DE TUBERÍA	PENDIENTE MÍNIMA (%)	PENDIENTE MÁXIMA (%)	VELOCIDAD MÍNIMA	VELOCIDAD MÁXIMA
15	0.50	6.00	0.98	3.41
18	0.50	5.00	1.11	3.51
24	0.50	3.00	1.34	3.29
30	0.50	2.50	1.56	3.49
36	0.50	2.00	1.76	3.52
42	0.50	2.00	1.95	3.91
48	0.50	2.00	2.14	4.27
60	0.50	2.00	2.48	4.95
72	0.50	1.50	2.78	4.85

FUENTE: Reglamento de Ley de Urbanismo y Construcción del VMVDU

4.4.4.2. OEFICIENTE DE ESCORRENTÍA O DE FLUJO SUPERFICIAL

Tal como se definió en la sección 3.4,2 del Capítulo anterior, el coeficiente de escorrentía para el área urbana se calcula basándose en las tablas 3.13 y 3.14. Para tal efecto, con un software asistido por computadora se obtienen las áreas en la zona urbana de la ciudad de La Unión: zonas verdes, calles y aceras, así como áreas de techo, lo cual se refleja en la siguiente tabla.

AREAS	DESCRIPCION	PENDIENTE	TIPO DE SUELO	Ci	Ai	Ci x Ai
área 1	área aceras	media	semi permeable	0.80	18,556.23	14,844.98
área 2	área techos			0.85	213,823.82	181,750.25
área 3	área jardín			0.30	115,135.90	34,540.77
área 4	área calles	media	semi permeable	0.90	100,968.45	90,871.61
TOTAL					448,484.40	322,007.60

$$C \text{ ponderado} = \frac{\sum Ai}{\sum (Ci * Ai)}$$

$$C \text{ ponderado} = \frac{322,007.60}{448,484.40}$$

$$\underline{\underline{C \text{ ponderado} = 0.72}}$$

4.4.4.3. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA

El uso del Método Racional, requiere el conocimiento de la intensidad de lluvia que ha de emplearse junto a la superficie a desaguar y el coeficiente de escorrentía. En la determinación de la intensidad de lluvia intervienen dos factores: Primeramente, en cuanto menor sea la duración de una tormenta mayor será la intensidad de lluvia que se tiene; en cambio, si la duración es mas larga la intensidad de lluvia será menor. En otras palabras, durante una tormenta que dura 30 minutos hay un período de 5 minutos u otro de duración menor de 30 minutos, que tiene una intensidad media de lluvia mayor que la correspondiente a la totalidad de la tormenta.

En la evaluación hidráulica del sistema de drenaje pluvial existente, se analiza en cuatro zonas o sectores, compuestos por un micro cuenca cada uno, del cual se determinó las intensidades en el capítulo anterior, obteniendo como resultado:

- **Intensidad Máxima de la cuenca SECTOR 1: I= 3.018 MM/MIN**
- **Intensidad Máxima de la cuenca SECTOR 2: I=2.493 MM/MIN**
- **Intensidad Máxima de la cuenca SECTOR 3: I=2.436 MM/MIN**
- **Intensidad Máxima de la cuenca SECTOR 4: I=3.138 MM/MIN**

4.4.5. DESCRIPCION Y EVALUACION HIDRAULICA DE COLECTORES EXISTENTES

La evaluación hidráulica del sistema existente está desarrollada así:

- Se realizara una descripción técnica de los tramos de tuberías, que conforman el sistema de evacuación existente. A estos tramos agrupados según el punto donde confluyen, se les llama colectores:
- Se elabora una hoja de cálculo para evaluar la capacidad hidráulica de los tramos de tubería, que forman parte de un determinado colector.

A continuación se detalla el proceso seguido para la elaboración de la hoja de cálculo:

Columna 1 LONGITUD DEL TRAMO: indica el tramo comprendido entre dos pozos. El sentido del flujo queda definido por la nomenclatura del primero al segundo pozo. Ver plano

Columna 2 Área de Influencia (m^2) : El valor del área de aporte para el tramo en estudio, indicado en el plano

Columna 3 COEFICIENTE DE ESCORRENTIA “C”: Es un valor constante aplicado a todos los colectores, es un valor ponderado.

Columna 4 INTENSIDAD DE LLUVIA “I” (mm/min): Igual que la anterior columna, se ha determinado la intensidad de lluvia uniforme para la zona de estudio.

Columna 5 CAUDAL PARCIAL “QP (lts/seg): se obtiene al multiplicar la columna 2 por la columna 3 y por la columna 4 y finalmente dividir entre 60, para obtener el caudal en lts/seg.

Columna 6 CAUDAL ACUMULADO “QA” (lts / seg) : Esta columna resulta de sumar el caudal propio o parcial del tramo en estudio , es decir , la columna 6 resulta

de sumar el valor de la columna 5 para el tramo en estudio y el valor del tramo anterior de la columna 6.

Columna 7 DIAMETRO EXISTENTE (pulg): en esta columna se tiene el valor del diámetro de la tubería existente. Ver plano

Columna 8 PENDIENTE EXISTENTE (%): En esta columna se tiene el valor de la pendiente de la tubería existente, obtenida a través del perfil generado por cada tramo en estudio.

Columna 9 VELOCIDAD A TUBO LLENO “V” (m /s) : se obtiene a partir de evaluar en la ecuación de manning los valores de la columna 7 y 8:

$$VLL = (1/n) (D/4)^{2/3} S^{1/2}$$

Columna 10 CAUDAL A TUBO LLENO “QLL” (lts / seg): Se obtiene a partir de la ecuaciones de manning y continuidad , es decir , usando los valores de las columnas 7 y 9.

$$QLL = VLL \times A$$

Columna 11 RELACION DE CUADALES “QA / QLL“: Se obtiene a partir de dividir la columna 6 entre la columna 10 y este resultado multiplicado por 100, representa el porcentaje de trabajo de la tubería.

Columna 12 OBSERVACION: Para la revisión hidráulica se tomara en cuenta la relación siguiente; si la relación de caudales sobrepasa del 80%, como lo rige el Reglamento de Ley de Urbanismo y Construcción del VMVDU; se dice que el tramo en estudio no tiene capacidad, caso contrario se dice que hay capacidad.

A fin ilustrar la elaboración de la hoja de cálculo, para el análisis y evaluación hidráulica de los colectores del sistema de drenaje pluvial existente, se presenta el siguiente ejemplo:

ANALISIS Y EVALUACION DE COLECTOR C-2 (Ver Plano)

- **Tramo P5 – P6**

$$\text{Área de influencia (A)} = 6129.1 \text{ m}^2$$

$$\text{Coeficiente de escorrentía (C)} = 0.72$$

$$\text{Intensidad de diseño (I)} = 3.018 \text{ mm/min.}$$

Cálculo del Caudal (Q):

Caudal parcial (Qp)

$$\text{Caudal Parcial } Q_p = CIA/60$$

$$Q_p = (0.72 \times 3.018 \times 6129.1)/60$$

$$Q_p = 221.97 \text{ lts/seg}$$

Caudal acumulado (Qa), es la suma del caudal propio más el caudal del Colector C-1:

$$Q_a = 221.97 + 0.0$$

$$Q_a = 221.97 \text{ lts/ seg}$$

Cálculo de capacidad hidráulica de tubería existente:

$$\text{Diámetro } (\text{Ø}) = 18''$$

$$\text{Pendiente (S)} = 5.048\%$$

Utilizando la ecuación de Manning para secciones circulares trabajando

Llenas, se obtiene la velocidad a tubo lleno (Vll).

$$v_{ll} = \left(\frac{1}{n}\right) \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} (S)^{1/2}$$

$$v_{ll} = \left(\frac{1}{0.015}\right) \left(\frac{18 * 0.0254}{4}\right)^{2/3} (0.05048)^{1/2}$$

$$V_{II} = 3.53 \text{ m/seg}$$

Por continuidad $Q = V * A$; así $Q_{II} = V_{II} * A$ de donde $Q_{II} = V_{II} * \pi D^2/4$

$$Q_{II} = [3.53 * 31.4159 * (18 * 0.0254)^2/4] * 1000$$

$$Q_{II} = 569.165 \text{ lts/seg}$$

Relación de caudales: $Q_a/Q_{II} = (221.97/569.165) * 100 = 38.33 \%$

Por lo tanto, este tramo trabaja con capacidad hidráulica

De igual forma se realiza para el siguiente tramo:

- **Tramo P6 – P7**

$$\text{Área de influencia (A)} = 9659.3 \text{ m}^2$$

$$\text{Coeficiente de escorrentía (C)} = 0.72$$

$$\text{Intensidad de diseño (I)} = 3.018 \text{ mm/min.}$$

Cálculo del Caudal (Q):

Caudal parcial (Qp)

$$\text{Caudal Parcial } Q_p = CIA/60$$

$$Q_p = (0.72 * 3.018 * 9659.3)/60$$

$$Q_p = 349.82 \text{ lts/seg}$$

- Caudal acumulado (Qa), es la suma del caudal propio más el caudal del Tramo P5 – P6:

$$Q_a = 349.82 + 221.97$$

$$Q_a = 571.79 \text{ lts/ seg}$$

Cálculo de capacidad hidráulica de tubería existente:

Diámetro (ϕ) = 18"

Pendiente (S) = 2.148 %

Utilizando la ecuación de Manning para secciones circulares trabajando

Llenas, se obtiene la velocidad a tubo lleno (V_{ll}).

$$V_{ll} = \left(\frac{1}{n}\right) \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} (S)^{1/2}$$

$$V_{ll} = \left(\frac{1}{0.015}\right) \left(\frac{18 * 0.0254}{4}\right)^{2/3} (0.02148)^{1/2}$$

$$V_{ll} = 2.30 \text{ m/seg}$$

Por continuidad $Q = V * A$; así $Q_{ll} = V_{ll} * A$ de donde

$$Q_{ll} = V_{ll} * \pi D^2/4$$

$$Q_{ll} = [2.30 * 3.14159 * (18 * 0.0254)^2/4] * 1000$$

$$Q_{ll} = 377.798 \text{ lts/seg}$$

Relación de caudales: $Q_a/Q_{ll} = (571.79/377.798) * 100 = 151.35 \%$

Por lo tanto, este tramo trabaja sin capacidad hidráulica

COLECTOR N° 1

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°1

- Ubicado en la calle Circunvalación. Inicia en la intersección con la 4ª calle Poniente, en el Pozo P4, hasta la calle General Menéndez en el Pozo P1.
- La dirección del flujo es de sur a norte.
- Este colector forma parte del sistema de evacuación pluvial. Su descarga la realiza en el pozo P1, y luego este la descarga a quebrada “Los Monos” del Barrio Concepción
- El colector está formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P4		
	18	5.809
P3		
	30	4.751
P1		

- Las condiciones físicas de los pozos y la tuberías son buenas.



COLECTOR N° 2

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°2

- Ubicado en la 11^a Avenida Sur del Barrio Concepción, inicia en la intersección con la 4^a calle Poniente en el Pozo P5, hasta la calle General Menéndez, en el Pozo P 7.
- La dirección del flujo es de sur a norte.
- Este colector hace su evacuación pluvial en el Pozo P7 del colector N°16.
- El colector esta formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P5		
	18	5.048
P6		
	18	2.148
P7		

- Las condiciones físicas de los pozos y tuberías son buenas, aunque la presencia de desechos sólidos causan obstrucciones en las tuberías, además el fondo de los pozos está deteriorado. (ver imágenes)



POZO 6



POZO7

HOJA DE CÁLCULO PARA LA EVALUACION HIDRAULICA DE COLECTORES.

COLECTOR 1											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P4-P3	3434.05	0.72	3.018	124.368	124.368	18	5.809 [^]	3.784 [©]	621.289	20.018	CC
P3-P1	7654.9	0.72	3.018	277.230	401.597	30	4.751 [^]	4.811 [©]	2193.977	18.305	CC
P1-DESC	0	0.72	3.018	0	1369.169	30	5.0 [^]	4.942 [©]	2253.885	60.747	CC

COLECTOR 2											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P5-P6	6129.1	0.72	3.018	221.97	221.97	18	5.048 [^] @	3.53 [©]	579.165	38.33	CC
P6-P7	9659.3	0.72	3.018	349.82	571.79	18	2.148	2.30	377.798	151.35	SC

[^] Pendiente mayor sobre la máxima permisible por el Reglamento del VMVDU

@ La pendiente en este tramo pasa de un valor mayor a uno de menor, sin el debido aumento del diámetro

© Velocidad mayor sobre la máxima permisible por el Reglamento del VMVDU

CC = CON CAPACIDAD

SC= SIN CAPACIDAD

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ÁREA DE INVESTIGACIÓN
DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA UNIÓN Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

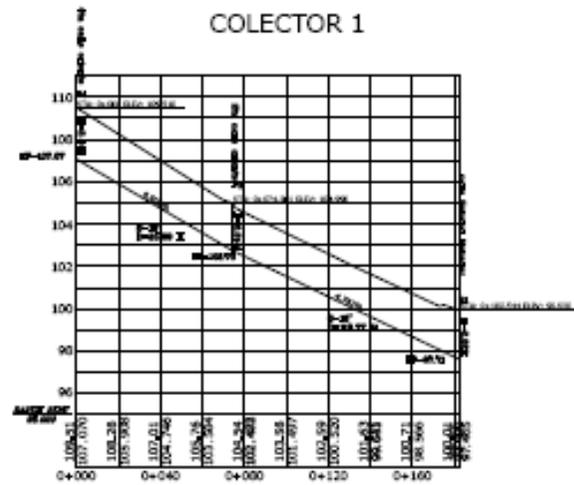
PROFESOR
LARRY ADRIAN AVILES BORELLA
SERGIO MURILLO CASTILLO CORTES
RAMIRO BERNABE CARRAS

CONTENIDO
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
EXISTENTE DE LA CIUDAD DE LA UNIÓN

ESCALA
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:3000

FECHA
JUNIO 2007

PÁGINA
1/9



COLECTOR N° 3

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°3

- ubicado en la 7^a av. sur, inicia en la intersección con la 4^{ta} calle poniente del Barrio Concepción, en el pozo P12, hasta la 3^a calle oriente, en el tragante T36.
- La dirección del flujo es de sur a norte.
- Al pozo P15 descarga el colector n°17.
- Este colector forma parte del sistema de evacuación pluvial. Su descarga la realiza en el tragante T36, para depositarla al costado poniente del parquecito justo en la bahía.
- El colector está formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P12		
	42	3.527
P14		
	42	1.800
P15		
	42	2.309
P16		
	42	2.941
T36		

- Las condiciones físicas de los pozos y tuberías son buenas, pero es de hacer notar la presencia de desechos sólidos en el fondo de los pozos y principalmente en el tragante T36, que está sin tapadera y enrazado totalmente de basura.(ver imagen)



TRAGANTE T36

COLECTOR N° 4

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°4

- ubicado en la 9^a av norte. Inicia en la intersección con la 1^{ra} calle oriente del Barrio Concepción, en el pozo P10, hasta la descarga.
- La dirección del flujo es de sur a norte.
- Este colector forma parte del sistema de evacuación pluvial, su descarga la realiza en la bahía de la Unión.
- El colector esta formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P10		
	18	1.114
P9		
	18	3.573
DESCARGA		

- Las condiciones físicas de los pozos y las tuberías son buenas, aunque la presencia de desechos sólidos es muy notable en este colector, además el fondo de los pozos está deteriorado.(ver imagen)



POZO 9

HOJA DE CÁLCULO PARA LA EVALUACION HIDRAULICA DE COLECTORES

COLECTOR 3											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P12-P14	991.2	0.72	2.493	29.65	70.81	42	3.527^@	5.19	4636.786	1.53	CC
P14-P15	2756.4	0.72	2.493	82.46	153.27	42	1.8	3.71	3312.460	4.63	CC
P15-P16	14515.8	0.72	2.493	434.25	2576.42	42	2.309^	4.20	3751.684	68.67	CC
P16-T136	5165.5	0.72	2.493	154.53	2730.95	42	2.941^	4.74	4234.107	64.50	CC

COLECTOR 4											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P10-P9	15093.6	0.72	2.493	451.54	451.54	18	1.114	1.66	272.073	165.962842	SC
P9-DESC	9462.4	0.72	2.493	283.08	734.62	18	3.573	2.97	487.258	150.765419	SC

^ Pendiente mayor sobre la máxima permisible por el Reglamento del VMVDU

@ La pendiente en este tramo pasa de un valor mayor a uno de menor sin el debido aumento del diámetro

© Velocidad mayor sobre la máxima permisible por el Reglamento del VMVDU

CC = CON CAPACIDAD

SC= SIN CAPACIDAD

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE LA UNIÓN
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPTO. DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

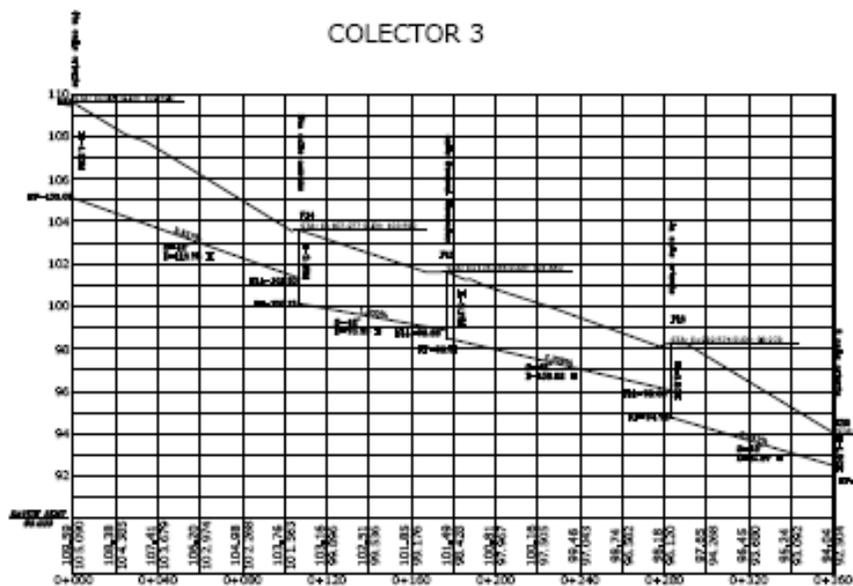
TÍTULO DE GRADUACIÓN:
DISEÑO Y CUANTIFICACIÓN DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA UNIÓN Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

ALUMNO:
LARRY ADRIAN AVILES FONSELA
GABRIEL RAFAEL CASTILLO CORTIZ
MARCOS ERNESTO CAMPOS

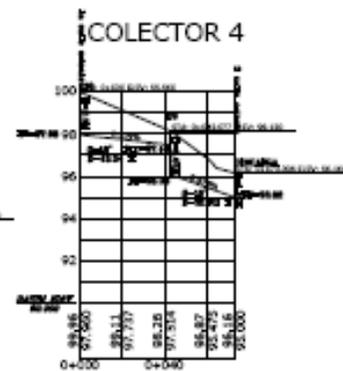
OBJETIVO:
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
EXISTENTE DE LA CIUDAD DE LA UNIÓN

ESCALA:
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000
FECHA: JUNIO 2007
FOLIO: 2/9

COLECTOR 3



COLECTOR 4



COLECTOR N° 5

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°5

- Ubicado en la 3ª av. sur Inicia en la intersección de calle, sector el Manguito del Barrio Las Flores, en el pozo P62, hasta la intersección con la calle General Menéndez del Barrio El Centro.
- La dirección del flujo es de sur a norte.
- Este colector hace su descarga en el colector n°17.
- El colector esta formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P62		
	18	5.607
P61		
	18	4.849
P60		
	18	3.758
P59		
	18	4.648
P58		
	18	3.283
P19		
	18	4.205
P20		
	18	4.555
P21		

- Las condiciones físicas de los pozos y las tuberías son buenas, aunque algunas tuberías están llenas de basura debido a que sus tragantes no tienen protección. Además el pozo P59, se encuentra lleno de agua con sedimentos múltiples. (ver imagen)



POZO59

HOJA DE CÁLCULO PARA LA EVALUACION HIDRAULICA DE COLECTORES

COLECTOR 5											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P62-P61	9371	0.72	2.493	280.34	280.34	18	5.607^@	3.72©	610.391	45.93	CC
P61-P60	6024.3	0.72	2.493	180.22	460.57	18	4.8449@	3.46	567.395	81.17	SC
P60-P59	3819.1	0.72	2.493	114.25	574.82	18	3.758	3.04	499.714	115.03	SC
P59-P58	4820.41	0.72	2.493	144.21	719.03	18	4.648@	3.39	555.746	129.38	SC
P58-P19	10136.8	0.72	2.493	303.25	1022.28	18	3.383	2.89	474.126	215.61	SC
P19-P20	1142.46	0.72	2.493	34.18	1056.46	18	4.205	3.22	528.598	199.86	SC
P20-P21	9127.78	0.72	2.493	273.07	1329.52	18	4.555	3.35	550.158	241.66	SC

^ Pendiente mayor sobre la máxima permisible por el Reglamento del VMVDU

@ La pendiente en este tramo pasa de un valor mayor a uno de menor sin el debido aumento del diámetro

© Velocidad mayor sobre la máxima permisible por el Reglamento del VMVDU

CC = CON CAPACIDAD

SC= SIN CAPACIDAD

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE LA UNIÓN
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA INGENIERIA
DEPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

TÍTULO DE GRADUACIÓN:
DISEÑO Y DIBUJO DE LA RED DE DRENAJE LLUVIA DE LA
CIUDAD DE LA UNIÓN Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

PROFESOR:
LARRY RODRIGUEZ AVILES BONELA
SILVIO RAFAEL CASTILLO COETZ
RAMIRO BENITO CAMPOS

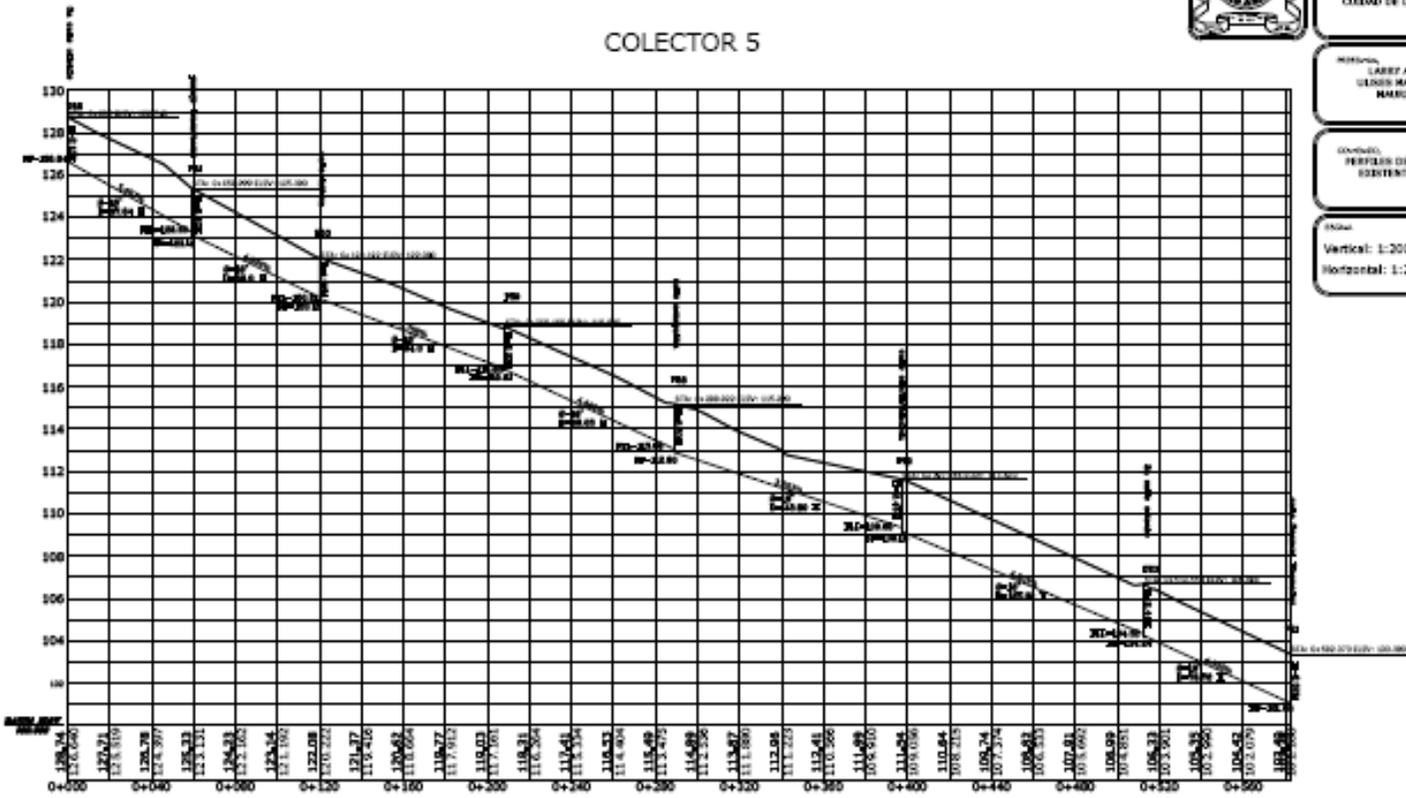
CONTENIDO:
PROYECTO DEL SISTEMA DE DRENAJE LLUVIA
EXISTENTE DE LA CIUDAD DE LA UNIÓN

ESCALA:
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

FECHA:
JUNIO 2007

PÁGINA:
3/9

COLECTOR 5



COLECTOR N° 6

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°6

- Ubicado en la 3ª av. Norte. Inicia en la intersección con la 3ª calle oriente del Barrio El Centro, en el pozo P23, hasta el pozo P25.
- La dirección del flujo es de sur a norte.
- Este colector forma parte del sistema de evacuación pluvial, ya que del pozo P25, las aguas se descarga en la bahía de La Unión.
- El colector esta formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P23		
	18	1.020
P24		
	18	1.168
P25		

- Las condiciones físicas de los pozos y las tuberías son buenas, aunque la presencia de desechos sólidos causan obstrucciones en las tuberías, y. El pozo P25 se encuentra saturado de agua con presencia de sedimentos (ver imagen).



POZO25

COLECTOR N° 7

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°7

- Ubicado en la 1ª av. norte. Inicia en la intersección con calle General Menéndez del Barrio El Centro, en el pozo P28, hasta la descarga.
- La dirección del flujo es de sur a norte.
- Al pozo P27, hace su descarga el colector n°19.
- Este colector forma parte del sistema de evacuación pluvial. Su descarga la realiza en la bahía de La Unión.
- El colector esta formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P28		
	18	4.015
P27		
	18	3.681
P26		
	30	3.269
DESCARGA		

- Las condiciones físicas de los pozos y las tuberías son buenas, pero es importante señalar la presencia de desechos sólidos en el fondo de los pozos. (ver imagen)



POZO 27

COLECTOR N° 8

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°8

- Ubicado en la Avenida General Morazán. Inicia en la intersección con la 2^{da} calle oriente del Barrio El Centro, en el pozo P65, hasta el pozo P30.
- La dirección del flujo es de sur a norte.
- Este colector hace su descarga en el colector n°19.
- El colector esta formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P65		
	18	1.519
P29		
	18	2.184
P30		

- Las condiciones físicas de los pozos y las tuberías son buenas, pero en todo caso vale la pena señalar la presencia de desechos sólidos en el fondo de los pozos.

HOJA DE CÁLCULO PARA LA EVALUACION HIDRAULICA DE DE COLECTORES.

COLECTOR 6											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P23-P24	3989.26	0.72	2.493	119.34	119.34	18	1.02	1.59	260.341	45.84	CC
P24-P25	0	0.72	2.493	0	119.34	18	1.168	1.70	278.589	42.84	CC

COLECTOR 7											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P28-P27	3938.21	0.72	2.493	117.82	117.82	18	4.015 [©]	3.15	516.518	22.81	CC
P27-P26	2766.32	0.72	2.493	82.76	785.45	18	3.681	3.01	494.568	158.82	SC
P26-DESCARG	5632.05	0.72	2.493	168.49	953.94	30	2.603	3.56 [©]	1623.965	58.74	CC

COLECTOR 8											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P65-P29	11473.51	0.72	2.493	343.24	343.24	18	1.519	1.94	317.703	108.04	SC
P29-P30	3696.99	0.72	2.493	110.60	453.84	18	2.184	2.32	380.951	119.13	SC

[^] Pendiente mayor sobre la máxima permisible por el Reglamento del VMVDU

[@] La pendiente en este tramo pasa de un valor mayor a uno de menor sin el debido aumento del diámetro

[©] Velocidad mayor sobre la máxima permisible por el Reglamento del VMVDU

CC = CON CAPACIDAD

SC= SIN CAPACIDAD

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIGINAL
DEPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

TÍTULO DE GRADUACIÓN:
DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE FLUJAL DE LA
CIUDAD DE LA UNIÓN Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

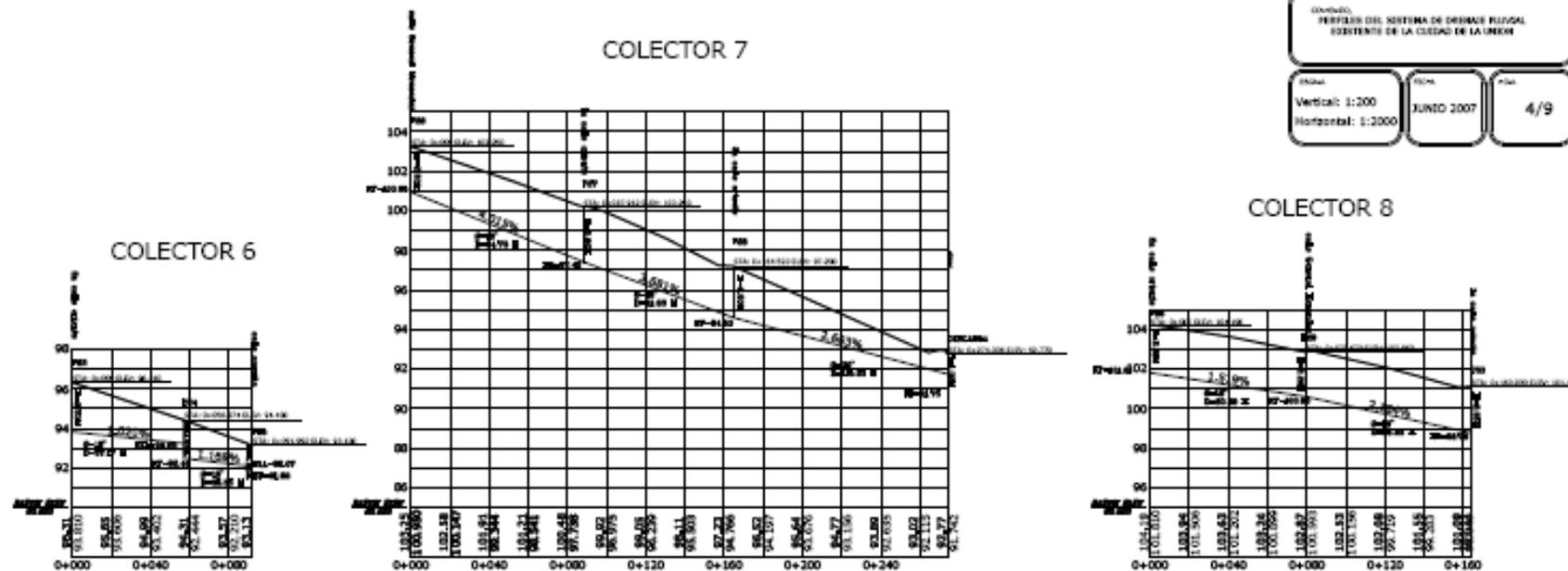
PROFESOR:
LARRY ADONAY AVILES BONELA
GERARDO RAFAEL CASTILLO CORTIZ
MARCOS ERNESTO CAMPOS

CONTENIDO:
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAJE FLUJAL
EXISTENTE DE LA CIUDAD DE LA UNIÓN

Escala:
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

Fecha:
JUNIO 2007

Folio:
4/9



COLECTOR N° 9

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°9

- Ubicado en la 2^{da} av. Sur. Inicia en la intersección con la 2^{da} calle poniente del Barrio el centro, en el pozo P36, hasta el pozo P34.
- La dirección del flujo es de sur a norte en el tramo de P36-P35 y de norte a sur en el tramo de P34-P35.
- Este colector hace su descarga en el colector n°18.
- El colector esta formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P36		
	18	4.420
P35		
	18	2.449
P34		

- Las condiciones físicas de los pozos y tuberías son buenas, sin embargo la presencia de desechos sólidos causan obstrucciones en las tuberías. (ver imagen)



POZO36

COLECTOR N° 10

DESCRIPCION TECNICA COLECTOR N°10

- Ubicado en la 4^{ta}av sur. Inicia en la intersección con la calle Circunvalación del Barrio Honduras, en el pozo P38, hasta la descarga en la bahía de La Unión.
- La dirección del flujo es de sur a norte.
- Al pozo P40 descarga el colector P18, es de hacer énfasis que sobre este colector N°10 ya que en el tiene una enorme incidencia el desbordamiento de la quebrada Imber, lo cual estará aportando cierta cantidad de agua superficial de poniente a oriente, sobre la calle San Carlos en el colector.
- El colector está formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P38		
	18	1.826
P39		
	30	1.153
P40		
	30	1.186
P41		
	30	0.641
P43		
	30	0.950
DESCARGA		

- Las condiciones físicas de los pozos y tuberías son buenas. No obstante la presencia de desechos sólidos causan obstrucciones en las tuberías, además el fondo de los pozos está deteriorado.



HOJA DE CÁLCULO PARA LA EVALUACION HIDRAULICA DE COLECTORES

COLECTOR 9											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P36-P35	9818.9	0.72	2.436	287.03	287.03	18	4.42@	3.30	541.944	52.96	CC
P35-P34	8413.5	0.72	2.436	245.94	245.94	18	2.449	2.46	403.40	60.97	CC

COLECTOR 10											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P38-P39	10756.9	0.72	2.436	314.45	314.45	18	1.826	2.12	348.332	90.27	SC
P39-P40	18226.2	0.72	2.436	532.79	847.23	30	1.153	2.37	1080.822	78.39	SC
P40-P41	13941.6	0.72	2.436	407.54	2033.69	30	1.186@	2.40	1096.180	185.52	SC
P41-P43	14209.2	0.72	2.436	415.36	2864.41	30	0.641	1.77	805.877	355.44	SC
P43-DES	10575.2	0.72	2.436	309.13	3300.80	30	0.95	2.15	981.073	336.45	SC

@ La pendiente en este tramo pasa de un valor mayor a uno de menor sin el debido aumento del diámetro

CC = CON CAPACIDAD

SC= SIN CAPACIDAD

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE LA UNIÓN
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Módulo de Ingeniería,
DISEÑO TÉCNICO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA UNIÓN Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Alumno:
LARRY ALCIBAD ANTILES BOMBELA
ULSIN RAFAEL CANTILLO COETZ
RAMIRO BENITO CAMPOS

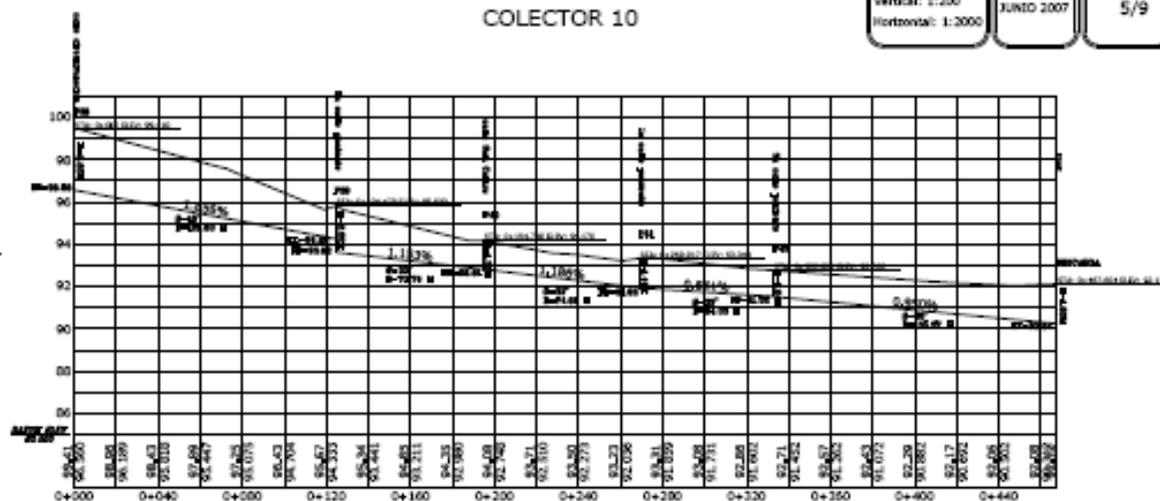
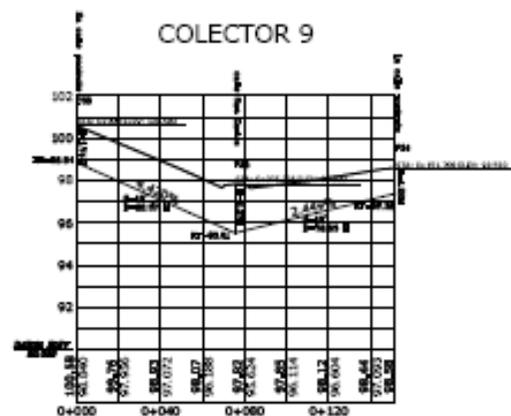
Contenido:
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
EXISTENTE DE LA CIUDAD DE LA UNIÓN

Escala:
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

Fecha:
JUNIO 2007

Folio:
5/9

COLECTOR 10



COLECTOR N° 11

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°11

- Ubicado en la 6^{ta} av. Sur. Inicia en la intersección con 2^{da} calle poniente del Barrio Honduras, en el pozo P48, hasta la descarga en la bahía de La Unión.
- La dirección del flujo es de sur a norte.
- El colector esta formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P48		
	18	3.020
P47		
	18	1.742
P46		
	30	2.420
P45		
	42	0.313
T106		
	42	0.373
PD		
	42	0.428
DESCARGA		

- Las condiciones físicas de los pozos y tuberías son buenas, si embargo se observa desechos sólidos en el fondo de los pozos y tragante T106 se llena de agua debido a la última marea de creciente. (ver imágenes)



POZO 48



T106

COLECTOR N° 12

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°12

- Ubicado en la 8^{ta}av sur en la intersección con la calle Circunvalación del Barrio Honduras, en el pozo P52, hasta llegar al pozo P55.
- La dirección del flujo es de sur a norte.
- El colector está formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P52		
	18	1.249
P53		
	18	1.373
P54		
	30	1.905
P55		

- Las condiciones físicas de los pozos y tuberías son buenas. Los pozos P53 y P55 se encontraron totalmente sellados por el asfalto en sus tapas por tanto para conocer sus niveles, se interpolaron ambos pozos (ver imagen).



POZO 55

HOJA DE CÁLCULO PARA LA EVALUACION HIDRAULICA DE COLECTORES

COLECTOR 11											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P48-P47	11263.6	0.72	2.436	329.26	329.26	18	3.02@	2.73	447.967	73.50	CC
P47-P46	6050.9	0.72	2.436	176.88	506.14	18	1.742	2.07	340.226	148.77	SC
P46-P45	8605.4	0.72	2.436	251.55	757.69	24	2.42	2.96	863.616	87.73	SC
P45-T106	3736.4	0.72	2.436	109.22	866.91	48	0.313*	1.69®	1972.113	43.96	CC
T106-PD	17761.6	0.72	2.436	519.21	1386.12	48	0.373*	1.84®	2152.851	64.39	CC
PD-DES	8914.6	0.72	2.436	260.59	1646.71	48	0.428*	1.98®	2306.117	71.41	CC

COLECTOR 12											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P52-P53	5516.9	0.72	2.436	161.27	295.67	18	1.249	1.75	288.087	102.63	SC
P53-P54	6875.4	0.72	2.436	200.98	496.65	18	1.373	1.84	302.050	164.43	SC
P54-P55	6871.2	0.72	2.436	200.86	697.51	24	1.905	2.63	766.232	91.03	SC

*pendiente menor sobre la mínima establecida por el Reglamento del VMVDU

@ La pendiente en este tramo pasa de un valor mayor a uno de menor sin el debido aumento del diámetro

® Velocidad menor sobre la mínima establecida por el Reglamento del VMVDU

CC = CON CAPACIDAD

SC= SIN CAPACIDAD

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE EL PACÍFICO
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE OBRAS:
DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA URBEN Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

PROYECTISTA:
LARRY ADOBY AVILES BONELA
GILBERTO MARCELO CASTILLO CORTES
RAMIRO SERENITO CAMPOS

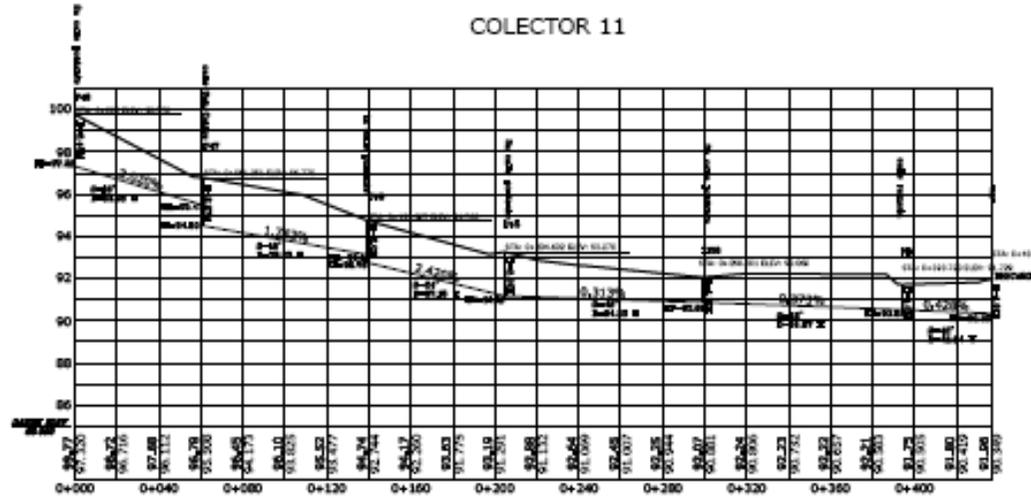
CONTENIDO:
PERFIL DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
EXISTENTE DE LA CIUDAD DE LA URBEN

ESCALA:
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

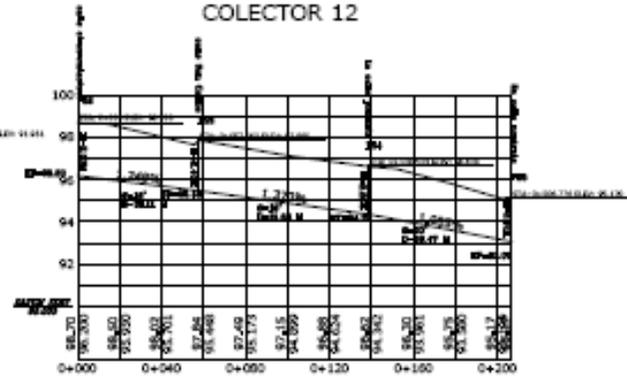
FECHA:
JUNIO 2007

FOLIO:
6/9

COLECTOR 11



COLECTOR 12



COLECTOR N° 13

DESCRIPCION TECNICA COLECTOR N°13

- Ubicado en la 4^a calle poniente entre la 7^a av. sur y 9^a av. sur del Barrio Concepción, en el pozo P13, de un solo tramo al pozo P12.
- La dirección del flujo es de oriente a poniente.
- Este colector hace su descarga en el colector N° 3
- El colector está formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P13		
	30	2.674
P12		

- Las condiciones físicas de los pozos y tuberías son buenas.

COLECTOR N° 14

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°14

- Ubicado en la calle Circunvalación. Inicia entre la intersección con la 1ª av. sur, en el pozo P63, de un solo tramo al pozo P37
- La dirección del flujo es de oriente a poniente.
- El colector está formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P63		
P37		

- Sobre este colector no se tomaron las medidas directas, debido a que se encontraba totalmente sellado en sus tapas con mezcla asfáltica, por tanto no se llegó a sus tuberías para emitir su diagnostico correspondiente.

COLECTOR N° 15

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°15

- Ubicado en la calle Circunvalación entre la 8ª av. sur y 6ª av. sur del Barrio Honduras, en el pozo P51, de un solo tramo a pozo P52.
- La dirección del flujo es de oriente a poniente.
- Este colector hace su descarga en el colector n°12.
- El colector está formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P51		
	18	4.046
P52		

- Las condiciones físicas de los pozos y tuberías son buenas, sin embargo la presencia de desechos sólidos, causan obstrucciones en las tuberías. Además el fondo de los pozos está deteriorado. (ver imagen)



POZO 52

COLECTOR N° 16

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°16

- Ubicado en la calle Circunvalación. Inicia en la intersección con la 11av. sur del Barrio Concepción, en el pozo P7, hasta llegar al pozo P1, en donde se evacua hacia la quebrada “Los Monos”.
- La dirección del flujo es de poniente a oriente.
- Este colector hace su descarga en el pozo P1.
- El colector está formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P7		
	18	3.435
P2		
	18	3.796
P1		

- Las condiciones físicas de los pozos y tuberías son buenas, aunque existe la presencia de desechos sólidos.

HOJA DE CÁLCULO PARA LA EVALUACION HIDRAULICA DE COLECTORES.

COLECTOR 13											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P13-P12	5000.5	0.72	2.493	149.59	149.59	30	2.674 [^]	3.61 [©]	1645.964	9.09	CC
COLECTOR 14											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
COLECTOR 15											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P51-P52	4597.8	0.72	2.436	134.40	134.40	18	4.046	3.16	518.508	25.92	CC
COLECTOR 16											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P7-P2	6556.5	0.72	3.018	237.45	809.24	18	3.435	2.91	477.756	169.38	SC
P2-P1	4371.8	0.72	3.018	158.33	967.57	18	3.796	3.06	502.234	192.65	SC

*pendiente menor sobre la mínima establecida por el Reglamento del VMVDU

[^] Pendiente mayor sobre la máxima permisible por el Reglamento del VMVDU

[©] Velocidad mayor sobre la máxima permisible por el Reglamento del VMVDU

CC = CON CAPACIDAD

SC= SIN CAPACIDAD

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DEL ESTADO
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACION:
DIAGNOSTICO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA UNION Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION

PROFESOR:
LARRY ADOBAY AVILES BONILLA
ALDO AMARICO CASTILLO CORTES
MARCOS ERNESTO CAMPOS

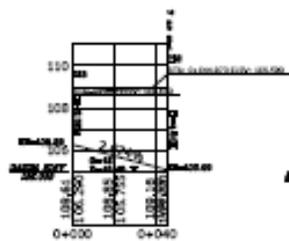
CONTENIDO:
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
EXISTENTE DE LA CIUDAD DE LA UNION

ESCALA:
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

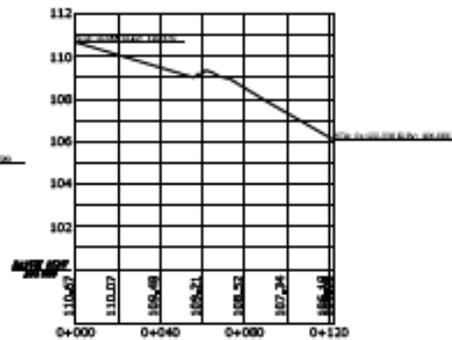
FECHA:
JUNIO 2007

FOLIO:
7/9

COLECTOR 13



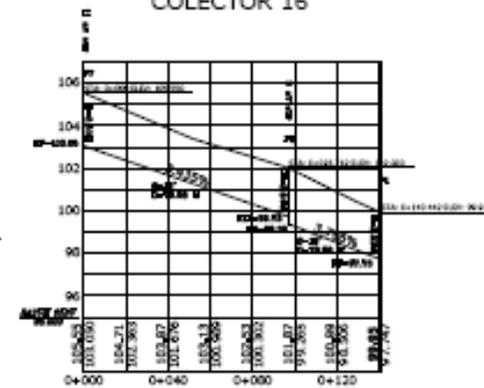
COLECTOR 14



COLECTOR 15



COLECTOR 16



COLECTOR N° 17

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°17

- Ubicado en la calle General Menéndez. Inicia en la intersección con la 3ª av. sur del Barrio El Centro, en el pozo P21, hasta llegar al pozo P11.
- La dirección del flujo es de oriente a poniente para los pozos P21-P15 y de poniente a oriente para el pozo N° 11.
- Este colector hace su descarga en el colector N° 3.
- El colector está formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P21		
	30	0.724
P8		
	30	1.014
P15		
	30	4.748
P11		

- Las condiciones físicas de los pozos y tuberías son buenas, aunque la presencia de desechos sólidos causan obstrucciones en las tuberías. Además el fondo de los pozos está deteriorado. (ver imagen)



POZO 18

COLECTOR N° 18

DESCRIPCION TECNICA DEL COLECTOR N°18

- Ubicado en la calle San Carlos. Inicia en la intersección con 4 av. sur del Barrio El Centro, en el pozo P35, hasta llegar al pozo P40.
- La dirección del flujo es de oriente a poniente.
- Este colector hace su descarga en el colector N° 10.
- El colector está formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P35		
	30	2.565
P40		

- Las condiciones físicas de los pozos y tuberías son buenas. Sin embargo existen obstrucciones en las tuberías por la presencia de desechos sólidos.

COLECTOR N° 19

DESCRIPCION TECNICA COLECTOR N°19

- Ubicado en la 1ª calle oriente. Inicia en la intersección con la Avenida General Cabañas del Barrio El Centro, en el pozo P30, hasta llegar al pozo P27.
- La dirección del flujo es de poniente a oriente.
- Este colector hace su descarga en el colector N° 7.
- El colector está formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P30		
	30	1.912
P27		

- Las condiciones físicas de los pozos y tuberías son buenas, aunque existen obstrucciones en las tuberías por la presencia de desechos sólidos.

COLECTOR N° 20

DESCRIPCION TECNICA COLECTOR N°20

- Ubicado en la 1ª calle oriente entre la 4ª av. norte y 2ª av. norte del Barrio El Centro, en el pozo P42, de un solo tramo a pozo P41.
- La dirección del flujo es de oriente a poniente.
- Este colector hace su descarga en el colector N° 10
- El colector está formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P42		
	18	2.946
P41		

- Las condiciones físicas de los pozos y tuberías son buenas. Sin embargo existen obstrucciones en las tuberías por la presencia de desechos sólidos.

HOJA DE CÁLCULO PARA LA EVALUACION HIDRAULICA DE COLECTORES

COLECTOR 17											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P21-P18	2599.43	0.72	2.493	77.76	1407.29	30	0.724	1.88	856.463	164.31	SC
P18-P15	4925.47	0.72	2.493	147.35	1554.64	30	1.014	2.22	1013.581	153.38	SC
P15-P11	14515.8	0.72	2.493	434.25	434.25	30	4.748^	4.81©	2193.284	19.80	CC
COLECTOR 18											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P35-P40	8413.5	0.72	2.436	245.94	778.91	30	2.565	3.53	1612.068	48.32	CC
COLECTOR 19											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P30-P27	4380.1	0.72	2.493	131.04	584.88	30	1.912	3.05	1391.821	42.02	CC
COLECTOR 20											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P42-P41	14209.2	0.72	2.436	415.36	415.36	18	2.946	2.69	442.445	93.88	SC

^ Pendiente mayor sobre la máxima permisible por el Reglamento del VMVDU

© Velocidad mayor sobre la máxima permisible por el Reglamento del VMVDU

CC = CON CAPACIDAD

SC= SIN CAPACIDAD

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA INTEGRAL
DEPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

TÍTULO DE SERVICIO:
DIAGNÓSTICO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA UNIÓN Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

PROFESOR:
LARRY AGOSTINI AVILES BONEIRA
DIEGO MARCELO CASTILLO COETZ
MARCOS HERIBERTO GARCÉS

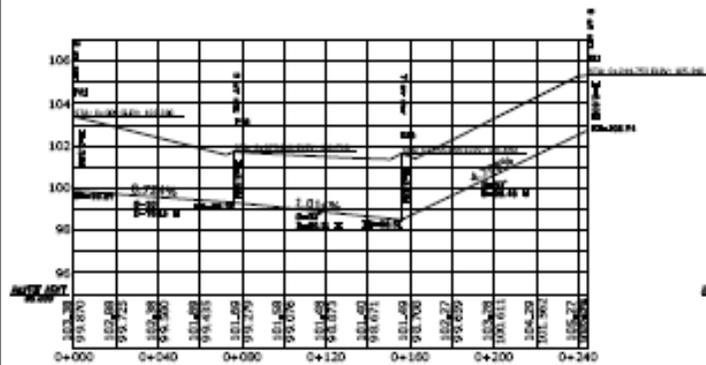
CONTENIDO:
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
EXISTENTE DE LA CIUDAD DE LA UNIÓN

ESCALA:
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

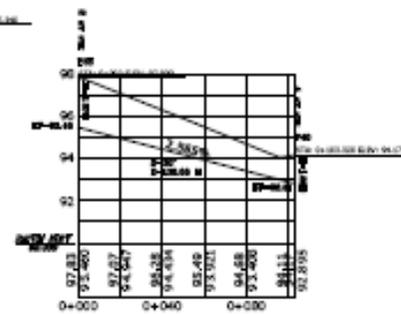
FECHA:
JUNIO 2007

PÁGINA:
8/9

COLECTOR 17



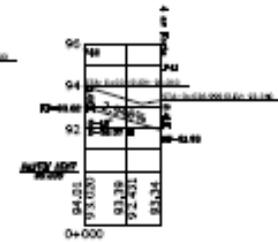
COLECTOR 18



COLECTOR 19



COLECTOR 20



COLECTOR N° 21

DESCRIPCION TECNICA COLECTOR N°21

- Ubicado en la 3^a calle poniente, sector del Monumento a la Madre del Barrio Honduras en el tragante T131, de un solo tramo al tragante T135.
- La dirección del flujo es de oriente a poniente.
- Este colector hace su descarga a la quebrada Chepegual
- El colector está formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
T131		
	18	2.780
T135		

- Las condiciones físicas de los tragantes y tuberías son buenas, aunque existen obstrucciones en las tuberías por la presencia de desechos sólidos.

COLECTOR N° 22

DESCRIPCION TECNICA COLECTOR N°22

- Ubicado en la 3^a calle oriente. Inicia en la intersección con la 2^a av. sur, en el pozo P33, hasta llegar al pozo P43, del Barrio Honduras, de un solo tramo.
- La dirección del flujo es de oriente a poniente.
- Este colector hace su descarga en el colector N° 10.
- El colector está formado por los siguientes pozos y tuberías:

pozo	Ø tubería (pulg)	Pendiente (%)
P33		
	18	3.159
P43		

- Las condiciones físicas de los pozos y tuberías son buenas. Sin embargo existen obstrucciones en las tuberías por la presencia de desechos sólidos.

HOJA DE CÁLCULO PARA LA EVALUACION HIDRAULICA DE COLECTORES

COLECTOR 21											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
T131-T135	2900	0.72	3.138	109.20	109.20	18	2.78	2.62	429.799	25.41	CC

COLECTOR 22											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAMO	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (L/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (L/SEG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (M/SEG)	CAUDAL TUBO LLENO (L/SEG)	CAPACIDAD HIDRAULICA (%)	OBSERVACION
P33-P43	4353.18	0.72	2.436	127.25	127.25	18	3.159	2.79	458.161	27.77	CC

CC = CON CAPACIDAD

SC= SIN CAPACIDAD

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

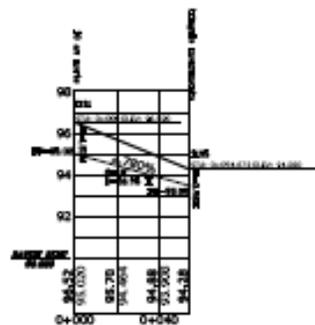
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:
DISEÑO TÉCNICO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA UNION Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

INVESTIGADOR:
LARRY ALCIBAY AVILES BONILLA
OLIVERA MAURICIO CASTILLO CORTES
MARCOS FERNANDO CARRAS

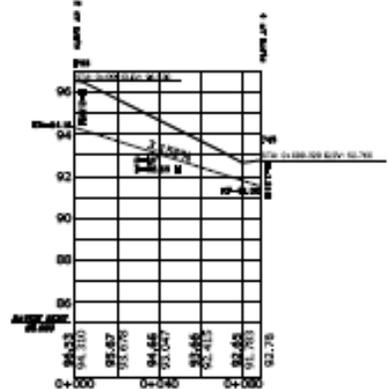
OBJETIVO:
PERFIL DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
EXISTENTE DE LA CIUDAD DE LA UNION

Fecha: Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000 JUNIO 2007 9/9

COLECTOR 21



COLECTOR 22



CAPITULO V

5.1. ALTERNATIVA DE SOLUCION.

5.1.1. INTRODUCCIÓN

Son muchos los problemas que se generan en el actual sistema de drenaje de aguas lluvias en la ciudad de La Unión ,ya que la red existente analizada en el capítulo anterior (capitulo IV), se determina que el sistema en un 51 %, no tiene la capacidad hidráulica necesaria para poder evacuar la escorrentía. Esto aunado con la presencia de desechos sólidos en la mayoría de pozos existentes que componen el sistema de drenaje pluvial ,agudiza aun mas el problema de conducción de la escorrentía, lo cual crea un escenario de inundaciones en las zonas mas vulnerables. Las problemáticas se dan a consecuencia, de la falta de capacidad hidráulica en los colectores del sistema actual, que, sumado a la inexistencia del sistema en zonas donde se requiere, además por los desbordamientos ocasionadas por la hidrografía que atraviesa la zona urbana (Qda. Chepegual, Qda. Imber), de la ciudad de La Unión.

La alternativa de solución que se plantea ante la problemática del sistema de drenaje pluvial existente, considerando que el sistema se ve afectado en parte por las quebradas, qué atraviesan la ciudad, de La Unión. Este enfoca sus puntos críticos por medio de un análisis hidráulico de las secciones transversales mas próximas al punto de estudio, considerando los criterios de selección de la obra a instalar para minimizar el problema ocasionado por las quebradas que atraviesan la zona urbana, sin profundizar en estudios detallados que serían necesarios, para un diseño completo, presentando solamente el tipo de obra a realizar y el dimensionamiento de la sección.

En este capítulo se realiza el rediseño de colectores existentes, aumentando diámetros de tuberías y mejorando pendientes cuando sea necesario. Así también; en el diseño de colectores auxiliar en donde no existe sistema, así como en punto estratégicos de la ciudad, calculando un diámetro y pendiente. Además se habilitará el colector #14, en base a la normativa (VMVDU), con el objetivo de proporcionar un alivio al sistema de drenaje de aguas lluvias, disminuyendo en gran medida, la posibilidad de inundaciones.

Así, también se presenta el diseño hidráulico del sistema final de descarga.

Cabe mencionar que la solución planteada pretende ser un aporte de beneficio social para la ciudad de La Unión, el cual contribuya a evitar, en un futuro, inundaciones e incomodidad a los pobladores y transeúntes de dicho sector.

5.2. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

Las características topográficas y el desarrollo urbano acelerado en la zona sur de la ciudad La Unión, representa variables difíciles de manejar para proponer soluciones económicas al problema de la evacuación de la escorrentía de la mencionada ciudad. Por otra parte, el crecimiento de áreas urbanas proyectado debido a la reactivación de Puerto Cutuco, vendrá a generar incremento de de zonas impermeables en la parte sur de la ciudad, tal como se proyecta en el Mapa de Zonificación y Estructura de La Ciudad-Puerto¹ (Ver Anexo13). Tomando en cuenta estas variables, la propuesta está enfocada a rediseñar algunos colectores, diseñar Colectores Auxiliares así como proponer obras de mitigación para las quebradas Chepegual e Imber.

El rediseño de algunos colectores tiene como propósito captar y transportar con seguridad, la escorrentía que generan las áreas de aporte respectivas.

A continuación se describen las posibles alternativas de solución, de manera generalizada, ante los problemas que se presentan en el actual sistema de drenaje Pluvial de la ciudad de La Unión.

1. OBRAS DE MITIGACION DE RIESGOS

Consiste en el diseño hidráulico, implementadas en sus puntos de interés para las quebradas el Chepegual e Imber. En base al análisis hidráulico y partiendo de un buen

¹ FUENTE: Ministerio de Obras Públicas. Plan de Desarrollo Territorial para la ciudad de La Unión. 2006

criterio de selección se define la obra a instalar, para cada una de las quebrada. Por otra arte se hará efectiva una obra para cada quebrada, así: Una canalización del flujo.

Con estas alternativas se evitara los desbordamientos y que el agua fluya superficialmente por las calles y avenidas de la ciudad de La Unión hasta alcanzar el inicio y/o tramo de un colector existente.

2. CAMBIO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

Consiste en cambiar el diámetro de las tuberías existentes, en los tramos de los colectores que presentan deficiencia en la capacidad hidráulica, por una tubería de mayor diámetro según se ha determinado en la evaluación del colector en estudio.

3. DISEÑO DE COLECTORES AUXILIARES

Consiste en los diseños de nuevos colectores unidos e independientes, por las áreas de recogimiento al sistema en general y en los sectores donde no existe sistema de drenaje de aguas lluvias y que además captaría una cantidad de agua posible aliviando de esa forma la carga en caudal de otros colectores existentes cercanos.

4. DESCARGA.

Consiste en la disposición final de aguas lluvias, lo cual serán ubicadas en la misma posición de las existente, para los colectores modificados y en puntos estratégicos para los colectores auxiliares.

En síntesis, el objetivo de la propuesta está orientada a reducir la cantidad de escorrentía que circula hacia la zona baja de la ciudad de La Unión, especialmente en el Barrio de Honduras, sector El Rastro Municipal; La Ramada, y el Complejo Educativo “José Pantoja Hijo”.

5.3. ALTERNATIVA DE SOLUCION PARA EL PROBLEMA DE INUNDACIONES POR DESBORDE DE QUEBRADAS URBANAS.

5.3.1. PLANTEAMIENTO DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCION.

Como se determinó en el capítulo anterior, (cap. III), se hace necesario de una sección óptima, propuesta para el buen drenaje de las quebradas Chepegual e Imber, para lo cual se hará el análisis hidráulico de las secciones que no cumplieron con la capacidad hidráulica.

Por lo tanto se propondrá como solución, canalizar a lo largo del cauce de cada una de las quebradas, en las secciones que no cumplen con la capacidad hidráulica. Posteriormente se hará un replanteo de la canalización por medio de la esquematización del perfil del flujo, para así obtener la longitud final del tramo a canalizar.

5.3.2. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD "n" DE MANNING.

Para la selección de el valor de "n" de Manning, se hará en base al material propuesto, que para, el cual para este caso se propondrá para ambos cauces, un canal artificial compuesto por un fondo de concreto terminado con lados de mampostería de piedra cementada con recubrimiento, ya que este tipo de canal resulta mas económico por la facilidad de disponibilidad de los materiales, para el cual se hace uso de la tabla del anexo # 16 determinándose un valor de $n = 0.020$.

5.3.3. CALCULO PARA EL REDISEÑO DEL CAUCE DE LA QUEBRADA CHEPEGUAL.

5.3.3.1. CURVA DE DESCARGA NATURAL

Para encontrar el nivel máximo que el agua alcanzará en función del caudal de diseño que hemos encontrado el cual es de **71.92 m³/seg**, se logra a través de la curva de descarga natural.

Para esto se deberán tomar en cuenta datos como los que se presentan a continuación:

Elevación máxima **H_{máx} = 100.41 msnm**

Elevación mínima **H_{mín} = 99.03 msnm**

Longitud del cauce **Lc = 200.00 mts.**; luego se procede a encontrar la pendiente a partir de la formula siguiente:

$$S = (h_{\max} - h_{\min} / Lc) * 100$$

$$S = (100.41 - 99.03 / 200.00) * 100$$

$$S = 0.69\%$$

Dadas las condiciones físicas del cauce en el punto en estudio, se considera un valor de $n = 0.020$, luego, sabiendo que el caudal máximo es de **71.92 m³/seg**. Se encuentra el factor hidráulico a través de la siguiente formula:

$$Fh = Q * n / S^{1/2}$$

Al sustituir los valores correspondientes en la ecuación anterior se obtiene:

$$Fh = \frac{71.92 \times 0.02}{\sqrt{0.0069}} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{Fh = 17.32}$$

El factor hidráulico (Fh) servirá para compararlo con el factor geométrico. Al hacerlo se podrá determinar la capacidad hidráulica de la sección, para obtener una visualización mas ordenada de los datos. A continuación se presenta toda la información en la siguiente tabla:

**CUADRO 5.1 TABULACION DE LA CURVA DE DESCARGA
ESTACION -0+080**

y (mt)	Ah (m²)	T (mt)	A³ (m⁶)	2T (mt)	A^{3/2}T (m⁵)	Q²/2g (mt³ / seg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	3.78	7.57	54.18	15.14	3.58	263.63
1.00	7.57	7.57	433.45	15.14	28.63	263.63
1.50	11.35	7.57	1462.91	15.14	96.64	263.63
2.00	15.14	7.57	3467.63	15.14	229.07	263.63
2.50	18.92	7.57	6772.72	15.14	447.40	263.63
2.10	15.90	7.57	4015.89	15.14	265.29	263.63

En la tabla anterior se consideran los valores de “Y” (tirante), el área hidráulica (Ah), el perímetro mojado (Pm), el radio hidráulico (Rh), el factor geométrico (Fg), el caudal (Q) y la velocidad (V).

Para los valores de Y se consideran a cada 0.50 mts, el área hidráulica se calcula para cada “y” a partir de la sección transversal 0+080. El perímetro mojado se calcula de manera similar al área hidráulica. El radio hidráulico se encuentra de dividir Ah entre Pm, así:

$$Rh = \frac{Ah}{Pm}$$

El factor geométrico se encuentra mediante la siguiente fórmula:

$$F_g = AhxR^{2/3}$$

Se encuentra un valor del factor geométrico para cada tirante (a cada 0.5 metros) y se compara con el factor Hidráulico (Fh), hasta que ambos lados de la ecuación de continuidad sean aproximadamente iguales. A partir de todos estos valores obtenidos, se genera la siguiente curva:

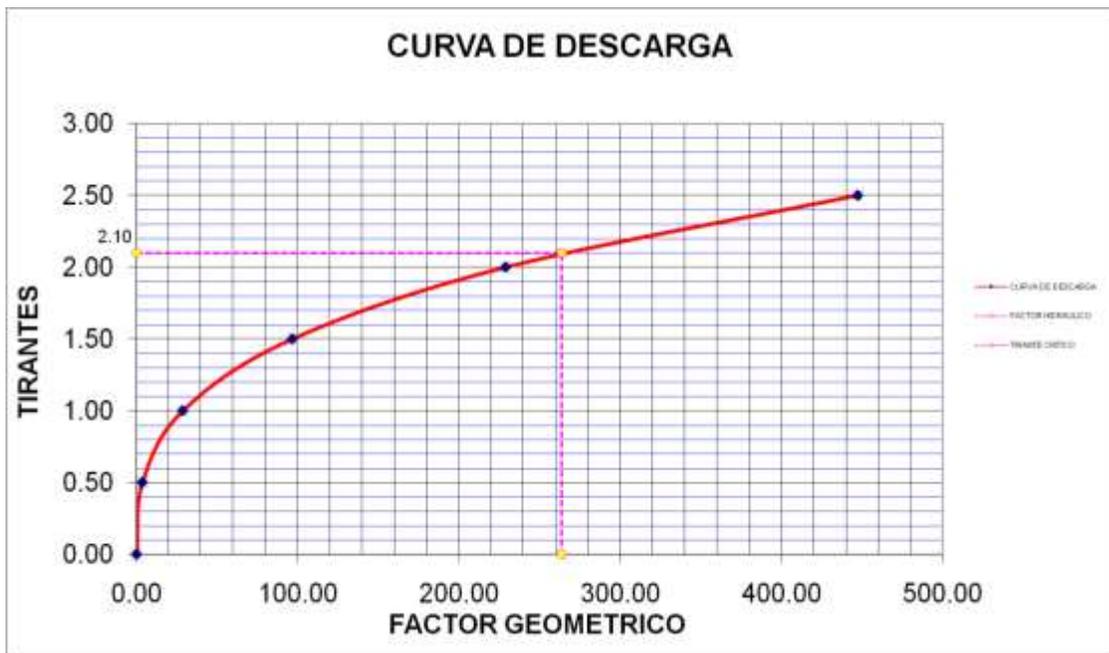


FIG. 5.1 GRÁFICA DE LA CURVA DE DESCARGA PARA LA SECCIÓN 0+080.

Después de haber determinado los tirantes críticos para cada sección, se seleccionará como sección de diseño para la canalización, aquella que se aproxime a la sección óptima para un canal rectangular, el cual desde el punto de vista hidráulico, se tenga menor perímetro mojado para un área determinada, logrando así la máxima conductividad del flujo. Para lograr esto, dicha sección debe cumplir con los siguientes parámetros:

CUADRO 5.2 PARÁMETROS PARA SECCIÓN OPTIMA DE CANAL RECTANGULAR

Sección Transversal	Área (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (R)	Ancho Superficial (T)	Profundidad Hidráulica (D)	Factor de Sección (Z)
Rectángulo, medio cuadrado	y^2	$4y$	$1/2 y$	$2y$	y	$y^{2.5}$

Fuente: Ven Te Chow. Hidráulica de Canales Abiertos. McGraw-Hill, 1994. Secciones Hidráulicas Optimas.

Por lo tanto, se determina que la sección que se aproxima a dichos parámetros es la que corresponde al estacionamiento **0+080**, tomándose así como la sección de diseño para la canalización de la quebrada Chepegual.

A partir de los datos tabulados en la Tabla 5.1, resulta que los factores Geométricos e Hidráulicos son iguales para un tirante igual a **2.10 mts.**, el cual genera un área hidráulica Optima igual a **15.90 m²** y una velocidad del agua de **4.52 mts/seg.**

5.3.3.2. CALCULO DE BORDE LIBRE.

El *borde libre* de un canal es la distancia vertical desde la parte superior del canal hasta la superficie del agua en la condición de diseño. Esta distancia debe ser lo suficientemente grande para prevenir que ondas o fluctuaciones en la superficie del agua, causen reboses por encima de los lados. Este factor se vuelve muy importante en especial en el diseño de canaletas elevadas, debido a que la subestructura de éstos puede ponerse en peligro por cualquier rebose.

Como una guía para el diseño de canales revestidos se utiliza el método grafico de el U. S. Bureau of Reclamation según curvas (figura 5.2) para el borde libre promedio y la altura de las bancas con relación a la capacidad.

Para $Q = 71.92 \text{ m}^3/\text{seg} = 2539.55 \text{ pies}^3/\text{seg}$

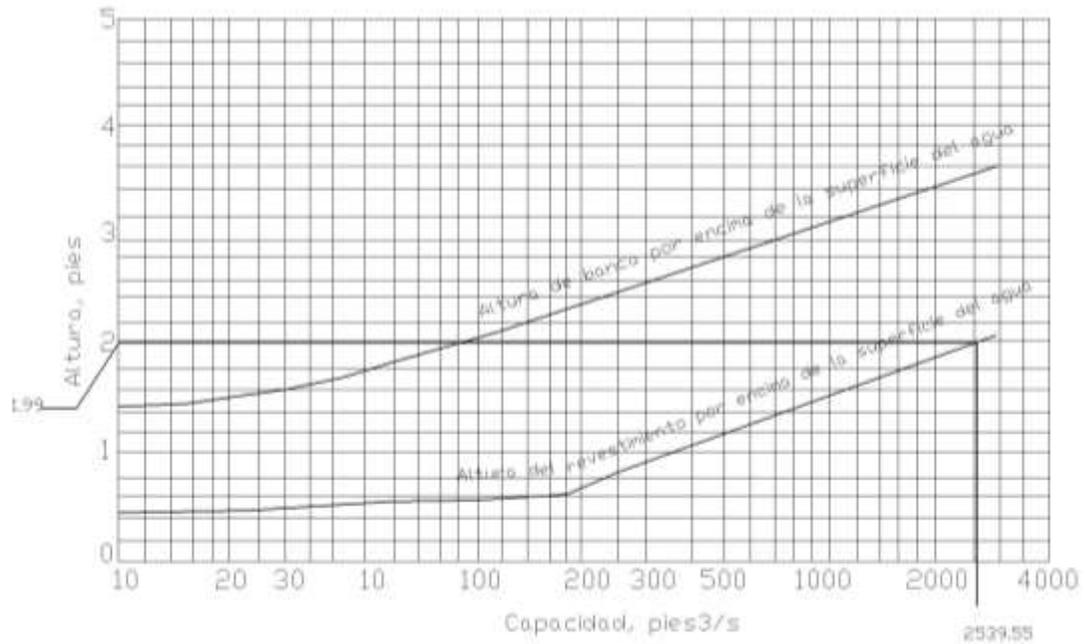


FIG. 5.2 BORDE LIBRE Y ALTURA DE BANCA PARA CANALES REVESTIDOS.

Entonces se obtiene que:

Altura de borde libre = $H_{bl} = 1.99 \text{ pies} = 0.61 \text{ mts.}$

Por lo tanto, la altura total de los lados de la sección del canal es:

$$H_t = Y_c + H_{bl}$$

Donde:

Y_c : tirante crítico para el cual los factores hidráulicos y geométricos son

aproximadamente iguales, en mts.

Hbl: Altura del borde libre, en mts.

Sustituyendo valores:

$$H_t = 2.10 + 0.61$$

$H_t = 2.71$ mts.

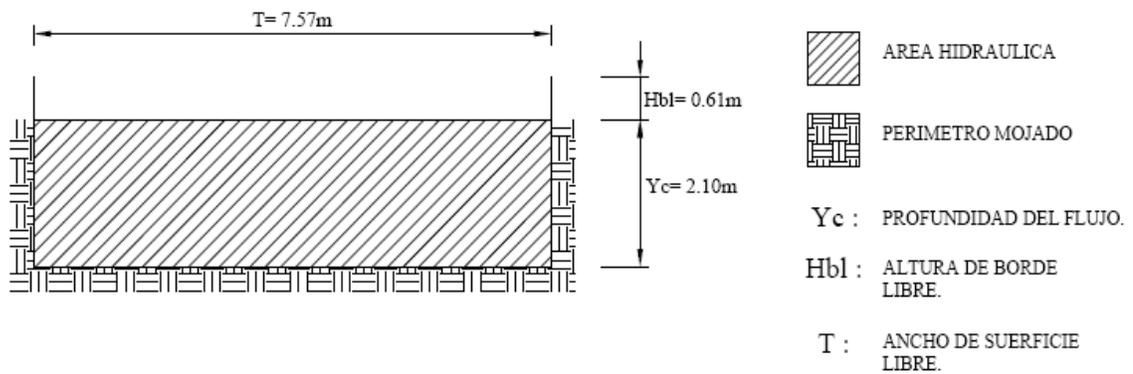


FIG. 5.3 DETALLE DE SECCION PROPUESTA PARA CAUCE DE QUEBRADA CHEPEGUAL.

5.3.4. CALCULO PARA EL REDISEÑO DEL CAUCE DE LA QUEBRADA IMBER.

5.3.4.1. CURVA DE DESCARGA NATURAL

Para encontrar el nivel máximo que el agua alcanzará en función del caudal de diseño que hemos encontrado, el cual es de **16.51 m³/seg**, se logra a través de la curva de descarga natural.

Para esto se deberán tomar en cuenta, algunos datos como los que se presentan a continuación:

Elevación máxima **H_{máx} = 99.60 msnm**

Elevación mínima **H_{mín} = 99.19msnm**

Longitud del cauce **L_c = 60.29ms** ; luego procedemos a encontrar la pendiente a partir de la fórmula siguiente:

$$S = (h_{\max} - h_{\min} / L_c) * 100$$

$$S = (99.60 - 99.19 / 60.29) * 100$$

$$S = 0.68\%$$

Dadas las condiciones físicas del cauce en el punto de estudio, se considerará un valor de $n = 0.040$. Luego, sabiendo que el caudal máximo es de **16.51 m³/seg**, encontramos el factor hidráulico a través de la siguiente formula:

$$Fh = Q * n / S^{1/2}$$

Al sustituir los valores correspondientes en la ecuación anterior se obtiene:

$$Fh = \frac{16.51 \times 0.02}{\sqrt{0.0068}} \quad \Rightarrow \quad Fh = 4.00$$

El factor hidráulico (Fh) servirá para compararlo con el factor geométrico, al hacerlo se podrá determinar la capacidad hidráulica de la sección. Para obtener una visualización mas ordenada de los datos, a continuación se presenta toda la información en la siguiente tabla:

CUADRO 5.3 TABULACION DE LA CURVA DE DESCARGA.

ESTACION 0+050

y (mt)	Ah (m²)	Pm (mt)	Rh (mt)	FG	Q (mt³ / seg)	V (mt / seg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	1.51	4.02	0.38	0.79	3.25	2.15
1.00	3.02	5.02	0.60	2.15	8.88	2.94
1.40	4.29	5.86	0.73	3.48	14.37	3.35
1.44	4.35	5.90	0.74	3.55	14.65	3.37
1.63	4.92	6.28	0.78	4.19	17.28	3.51

En la tabla anterior se consideran los valores de “Y” (tirante), el área hidráulica (Ah), el perímetro mojado (Pm), el radio hidráulico (Rh), el factor geométrico (Fg), el caudal (Q) y la velocidad (V).

Para los valores de Y se consideran a cada 0.5 mts. El área hidráulica se calcula para cada “y” a partir de la sección transversal – 0+020. El perímetro mojado se calcula de manera similar al área hidráulica. El radio hidráulico se encuentra de dividir Ah entre Pm, así:

$$Rh = \frac{Ah}{Pm}$$

El factor geométrico se encuentra mediante la siguiente fórmula:

$$F_g = AhxR^{2/3}$$

Se encuentra un valor del factor geométrico para cada tirante (a cada 0.5 metros) y se compara con el factor Hidráulico (Fh), hasta que ambos lados de la ecuación de continuidad sean aproximadamente iguales. A partir de todos estos valores obtenidos, se genera la siguiente curva:

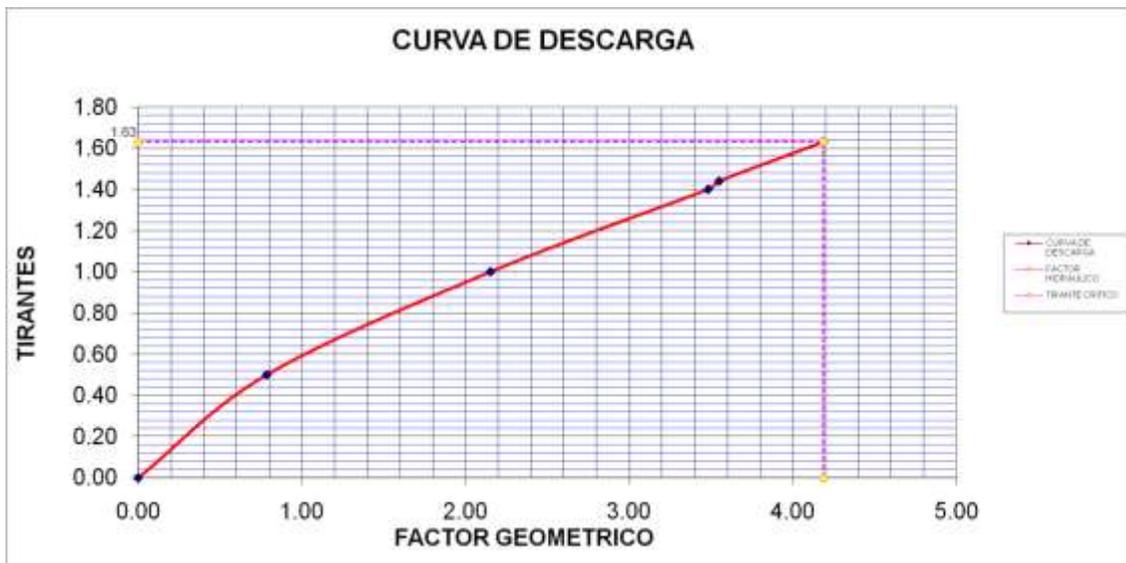


FIG. 5.4 GRÁFICA DE LA CURVA DE DESCARGA.

Después de haber determinado los tirantes críticos para cada sección, se seleccionara como sección de diseño para la canalización, aquella que se aproxime a la sección óptima para un canal rectangular; el cual desde el punto de vista hidráulico, que tenga menor perímetro mojado para un área determinada, logrando así la máxima conductividad del flujo. Para lograr esto, dicha sección debe cumplir con los siguientes parámetros:

**CUADRO 5.4 PARÁMETROS PARA SECCIÓN OPTIMA DE CANAL
RECTANGULAR**

Sección Transversal	Área (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (R)	Ancho Superficial (T)	Profundidad Hidráulica (D)	Factor de Sección (Z)
Rectángulo, medio cuadrado	y^2	$4y$	$1/2 y$	$2y$	y	$y^{2.5}$

Fuente: Ven Te Chow. Hidráulica de Canales Abiertos. McGraw-Hill, 1994. Secciones Hidráulicas Optimas.

Por lo tanto, se determina que la sección que se aproxima a dichos parámetros es la que corresponde al estacionamiento 0+050, tomándose así como la sección de diseño para la canalización de la quebrada Imber.

A partir de los datos tabulados en el Cuadro 5.3, resulta que los factores Geométricos e Hidráulicos son iguales para un tirante igual a **1.63 mts.**, el cual genera un área hidráulica Optima igual a **4.92 m²** y una velocidad del agua de **3.51 mts/seg.**

5.3.4.2. CALCULO DE BORDE LIBRE.

El *borde libre de* un canal, es la distancia vertical desde la parte superior del canal hasta la superficie del agua en la condición de diseño. Esta distancia debe ser lo suficientemente grande para prevenir que ondas o fluctuaciones en la superficie del agua, causen reboses por encima de los lados. Este factor se vuelve muy importante en especial en el diseño de canaletas elevadas, debido a que la subestructura de éstos puede ponerse en peligro por cualquier rebose.

Como una guía para el diseño de canales revestidos, se utilizará el método

grafico de el U. S. Bureau of Reclamation² según curvas (figura 5.5) para el borde libre promedio y la altura de las bancas con relación a la capacidad.

Para $Q = 16.51 \text{ m}^3/\text{seg} = 582.98 \text{ pies}^3/\text{seg}$

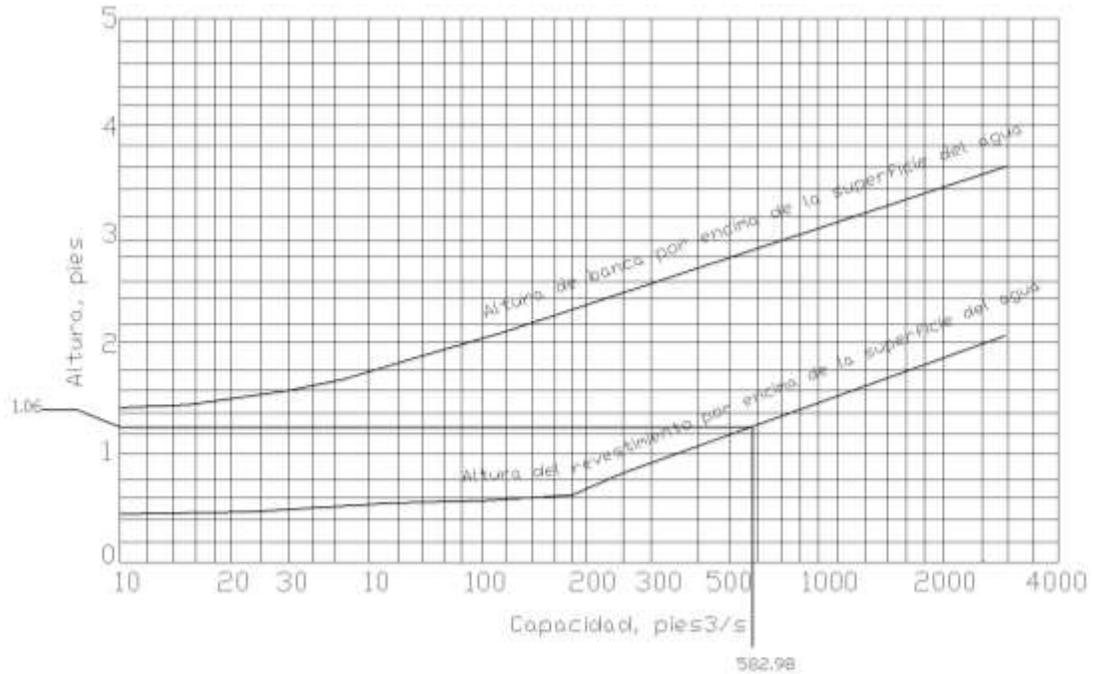


FIG. 5.5 BORDE LIBRE Y ALTURA DE BANCA PARA CANALES REVESTIDOS.

Entonces se obtiene que:

Altura de borde libre = $H_{bl} = 1.06 \text{ pies} = 0.3231 \text{ mts.}$

Por lo tanto, la altura total de los lados de la sección del canal es:

$$H_t = Y_c + H_{bl}$$

Donde:

² FUENTE: Ven Te Chow. Hidraulica De Canales Abiertos.

Yc: tirante crítico para el cual los factores hidráulicos y geométricos son aproximadamente iguales, en mts.

Hbl: Altura del borde libre, en mts.

Sustituyendo valores:

$$H_t = 1.63 + 0.3231$$

$$\underline{H_t = 1.9531 \text{ mts.}}$$

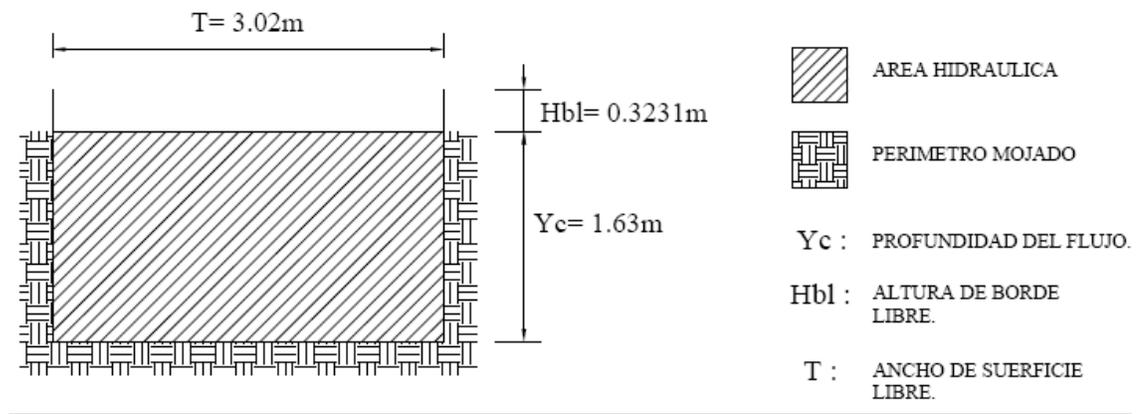


FIG. 5.6 DETALLE DE SECCION PROPUESTA PARA CAUCE DE QUEBRADA IMBER.

5.4. ALTERNATIVA DE SOLUCION PARA EL SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS DE LA CIUDAD DE LA UNION.

5.4.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Los procedimientos generales y específicos en el planteamiento de un problema, conlleva a encontrar soluciones concretas y objetivas, en cuanto a la problemática.

En este caso, en el desarrollo de la Propuesta de Rediseño, y Diseño para evacuar adecuadamente la escorrentía en la ciudad de La Unión, se usan las siguientes consideraciones:

Características Fisiográficas:

El relieve de la ciudad de La Unión, se distingue particularmente por tener vías de comunicación (calles) con pendientes concurrentes a un tramo en común, (4^{ta} sur en el Barrio de Honduras), generando de esta forma que la escorrentía que no es conducida por el sistema de drenaje existente, se desplace hacia la zona baja en donde la topografía es bastante plana.

Reglamentación:

Toda la normativa establecida por la VMVDU es aplicada en esta propuesta de diseño, tanto en el rediseño de colectores, como en el diseño del Colector Auxiliar.

Infraestructura Existente:

Tanto para el diseño como para el rediseño es tomada en cuenta la existencia de servicios de Drenaje Sanitario, Agua Potable, y Telecomunicaciones, de manera que no existan interferencias con dichos sistemas.

Criterios Técnicos:

Se considera que la zona en estudio ,estará totalmente desarrollada en mayor tendencia hacia la zona sur de la ciudad³, justo en las faldas del volcán de Conchagua, y que las áreas de aporte son fijas por lo que para el diseño y rediseño de colectores, se realiza usando una relación de caudales no mayor del 90% .

Criterio Económico

Se considera que el implemento del proyecto para resolver el problema del drenaje pluvial representa una inversión eminentemente social, (sin ningún tipo de recuperación económica), por lo que, para el desarrollo del mismo, debe usarse tubería de concreto, debido a su bajo costo en comparación con otro tipo de materiales.

5.4 2. REDISEÑO DE COLECTORES EXISTENTES Y DISEÑO DE COLECTOR AUXILIAR

En el capítulo anterior se determinó que la mayoría de los colectores que forman el sistema de drenaje pluvial existente en la ciudad de La Unión, se encuentra trabajando sin capacidad hidráulica para eventos de lluvia con períodos de retorno de cinco años, ocasionando que algunas arterias de las principales calles y avenidas de la ciudad, como la "calle San Carlos", "5ª. Calle poniente", "4ª. Avenida sur" y “calle Circunvalación (barrio Honduras)” se inunden, presentando de esta manera incomodidad a residentes, peatones y automovilistas. Por tal razón, es necesario rediseñar los colectores que presentan deficiencia en conducir la escorrentía. y diseñar colectores auxiliares para una respuesta , inmediata en la evacuación de la escorrentía.

El rediseño de colectores comprende básicamente, el cambio de diámetro de tuberías existentes, por una tubería de mayor diámetro, evitando, por razones económicas, profundizar el nivel de excavación que se realizará para remover la tubería

³ Plan de desarrollo para la región de La Unión ASIGOLFO

existente. Además, se mantiene la ubicación de los pozos existentes para mayor facilidad de ubicación.,

En el diseño de colectores auxiliares, se obtendrá el diámetro requerido y la pendiente, para transportar las aguas pluviales depositadas por colectores aledaños. Así también dentro del diseño se habilitara el colector #14, considerando en el análisis tanto de diseño como rediseño, según la norma establecida por el VMVDU.

Para efectos de comprensión, la nomenclatura de colectores y pozos utilizada en la evaluación hidráulica es retomada también en la propuesta de diseño.

El rediseño de colectores comprende básicamente, la elaboración de una hoja de cálculo del diseño pluvial que contiene lo siguiente:

- *Columna 1. TRAMO:* Al igual que en la evaluación hidráulica, indica el tramo comprendido entre dos pozos consecutivos.
- *Columna 2. DISTANCIA "D" (m):* Representa la distancia horizontal entre dos pozos de un tramo.
- *Columna 3. ÁREA DE INFLUENCIA "A" (m²):* Es el área de aporte que le corresponde al tramo en estudio, considerando que tiene obras de captación existentes o proyectadas.
- *Columna 4. COEFICIENTE DE ESCORRENTIA "C":* El valor de esta columna es igual al usado en la evaluación hidráulica.
- *Columna 5. INTENSIDAD DE LLUVIA "I" (mm/min):* La intensidad de lluvia usada para el diseño es la misma usada en la evaluación hidráulica; es decir, la obtenida para un período de retorno de cinco años tal como lo establece la normativa del VMVDU.

- *Columna 6. CAUDAL PARCIAL "QP" (lts/seg):* Se obtiene del producto de las columnas 3, 4 y 5. Para obtener el caudal en lts/seg se divide el resultado entre 60.
- *Columna 7. CAUDAL ACUMULADO "Qa" (lts/seg):* Se obtiene de sumar el caudal parcial (columna 6) y el caudal acumulado (columna 7) anterior si existe.
- *Columna 8. PENDIENTE "S" (%):* Esta se obtiene a partir de la propuesta de perfiles elaborados, tomando en cuenta la normativa establecida por el VMVDU.
- *Columna 9. DIÁMETRO "Ø" (Pulg.):* Este se obtiene a partir de Manning para $n = 0.015$ (Tubería de Concreto, ver anexo 17); a partir de la pendiente propuesta y el caudal acumulado se toma el valor comercial inmediatamente superior.
- *Columna 10. CAUDAL TRABAJANDO LLENO "QLL" (lts/seg):* Este se obtiene utilizando las fórmulas de Continuidad y Manning. Ingresando con los datos de las columnas 8 y 9.
- *Columna 11. VELOCIDAD A TUBO LLENO "VLL" (m/s):* Se obtiene con los mismos datos de entrada que se utilizan para caudal trabajando lleno.
- *Columna 12. RELACIÓN DE CAUDALES "Qa/Qu." (%):* Esta se obtiene al dividir el caudal acumulado (columna 7) entre el caudal trabajando lleno (columna 10) obtenido del Nomograma de Manning.
- *Columna 13. VELOCIDAD REAL "VR" (m/s):* Usando la curva del Banano (Ver anexo #21) se obtiene el factor de relación de velocidad, teniendo como entrada el dato de la columna 12, en porcentaje. En dicho factor se afecta la velocidad a tubo lleno, encontrando de esta forma el valor de la velocidad real en las condiciones de flujo previstas.

Con el objetivo de ilustrar el procedimiento, seguido para la elaboración de la hoja de cálculo y el diseño hidráulico, se presenta el siguiente ejemplo:

COLECTOR AUXILIAR No. 4

Tramo en estudio P55-P45:

La distancia entre pozos, $D = 90.99$ m.

El área de aporte, $A = 3667.552$ m².

Coefficiente de escorrentía, $C = 0.72$.

Intensidad de lluvia, $I = 2.436$ mm/min.

Con los datos anteriores, se procede a evaluar con la fórmula del

Método Racional: $Q = CIA/60$.

$$Q = ((0.72)(2.436)(3667.552))/60 = 107.21 \text{ lts/seg.}$$

Por tanto, éste es el caudal propio o generado por el área más próxima de recogimiento.

- Como el tramo en estudio es intermedio, el caudal de diseño o caudal acumulado viene dado por:

El caudal propio + el caudal acumulado del tramo anterior, es decir:

$$Q \text{ Diseño} = 107.2 + 697.51 = 804.72 \text{ lts/seg.}$$

Por tanto, el caudal de diseño es 804.72 lts/seg.

Conocido el caudal de diseño, aplicando la normativa vigente y los criterios de diseño, se propone la pendiente.

Con el caudal de diseño y la pendiente y además, por medio de las ecuaciones de continuidad y Manning establecidas en la hoja de calculo con (n=0.015), se obtiene su diámetro teórico del tubo (columna 9), a usar. Este será el valor entero inmediato superior a la lectura encontrada, (diámetro comercial). Pendiente propuesta S = 1.0%

Diámetro obtenido D = 30 pulg.

Luego se procede a conocer el caudal y velocidad a tubo lleno, partiendo de las ecuaciones de continuidad y Manning. Ingresando la pendiente y el diámetro propuesto se obtiene:

Con S = 1.00%; D = 30 pulg. Se obtiene: Qll = 1006.56 lts/seg. Vll = 2.21 m/seg.

- Seguidamente, para conocer la velocidad real que el flujo tendrá con el caudal de diseño, se procede a relacionar el caudal de diseño con el caudal lleno del tubo, C

$$Qa/Qu = (804.72 / 1006.56) * 100 = 79.94 \%$$

Con esta relación de caudal, se ingresa a la curva del banano para obtener el factor de relación de velocidad, con el siguiente resultado:

$$VR = 2.21 \left(\frac{110.5}{100} \right)$$

$$VR \text{ o } VD = 2.45 \frac{m}{s}$$

HOJA DE CALCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR No. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	14												
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P4-P3	72.51	3,434.05	0.72	3.02	124.37	124.37	5.81	9.85	18.00	621.29	3.78	20.02	3.09
P3-P1	80.07	7,654.90	0.72	3.02	277.23	401.60	4.75	15.87	18.00	561.87	3.42	71.48	2.87
P1-DESC	80.07	-	0.72	3.02	-	1,369.17	3.00	27.40	30.00	1,743.41	3.82	78.53	3.08

HOJA DE CALCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR No. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	14												
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P5-P6	72.51	6,129.10	0.72	3.02	221.97	221.97	5.05	12.56	18.00	579.17	3.53	38.33	2.88
P6-P7	80.07	9,659.30	0.72	3.02	349.82	571.79	2.15	21.03	24.00	813.64	2.79	70.28	3.02

HOJA DE CALCULO PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO DE COLECTOR No. 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P7-P2	57.66	6,556.50	0.72	3.02	237.45	809.24	2.00	24.27	30.00	1,423.49	3.12	56.85	3.22
P2-P1	80.87	4,371.80	0.72	3.02	158.33	967.57	2.19	25.52	30.00	1,489.57	3.27	64.96	3.48

HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR No. 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	14												
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P21-P18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P18-P15	79.90	4,925.47	0.72	2.49	147.35	147.35	1.01	14.56	30.00	1,013.58	2.22	14.54	1.58
P15-P11	88.91	14,515.80	0.72	2.49	434.25	434.25	4.76	16.34	30.00	2,195.59	4.81	19.78	3.93

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DEL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

TÍTULO DE GRADUACIÓN
DIAGNÓSTICO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA LINEA Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

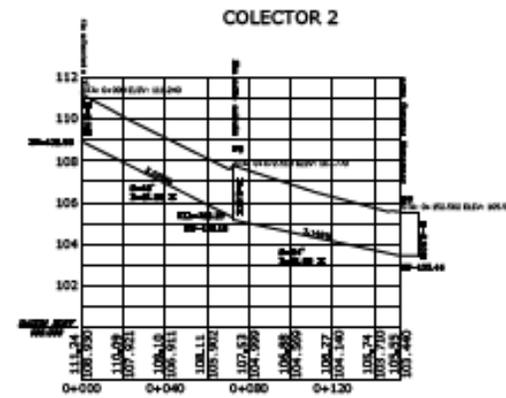
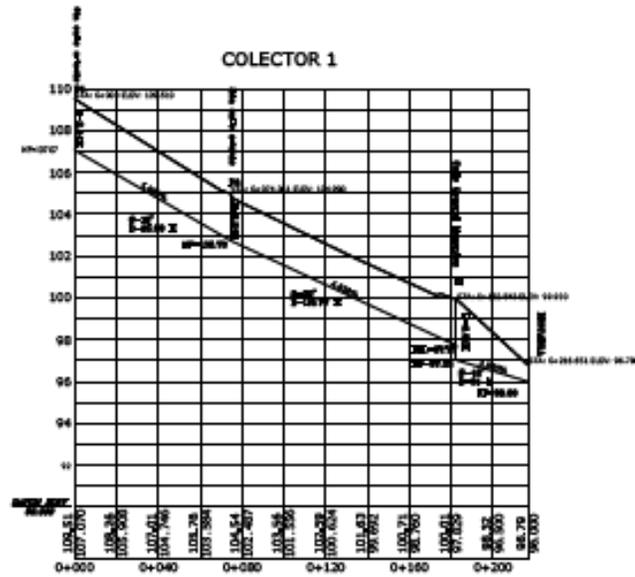
PROFESOR
LARRY ADONAY AVILES BORBELA
ULIBES MAURICIO CASTILLO CORTEZ
RAMARCO ERNESTO CAMPOS

CONTENIDO
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE
LA CIUDAD DE LA LINEA PROPUESTO

ESCALA
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

FECHA
JUNIO 2007

PÁGINA
1/10



PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPTO. DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

TÍTULO DE LA OBRAS
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA UNIÓN Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

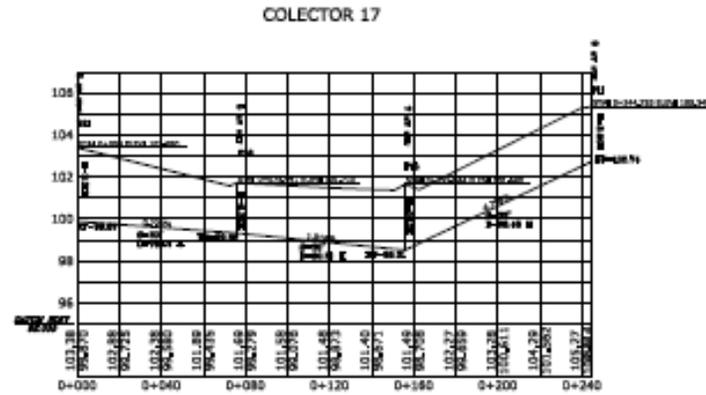
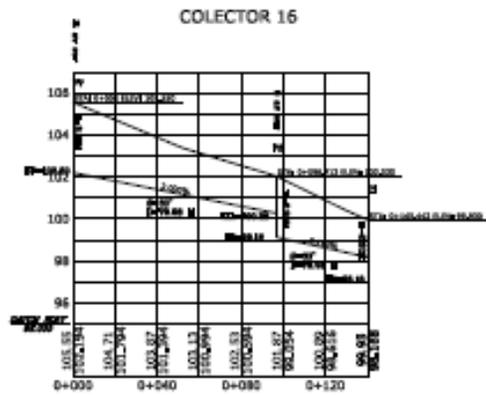
PROFESOR
GARRY ADONAY AVILES BONELA
ALUMNOS MAURICIO CASTILLO CONTRA
MARCOS ERNESTO CAMPOS

CONTENIDO
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE
LA CIUDAD DE LA UNIÓN PROYECTADO

ESCALA
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

FECHA
JUNIO 2007

PÁGINA
2/10



HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR No. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P12-P14	107.28	991.20	0.72	2.49	29.65	179.25	3.53	12.40	42.00	4,636.79	5.19	3.87	1.92
P14-P15	69.19	2,756.40	0.72	2.49	82.46	261.71	1.80	16.21	42.00	3,312.46	3.71	7.90	1.98
P15-P16	106.13	14,515.80	0.72	2.49	434.25	1,277.46	2.31	28.04	42.00	3,751.68	4.20	34.05	3.88
P16-T106	78.54	5,165.50	0.72	2.49	154.53	1,431.99	2.94	27.97	42.00	4,234.11	4.74	33.82	4.39

HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR No. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P10-P9	43.07	15,093.60	0.72	2.49	451.54	451.54	1.99	19.53	24.00	782.55	2.68	57.70	2.78
P9-DESC	30.23	-	0.72	2.49	-	451.54	3.00	18.08	24.00	961.55	3.29	46.96	3.24

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPTO. DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

TITULO DE INVESTIGACION:
DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA UNION Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION

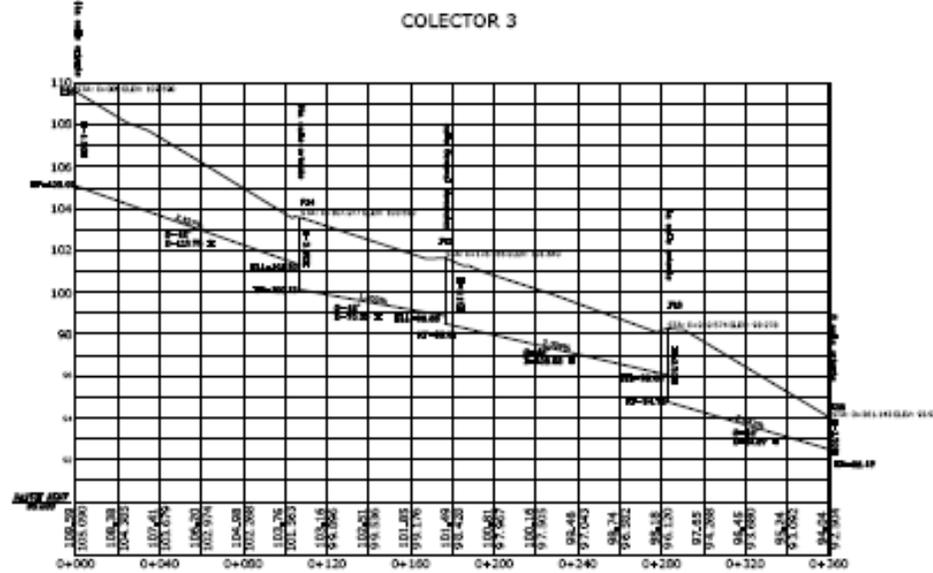
AUTORES:
LARRY ADRIAN AVILES BONELA
ULISES RAFAEL CASTILLO CORTEZ
RAMON BENITO CAMPOS

CONTENIDO:
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE
LA CIUDAD DE LA UNION PROPUESTO

ESCALA:
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

FECHA:
JUNIO 2007

PAGINA:
3/10



HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR No. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P62-P61	67.64	9,371.00	0.72	2.49	280.34	280.34	5.61	13.45	18.00	610.39	3.72	45.93	3.86
P61-P60	68.00	6,024.30	0.72	2.49	180.22	460.57	2.74	18.52	24.00	918.94	3.15	50.12	3.15
P60-P59	94.00	3,819.10	0.72	2.49	114.25	574.82	2.93	19.88	24.00	950.27	3.26	60.49	3.41
P59-P58	89.03	4,820.41	0.72	2.49	144.21	719.03	3.00	21.52	24.00	961.55	3.29	74.78	3.61
P58-P19	113.80	10,136.80	0.72	2.49	303.25	1,022.28	2.31	25.79	30.00	1,529.84	3.35	66.82	3.59
P19-P20	125.30	1,142.46	0.72	2.49	34.18	1,056.46	2.45	25.83	30.00	1,575.52	3.45	67.05	3.70
P20-P21	76.72	9,127.78	0.72	2.49	273.07	1,329.52	1.71	30.11	36.00	2,140.36	3.26	62.12	3.43

HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR AUXILIAR #1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P21-P22	90.99	2,599.43	0.72	2.49	77.76	1,407.28	1.94	30.06	36.00	2,276.83	3.47	61.81	3.65
P22-P23	82.90	4,606.59	0.72	2.49	137.81	432.63	2.82	18.00	18.00	432.80	2.64	99.96	3.01

HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR AUXILIAR # 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P22-P1aux2	56.8	-	0.72	2.49	-	1,112.47	1.23	29.98	30.00	1,114.5	2.44	99.82	2.79
P1aux2-P2c	35.1	10,220.14	0.72	2.49	305.7	1,418.22	2.50	28.73	30.00	1,591.5	3.49	89.11	3.94
p2aux2-desca	35.1	8,436.34	0.72	2.49	252.3	1,670.60	1.89	32.21	36.00	2,247.8	3.42	74.32	3.75

HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR No. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P23-P24	56.87	3,989.26	0.72	2.49	119.34	551.97	1.66	21.79	24.00	714.40	2.45	77.26	2.70
P24-P25	35.12	-	0.72	2.49	-	551.97	1.66	21.78	24.00	714.83	2.45	77.22	2.70

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE EL PACÍFICO
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA CIENCIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

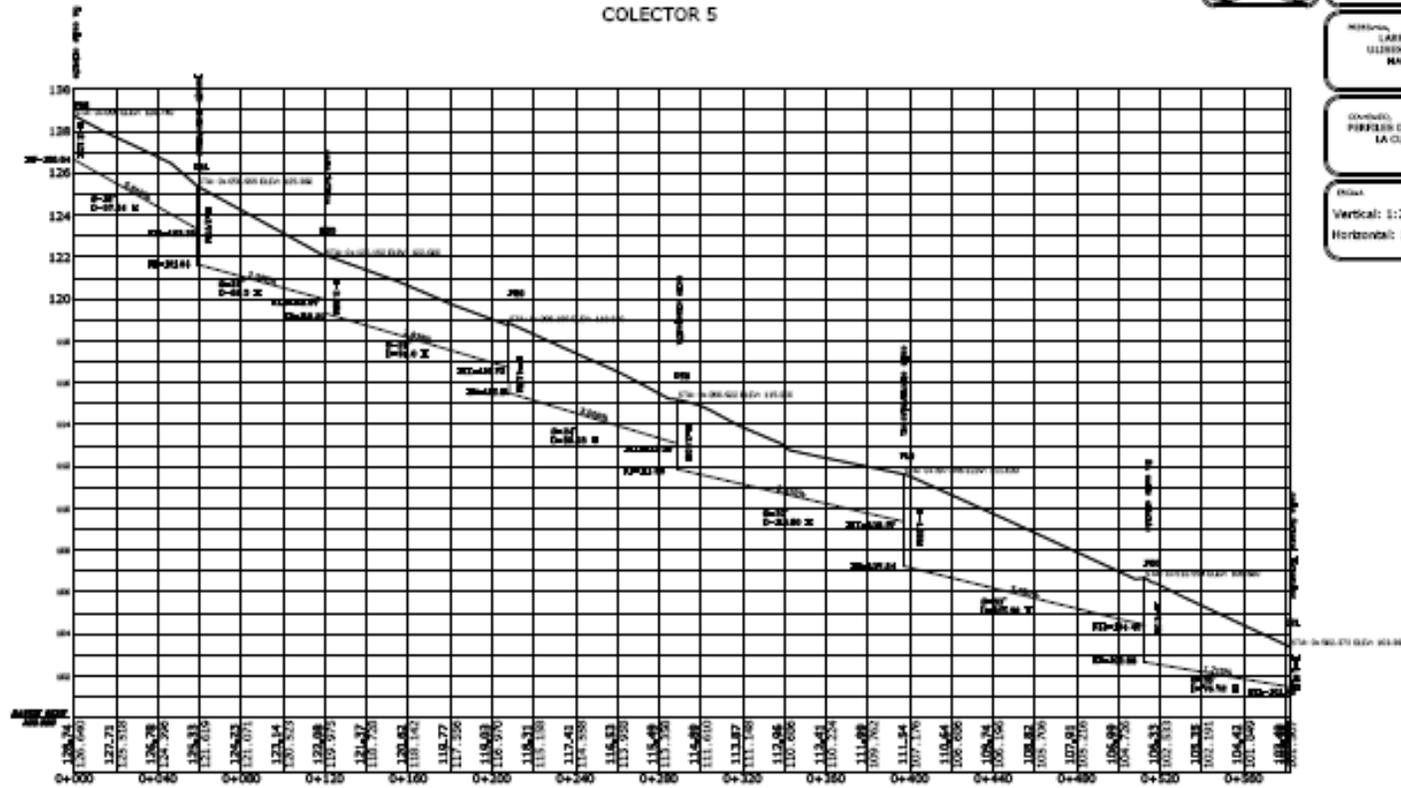
TÍTULO DE PROYECTO:
DISEÑO TÉCNICO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA URBEN Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

PROFESOR:
LARRY ADOBIAT AVILES BONEJA
ULISES RAUQUEO CASTEJO CORTIZ
RAMIRO BERNETO CAMPOS

CONTENIDO:
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE
LA CIUDAD DE LA URBEN PROPUESTO

ESCALA: Vertical: 1:200 Horizontal: 1:2000
FECHA: JUNIO 2007
FOLIO: 4/10

COLECTOR 5



PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DEL ESTADO
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIGINAL
DEPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

TÍTULO DE GRADUACIÓN:
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE DRENAS PLUVIALES DE LA
CIUDAD DE LA URM Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

ALUMNO:
LARRY ADORAY AVILES BONILLA
ULISES RAFAEL CASTILLO CORTES
MARCOS ERNESTO CAMPOS

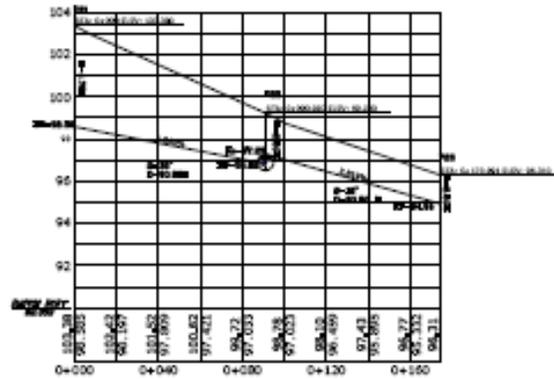
CONTENIDO:
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAS PLUVIALES DE
LA CIUDAD DE LA URM PROPUESTO

ESCALA:
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

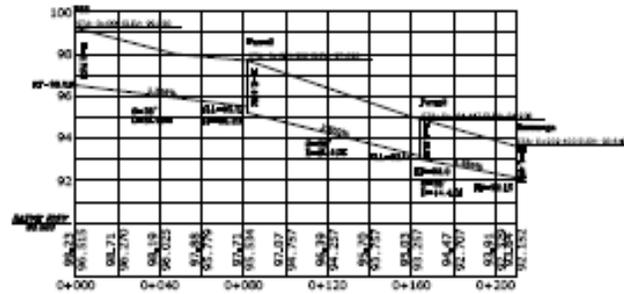
FECHA:
JUNIO 2007

PÁGINA:
5/10

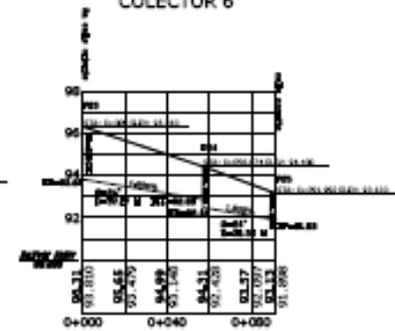
COLECTOR AUX 1



COLECTOR AUX 2



COLECTOR 6



HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR No. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P28-P27	87.92	3,938.21	0.72	2.49	117.82	117.82	4.02	10.34	18.00	516.52	3.15	22.81	2.71
P27-P26	75.80	2,766.32	0.72	2.49	82.76	749.45	3.00	21.86	24.00	961.55	3.29	77.94	3.64
P26-DESC	110.18	5,632.05	0.72	2.49	168.49	917.94	2.60	24.22	30.00	1,623.96	3.56	56.52	3.67

HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR No. 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P65-P29	79.67	11,473.50	0.72	2.49	343.24	343.24	1.52	18.53	24.00	684.21	2.34	50.17	2.35
P29-P30	84.26	3,696.99	0.72	2.49	110.60	453.84	2.18	19.22	24.00	820.43	2.81	55.32	2.88

HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR No. 14 (habilitado)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P63-P64	90.99	1945.163	0.72	2.436	56.86	56.86	1	10.21	18.00	257.78	1.57	22.06	1.26
P64-P37	82.90	992.202	0.72	2.436	29.00	85.87	3.399	9.48	18.00	475.25	2.89	18.07	2.54

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE EL ORIENTE
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE SERVICIO:
DIAGNOSTICO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA URBEN Y ALTERNATIVA DE SOLUCION

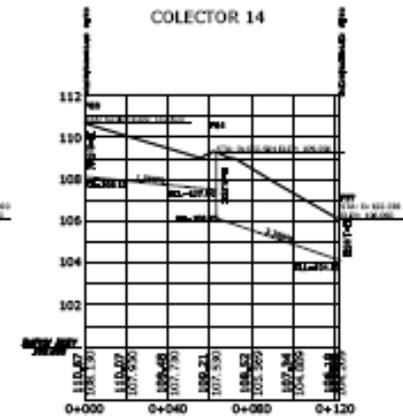
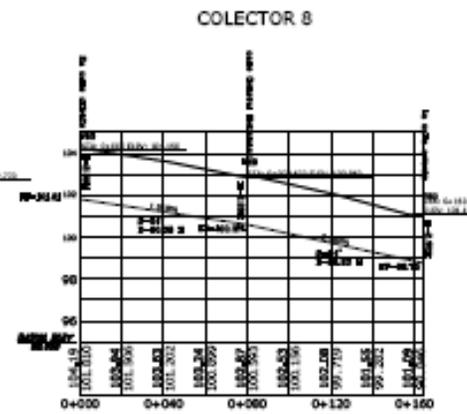
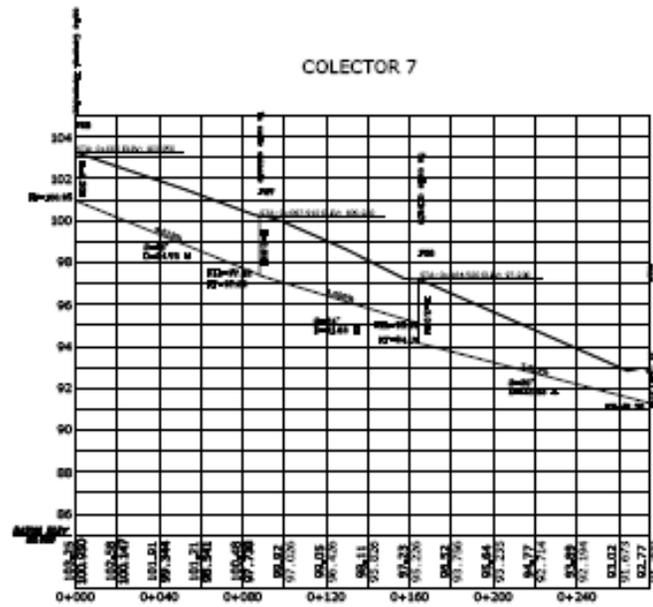
PROFESOR:
LARRY ADOBY AVILES BONELA
ALIESS MAURICIO CASTILLO CORTEZ
MARCOS SERRATO CAMPOS

CONTENIDO:
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE
LA CIUDAD DE LA URBEN PROPUESTO

ESCALA:
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

FECHA:
JUNIO 2007

PAGINA:
6/10



HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR AUXILIAR No. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P37-P36	124.48	550.7685	0.72	2.436	16.10	101.97	3.5	10.05	18	482.26	2.94	21.14	2.44
P36-P35	70.27	9818.9	0.72	2.436	287.03	388.99	3.6	16.52	18	489.10	2.98	79.53	3.31
P35-P34	74.17	9818.9	0.72	2.436	287.03	676.02	0.71	27.55	30	848.14	1.86	79.71	2.06
P34-P33	63.92	8413.5	0.72	2.436	245.94	921.96	1.5	26.90	30	1,232.78	2.70	74.79	3.03
P33-DESC	134.77	4353.18	0.72	2.436	127.25	1,049.21	2	26.76	30	1,423.49	3.12	73.71	3.41

HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR No. 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P38-P39	124.48	10756.9	0.72	2.436	314.45	314.45	2.5	16.33	18.00	407.58	2.48	77.15	2.74
P39-P40	70.27	18226.2	0.72	2.436	532.79	847.23	1.2	27.18	30.00	1,102.63	2.42	76.84	2.67
P40-P41	74.17	13941.6	0.72	2.436	407.54	1,254.77	1	32.59	36.00	1,636.78	2.49	76.66	2.75
P41-P43	63.92	14209.2	0.72	2.436	415.36	2,085.50	0.6	43.39	48.00	2,730.46	2.34	76.38	2.60
P43-DES	134.77	10575.2	0.72	2.436	309.13	2,394.64	0.5	47.28	48.00	2,492.55	2.14	96.07	2.37

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE LA ORIENTAL
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

TÍTULO DE SERVICIO:
CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA ORIENTAL Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

PROFESOR:
LARRY ADONAY AVILES BONELA
ULIBEN RAFAEL CASTILLO CONTRA
MARCOS ERNESTO CAMPOS

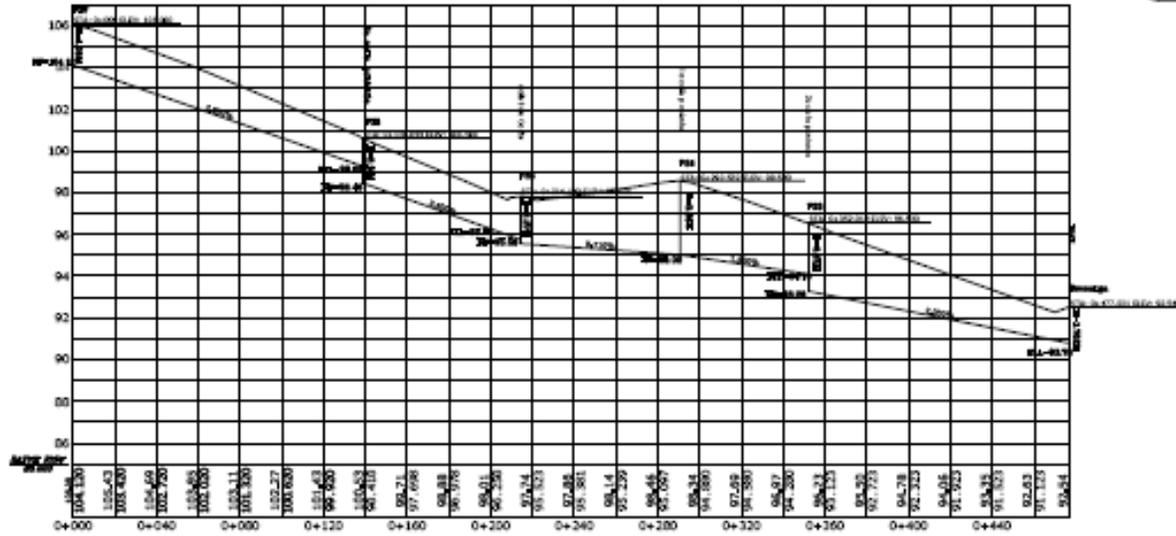
CONTENIDO:
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE
LA CIUDAD DE LA ORIENTAL PROYECTADO

ESCALA:
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

FECHA:
JUNIO 2007

PÁGINA:
7/10

COLECTOR AUX 3



PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE SERVICIO:
DISEÑO TECNICO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA LINDA Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION

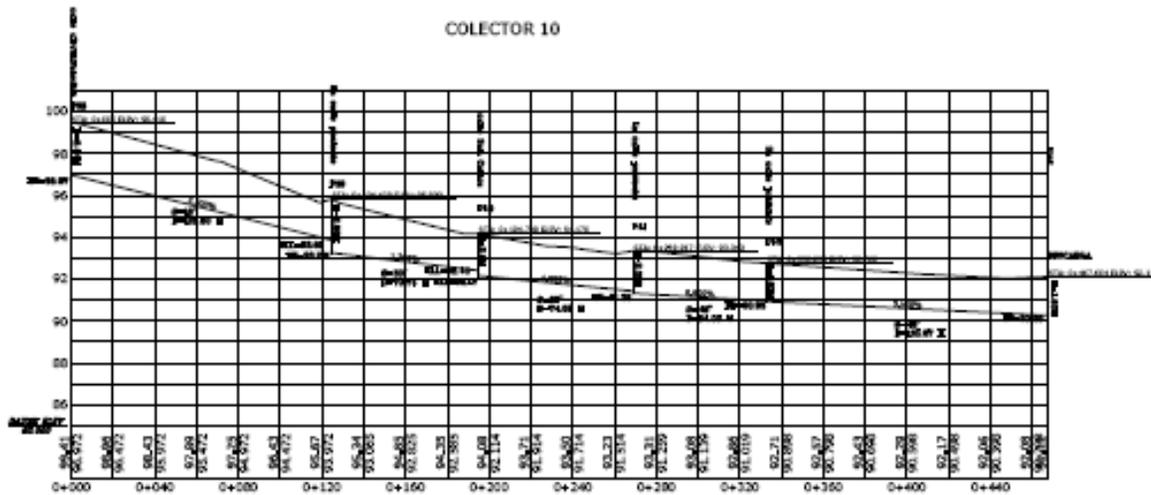
PROFESOR:
CAREY AGUIAR AVILES BENEOLA
LUISES RAFAEL CASTILLO CONTRERAS
RAMIRO ERNESTO CAMPOS

CONTENIDO:
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE
LA CIUDAD DE LA LINDA PROYECTADO

ESCALA:
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

FECHA:
JUNIO 2007

PAGINA:
8/10



HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR No. 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P48-P47	124.48	11263.6	0.72	2.436	329.26	329.26	3.02	16.04	18	447.97	2.73	73.50	2.98
P47-P46	70.27	6050.9	0.72	2.436	176.88	506.14	1.3	22.07	24	632.97	2.17	79.96	2.41
P46-P45	74.17	8605.4	0.72	2.436	251.55	757.69	0.9	27.51	30	954.91	2.09	79.35	2.32
P45-T106	63.92	3736.4	0.72	2.436	109.22	1,671.64	0.5	41.32	48	2,492.55	2.14	67.07	2.40
T106-PD	134.77	17761.6	0.72	2.436	519.21	2,190.84	0.65	43.54	48	2,841.95	2.43	77.09	2.70
PD-DES	134.77	8914.6	0.72	2.436	260.59	2,451.44	0.76	44.10	48	3,073.03	2.63	79.77	2.92

HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR No. 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P52-P53	90.99	5516.9	0.72	2.436	161.27	295.67	0.75	20.00	24.00	480.78	1.65	61.50	1.73
P53-P54	82.90	6875.4	0.72	2.436	200.98	496.65	1.255	22.06	24.00	621.92	2.13	79.86	2.37
P54-P55	82.90	6871.2	0.72	2.436	200.86	697.51	0.76	27.53	30.00	877.50	1.92	79.49	2.14

HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR AUXILIAR No. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P55-P45	90.99	3667.552	0.72	2.436	107.21	804.72	1	27.59	30.00	1,006.56	2.21	79.95	2.45

HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR AUXILIAR No.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
P56-P57	90.99	2505.93	0.72	3.14	94.42	94.42	0.5	14.07	18.00	182.28	1.11	51.80	1.12
P57-DESC	82.90	2900	0.72	2.436	84.77	179.20	0.76	16.53	18.00	224.72	1.37	79.74	1.20

HOJA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE COLECTOR AUXILIAR No. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TRAMO	DISTANCIA (ML)	AREA DE INFLUENCIA (M2)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/MIN)	CAUDAL PARCIAL (LTS/SEG)	CAUDAL ACUMULADO (LTS/SEG)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO CALCULADO (PULG)	DIAMETRO COMERCIAL (PULG)	CAUDAL TRAB. LLENO (LTS/SEG)	VELOCIDAD LLENA (M/SEG)	RELACION DE CAUDALES (%)	VELOCIDAD REAL (M/SEG)
p1 aux6-p2-aux6(desc)	48.91	6447	0.72	3.14	242.92	242.92	0.673	18.96	24.00	455.43	1.56	53.34	1.58

PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

TÍTULO DE GRADUACIÓN:
DISEÑO DEL PLAN DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS DE LA
CIUDAD DE LA UNIÓN Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

PROFESOR:
LARRY AGUIRRE AVILES BONILLA
OLIVERA RAFAEL CASTELLANO
MARCOS ERNESTO CAMPOS

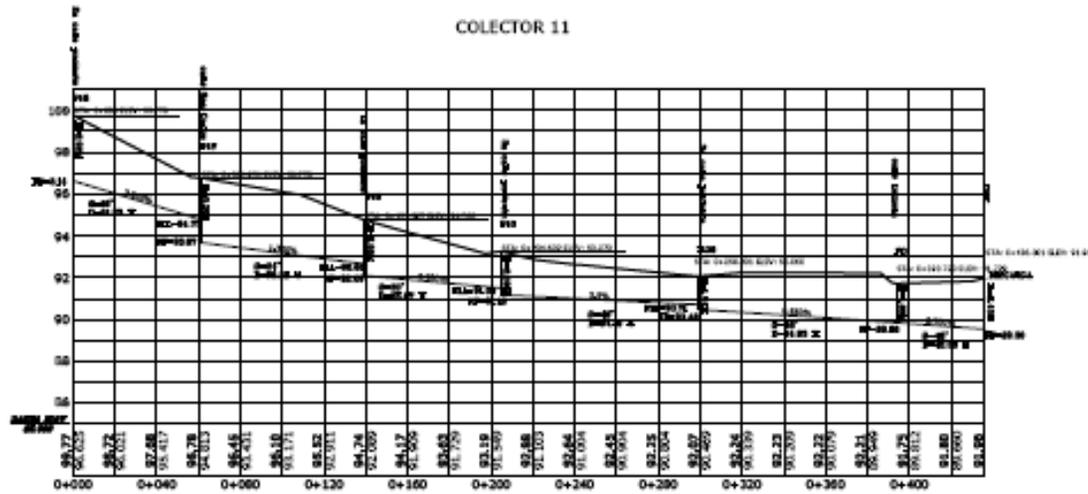
OPORTUNIDAD:
PROYECTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE
LA CIUDAD DE LA UNIÓN PROYECTADO

Escala:
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

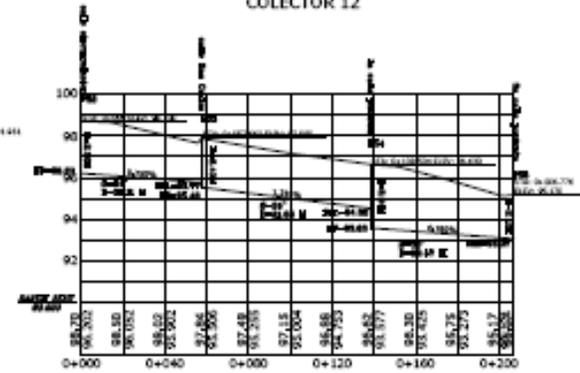
FECHA:
JUNIO 2007

PÁGINA:
9/10

COLECTOR 11



COLECTOR 12



PLANO DE SERVICIO DE AGUAS LLUVIAS



UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

TÍTULO DE PROYECTO:
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD DE LA URBEN Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

PROYECTISTA:
LARRY AGUIAR AVILES BONELA
ULISES MAURICIO CASTILLO CORTEZ
MARCOS BENITO GARCIA

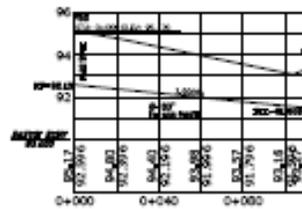
CONTENIDO:
PERFILES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE
LA CIUDAD DE LA URBEN PROYECTADO

ESCALA:
Vertical: 1:200
Horizontal: 1:2000

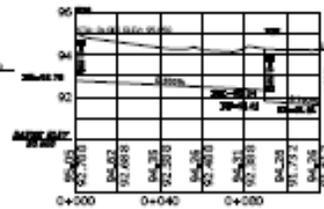
FECHA:
JUNIO 2007

PÁGINA:
10/10

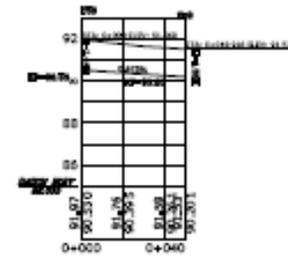
COLECTOR AUX 4



COLECTOR AUX 5



COLECTOR AUX 6



5.5 DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y DISEÑO DE COLECTOR AUXILIARES.

El propósito del rediseño de colectores y la propuesta de diseño de colectores Auxiliar adicional a los existentes, es reducir la escorrentía hacia la zona baja, aliviando los colectores primarios que descargan directamente a la bahía de la ciudad de La Unión y lograr que estos trabajen con capacidad hidráulica.

Como parte de la propuesta de diseño, se contempla el diseño de los siguientes colectores:

Colector Auxiliar 1.

Este “Colector Auxiliar N° 1”, está proyectado en la 3ª avenida sur, sector sur oriente, por lo que viene a reducir la carga en escorrentía a otros colectores aledaños en lo sucesivo se le nombra como “Colector Auxiliar N° 1”.

El Colector Auxiliar No 1, inicia en la intercepción de “3ª avenida sur” y “Calle General Menéndez”, en el Pozo “P21”; y para su ubicación en campo, se utilizaran las posiciones de los pozos siguientes: “P21”, “P22”, “P23”,(ver anexo # 22).

En la Propuesta Planteada, al Pozo “P21(modificado)” confluiría el colector N° 5, modificado por lo que el área hidráulica requerida será una sección siempre circular pero de diámetro $\emptyset = 36$; la cual está considerada en la norma (VMVDU). La instalación del Colector Auxiliar N° 1, viene aliviar al Colector primario N° 3”.por desarticular el colector secundario N° 17 en su primer tramo de aguas arriba.

El Colector Auxiliar N° 1 a partir del pozo “P21 (Modificado)” continúa el pozo P22. A partir de este se realizó una división de caudal en donde transporta el 28% del caudal total al inicio del Colector Auxiliar N° 1 depositado en el colector N° 6 (modificado), descargándose directamente en la bahía. El 72% de la división lo conduce el Colector Auxiliar N° 2 (ver anexo # 22). En general de esta manera, se logra el alivio de los colectores aledaños y el recogimiento de las aguas de 2 tramos en un sector donde sus estructuras pluviales cumplieron su vida útil, encontrándose incomunicadas del sistema de drenaje pluvial.

Colector Auxiliar 2.

Este “Colector Auxiliar N° 2”.está proyectado en la 1ª Calle Oriente y la 5ª Ave. Norte, sector Nororiente; por lo que viene a reducir la carga en escorrentía de la zona, en el centro urbano de la ciudad, donde ya el sistema no funcionaba.

El Colector Auxiliar No 2, inicia en la intercepción de “3ª Avenida Sur” y “1ª Calle Oriente”, en el Pozo “P22(diseñado)”; y para su ubicación en campos se utilizaran las posiciones de los pozos siguientes: “P22”, “Paux2”, “Paux2”,(ver anexo # 22).

En la Propuesta Planteada, al Pozo “P22 (diseñado)” confluiría el primer tramo del Colector Auxiliar N° 1 depositando el 72 % en el pozo P22 (diseñado) ,del caudal total que transporte el Colector Auxiliar N° 1, por lo que el área hidráulica requerida será una sección siempre circular con un diámetro de $\varnothing = 30$ ”, la cual esta considerada en la norma del (VMVDU). Todo esto con el objetivo de establecer un mayor aprovechamiento de las áreas de influencia en la zona baja de la ciudad de La Unión.

El Colector Auxiliar N° 2 a partir del pozo “P22 (diseñado)” continúa el pozo P1aux2, hacia el pozo P2aux2, descargándose directamente en la bahía.

Colector 14.

Este “Colector 14”.se habilita como una medida del control de la escorrentía de un sector en la zona sur de la ciudad en el Barrio de las flores, en la calle circunvalación Sur Poniente. Por lo que viene a reducir la carga en escorrentía de la zona.

El Colector 14, inicia en la intercepción de “Calle Circunvalación” y “1ª Ave. Sur”, en el Pozo “P63(habitado)”; y para su ubicación en campos se utilizarán las posiciones de los pozos siguientes: “P63”, “P64”, “P37”,(ver anexo #22)

En la Propuesta Planteada, confluiría en el Colector Auxiliar N° 3, depositando el caudal en el pozo P37(diseñado) , por lo que el área hidráulica requerida será una sección siempre circular con un diámetro de $\varnothing = 18$ “; la cual esta

considerada en la norma del VMVDU.

Colector Auxiliar 3.

Este “Colector Auxiliar N° 3”, está proyectado en la 2ª Ave Sur, hasta la descarga del sector, Sur-Oeste, por lo que viene aliviar en gran medida, el “Colector Modificado No 10”, logrando reducir la carga de la escorrentía en puntos mas vulnerables a inundaciones del sector (zona baja de La Unión).

El Colector Auxiliar No 3, inicia en la intercepción de “Calle Circunvalación” y “2ª Ave Sur”, en el Pozo “P37(diseñado)”; y para su ubicación en campo, se utilizarán las posiciones de los pozos siguientes: “P37”, “P36”, “P35”, “P34”, “P33”, “Descarga”,(ver anexo # 22).

En la Propuesta Planteada, al Pozo “P37 (diseñado)”, confluirá el Colector Habilitado N° 14, por lo que el área hidráulica requerida será una sección siempre circular con un diámetro de $\varnothing = 18$ “; la cual está considerada en la norma del VMVDU. Se implementa el “Colector Auxiliar N° 3”, con el objeto de liberar hidráulicamente y de manera razonable el Caudal, depositado en el Colector N° 10, desarticulando los Colectores N° 18, N° 22. Por lo tanto, estas áreas de influencia que afectaban estos colectores pasarán a formar parte en la evacuación que realiza el Colector Auxiliar N° 3 en la descarga.

Colector Auxiliar 4.

Este “Colector Auxiliar N° 4”. está proyectado en la 3ª Calle Poniente, sector, Noroeste.

El Colector Auxiliar No 4, inicia en la intercepción de la “3ª Calle Poniente” y “8ª Ave. Norte”, en el Pozo “P55(diseñado)”; y para su ubicación en campo, se utilizarán las posiciones de los pozos siguientes: “P55” y “P45”. En la Propuesta Planteada, al Pozo “P55 (diseñado)”, confluirá el Colector Modificado. N° 12, por lo que el área hidráulica requerida será una sección siempre circular con un diámetro de $\varnothing = 30$ “; la cual esta considerada en la norma del VMVDU, con el objeto de establecer una mayor evacuación de las aguas, por el aprovechamiento de las áreas de influencia en la zona baja de la zona urbana

de La Unión.

El “Colector Auxiliar N° 4” Confluirá en el Colector Modificado N° 11 en el Pozo “P45 (modificado)”.

Colector Auxiliar 5.

Este “Colector Auxiliar N° 5”.está proyectado en la Calle Circunvalación, sector, Noroeste, contiguo al Monumento de la Madre en el Barrio de Honduras.

El Colector Auxiliar No 5, inicia en la intercepción de “Circunvalación” y “1ª Calle Poniente”, en el Pozo “P56 (diseñado)” y para su ubicación en campo, se utilizaran las posiciones de los pozos siguientes: “P56” y “P57”,(Descarga).

En la Propuesta Planteada, al Pozo “P56 (diseñado)”, el área hidráulica requerida será una sección siempre circular con un diámetro de $\varnothing = 18$ “; la cual está considerada en la norma del VMVDU. La evacuación de las aguas lluvias de este Colector se hará directamente a la quebrada el Chepegual, ya que en el capítulo anterior (capítulo 3), se hizo un estudio hidráulico previo con soluciones integrales en puntos mas desfavorables de la zona baja de La Unión ,que inciden en una problemática al sistema de aguas lluvias . El “Colector Auxiliar N° 5” confluirá en la quebrada Chepegual.

Colector Auxiliar 6.

Este “Colector Auxiliar N° 6”.está proyectado, en sector el Rastro Municipal, Noroeste, contiguo al Monumento de la Madre en el Barrio de Honduras.

El Colector Auxiliar No 6, inicia en la intercepción de la “5ª Calle Poniente” y un pasaje peatonal ; y para su ubicación en campo, se utilizaran las posiciones de los pozos siguientes: “P1aux”, “P2 aux”,”Descarga”.

En la Propuesta Planteada, al Pozo “P1aux”, el área hidráulica requerida será una sección siempre circular con un diámetro de $\varnothing = 18$ “; la cual está considerada en la norma del VMVDU. Es necesaria la evacuación de las aguas lluvias en este sector ya que es uno de los puntos mas críticos de inundaciones en la zona baja de

La Unión. Este Colector hará su descarga directamente a la quebrada el Chepegual, ya que en el capítulo anterior (Número 3), se hizo un estudio hidráulico previo al diseño del sistema de aguas lluvias.

En general, de esta manera se reducen las áreas de influencia de los colectores disminuyendo toda posibilidad de inundación en la zona baja, de la Ciudad de La Unión.

5.6. DISEÑO HIDRAULICO DE LA DESCARGA.

DESCRIPCION GENERAL DE LA DESCARGA.

En todo sistema de aguas pluviales se destinan estas a un punto de salida para su pronta evacuación. La Unión consta de 7 descarga existentes de aguas lluvias de los cuales ninguna de éstas, las aguas depositadas en la bahía ingresa de una forma pasiva con un control de la velocidad.

En síntesis, se planteará la descarga tomando en consideración, lo siguiente:

La ubicación de las existente para los colectores modificados y para el diseño de nuevos colectores (auxiliares), se hará en puntos estratégicos por la proximidad y contacto que ejerce la bahía de la ciudad de La Unión, sobre las descargas existentes.

Diseño de cabezales de descarga, construida con mampostería de piedra, amarrada con concreto (cemento tipo v bajo norma): y se diseñará en base al dimensionamiento que proporciona el Ministerio de Obras Publicas (M.O.P) ,en el siguiente cuadro 5.7.1

CUADRO#1. TABLA PARA DISEÑO DE MUROS.

MUROS FRONTALES							
DIAMETRO DE TUBO	DIMENSIONES EN METROS						
INT	EXT	TUBERIA SIMPLE					
d(PUL)	D(MT)	T	S	L	R	W	B
36	1.12	1.92	1.06	1.85	0	1.85	5.55
48	1.47	2.27	1.18	2.45	0.1	2.45	7.35
60	1.83	2.63	1.3	3.05	0.2	3.05	8.15
72	1.98	2.97	1.6	3.2	0.4	3.65	8.5

SIMBOLOGIA

T= ALTURA DEL MURO

S= BASE DEL MURO

L=LONGITUD DEL EMPLANTILLADO

R=ALTURA DONDE LA BASE DEL CABEZAL SE MANTIENE CONSTANTE

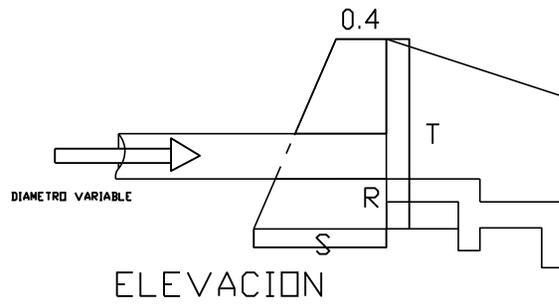
W=LARGO DEL CABEZAL

B=ANCHO DE SALIDA DEL EMPLANTILLADO

FUENTE: HOJA NO 39/39 MOP DIRECCION GENERAL DE CAMINOS.

DIMENSIONAMIENTO DE CABEZAL DE DESCARGA

DETALE DE DESCARGA
SIN ESCALA



DETALE DE DESCARGA
SIN ESCALA

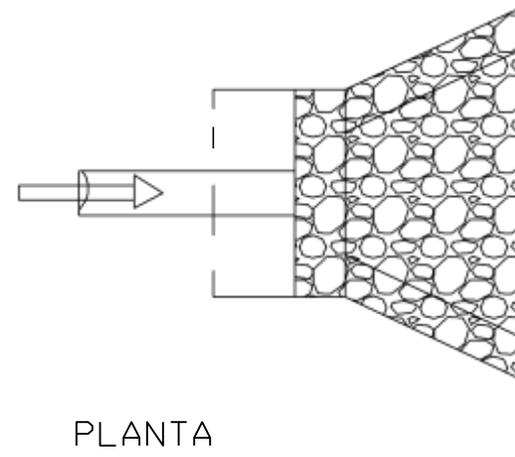
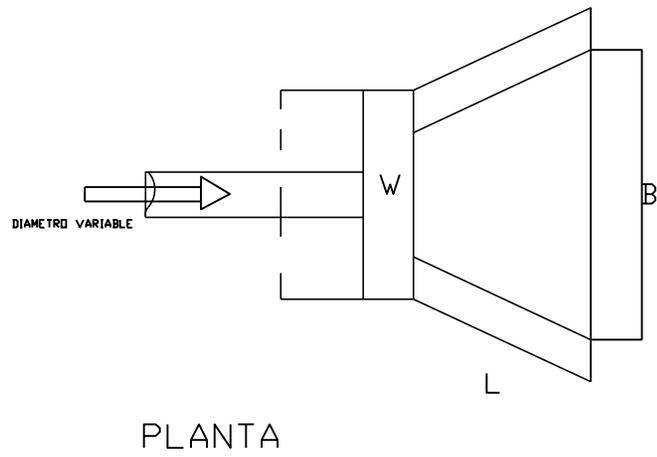
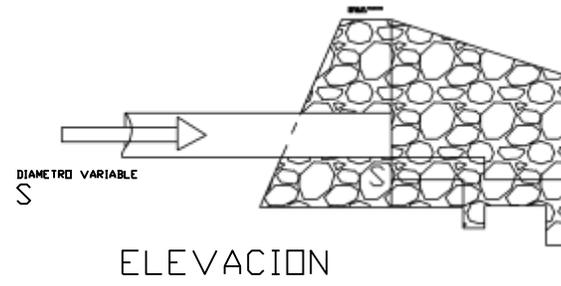


TABLA 5.7.1.1
DESCARGA DEL COLECTOR 1

MUROS FRONTALES							
DIAMETRO DE TUBO		DIMENSIONES EN METROS					
INT	EXT	TUBERIA SIMPLE					
d(PUL)	D(MT)	T	S	L	R	W	B
30	0.95	1.75	1.0	1.55	0	1.55	4.65

TABLA 5.7.1.2
DESCARGA DEL COLECTOR AUX. 2

MUROS FRONTALES							
DIAMETRO DE TUBO		DIMENSIONES EN METROS					
INT	EXT	TUBERIA SIMPLE					
d(PUL)	D(MT)	T	S	L	R	W	B
36	1.12	1.92	1.06	1.85	0	1.85	5.55

TABLA 5.7.1.3
DESCARGA DEL COLECTOR AUX. 3

MUROS FRONTALES							
DIAMETRO DE TUBO		DIMENSIONES EN METROS					
INT	EXT	TUBERIA SIMPLE					
d(PUL)	D(MT)	T	S	L	R	W	B
36	1.12	1.92	1.06	1.85	0	1.85	5.50

TABLA 5.7.1.4
DESCARGA DEL COLECTOR 11

MUROS FRONTALES							
DIAMETRO DE TUBO		DIMENSIONES EN METROS					
INT	EXT	TUBERIA SIMPLE					
d(PUL)	D(MT)	T	S	L	R	W	B
48	1.47	2.27	1.18	2.45	0.10	2.45	7.35

TABLA 5.7.1.5
DESCARGA DEL COLECTOR AUX. 5

MUROS FRONTALES							
DIAMETRO DE TUBO	DIMENSIONES EN METROS						
INT	EXT	TUBERIA SIMPLE					
d(PUL)	D(MT)	T	S	L	R	W	B
18	0.64	1.41	0.88	0.95	0.0	0.95	2.85

TABLA 5.7.1.6
DESCARGA DEL COLECTOR AUX. 6

MUROS FRONTALES							
DIAMETRO DE TUBO	DIMENSIONES EN METROS						
INT	EXT	TUBERIA SIMPLE					
d(PUL)	D(MT)	T	S	L	R	W	B
18	0.64	1.41	0.88	0.95	0	0.95	2.85

CAPITULO VI

CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos en el estudio, en lo concerniente al problema del drenaje pluvial de la zona urbana en la ciudad de La Unión, se concluye lo siguiente:

- El incremento de las áreas urbanas en las partes altas de las cuencas Chepegual e Imber, ha reducido la capacidad de infiltración del agua. Por lo tanto ha incrementado el nivel de crecidas en las partes bajas, esto aunado a que poseen una topografía irregular, que va de pendientes pronunciadas en las partes altas de las cuencas a pendientes suaves en las partes bajas, esto viene a dar como resultado, inundaciones en las zonas mas vulnerables y de mayor riesgo.
- La escorrentía superficial aumentará a medida vaya avanzando el crecimiento urbano de La Unión. En ese entorno se tiene proyectado una tendencia de crecimiento hacia la parte sur de la ciudad, en el cual se encuentran las partes altas de las cuencas, esto traerá consecuencias negativas mayores a las que se manifiestan actualmente. (En el caso de no tratarse este problema a su debido tiempo).
- Los procesos de inundaciones, no afectan solamente los sitios o puntos más vulnerables, sino también, impactan en la dinámica urbana, socioeconómica y ambiental de toda la ciudad y la microrregión.
- Según el diagnóstico hidráulico de la quebrada Chepegual, se determinó que el nivel máximo de crecidas es mucho mayor que el nivel mínimo de talud que presenta cada sección analizada, ya que de la estación 0+080 a 0-020, el factor geométrico que proporciona la sección en estudio, no satisface las

condiciones hidráulicas, esto debido a la escasa pendiente que presenta la zona en la cual se encuentra el tramo en estudio, ya que no se ha respetado la franja de servidumbre para ríos y quebradas¹, ya que se ha construido en la orilla de esta, provocando restricciones a la sección transversal de la corriente.

- De acuerdo al diagnóstico realizado al sistema de drenaje pluvial se determinó de forma general que en un 51% de del total de colectores, no cuentan con capacidad hidráulica para transportar las aguas lluvias, debido a:
 - El sistema actual, data desde 1960, el cual hasta la fecha dicho sistema ya caducó su vida útil.
 - De acuerdo al diagnóstico, el sistema se diseño no cumple con las condiciones que establece el Reglamento a la Ley de Urbanismo y Construcción con respecto a pendientes, diámetro y velocidad permisibles.
 - El problema de la disposición final de los desechos sólidos en la zona de estudio de la ciudad de La Unión, también es un factor que influye en gran escala, para que el sistema de drenaje se vuelve aun mas incompetente, tal como se determinó en la inspección de campo y en el levantamiento realizado a los elementos geométricos.

Por lo tanto, los factores ante mencionados vienen a provocar un aumento de la escorrentía superficial a través de las cunetas, ocasionando, la acumulación de agua escurrida en las partes bajas de la ciudad, generando así serios problemas de inundación a la población que vive en esa zona.

- Las condiciones topográficas de la zona de estudio, no favorece a la disposición final de las aguas lluvias, debido a la escasa diferencia de nivel que presenta el nivel natural del terreno, con respecto al nivel medio del mar.

¹ Art. 50 y 51. Reglamento a la ley de Urbanismo y construcción. VMVDU.

- La poca gestión por parte de las Instituciones del Estado y las autoridades locales, para tratar de buscar una solución a la problemática que enfrenta la ciudadanía con respecto al deficiente drenaje urbano, es otro factor que influye en la agudización de la problemática.
- La problemática en parte se centra en la deficiencia que presenta el sistema pluvial en cuanto al diseño de las estructuras que conforman el sistema (tuberías, pozos), ya que no se ha respetado la normativa del Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU).
- El sistema de estructuras de disposición final de las aguas lluvias, es afectado por el socavamiento debido a sedimentaciones, ocasionadas por el contacto directo que se da con las mareas altas, lo cual genera cualquier objeto de arrastre.

RECOMENDACIONES.

- Se recomienda al urbanizador, para proyectos a futuro de sistemas pluviales, ubicados en partes de mayor elevación, considerar la topografía de zona y tomar rutas alternas al sistema de drenaje de la ciudad de La Unión.
- Es importante considerar la pendiente mínima para evitar excavaciones a gran profundidad, ya que por tratarse de una zona costera, se debe medir el datum de la última marea.
- Se recomienda al gobierno local, ejercer lineamientos concretos para que se respete la franja de la zona de protección de las quebradas. Este se especifica en el artículo 50 y 51 del Reglamento de la Ley de Urbanismo y Construcción.
- Se recomienda al gobierno local, el mejoramiento del servicio de limpieza, recolección de basura y mantenimiento urbano. Con respecto a la disposición de los desechos sólidos, es recomendable la formación de equipos de campañas de limpieza.
- Se recomienda al gobierno local, apoyar a instituciones interesadas en realizar investigaciones o estudios, que vayan en beneficio del desarrollo de la ciudad.
- Para los colectores, o tramos de colectores, que no cumplan con el requerimiento de recubrimiento mínimo de acuerdo al Reglamento de La Ley de Urbanismo y Construcción; se recomienda instalar tuberías de concreto reforzado y para casos mas extremos, se sugiere el uso de sistemas de marcos de protección de la tubería.

BIBLIOGRAFIA.

LIBROS

- **AUTOR: J. M. de Acevedo y Guillermo Acosta A.**
MANUAL DE HIDRAULICA
1994
- **AUTOR: Fair – Okun**
ABASTECIMIENTO DE AGUA Y REMOCION DE AGUAS RESIDUALES
1994
- **AUTOR: Terence J. Mc Ghee**
ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANRILLADO: INGENIERIA
AMBIENTAL
1999

TESIS

- **AUTOR: Vidal Canales Velásquez y otros**
PROPUESTA DE DISEÑO PARA MEJORAMIENTO SE SISTEMA DE
DRENAJE PLUVIAL DE LA ZONA BAJA DE LA COLONIA SANTA LUCIA,
JURISDICCION DEL MUNICIPIO DE ILOPANGO, DEPARTAMENTO DE
SAN SALVADOR
UES
2000
- **AUTOR: Luis Ernesto Ayala Guerrero y Otros**
DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADOS DE AGUAS NEGRAS DE LA
CIUDAD DE LA UNION
UES
1999

- **AUTOR: Marisol Svetlana Montoya Alfaro y Otros**
GUIA BASICA PARA REALIZAR ESTUDIOS HIDROLOGICOS EN EL SALVADOR
UES
1997
- **AUTOR: Leivi Margarita Contreras López y Otros**
IDENTIFICACION Y EVALUACION DE ESCORRENTIA SUPERFICIALES QUE GENERAN SECTORES DE INUNDACION DE ALTO RIESGO EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL
UES
2005
- **AUTOR: Santos Figueroa y Otros**
GUIA PARA EL DISEÑO DE ABSTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SISTEMAS DE ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS Y AGUAS LLUVIAS
UES
2000

DOCUMENTOS PDF

- **AUTOR: Ana Deisy López Ramos**
GESTION DE RIESGOS URBANOS INUNDACIONES URBANAS EN EL SALVADOR
Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), Servicio Hidrológico Nacional
2005
- **DRENAJE DE AGUAS LLUVIA URBANAS EN ZONAS SEMIÁRIDAS**
AUTOR: Bonifacio Fernández

ANEXOS

ANEXO 1. GLOSARIO.

Precipitación

Es toda forma de humedad que proviene de las nubes y cae sobre la superficie de la tierra, tanto en forma líquida como sólida (agua, granizo, etc.). Estas formas de precipitación son medidas, por su equivalente en agua a través de pluviómetros.

Cuenca Hidrográfica.

Es una extensión de terreno, que cuenta con características orográficas, geológicas, de vegetación propias de cada una. Además de su ubicación geográfica, latitud, longitud y altitud, que diferencian a una de otra cuenca.

Cobertura Vegetal.

Es la vegetación contenida en un área específica, y según como sea la cantidad de ésta, así será mayor o menor la transpiración.

Pendiente Del Terreno.

Es el grado de inclinación de éste, con respecto a un plano horizontal imaginario. Según sea su inclinación, así será la velocidad de la escorrentía superficial la cual es expresada en porcentaje.

Permeabilidad Del Suelo

Es la capacidad de transmitir el agua y el aire”; si la permeabilidad es elevada ofrece un buen escurrimiento.

Escorrentía

Es la lámina de agua que circula en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros de agua de lluvia escurrida y extendida uniformemente. Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real.

Avenida (Crecida).

Elevación, generalmente rápida en el nivel de las aguas de un curso, hasta una máxima a partir del cual dicho nivel desciende a una velocidad menor.

Inundación.

Desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río, o inundación por agua procedente de zonas que normalmente no se encuentran anegadas.

Superficie inundada.

Superficie cubierta de agua cuando el caudal excede la capacidad del cauce o como consecuencia del represamiento del río aguas abajo.

Inundación por escorrentía local.

Crecida producida por el agua de lluvia que se estanca en o cerca del punto donde cae porque la capacidad del sistema de drenaje (natural o artificial) no es suficiente para la evacuación del agua caída.

Periodo de retorno.

El período de retorno de un evento con una magnitud dada puede definirse como el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada.

Suceso con periodo de retorno “n” años.

Magnitud de un hecho hidrológico, cuyo período de retorno es de n años.

Conceptos de Gestión de Riesgos.

a) Amenaza.

Se entiende como el peligro latente que representa la posible manifestación dentro de un período de tiempo y en un territorio particular de un fenómeno de origen natural, socio-natural o antropogénico, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y el ambiente.

b) Vulnerabilidad.

Es el factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado, de ser susceptible a sufrir un daño, y de encontrar dificultades en recuperarse posteriormente. Corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un fenómeno peligroso de origen natural o causado por el hombre se manifieste.

c) Riesgo.

Es la probabilidad que se presente un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un período de tiempo definido. Se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

d) Desastre

Situación o proceso social que se desencadena como resultado de la manifestación de un fenómeno de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre que, al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en una población, causa alteraciones intensas, graves y extendidas en las condiciones normales de funcionamiento de la comunidad.

ANEXO 2.
NOMENCLATURA DE LA CIUDAD
DE LA UNION.

ANEXO 2



SECRETARÍA DE SALUD
POLÍTICA NACIONAL DE PROMOCIÓN
DE LA SALUD Y PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES

SECRETARÍA DE LA AGUA, ENERGÍA PULVERIZADA Y CLIMA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
SECRETARÍA DE ECONOMÍA
SECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE LA FORTALEZA Y TRANSPARENCIA

SECRETARÍA DE TURISMO



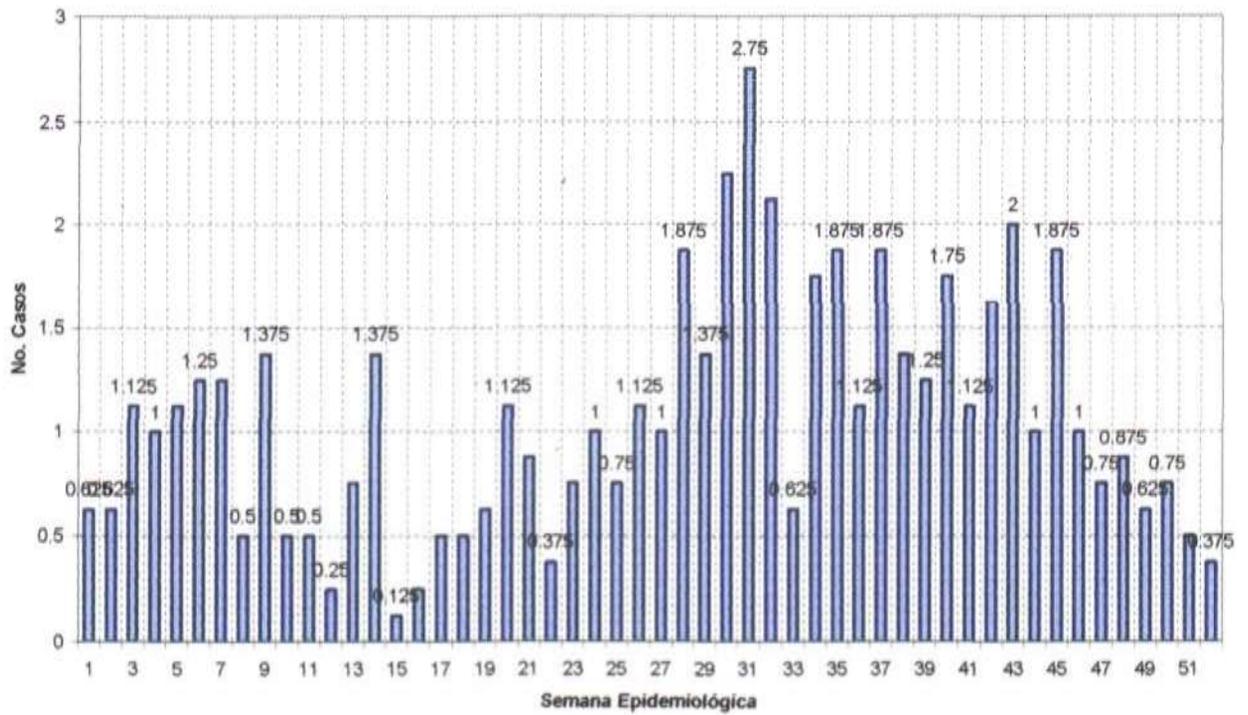
ANEXO 3.
DATOS ESTADISTICOS DE UNIDAD
DE EPIDEMIOLOGIA DE SIBASI LA UNION.

Corredor Endémico de Dengue SIBASI La Unión, 1999-2006

Semanas	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	PROMEDIO CASOS
		**	**	**					
1	0	2	0	0	0	0	3	0	0.625
2	0	0	0	0	1	0	4	0	0.625
3	0	0	1	0	3	0	4	1	1.125
4	0	0	0	0	4	0	2	2	1
5	0	0	0	0	4	0	5	0	1.125
6	0	0	2	1	2	0	1	4	1.25
7	0	1	0	0	5	1	2	1	1.25
8	0	2	0	0	0	0	1	1	0.5
9	0	0	0	0	2	1	3	5	1.375
10	0	0	0	0	3	1	0	0	0.5
11	0	0	2	0	2	0	0	0	0.5
12	0	0	0	0	2	0	0	0	0.25
13	0	0	2	0	2	0	2	0	0.75
14	0	0	2	0	4	1	4	0	1.375
15	0	0	0	0	0	1	0	0	0.125
16	0	0	0	0	0	0	2	0	0.25
17	0	0	0	0	0	0	4	0	0.5
18	0	0	1	0	0	0	3	0	0.5
19	0	0	0	0	0	0	5	0	0.625
20	0	0	0	1	0	0	8	0	1.125
21	0	0	2	0	0	2	3	0	0.875
22	0	0	1	0	0	0	2	0	0.375
23	1	0	0	0	0	0	5	0	0.75
24	1	1	1	0	0	1	4	0	1
25	0	2	0	0	0	1	2	1	0.75
26	0	1	1	1	0	4	2	0	1.125
27	1	1	0	0	0	4	2		1
28	0	0	0	4	1	9	1		1.875
29	1	2	0	0	0	5	3		1.375
30	0	1	0	3	1	11	2		2.25
31	0	0	1	2	4	9	6		2.75
32	0	0	0	1	0	10	6		2.125
33	0	0	0	1	0	1	3		0.625
34	0	1	0	1	1	6	5		1.75
35	0	0	4	1	2	7	1		1.875
36	2	0	0	2	0	5	0		1.125
37	4	0	1	0	2	4	4		1.875
38	2	3	0	0	0	4	2		1.375
39	1	2	0	0	1	5	1		1.25
40	2	0	0	0	5	5	2		1.75
41	2	2	0	0	2	3	0		1.125
42	1	0	1	0	0	8	3		1.625
43	3	1	0	1	1	7	3		2
44	1	0	0	0	0	5	2		1
45	3	0	1	0	0	7	4		1.875
46	0	0	0	0	0	5	3		1
47	1	0	0	0	0	5	0		0.75
48	0	0	1	0	0	3	3		0.875
49	0	0	1	0	0	3	1		0.625
50	3	0	0	0	0	2	1		0.75
51	1	0	0	1	0	2	0		0.5
52	0	1	1	0	0	1	0		0.375
	30	23	26	20	54	149	129	15	
AÑO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	

Fuente: Unidad Central de Epidemiología. SIBASI La Unión

**Corredor Endemico de Dengue. La Union
Promedio 1999-2006**

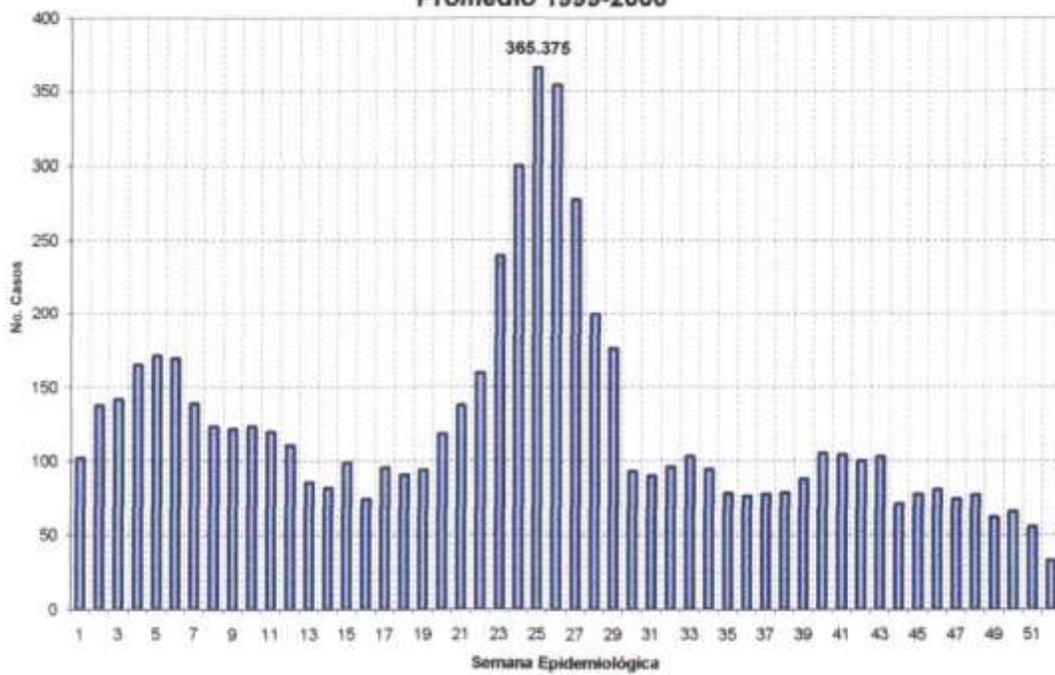


Corredor Endémico de Diarreas. SIBASI La Unión, 1999-2006

Semanas	1999 **	2000 **	2001 **	2002 **	2003 **	2004 **	2005	2006	PROMEDIO 1999-2006
1	103	203	84	57	26	109	182	54	102.25
2	126	201	172	119	80	100	226	78	137.75
3	137	224	198	121	76	113	202	63	141.75
4	123	190	227	127	144	114	309	84	164.75
5	141	199	200	201	123	139	257	107	170.875
6	127	176	191	183	256	106	200	114	169.125
7	110	119	128	132	266	111	156	87	138.625
8	86	113	136	124	223	103	105	98	123.5
9	115	90	107	147	221	94	84	117	121.875
10	105	75	157	121	183	112	72	163	123.5
11	91	89	188	126	121	118	66	160	119.875
12	77	77	144	194	128	109	14	145	111
13	45	77	79	18	152	25	57	233	85.75
14	62	98	78	71	74	82	73	116	81.75
15	91	85	61	163	134	133	76	48	98.875
16	72	90	90	97	18	28	79	118	74
17	90	98	105	95	116	122	55	86	95.875
18	87	58	71	148	87	131	44	100	90.75
19	104	72	73	208	88	71	37	101	94.25
20	235	71	74	163	91	156	35	124	118.625
21	192	100	115	117	130	147	117	184	137.75
22	151	204	145	95	119	208	172	179	159.125
23	249	355	216	233	159	289	181	251	239.125
24	251	390	376	372	203	334	193	280	299.875
25	258	487	361	745	225	260	259	328	365.375
26	268	488	334	666	303	178	223	373	354.125
27	255	292	265	586	305	143	114	260	277.5
28	227	279	159	362	253	182	135		199.625
29	248	154	318	223	222	128	113		175.75
30	134	148	73	187	172	7	26		93.375
31	106	114	130	134	101	77	57		89.875
32	172	98	129	118	91	131	31		96.25
33	129	80	151	175	93	119	80		103.375
34	91	139	150	109	90	98	80		94.625
35	83	66	114	105	86	96	76		78.25
36	105	66	104	111	82	60	84		76.5
37	113	71	98	94	110	69	68		77.875
38	132	111	95	122	83	63	24		78.75
39	98	124	109	133	145	63	31		87.875
40	192	145	131	131	101	72	71		105.375
41	128	156	139	136	98	80	98		104.375
42	133	123	139	123	96	99	91		100.5
43	118	145	205	83	112	57	106		103.25
44	92	129	89	67	113	10	69		71.125
45	80	120	107	79	114	60	61		77.625
46	98	88	128	87	116	57	71		80.625
47	125	95	74	57	118	62	65		74.5
48	76	70	115	86	107	100	63		77.125
49	89	66	73	64	81	64	58		61.875
50	118	84	87	73	4	95	64		65.625
51	31	59	72	83	65	81	52		55.375
52	38	33	35	17	40	89	12		33
	6707	7,484	7,399	8388	6744	5634	5274	4051	
AÑO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	

Fuente: Unidad Central de Epidemiología, SIBASI La Unión

Corredor Endemico EDAS. La Unión
Promedio 1999-2006



ANEXO 4.
ENTREVISTA REALIZADA
A POBLADORES DE
ZONAS AFECTADAS.



**CUESTIONARIO DE ENTREVISTA ORIENTADO A HABITANTES
DE LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE LA UNION SOBRE EL
SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL.**

Fecha: _____

Ubicación: 13 av. Norte # 18 Bº Concepción La Unión

Nombre: Mario Humberto Estrada G.

Edad: 65 años

1. ¿Cuánto tiempo tiene usted de residir en la ciudad de La Unión?

36 años

2. ¿Cuanto tiempo considera usted que tiene de existencia el sistema de drenaje pluvial de la ciudad de La Unión?

3. ¿Cómo califica usted al sistema de drenaje pluvial de la ciudad La Unión?

Eficiente _____

Deficiente

Porque: Realmente no existe ningún servicio de drenaje,
Pues las aguas corren por la calles hacia la bahía

4. ¿Usted ya se ha visto afectado debido a un evento de inundación?

Si _____

No

Explique:

5. Recuerda cuales eventos hidrometeorológicos (huracanes, tormentas) han causado daños en su barrio o sector en lo referente a inundaciones

Si _____

No _____

Mencionarlos:

6. ¿Han intervenido algunas instituciones a cubrir las emergencias después del desastre?

Si _____

No _____

Explique:

La Cruz Roja - El D.M.3, La Alcaldía llevaron a la gente a otros lugares seguros por haberse inundado el lugar de habitación

7. ¿Cuales son los daños que han sufrido por las inundaciones?

Pérdidas de camas, muebles aparatos electrónicos y otros

8. ¿Ha sabido de alguna institución que haya realizado algún diagnóstico respecto al problema de las inundaciones o que haya efectuado un sistema de obras de mitigación?

no

9. ¿Considera usted que se han deteriorado las calles provocado por las inundaciones a causa del mal sistema de drenaje?, citar algunos casos.

Si

No

Explique:

Desde la 24 hasta hasta el Malecón a que me
se refiere cuando se refiere a que se refiere
a que se refiere

10. ¿Considera usted que las personas habitantes de la ciudad y los visitantes influyen en el deficiente sistema de drenaje pluvial?

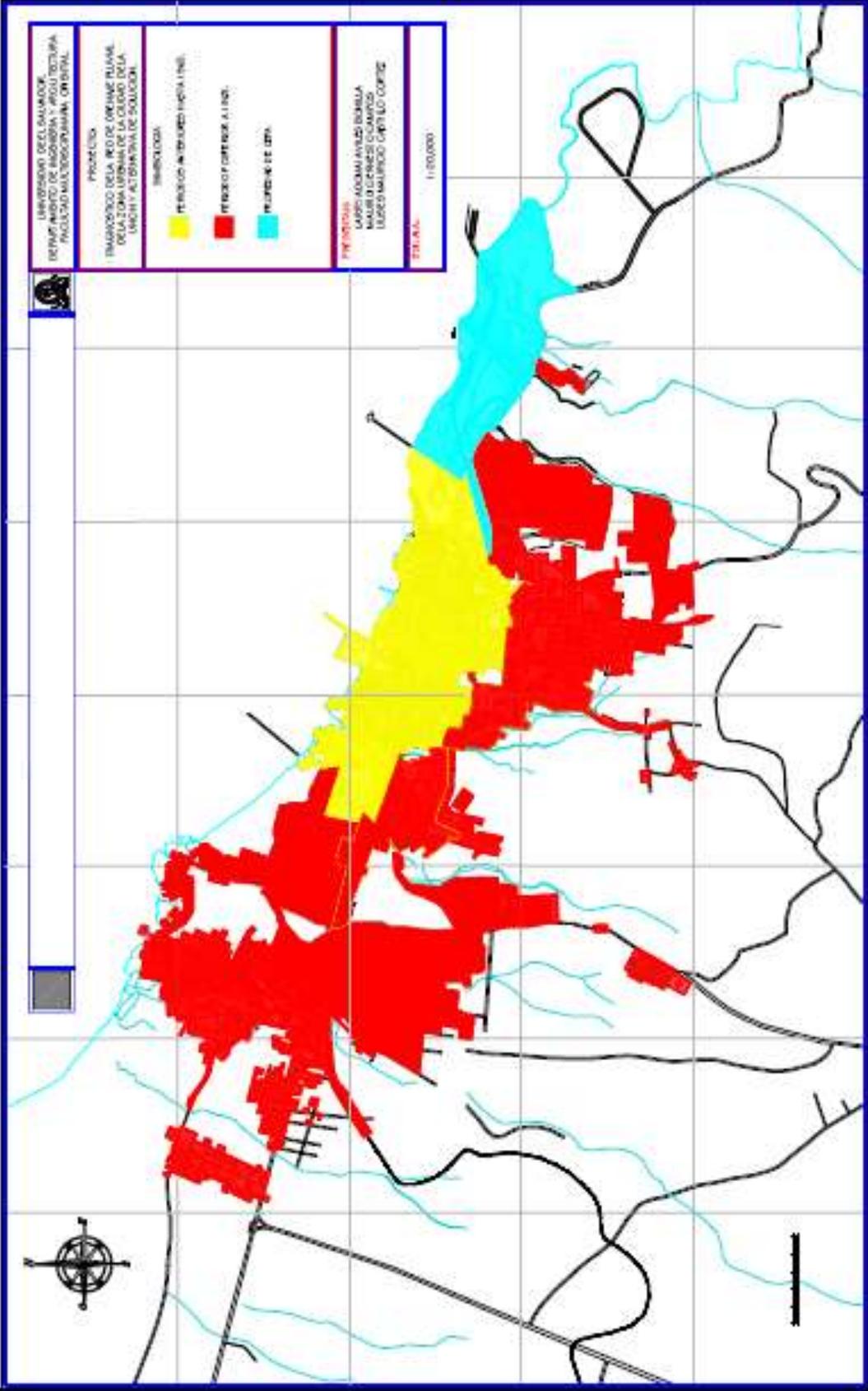
Si

No

Porque: Los habitantes que viven en la ciudad en
su mayoría no pagan

11. ¿Que tan necesario es para usted un diagnostico y rediseño del sistema de drenaje pluvial?

Es muy necesario y urgente



UNIVERSIDAD DEL SALVADOR
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA, ON DITRAL

PROYECTO
TRAZADO DE LA RED DE OBRAS PLUVIALES
DE LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE LA
PLATA Y ALTERNATIVA DE SOLUCION

LEGENDA

- RIESGOS ALTOS (ZONA INUNDABLE)
- RIESGOS INTERMEDIOS (ZONA DE RIESGO)
- RIESGOS BAJOS (ZONA DE RIESGO)

PRELIMINAR
LARGO AERODROMO BOHLLA
MAJES BUCENES CUAMPES
LUGAR MAJES CUAMPES

ESCALA: 1:100,000

ANEXO 6.
CENSO REALIZADO
EN ZONAS CONSIDERADAS
VULNERABLES.

No.	POBLACION AFECTADA POR LAS INUNDACIONES ZONA 1		
	SECTOR: BARRIO HONDURAS.		
	Niños	Adultos	Sub total
1	0	2	2
2	0	6	6
3	3	5	8
4	3	4	7
5	0	3	3
6	1	3	4
7	3	5	8
8	0	1	1
9	3	2	5
10	6	2	8
11	2	2	4
12	1	2	3
13	3	3	6
14	0	1	1
15	2	4	6
16	1	2	3
17	0	1	1
18	0	1	1
19	1	2	3
20	2	1	3
21	3	1	4
22	7	4	11
23	2	3	5
24	1	2	3
25	0	2	2
26	0	3	3
27	0	1	1
28	3	2	5
29	0	3	3
30	3	2	5
31	3	3	6
32	1	2	3
33	0	2	2
34	4	2	6
35	1	2	3
36	0	2	2
37	1	7	8
38	5	3	8
39	2	3	5
40	3	2	5
41	1	2	3

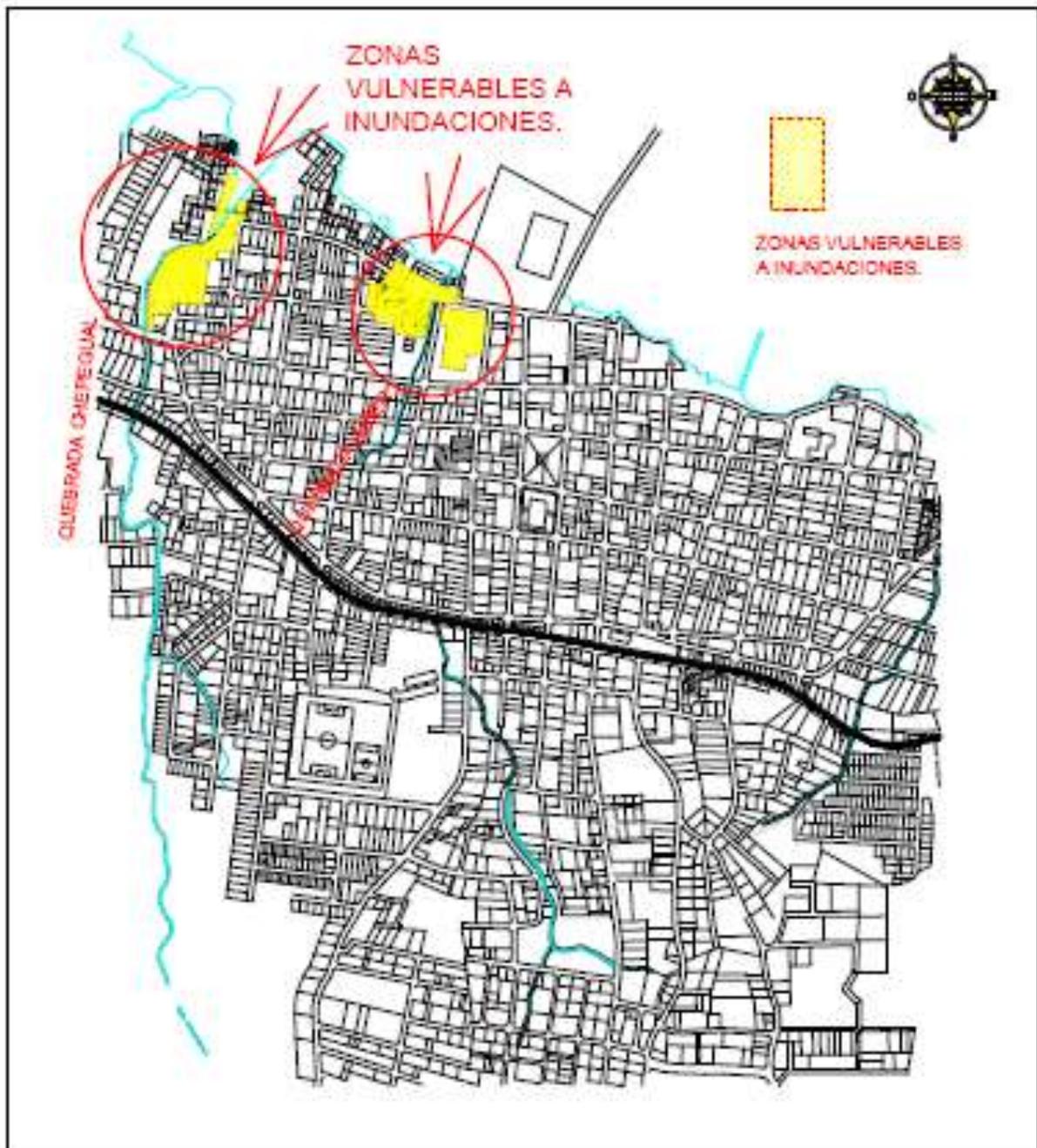
No.	POBLACION AFECTADA POR LAS INUNDACIONES ZONA 1		
	SECTOR: BARRIO HONDURAS.		
42	2	2	4
43	1	1	2
44	0	3	3
45	1	3	4
46	2	2	4
47	2	1	3
48	2	2	4
49	1	2	3
50	3	4	7
51	2	1	3
52	4	2	6
53	1	3	4
54	3	2	5
55	3	3	6
56	4	3	7
57	2	2	4
58	1	3	4
59	1	3	4
60	2	2	4
61	0	2	2
62	0	3	3
TOTAL			262

No.	POBLACION AFECTADA POR LAS INUNDACIONES ZONA 2		
	SECTOR BARRIO HONDURAS ORIENTE		
	Niños	Adultos	Subrotal
1	4	8	1
2	0	1	1
3	3	4	7
4	0	1	1
5	3	4	7
6	1	4	5
7	2	3	5
8	1	1	2
9	5	2	7
10	1	2	3
11	2	2	4
12	0	5	5
13	2	2	4
14	3	5	8
15	1	3	4
16	1	3	4
17	2	2	4
18	1	2	3
19	0	2	2
20	4	4	8
21	2	5	7
22	2	5	7
23	2	1	3
24	1	3	4
25	0	1	1
26	0	1	1
27	2	3	5
28	1	1	2
29	2	2	4
30	0	2	2
31	0	1	1
32	3	4	7
33	4	5	9
34	3	2	5
35	0	2	2
36	3	2	5
37	3	1	4
38	0	5	5
39	1	5	6
40	1	2	3
41	3	2	5
42	2	2	4
43	2	3	5
44	3	2	5

No.	POBLACION AFECTADA POR LAS INUNDACIONES ZONA 2		
	Niños	Adultos	Subtotal
45	0	2	2
46	0	3	3
47	1	4	5
48	3	4	7
49	1	2	3
50	2	5	7

TOTAL

225

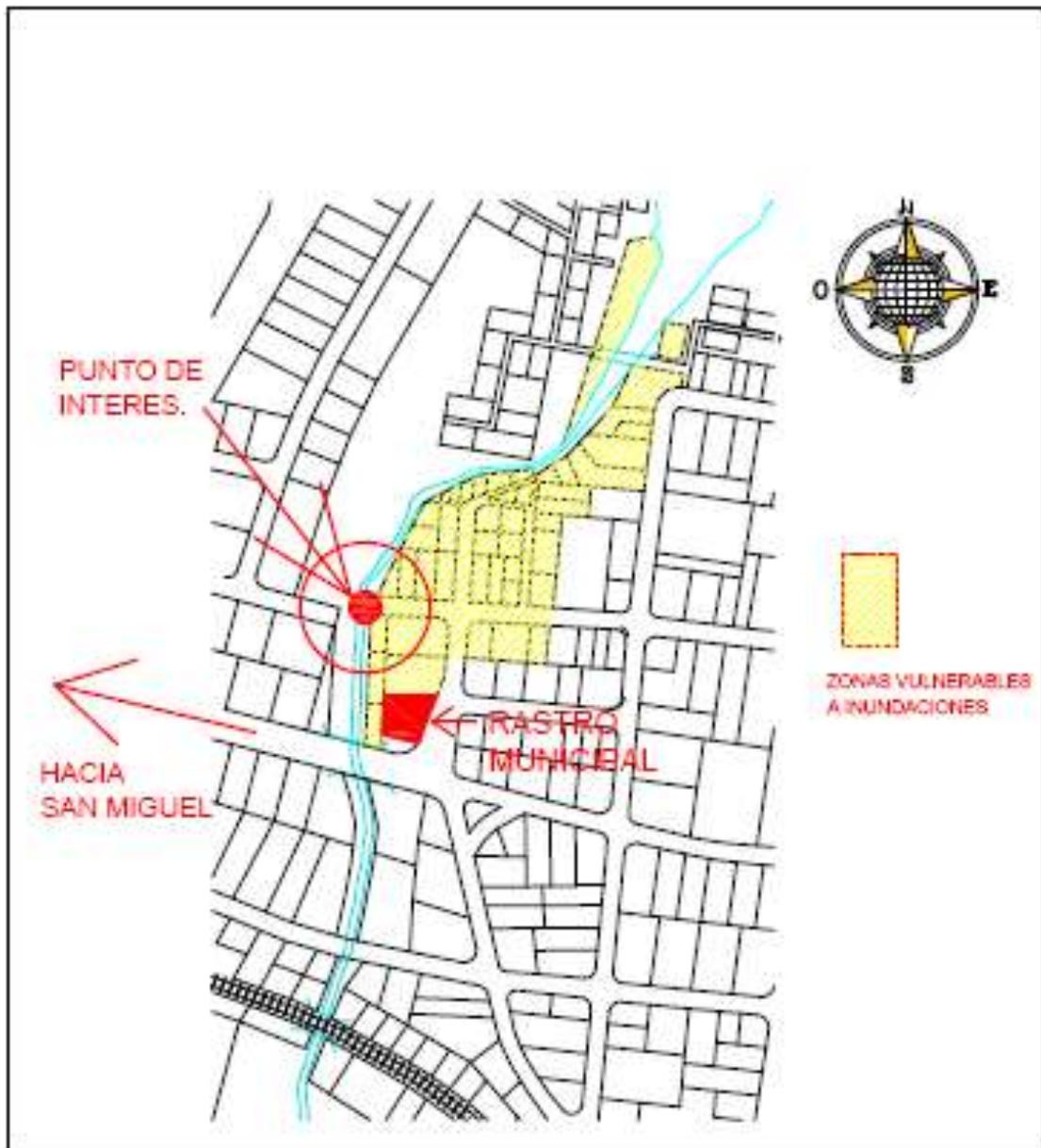


ANEXO 7.1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO:
 "DIAGNOSTICO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA ZONA URBANA
 DE LA CIUDAD DE LA UNION Y ALTERNATIVA DE SOLUCION"

CONTENIDO:
 MAPA DE LOCALIZACION DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIONES.

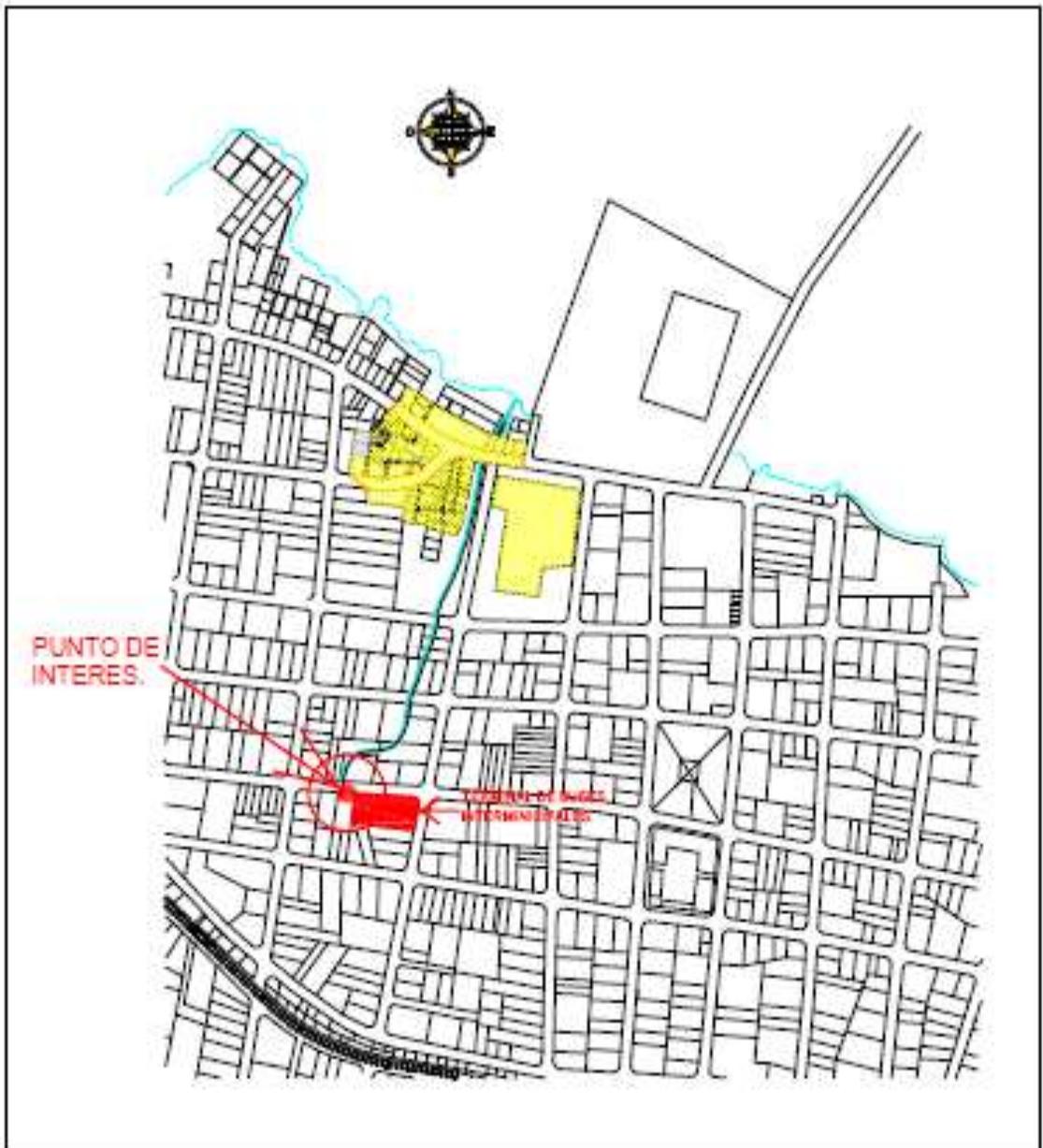


ANEXO 7.2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO:
 "DIAGNOSTICO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA ZONA URBANA
 DE LA CIUDAD DE LA UNION Y ALTERNATIVA DE SOLUCION"

CONTENIDO:
 MAPA DE MICROLOCALIZACION DE SITIO CRITICO DE INTERES. QUEBRADA CHEPEGUAL.



ANEXO 7.3

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO
"DIAGNOSTICO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA ZONA URBANA
DE LA CIUDAD DE LA UNION Y ALTERNATIVA DE SOLUCION"

CONTENIDO

MAPA DE MICROLOCALIZACION DE SITIO CRITICO DE INTERES, QUEBRADA IMBER.

ANEXO 8. IMAGENES DEL PUNTO DE INTERES. QUEBRADA CHEPEGUAL.



FIG. 1 Punto de interés para análisis de quebrada Chepegual, ubicado en la intersección de la calle, con la quebrada Chepegual, Barrio Honduras.



FIG. 2 Vista hacia aguas arriba del punto de interés para análisis de quebrada Chepegual.



FIG. 3 Vista hacia aguas abajo del punto de interés para análisis de quebrada Chepegual.

ANEXO 9. IMAGENES DEL PUNTO DE INTERES. QUEBRADA IMBER.



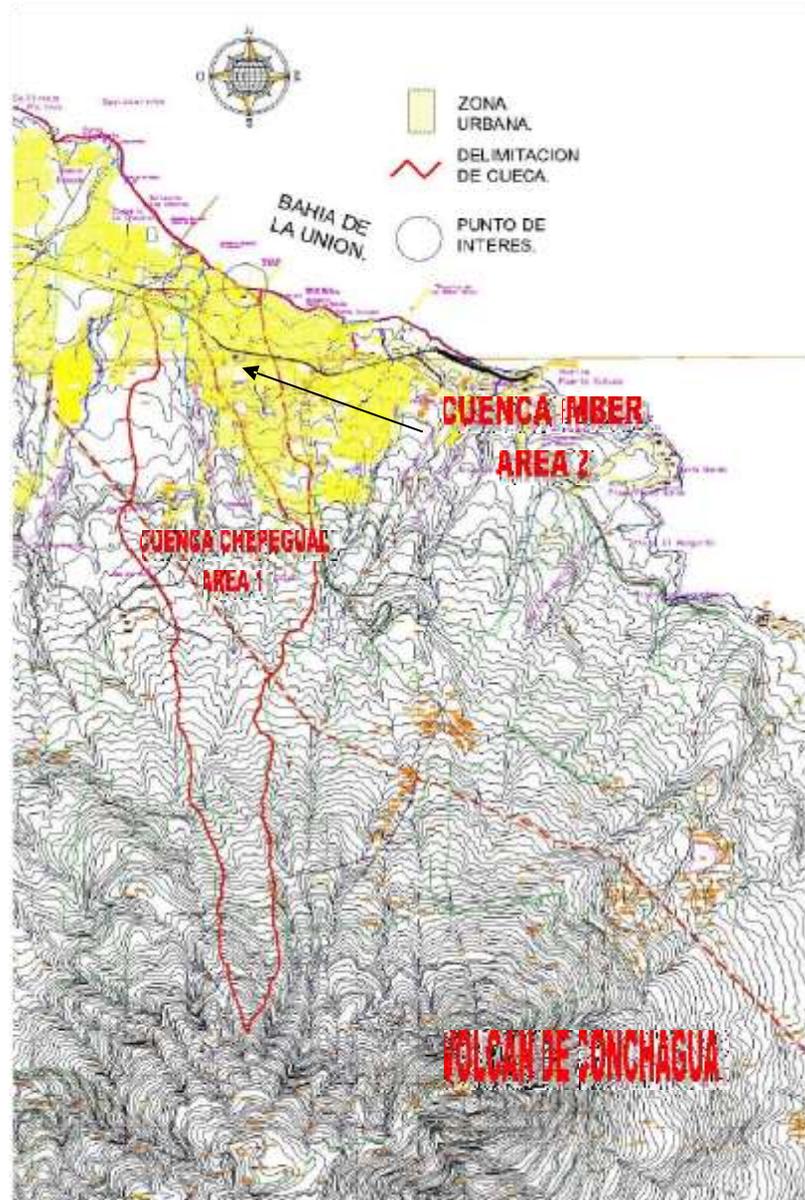
FIG. Punto de interés para análisis de quebrada Imber, ubicado en la intersección de la calle Gral. Melendez, Barrio Centro.



FIG. A5 Vista hacia aguas arriba del punto de interés para análisis de quebrada Imber.

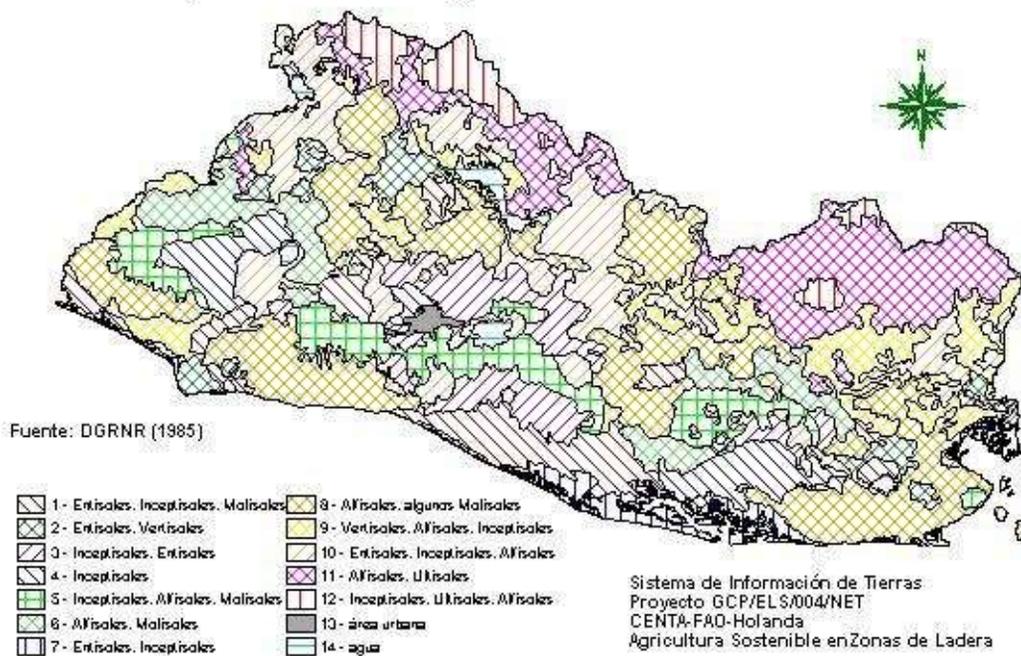
ANEXO 10.

~~AREA 1~~



ANEXO 12.

Mapa Pedológico de El Salvador



ANEXO 14.

LOCALIZACION DE MICROCUENCAS HIDROGRAFICAS URBANAS.

ANEXO 14



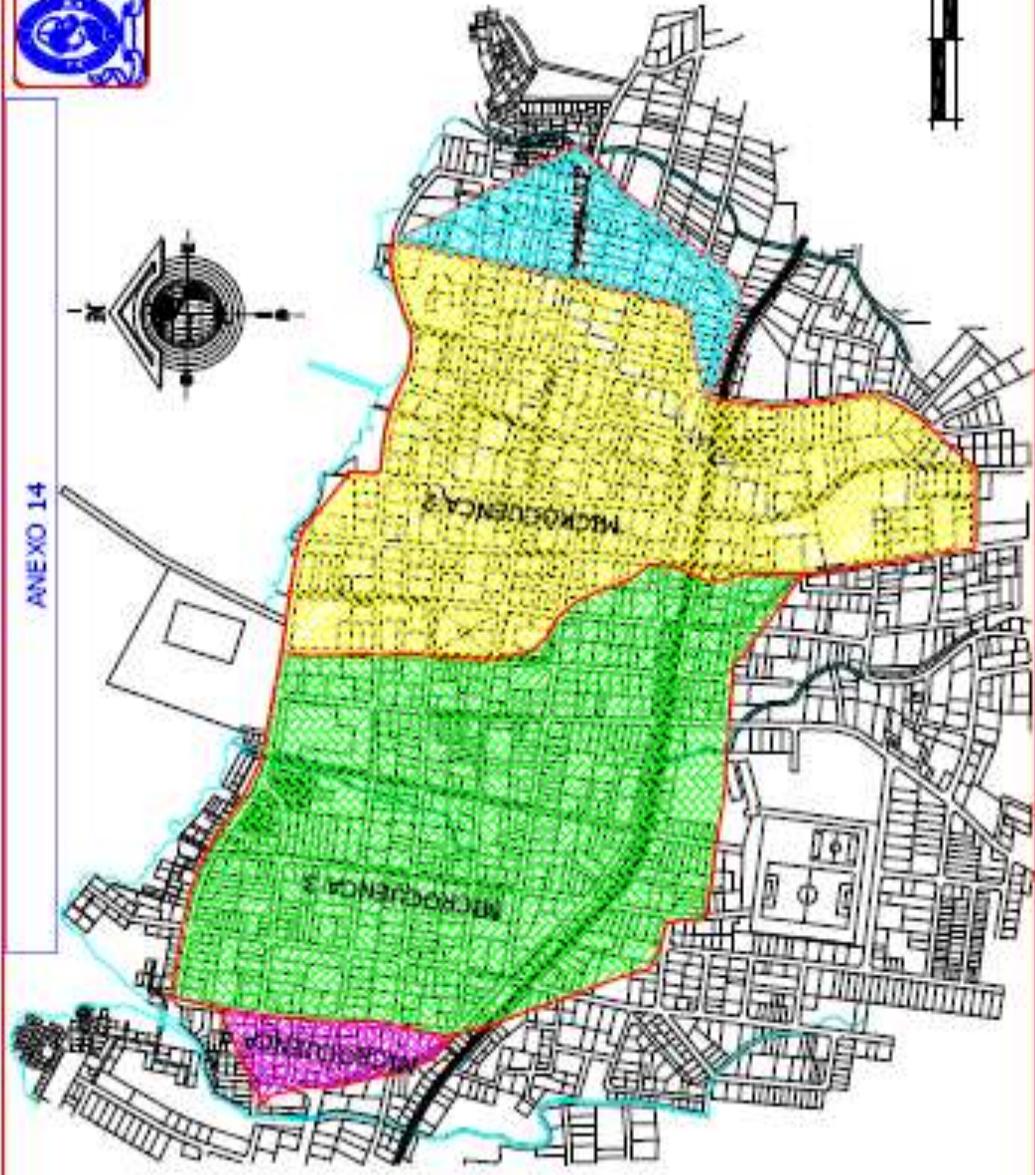
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
INstituto Nacional de Estadística e Informática

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
INstituto Nacional de Estadística e Informática

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
INstituto Nacional de Estadística e Informática

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
INstituto Nacional de Estadística e Informática

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
INstituto Nacional de Estadística e Informática



ANEXO 15.
DETALLE DE PERFILES
DE CAUCE PRINCIPAL MICROCUENCAS URBANAS.

ANEXO 15



UNIVERSIDAD DE LA PAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE INFORMATICA

COMANDO EN JEFE
CORPORATIVO DE LA FUERZA ARMADA BOLIVIANA
COMANDO EN JEFE FUERZA AEREA BOLIVIANA

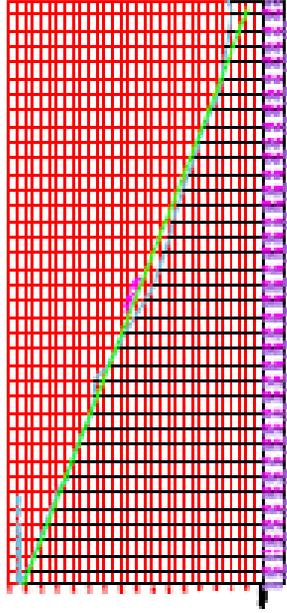
PROYECTO
DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE ALERTEA TEMPRANA

PARTE DEL CURSO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE ALERTEA TEMPRANA

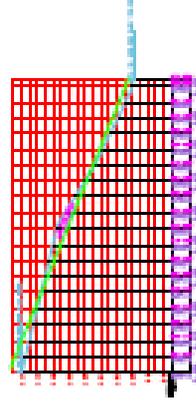
FECHA
11/01/00

FECHA
JUNIO 2007

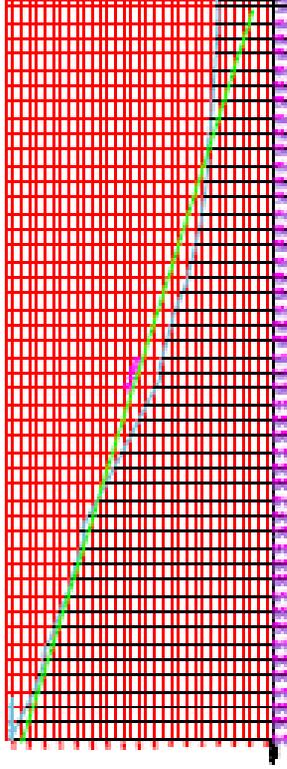
MODULO 1



MODULO 2



MODULO 3



MODULO 4



ANEXO 16.
TABLA DE VALORES DE
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNIG.

TABLA DE VALORES DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING. ¹

TABLE 5-6. VALUES OF THE ROUGHNESS COEFFICIENT n
(**Boldface** figures are values generally recommended in design)

Type of channel and description	Minimum	Normal	Maximum
A. CLOSED CONDUITS FLOWING PARTLY FULL			
A-1. Metal			
a. Brass, smooth	0.009	0.010	0.013
b. Steel			
1. Lockbar and welded	0.010	0.012	0.014
2. Riveted and spiral	0.013	0.016	0.017
c. Cast iron			
1. Coated	0.010	0.013	0.014
2. Uncoated	0.011	0.014	0.016
d. Wrought iron			
1. Black	0.012	0.014	0.015
2. Galvanized	0.013	0.016	0.017
e. Corrugated metal			
1. Subdrain	0.017	0.019	0.021
2. Storm drain	0.021	0.024	0.030
A-2. Nonmetal			
a. Lucite	0.008	0.009	0.010
b. Glass	0.009	0.010	0.013
c. Cement			
1. Neat, surface	0.010	0.011	0.013
2. Mortar	0.011	0.013	0.015
d. Concrete			
1. Culvert, straight and free of debris	0.010	0.011	0.013
2. Culvert with bends, connections, and some debris	0.011	0.013	0.014
3. Finished	0.011	0.012	0.014
4. Sewer with manholes, inlet, etc., straight	0.013	0.015	0.017
5. Unfinished, steel form	0.012	0.013	0.014
6. Unfinished, smooth wood form	0.012	0.014	0.016
7. Unfinished, rough wood form	0.015	0.017	0.020
e. Wood			
1. Stave	0.010	0.012	0.014
2. Laminated, treated	0.015	0.017	0.020
f. Clay			
1. Common drainage tile	0.011	0.013	0.017
2. Vitrified sewer	0.011	0.014	0.017
3. Vitrified sewer with manholes, inlet, etc.	0.013	0.015	0.017
4. Vitrified subdrain with open joint	0.014	0.016	0.018
g. Brickwork			
1. Glazed	0.011	0.013	0.015
2. Lined with cement mortar	0.012	0.015	0.017
h. Sanitary sewers coated with sewage slimes, with bends and connections	0.012	0.013	0.016
i. Paved invert, sewer, smooth bottom	0.016	0.019	0.020
j. Rubble masonry, cemented	0.018	0.025	0.030

¹ Ven Te Chow. Hidraulca de canales abiertos

TABLE 5-6. VALUES OF THE ROUGHNESS COEFFICIENT n (continued)

Type of channel and description	Minimum	Normal	Maximum
B. LINED OR BUILT-UP CHANNELS			
B-1. Metal			
<i>a. Smooth steel surface</i>			
1. Unpainted	0.011	0.012	0.014
2. Painted	0.012	0.013	0.017
<i>b. Corrugated</i>	0.021	0.025	0.030
B-2. Nonmetal			
<i>a. Cement</i>			
1. Neat, surface	0.010	0.011	0.013
2. Mortar	0.011	0.013	0.015
<i>b. Wood</i>			
1. Planed, untreated	0.010	0.012	0.014
2. Planed, creosoted	0.011	0.012	0.015
3. Unplaned	0.011	0.013	0.015
4. Plank with battens	0.012	0.015	0.018
5. Lined with roofing paper	0.010	0.014	0.017
<i>c. Concrete</i>			
1. Trowel finish	0.011	0.013	0.015
2. Float finish	0.013	0.015	0.016
3. Finished, with gravel on bottom	0.015	0.017	0.020
4. Unfinished	0.014	0.017	0.020
5. Gunite, good section	0.016	0.019	0.023
6. Gunite, wavy section	0.018	0.022	0.025
7. On good excavated rock	0.017	0.020	
8. On irregular excavated rock	0.022	0.027	
<i>d. Concrete bottom float finished with sides of</i>			
1. Dressed stone in mortar	0.015 ^v	0.017	0.020
2. Random stone in mortar	0.017	0.020 ^f	0.024
3. Cement rubble masonry, plastered	0.016	0.020	0.024
4. Cement rubble masonry	0.020	0.025	0.030
5. Dry rubble or riprap	0.020	0.030	0.035
<i>e. Gravel bottom with sides of</i>			
1. Formed concrete	0.017	0.020	0.025
2. Random stones in mortar	0.020	0.023	0.028
3. Dry rubble or riprap	0.023	0.033	0.036
<i>f. Brick</i>			
1. Glazed	0.011	0.013	0.015
2. In cement mortar	0.012	0.015	0.018
<i>g. Masonry</i>			
1. Cemented rubble	0.017	0.025	0.030
2. Dry rubble	0.023	0.032	0.035
<i>h. Dressed ashlar</i>	0.013	0.015	0.017
<i>i. Asphalt</i>			
1. Smooth	0.013	0.013	
2. Rough	0.016	0.016	
<i>j. Vegetal lining</i>	0.030	0.500 ^g

TABLE 5-6. VALUES OF THE ROUGHNESS COEFFICIENT n (continued)

Type of channel and description	Minimum	Normal	Maximum
C. EXCAVATED OR DREDGED			
<i>a. Earth, straight and uniform</i>			
1. Clean, recently completed	0.016	0.018	0.020
2. Clean, after weathering	0.018	0.022	0.025
3. Gravel, uniform section, clean	0.022	0.025	0.030
4. With short grass, few weeds	0.022	0.027	0.033
<i>b. Earth, winding and sluggish</i>			
1. No vegetation	0.023	0.025	0.030
2. Grass, some weeds	0.025	0.030	0.033
3. Dense weeds or aquatic plants in deep channels	0.030	0.035	0.040
4. Earth bottom and rubble sides	0.028	0.030	0.035
5. Stony bottom and weedy banks	0.025	0.035	0.040
6. Cobble bottom and clean sides	0.030	0.040	0.050
<i>c. Dragline-excavated or dredged</i>			
1. No vegetation	0.025	0.028	0.033
2. Light brush on banks	0.035	0.050	0.060
<i>d. Rock cuts</i>			
1. Smooth and uniform	0.025	0.035	0.040
2. Jagged and irregular	0.035	0.040	0.050
<i>e. Channels not maintained, weeds and brush uncut</i>			
1. Dense weeds, high as flow depth	0.050	0.080	0.120
2. Clean bottom, brush on sides	0.040	0.050	0.080
3. Same, highest stage of flow	0.045	0.070	0.110
4. Dense brush, high stage	0.080	0.100	0.140
D. NATURAL STREAMS			
D-1. Minor streams (top width at flood stage < 100 ft)			
<i>a. Streams on plain</i>			
1. Clean, straight, full stage, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
2. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
3. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
4. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
5. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
6. Same as 4, but more stones	0.045	0.050	0.060
7. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
8. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stand of timber and underbrush	0.075	0.100	0.150

TABLE 5-6. VALUES OF THE ROUGHNESS COEFFICIENT n (continued)

Type of channel and description	Minimum	Normal	Maximum
<i>b.</i> Mountain streams, no vegetation in channel, banks usually steep, trees and brush along banks submerged at high stages			
1. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	0.030	0.040	0.050
2. Bottom: cobbles with large boulders	0.040	0.050	0.070
D-2. Flood plains			
<i>a.</i> Pasture, no brush			
1. Short grass	0.025	0.030	0.035
2. High grass	0.030	0.035	0.050
<i>b.</i> Cultivated areas			
1. No crop	0.020	0.030	0.040
2. Mature row crops	0.025	0.035	0.045
3. Mature field crops	0.030	0.040	0.050
<i>c.</i> Brush			
1. Scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.070
2. Light brush and trees, in winter	0.035	0.050	0.060
3. Light brush and trees, in summer	0.040	0.060	0.080
4. Medium to dense brush, in winter	0.045	0.070	0.110
5. Medium to dense brush, in summer	0.070	0.100	0.160
<i>d.</i> Trees			
1. Dense willows, summer, straight	0.110	0.150	0.200
2. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.030	0.040	0.050
3. Same as above, but with heavy growth of sprouts	0.050	0.060	0.080
4. Heavy stand of timber, a few down trees, little undergrowth, flood stage below branches	0.080	0.100	0.120
5. Same as above, but with flood stage reaching branches	0.100	0.120	0.160
D-3. Major streams (top width at flood stage >100 ft). The n value is less than that for minor streams of similar description, because banks offer less effective resistance.			
<i>a.</i> Regular section with no boulders or brush	0.025	0.060
<i>b.</i> Irregular and rough section	0.035	0.100

ANEXO 17.

DIAGNOSTICO QUEBRADA CHEPEGUAL.

HOJA DE CALCULO PARA EL DIAGNOSTICO HIDRAULICO
Quebrada Chepegual
Municipio de La Union, Departamento de La Union.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = 100.41 m
 Elevación mínima Hmín = 98.03 m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Lc = 200.00 m

PENDIENTES DEL CAUCE

Sa = (100.41 - 98.03)m / 200.00 x 100 = 0.69%

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = 0.015

CAUDAL DE LA CUENCA

Qc = 71.92 m³/seg

FACTOR HIDRAULICO

Fa = 71.92 x 0.03 / $\sqrt{0.007}$ = 21.65

FLUJO NORMAL

ESTACION -0+000

y m	Ab m²	Fm m	Rh m	Fo	Q m³/seg	V m/seg	FG/FH %	OBSERVACION
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	CC/SC
2.00	8.00	12.00	0.67	6.11	20.29	2.54	28.21	SC

FLUJO CRITICO

ESTACION -0+000

y m	Ab m²	T m	A³ M³	BT m	A³/3T m³	Q²/3g m³/seg	FG/FH %	OBSERVACION
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	CC/SC
2.00	8.00	4.00	512.00	8.00	64.00	263.63	24.28	SC

EL REGIMEN
DEL FLUJO ES

FLUJO CRITICO

HOJA DE CALCULO PARA EL DIAGNOSTICO HIDRAULICO
Quebrada Chepegual
Municipio de La Union, Departamento de La Union.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **100.41** m
 Elevación mínima Hmín = **98.03** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

 Lc = **200.00** m

PENDIENTES DEL CAUCE

 Sn = (100.41 - 98.03) / m (200.00) x 100 = **0.03%**

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

 n = **0.040**

CAUDAL DE LA CUENCA

 Qc = **71.92** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

 Fh = 71.92 x 0.04 / $\sqrt{0.007}$ = **34.63**

FLUJO NORMAL

ESTACION -0+000

y m	Ab m²	Pm m	Rb m	F0	Q m³ / seg	V m / seg	FG/TH	OBSERVACION
							%	CC/SC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.80	16.77	15.98	1.05	17.31	35.94	2.14	49.97	SC

FLUJO CRITICO

ESTACION -0+000

y m	Ab m²	T m	A³ M³	IT m	A³/IT m³	Q²/10g m³ / seg	FG/TH	OBSERVACION
							%	CC/SC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.80	16.77	12.96	4712.06	25.92	181.82	263.63	68.97	SC

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**

FLUJO CRITICO

HOJA DE CALCULO PARA EL DIAGNOSTICO HIDRAULICO
Quebrada Chepeguai
Municipio de La Union, Departamento de La Union.

ELEVACIONES DEL GAUGE

Elevación máxima Hmáx = **100.41** m
 Elevación mínima Hmín = **98.03** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

 Lc = **200.00** m

PENDIENTES DEL CAUCE

 Sa = (100.41 - 98.03)/m /200.00 x 100 = **0.012**

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

 n = **0.040**

CAUDAL DE LA CUENCA

 Qc = **71.92** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

 Fh = 71.92 x 0.04 / $\sqrt{0.007}$ = **34.63**

FLUJO NORMAL

ESTACION -0-040

y mt	Ah m ²	Pm mt	Rb mt	F0	Q m ³ /seg	V mt/seg	FG/EH	OBSERVACION
							%	CC/SC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.22	15.08	14.70	1.03	15.34	31.85	2.11	44.29	SC

FLUJO CRITICO

ESTACION -0-040

y mt	Ah m ²	T mt	A ³ M ³	3T mt	A ³ /3T m ⁵	Q ² /2g m ³ /seg	FG/EH	OBSERVACION
							%	CC/SC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.22	15.08	12.23	3429.29	24.46	140.21	263.63	53.18	SC

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**

FLUJO CRITICO

HOJA DE CALCULO PARA EL DIAGNOSTICO HIDRAULICO
Quebrada Chepegual
Municipio de La Union, Departamento de La Union.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = 100.41 m
 Elevación mínima Hmín = 99.03 m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Lc = 200.00 m

PENDIENTES DEL CAUCE

Sa = (100.41 - 99.03)m / 200.00 x 100 = 0.69%

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = 0.040

CAUDAL DE LA CUENCA

Qc = 71.92 m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

Fh = 71.92 x 0.04 / $\sqrt{0.007}$ = 34.63

FLUJO NORMAL

ESTACION -0+020

y mt	Ab m²	Fm mt	Rb mt	Fo	Q m³ / seg	V mt / seg	FG/FF	OBSERVACION
							ff	CC/SC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.08	11.27	12.58	0.90	10.47	21.75	1.93	30.24	SC

FLUJO CRITICO

ESTACION -0+020

y mt	Ab m²	T mt	A³ M³/d	BT	A³/3T m³5	Q³/2g m³ / seg	FG/FF	OBSERVACION
							ff	CC/SC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.08	11.27	10.47	1431.05	20.94	68.35	263.63	25.93	SC

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**

FLUJO CRITICO

HOJA DE CALCULO PARA EL DIAGNOSTICO HIDRAULICO
Quebrada Chepegual
Municipio de La Union, Departamento de La Union.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = 100.41 m
Elevación mínima Hmín = 99.03 m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Lo = 200.00 m

PENDIENTES DEL CAUCE

Sa = (100.41 - 99.03)m / 200.00 x 100 = 0.69%

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = 0.030

CAUDAL DE LA CUENCA

Qc = 71.92 m³/seg

FACTOR HIDRAULICO

Fa = 71.92 x 0.03 / $\sqrt{0.007}$ = 25.97

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+020

y m	Ab m²	Fm m	Rh m	Fo	Q m³ / seg	V m / seg	FG/FR %	OBSERVACION CC/SC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.00	13.45	10.86	1.24	15.52	42.96	3.19	59.74	SC

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+020

y m	Ab m²	T m	A³ M³	IT m	A³/IT m³	Q³/3g m³ / seg	FG/FR %	OBSERVACION CC/SC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.00	13.45	7.27	2433.14	14.54	167.34	263.63	63.47	SC

EL REGIMEN
DEL FLUJO ES

FLUJO CRITICO

HOJA DE CALCULO PARA EL DIAGNOSTICO HIDRAULICO
Quebrada Chepegual
Municipio de La Union, Departamento de La Union.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **100.41** m
 Elevación mínima Hmín = **88.03** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Lo = **200.00** m

PENDIENTES DEL CAUCE

S_n = (100.41 - 88.03) / 200.00 x 100 = **0.62%**

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = **0.030**

CAUDAL DE LA CUENCA

Q_c = **71.92** m³/seg

FACTOR HIDRAULICO

F_n = 71.92 x 0.03 / √0.007 = **25.97**

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+040

y m	Ab m ²	F _m m	R _h m	F _o	Q m ³ /seg	V m/seg	FG/ FH %	OBSERVACION CC/SC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
2.00	13.13	10.56	1.24	15.21	42.11	3.20		
2.75	18.19	12.06	1.51	23.92	66.23	3.64		
2.75	18.19	12.06	1.51	23.92	66.23	3.64	92.09	SC

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+040

y m	Ab m ²	T m	A ³ M ³	2T m	A ³ /2T m ⁵	Q ² /2g m ³ /seg	FG/ FH %	OBSERVACION CC/SC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.75	18.19	6.73	6018.64	13.45	447.42	263.63	169.71	CC

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**

FLUJO CRITICO

HOJA DE CALCULO PARA EL DIAGNOSTICO HIDRAULICO
Quebrada Chepeguil
Municipio de La Union, Departamento de La Union.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **100.41** m
 Elevación mínima Hmín = **99.03** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Lc = **200.00** m

PENDIENTES DEL CAUCE

Sa = (100.41 - 99.03)m / 200.00 x 100 = **0.69%**

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = **0.030**

CAUDAL DE LA CUENCA

Qc = **71.92** m³/seg

FACTOR HIDRAULICO

Fa = 71.92 x 0.03 / $\sqrt{0.007}$ = **25.97**

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+000

y mt	Ab m²	Fm mt	Rh mt	Fo	Q m³ / seg	V mt / seg	FG/PH %	OBSERVACION
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	CC/SC
2.31	16.76	11.85	1.41	21.11	58.44	3.49	81.26	SC

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+000

y mt	Ab m²	T mt	A³ M³	2T mt	A³/0T m³	Q²/0g m³ / seg	FG/PH %	OBSERVACION
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	CC/SC
2.31	16.76	7.87	4704.47	15.75	298.77	263.63	113.33	CC

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**

FLUJO CRITICO

HOJA DE CALCULO PARA EL DIAGNOSTICO HIDRAULICO
Quebrada Chepegual
Municipio de La Union, Departamento de La Union.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = 100.41 m
Elevación mínima Hmín = 88.03 m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Lc = 200.00 m

PENDIENTES DEL CAUCE

Sa = (100.41 - 88.03) / km / 200.00 x 100 = 0.62%

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = 0.030

CAUDAL DE LA CUENCA

Qc = 71.92 m³/seg

FACTOR HIDRAULICO

Fa = 71.92 x 0.03 / $\sqrt{0.0007}$ = 25.97

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+000

y m	Ab m²	Fm m	Rb m	Fo	Q m³/seg	V m/seg	FG/FH	OBSERVACION
							‰	CC/SC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.25	18.69	12.71	1.47	24.17	66.92	3.58	93.65	SC

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+000

y m	Ab m²	T m	A³ M³	IT m	A³/IT m³	Q³/12g m³/seg	FG/FH	OBSERVACION
							‰	CC/SC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.25	18.69	8.07	6528.72	16.14	404.56	263.63	153.45	CC

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**

FLUJO CRITICO

THE SMALL NUMBER
IN THE CIRCLES
IDENTIFIES THE SPECIES

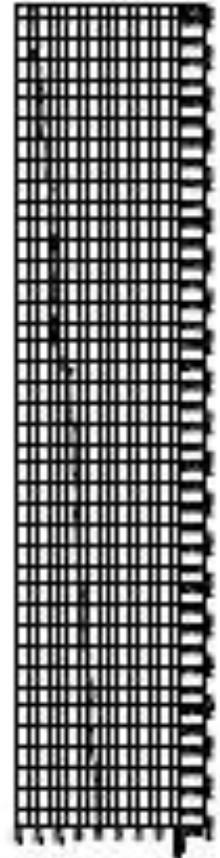
THE NUMBER OF SPECIES
IDENTIFIED IS

THE NUMBER OF SPECIES
IDENTIFIED IS

DATE	NOVEMBER	1977
LOCATION		



[Empty rectangular box for notes or data]



BOUNDARY
OF THE SAMPLE AREA

IDENTIFIED SPECIES



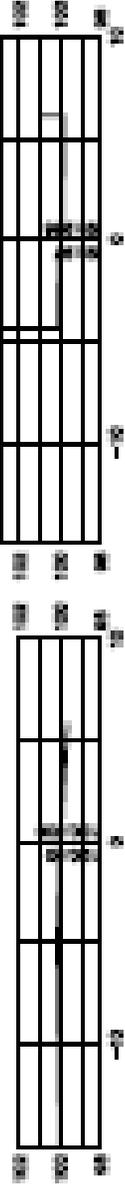
IDENTIFIED SPECIES



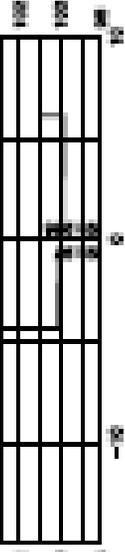
SAFETY BELT SEATBELT SAFETY

[Empty rectangular box]

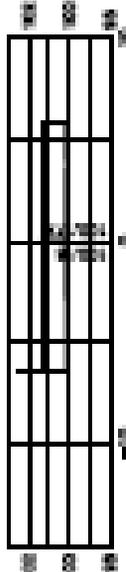
0+000



0+020



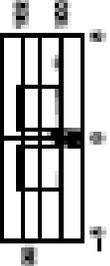
0+040



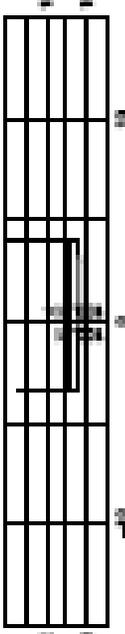
0+080



0+090



0+100



0-020



0-040



0-060



0-080



0-100



ANEXO 18.

DIAGNOSTICO QUEBRADA IMBER.

EVALUACION HIDRAULICA DE SECCION QDAIMBER
Quebrada Imber
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Eleva = **99.60** m
Elevación mínima Eleva = **99.19** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

$L_c =$ **60.29** m

PENDIENTES DEL CAUCE

$S_b = (99.60 - 99.19) \text{ km} / 60.29 \times 100 = 0.68\%$

CORFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

$n =$ **0.040**

CAUDAL DE LA CUENCA

$Q_c =$ **16.51** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

$F_n = 16.51 \times 0.04 / \sqrt{0.007} = 8.00$

FLUJO NORMAL

ESTACION -0+00

y	Ah	Pm	Rh	Fa	Q	V	FGPH	OBSERVACION
m	m ²	m	m		m ³ /seg	m/seg	%	CCBC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.68	2.70	6.23	0.45	1.54	3.18	1.18	19.29	SC

FLUJO CRITICO

ESTACION -0+00

y	Ah	T	A ^{2/3}	2T	A ^{2/3} 2T	Q ^{2/3} g	FGPH	OBSERVACION
m	m ²	m	M ²	m	m ³	m ³ /seg	%	CCBC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.68	2.70	3.03	19.62	11.96	1.65	13.80	11.90	SC

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**



EVALUACION HIDRAULICA DE SECCION QDAIMBER.
Quebrada Imber
 Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **99.60** m
 Elevación mínima Hmín = **99.19** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Lo = **60.29** m

PENDIENTES DEL CAUCE

$S_b = \left(\frac{99.60 - 99.19}{60.29} \right) \times 100 = 0.68\%$

CORFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = **0.040**

CAUDAL DE LA CUENCA

Qc = **16.51** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

$P_c = 16.51 \times 0.04 / \sqrt{0.007} = 8.00$

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+020

y	Ab	Pm	Rh	Vc	Q	V	FGFH	OBSERVACION
m	m ²	m	m		m ³ /seg	m ³ /seg	%	CCSC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.84	5.24	8.25	0.64	3.67	7.90	1.55	48.41	SC

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+020

y	Ab	T	A ³	2T	A ³ 2/T	Q ² 2/g	FGFH	OBSERVACION
m	m ²	m	M ³	m	m ⁵	m ² /seg	%	CCSC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.84	5.24	3.67	143.88	11.34	12.68	13.89	91.29	SC

**EL REGIMEN
 DEL FLUJO ES**



EVALUACION HIDRAULICA DE SECCION QDAIMBER.
Quebrada Imber
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = 99.60 m
Elevación mínima Hmín = 99.19 m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Lo = 60.29 m

PENDIENTES DEL CAUCE

$S_0 = \frac{99.60 - 99.19}{60.29} \times 100 = 0.68\%$

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = 0.040

CAUDAL DE LA CUENCA

Qc = 16.51 m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

$F_0 = 16.51 \times 0.04 / \sqrt{0.007} = 8.00$

FLUJO NORMAL

CC

ESTACION 0+010

y	Ah	Pm	Rh	Fo	Q	V	FGFH	OBSERVACION
m	m²	m	m		m³ / seg	m / seg	%	CCSC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.76	5.37	8.68	0.64	4.13	8.36	1.34	51.82	SC

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+010

y	Ah	T	A²³	3T	A³/3T	Q²/2g	FGFH	OBSERVACION
m	m²	m	M³	m	m³	m³ / seg	%	CCSC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.76	5.37	5.90	172.89	11.79	14.67	13.89	105.61	CC

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**



EVALUACION HIDRAULICA DE SECCION QDAIMBER.
Quebrada Imber
 Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima **H_{máx} = 99.60 m**
 Elevación mínima **H_{mín} = 99.19 m**

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

L_c = 60.29 m

PENDIENTES DEL CAUCE

S_c = [(99.60 - 99.19)m / 60.29 x 100 = 0.68%

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = 0.040

CAUDAL DE LA CUENCA

Q_c = 16.51 m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

F_c = 16.51 x 0.04 / √0.007 = 8.00

FLUJO NORMAL

CC

ESTACION 0+000

y	Ah	Fm	Rh	Fc	Q	V	PCPH	OBSERVACION
m	m ²	m	m		m ³ / seg	m / seg	%	CC/BC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.51	3.88	8.33	0.47	2.33	4.80	1.24	29.10	BC

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+000

y	Ah	T	A ³	IT	A ³ /IT	Q ² /2g	PCPH	OBSERVACION
m	m ²	m	M ³	m	m ³	m ³ / seg	%	CC/BC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.51	3.88	7.37	58.23	14.74	3.95	13.89	28.44	BC

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**



EVALUACION HIDRAULICA DE SECCION QDAMBER.
Quebrada Imber
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = 99.60 m
Elevación mínima Hmín = 99.19 m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Lo = 60.29 m

PENDIENTES DEL CAUCE

$S_0 = \frac{99.60 - 99.19}{60.29} \times 100 = 0.68\%$

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = 0.040

CAUDAL DE LA CUENCA

Qc = 16.51 m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

$F_0 = 16.51 \times 0.04 / \sqrt{0.007} = 8.00$

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+040

y	Ab	Pm	Rh	Fo	Q	V	FG/PH	OBSERVACION
m	m²	m	m		m³/seg	m³/seg	%	CC/SC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.50	10.38	9.22	1.13	11.24	23.19	2.23	148.49	0.00

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+040

y	Ab	T	A³	AT	A³/AT	Q³/12g	FG/PH	OBSERVACION
m	m²	m	M³	m³	m³	m³/seg	%	CC/SC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.50	10.38	4.28	1119.68	8.36	130.80	23.89	941.51	0.00

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**



EVALUACION HIDRAULICA DE SECCION QDAIMBER.
Quebrada Imber
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = 99.60 m
Elevación mínima Hmín = 99.19 m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Lo = 60.29 m

PENDIENTES DEL CAUCE

S_c = (99.60 - 99.19)m / 60.29 x 100 = 0.68%

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = 0.040

CAUDAL DE LA CUENCA

Q_c = 16.51 m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

F_a = 16.51 x 0.04 / $\sqrt{0.007}$ = 8.00

FLUJO NORMAL

CC

ESTACION 0+050

y	Ah	Pm	Rh	Fc	Q	V	FGFH	OBSERVACION
m	m ²	m	m		m ³ / seg	m / seg	%	CC/BC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5.00	15.15	13.06	1.16	16.73	34.53	2.36	100.17	CC

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+050

y	Ah	T	A ^{2/3}	IT	A ^{3/2} IT	Q ^{2/3} g	FGFH	OBSERVACION
m	m ²	m	M ²	m	m ⁵	m ³ / seg	%	CC/BC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5.00	15.15	3.02	3476.33	6.04	576.05	13.89	4146.33	CC

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**



EVALUACION HIDRAULICA DE SECCION QDAIMBER.
Quebrada Imber
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Eleva= **99.60** m
Elevación mínima Eleva= **99.19** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

$L_c =$ **60.29** m

PENDIENTES DEL CAUCE

$S_b = [(99.60 - 99.19) \text{ km} / 60.29] \times 100 = 0.68\%$

CORFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

$n =$ **0.040**

CAUDAL DE LA CUENCA

$Q_c =$ **16.51** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

$F_c = 16.51 \times 0.04 / \sqrt{0.007} = 8.00$

FLUJO NORMAL

OC

ESTACION 0+000

y	Ah	Fm	Rh	Fc	Q	V	FGFH	OBSERVACION
m	m ²	m	m		m ³ /seg	m/seg	%	CCBC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.25	3.55	3.25	0.77	4.66	9.61	1.75	38.21	SC

FLUJO CRITICO

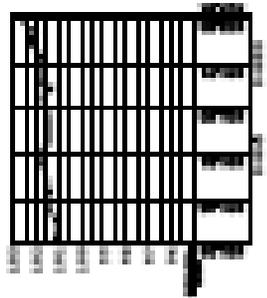
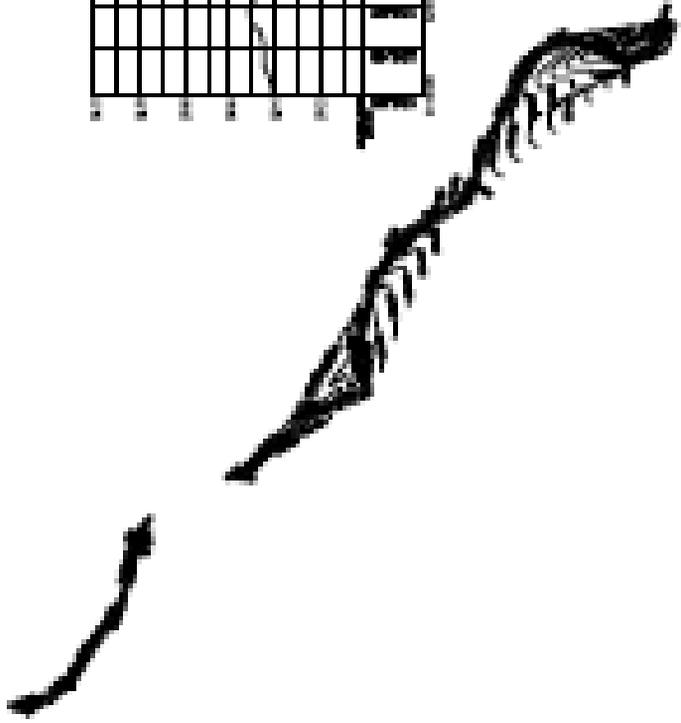
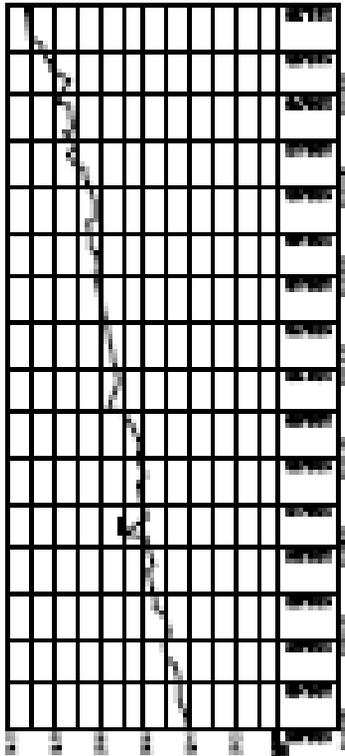
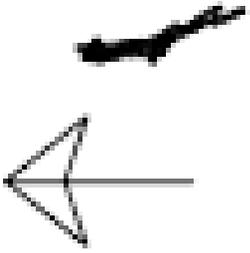
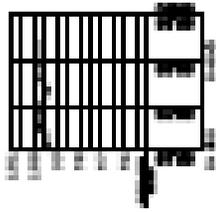
ESTACION 0+000

y	Ah	T	A ³	IT	A ³ /IT	Q ² /10g	FGFH	OBSERVACION
m	m ²	m	M ³	m	m ⁴	m ³ /seg	%	CCBC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.25	3.55	2.41	171.25	4.81	35.60	13.89	256.24	CC

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**



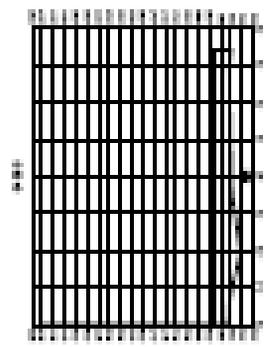
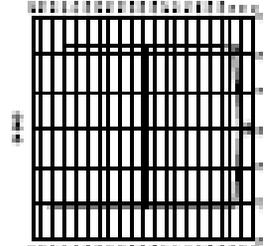
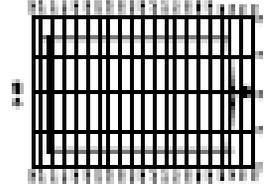
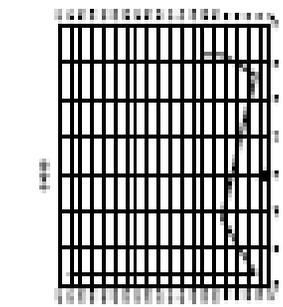
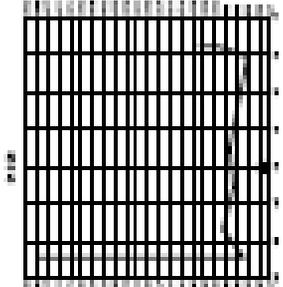
<p>THESE DATA ARE SUBJECT TO THE ACCURACY OF THE ORIGINAL SURVEY DATA.</p>	
<p>THIS REPORT IS THE PROPERTY OF THE U.S. GEOLOGICAL SURVEY. IT IS LOANED TO YOUR AGENCY AND IS NOT TO BE DISTRIBUTED OUTSIDE YOUR AGENCY.</p>	
<p>FOR INFORMATION:</p> <p>IF YOU HAVE ANY COMMENTS ON THIS REPORT, PLEASE CONTACT THE DISTRICT OFFICE OF THE U.S. GEOLOGICAL SURVEY.</p>	
<p>DATE: 10/19/87</p>	<p>SCALE: 1:25,000</p>



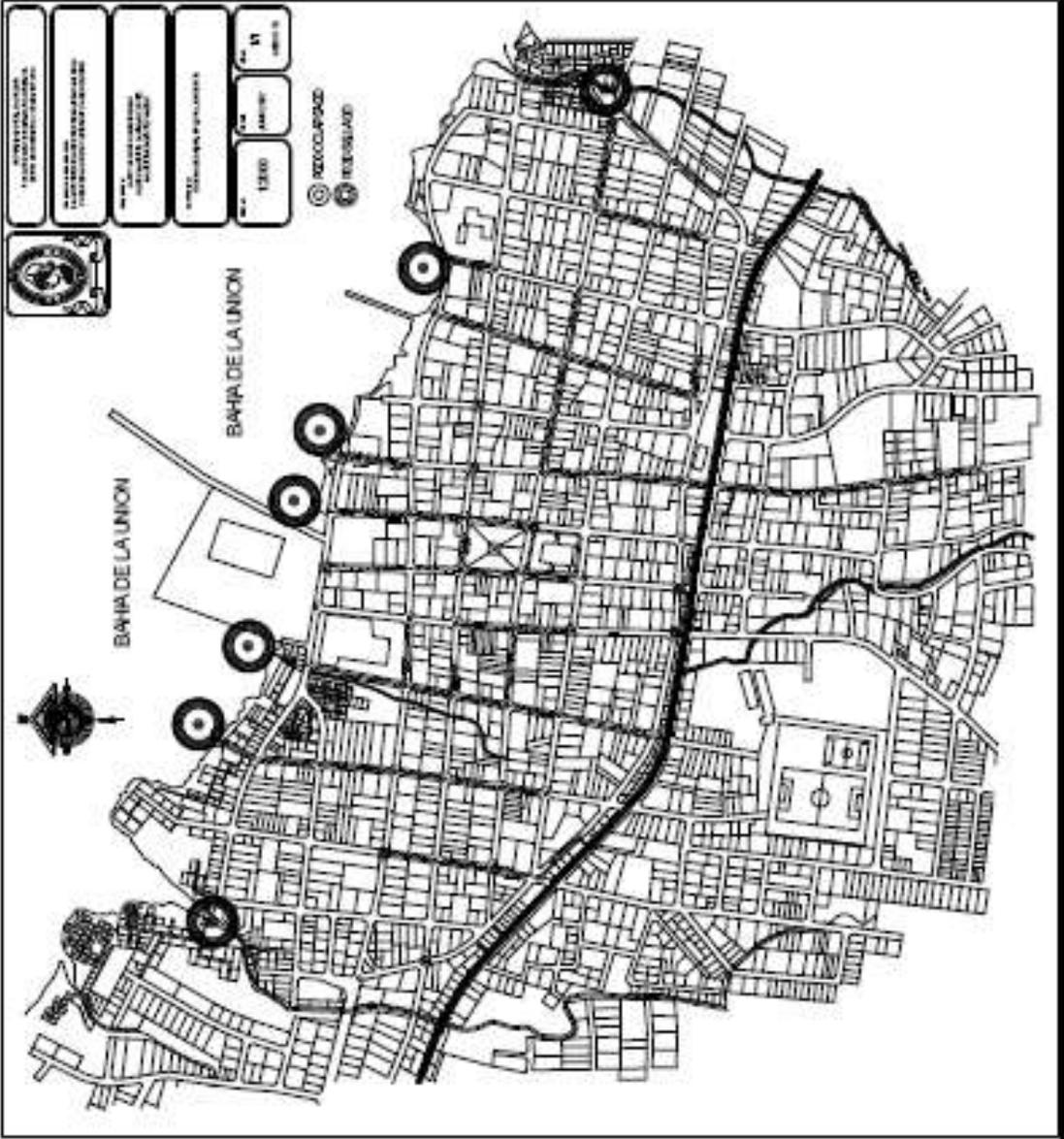


THE UNIVERSITY OF TEXAS AT AUSTIN
THE UNIVERSITY OF TEXAS AT AUSTIN

[Empty rectangular box for text entry]



ANEXO 19.
DETALLE EN PLANTA
DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE.



ANEXO 20.
PROPUESTA DE DISEÑO
DE QUEBRADAS CHEPEGUAL E IMBER.

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Chepeguá
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **100.41** m
 Elevación mínima Hmín = **99.03** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

 Lc = **200.00** m

PENDIENTES DEL CAUCE

 Sk = (100.41 - 99.03) / m (200.00) x 100 = **0.69%**

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

 n = **0.030**

CAUDAL DE LA CUENCA

 Qc = **71.92** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

 Fh = 71.92 x 0.03 / $\sqrt{0.007}$ = **25.97**

FLUJO NORMAL

ESTACION 0-030

γ	Ab	Fm	Rh	Fc	Q	V
mt	mt ²	mt	mt		mt ³ / seg	mt / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	14.61	51.12	0.29	6.34	17.56	1.20
0.90	41.75	57.72	0.72	33.64	93.15	2.23
1.40	72.92	64.80	1.12	77.81	215.45	2.98
1.90	106.28	71.50	1.49	138.41	383.25	3.61
2.31	16.76	11.85	1.41	21.11	58.44	3.49

FLUJO CRITICO

ESTACION 0-030

γ	Ab	T	A ³	2T	A ³ /2T	Q ² /2g
mt	mt ²	mt	M ³	mt	mt ³	mt ³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	14.39	51.07	2978.53	102.13	29.16	263.63
0.90	41.75	57.54	72778.09	115.08	632.40	263.63
1.40	72.92	64.60	378278.17	129.20	2927.85	263.63
1.90	106.28	71.22	1200309.77	142.43	8427.13	263.63
2.31	16.76	7.87	4704.47	15.75	298.77	263.63

EL REGIMEN
DEL FLUJO ES

FLUJO CRITICO

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Chepeguá
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **100.41** m
 Elevación mínima Hmín = **99.03** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Lc = **200.00** m

PENDIENTES DEL CAUCE

$S_R = \frac{100.41 - 99.03}{200.00} \times 100 = 0.69\%$

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = **0.030**

CAUDAL DE LA CUENCA

Qc = **71.92** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

Fa = 71.92 x 0.03 / $\sqrt{0.007} = 25.97$

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+000

γ	Ah	Fm	Rh	Fc	Q	V
m	m ²	m	m		m ³ / seg	m ³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	18.47	54.52	0.34	8.98	24.86	1.35
0.90	47.36	61.87	0.77	39.63	109.74	2.32
1.40	79.84	68.40	1.17	88.50	245.06	3.07
1.90	115.60	76.84	1.50	151.78	420.27	3.64
2.25	18.69	12.71	1.47	24.17	66.92	3.58

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+000

γ	Ah	T	A ³	2T	A ³ /2T	Q ² /2g
m	m ²	m	M ⁶	m	m ⁵	m ³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	18.47	54.47	6301.90	108.93	57.85	263.63
0.90	47.36	61.73	106227.04	123.46	860.44	263.63
1.40	79.84	68.18	508895.89	136.37	3731.78	263.63
1.90	115.60	76.54	1544804.42	153.09	10091.09	263.63
2.25	18.69	8.07	6528.72	16.14	404.56	263.63

EL REGIMEN
DEL FLUJO ES

FLUJO CRITICO

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO

Quebrada Chepegal

Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima H_{máx} = 100.41 m
 Elevación mínima H_{mín} = 88.83 m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

 L_c = 200.00 m

PENDIENTES DEL CAUCE

 S_r = (100.41 - 88.83) / (200.00 x 100) = 0.69%

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

 n = 0.030

CAUDAL DE LA CUENCA

 Q_c = 71.92 m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

 F_n = 71.92 x 0.03 / √0.007 = 25.97

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+040

γ	A _b	P _m	R _b	F _n	Q	V
m	m ²	m	m		m ³ / seg	m / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	3.06	7.56	0.40	1.67	4.63	1.51
1.00	6.42	8.56	0.75	5.30	14.67	2.29
1.50	9.78	9.56	1.02	9.93	27.50	2.81
2.00	13.15	10.56	1.24	15.21	42.11	3.20
2.75	18.19	12.06	1.51	23.92	66.23	3.64

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+040

γ	A _b	T	A ³ /S	RT	A ³ /RT	Q ³ /2g
m	m ²	m	M ³ /s	m	m ⁵	m ³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	17.50	49.56	5357.54	99.11	54.06	263.63
0.90	45.12	62.79	91825.41	125.58	731.23	263.63
1.40	80.55	77.80	522632.77	155.60	3358.78	263.63
1.90	120.66	79.93	1730679.78	159.85	10826.90	263.63
2.75	18.19	6.73	6018.64	13.45	447.42	263.63

EL REGIMEN
DEL FLUJO ES

FLUJO CRITICO

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Chepejal
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **100.41** m
 Elevación mínima Hmín = **99.03** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Le = **200.00** m

PENDIENTES DEL CAUCE

Sr = (100.41 - 99.03)m / 200.00 x 100 = **0.69%**

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = **0.015**

CAUDAL DE LA CUENCA

Qc = **71.92** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

Fa = 71.92 x 0.03 / $\sqrt{0.007}$ = **21.65**

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+020

Y	Ab	Pm	Sh	Fm	Q	V
m	m²	m	m		m³ / seg	m / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	3.64	8.27	0.44	2.10	6.99	1.92
1.00	7.27	9.27	0.78	6.19	20.56	2.83
1.50	10.91	10.27	1.06	11.36	37.74	3.46
2.00	14.55	11.27	1.29	17.24	57.29	3.94
2.35	17.09	11.97	1.43	21.67	72.01	4.21
2.50	18.19	12.27	1.48	23.63	78.53	4.32
2.35	17.09	11.97	1.43	21.67	72.01	4.21

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+020

Y	Ab	T	A³	YT	A³/2T	Q²/2g
m	m²	m	M³	m	m³	m³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	3.64	7.27	48.11	14.55	3.31	263.63
1.00	7.27	7.27	384.88	14.54	26.47	263.63
1.50	10.91	7.27	1298.95	14.54	89.34	263.63
2.00	14.55	7.27	3079.00	14.54	211.76	263.63
2.15	15.64	7.27	3824.96	14.54	263.06	263.63
2.50	18.19	7.27	6013.67	14.54	413.60	263.63
2.15	15.64	7.27	3824.96	14.54	263.06	263.63

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**

FLUJO NORMAL

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Chapoal
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **100.41** m
 Elevación mínima Hmín = **99.03** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Lo = **200.00** m

PENDIENTES DEL CAUCE

$S_e = (100.41 - 99.03) / 200.00 \times 100 = 0.69\%$

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = **0.020**

CAUDAL DE LA CUENCA

Qc = **71.92** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

$F_e = 71.92 \times 0.02 / \sqrt{0.007} = 17.32$

FLUJO NORMAL

ESTACION -E+020

y	Ab	Pm	Rb	Fc	Q	V
m	m ²	m	m		m ³ / seg	m / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	5.24	11.47	0.46	3.10	12.89	2.46
1.00	10.47	13.47	0.84	9.52	38.78	3.70
1.50	15.71	13.47	1.17	17.40	71.26	4.60
2.00	20.94	10.47	1.16	25.11	104.31	4.38
1.70	17.80	13.47	1.17	17.40	71.26	4.60

FLUJO CRITICO

ESTACION -E+020

y	Ab	T	A ³	2T	A ³ /2T	Q ² /2g
m	m ²	m	M ⁶	m	m ³	m ³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	5.24	10.47	143.47	20.94	6.85	163.63
1.00	10.47	10.47	1147.73	20.94	54.82	163.63
1.70	17.80	10.47	5637.83	20.94	169.16	163.63
1.50	15.71	10.47	3873.59	20.94	185.00	163.63
2.00	20.94	10.47	9181.83	20.94	408.33	163.63
1.70	17.80	10.47	5637.83	20.94	169.16	163.63

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**

FLUJO CRITICO

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Chapoegal
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **100.41** m

Elevación mínima Hmín = **99.03** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

 Lc = **200.00** m

PENDIENTES DEL CAUCE

 Sr = (100.41 - 99.03) / (200.00 x 100) = **0.69%**

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

 n = **0.020**

CAUDAL DE LA CUENCA

 Qc = **71.92** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

 Fh = 71.92 x 0.02 / $\sqrt{0.0007}$ = 17.32

FLUJO NORMAL

ESTACION -0+040

y	Ab	Pm	Rh	Fc	Q	V
m	m ²	m	m		m ³ / seg	m / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	6.12	11.47	0.33	4.02	16.70	2.73
1.00	12.23	14.23	0.66	11.06	45.92	3.75
1.50	18.35	15.23	1.20	20.77	86.26	4.70
1.35	16.61	14.95	1.11	17.82	74.00	4.66

FLUJO CRITICO

ESTACION -0+040

y	Ab	T	A ³	2T	A ^{3/2T}	Q ^{2/3g}
m	m ²	m	M ⁶	m	m ⁵	m ³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	6.12	12.23	228.66	24.46	9.35	163.63
1.00	12.23	12.23	1829.28	24.46	74.79	163.63
1.50	18.35	12.23	6173.81	24.46	252.42	163.63
2.00	24.46	12.23	14634.21	24.46	908.34	163.63
1.35	16.61	12.23	6810.38	24.46	778.45	163.63

EL REGIMEN
DEL FLUJO ES

FLUJO CRITICO

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Cbepejuel
 Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima H_{máx} = **100.41** m
 Elevación mínima H_{mín} = **99.93** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

L_c = **200.00** m

PENDIENTES DEL CAUCE

S_r = (100.41 - 99.93)/m (200.00) x 100 = 0.69%

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = **0.020**

CAUDAL DE LA CUENCA

Q_c = **71.92** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

F_a = 71.92 x 0.02 / $\sqrt{0.007}$ = 17.32

FLUJO NORMAL

ESTACION -0+000

γ	A _b	P _m	R _b	F _o	Q	V
m	m ²	m	m		m ³ / seg	m / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	6.48	13.96	0.46	3.88	16.13	2.49
1.00	12.96	14.96	0.87	11.78	48.91	3.77
1.50	19.44	15.96	1.22	22.17	92.07	4.74
1.50	16.85	15.56	1.08	17.76	73.77	4.38

FLUJO CRITICO

ESTACION -0+000

γ	A _b	T	A ³ /S	FT	A ³ /2T	Q ² /2g
m	m ²	m	M ³ /s	m	m ⁵	m ³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	6.48	12.96	271.97	25.92	10.49	263.63
1.00	12.96	12.96	2175.77	25.92	83.95	263.63
1.50	19.44	12.96	7343.24	25.92	283.35	263.63
1.50	19.44	12.96	7343.24	25.92	283.35	263.63

EL REGIMEN
DEL FLUJO ES

FLUJO CRITICO

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Chapagal
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **100.41** m
 Elevación mínima Hmín = **99.03** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Lc = 200.00 m

PENDIENTES DEL CAUCE

S_c = (100.41 - 99.03) / 200.00 x 100 = 0.69%

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = 0.020

CAUDAL DE LA CUENCA

Q_c = 71.92 m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

F_a = 71.92 x 0.02 / √0.007 = 17.32

FLUJO NORMAL

ESTACION -0+000

y	Ab	Pm	Rh	Fa	Q	V
mt	mt²	mt	mt		m³ / seg	mt / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	3.78	8.57	0.64	2.19	9.11	2.41
1.00	7.57	9.57	0.79	6.47	26.88	3.53
1.50	11.35	10.57	1.07	11.91	49.45	4.36
2.00	15.14	11.57	1.31	18.11	75.20	4.97
2.50	18.92	12.57	1.51	24.85	105.21	5.46
2.00	15.14	11.57	1.31	18.11	75.20	4.97

FLUJO CRITICO

ESTACION -0+000

y	Ab	T	A³	2T	A³2T	Q²2Tg
mt	mt²	mt	m³	mt	m⁵	m³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	3.78	7.57	54.18	15.14	3.36	263.63
1.00	7.57	7.57	493.45	15.14	28.63	263.63
1.50	11.35	7.57	1462.91	15.14	96.64	263.63
2.00	15.14	7.57	3467.63	15.14	229.07	263.63
2.50	18.92	7.57	6772.72	15.14	447.40	263.63
2.14	13.90	7.57	4013.89	15.14	263.29	263.63

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**

FLUJO CRITICO

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Chepeguil
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **100.41** m
 Elevación mínima Hmín = **99.03** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

$L_c =$ **200.00** m

PENDIENTES DEL CAUCE

$S_b = \left\{ \frac{100.41 - 99.03}{200.00} \right\} \times 100 = 0.69\%$

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

$n =$ **0.025**

CAUDAL DE LA CUENCA

$Q_c =$ **71.92** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

$P_h = 71.92 \times 0.025 / \sqrt{0.007} = 21.65$

FLUJO NORMAL

ESTACION -0+100

y	Ah	Pm	Bh	Fc	Q	V
m	m ²	m	m		m ³ / seg	m / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	20.64	57.64	0.36	10.58	35.14	1.69
0.80	51.53	65.07	0.79	44.11	146.53	2.84
1.40	85.22	70.34	1.21	96.85	321.82	3.78
2.00	18.45	12.30	1.50	24.17	80.32	4.33

FLUJO CRITICO

ESTACION -0+100

y	Ah	T	A ³	2T	A ^{3/2T}	Q ^{2/3g}
m	m ²	m	M ⁶	m	m ⁵	m ³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	20.64	57.59	9050.93	115.18	78.58	263.63
0.80	51.53	64.93	136821.75	129.86	1053.58	263.63
1.40	85.22	69.90	618905.85	139.80	4427.14	263.63
1.90	126.77	71.92	1761259.13	143.83	12245.08	263.63
2.30	16.24	7.38	4280.73	14.76	290.10	263.63

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**

FLUJO NORMAL

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Imber
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **99.60** m
 Elevación mínima Hmín = **99.19** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

 Lc = **60.28** m

PENDIENTES DEL CAUCE

 Ss = (99.60 - 99.19)km / 60.29 x 100 = **0.68%**

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

 n = **0.020**

CAUDAL DE LA CUENCA

 Qc = **16.51** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

 Fh = 16.51 x 0.02 / $\sqrt{0.007}$ = **4.00**

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+000

τ	Ab	Pm	Rh	Fc	Q	V
mt	m ²	mt	mt		m ³ / seg	mt / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	2.97	6.93	0.43	1.68	6.95	2.34
1.00	5.93	7.93	0.75	4.89	20.18	3.40
0.90	5.38	7.74	0.70	4.22	17.43	3.24

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+000

τ	Ab	T	A ³ S	IT	A ³ S/IT	Q ² /2g
mt	m ²	mt	M ³ s	mt	m ⁵	m ² / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	2.97	5.93	26.69	11.86	2.20	13.89
1.00	5.93	5.93	208.74	11.86	17.59	13.89
0.92	5.46	5.93	162.50	11.86	13.70	13.89

EL REGIMEN
DEL FLUJO ES

FLUJO CRITICO

ESTUDIO HIDRAULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Imber
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **99.60** m
 Elevación mínima Hmín = **99.19** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Le = **60.29** m

PENDIENTES DEL CAUCE

Sr = (99.60 - 99.19)m / 60.29 x 100 = 0.68%

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = **0.020**

CAUDAL DE LA CUENCA

Qc = **16.51** m³/seg

FACTOR HIDRAULICO

Fh = 16.51 x 0.02 / $\sqrt{0.007}$ = 4.00

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+010

τ	Ab	Fm	Rh	Fc	Q	V
m	m ²	m	m		m ³ / seg	m / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	2.95	6.90	0.43	1.67	6.91	2.34
1.00	5.90	7.90	0.75	4.85	20.03	3.40
0.89	5.25	7.68	0.68	4.07	16.81	3.20

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+010

τ	Ab	T	A ³	2T	A ³ /2T	Q ² /2g
m	m ²	m	M ³	m	m ⁵	m ³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	2.95	5.90	25.62	11.79	2.17	13.89
1.00	5.90	5.90	204.86	11.79	17.38	13.89
0.93	5.48	5.90	164.75	11.79	13.97	13.89

EL REGIMEN
DEL FLUJO ES

FLUJO CRITICO

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Imber
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = 98.80 m
 Elevación mínima Hmín = 98.19 m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Lo = 60.29 m

PENDIENTES DEL CAUCE

Sr = $(98.60 - 98.19) \text{ km} / 60.29 \times 100 = 0.68\%$

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = 0.020

CAUDAL DE LA CUENCA

Qc = 16.51 m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

Fa = 16.51 x 0.02 / $\sqrt{0.007} = 4.00$

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+020

τ	Ab	Pm	Rh	Fa	Q	V
m	m ²	m	m		m ³ / seg	m / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	2.84	6.67	0.43	1.60	6.62	2.33
1.00	5.67	7.67	0.74	4.64	19.14	3.38
0.94	5.33	7.55	0.71	4.23	17.45	3.27

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+020

τ	Ab	T	A ³	2T	A ³ /2T	Q ² /2g
m	m ²	m	M ³	m	m ⁵	m ³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	2.84	5.67	22.81	11.34	2.01	13.89
1.00	5.67	5.67	182.48	11.34	16.09	13.89
0.95	5.41	5.67	158.52	11.34	13.97	13.89

EL REGIMEN
DEL FLUJO ES

FLUJO CRITICO

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Imber
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **98.80** m
 Elevación mínima Hmín = **98.18** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

 Lc = **60.29** m

PENDIENTES DEL CAUCE

 Sr = (99.60 - 99.19) / 60.29 x 100 = **0.68%**

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

 n = **0.020**

CAUDAL DE LA CUENCA

 Qc = **16.51** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

 Fh = 16.51 x 0.02 / $\sqrt{0.0007}$ = **4.00**

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+000

γ	Ab	P ₀₀	Rh	F ₀	Q	V
m	m ²	m	m		m ³ / seg	m / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	3.68	3.37	0.44	2.13	8.80	2.39
1.00	7.37	9.37	0.79	6.28	25.92	3.52
0.75	5.53	8.87	0.62	4.03	16.65	3.01

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+000

γ	Ab	T	A ³	2T	A ³ /2T	Q ² /2g
m	m ²	m	M ³	m	m ⁵	m ³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	3.68	7.37	50.00	14.74	3.39	13.89
1.00	7.37	7.37	400.15	14.74	27.15	13.89
0.80	5.90	7.37	204.86	14.74	13.90	13.89

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**

FLUJO CRITICO

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Imber
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima H_{máx} = **99.60** m
 Elevación mínima H_{mín} = **99.19** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

L_c = **60.29** m

PENDIENTES DEL CAUCE

S_R = (99.60 - 99.19)/60.29 x 100 = **0.68%**

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = **0.020**

CAUDAL DE LA CUENCA

Q_c = **16.51** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

F_a = 16.51 x 0.02 / $\sqrt{0.007}$ = **4.00**

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+040

τ	Ab	P _m	R _b	F ₀	Q	V
m	m ²	m	m		m ³ /seg	m/seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	2.14	5.28	0.41	1.17	4.84	2.26
1.00	4.28	6.28	0.68	3.31	13.68	3.20
1.13	4.84	6.24	0.78	4.08	16.84	3.48

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+040

τ	Ab	T	A ³	2T	A ³ /2T	Q ² /2g
m	m ²	m	M ³	m	m ⁵	m ³ /seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	2.14	4.28	9.80	8.56	1.14	13.89
1.00	4.28	4.28	78.40	8.56	9.16	13.89
1.13	4.92	4.28	119.24	8.56	13.93	13.89

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**

FLUJO CRITICO

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Imber
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = 98.60 m
 Elevación mínima Hmín = 98.19 m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Le = 60.29 m

PENDIENTES DEL CAUCE

Sr = (99.60 - 99.19) / 60.29 x 100 = 0.68%

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

n = 0.020

CAUDAL DE LA CUENCA

Qc = 16.51 m³/seg.

FACTOR HIDRÁULICO

Fh = 16.51 x 0.02 / √0.007 = 4.00

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+050

τ	Ab	Fm	Rh	Fc	Q	V
m	m ²	m	m		m ³ / seg	m / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	1.51	4.02	0.38	0.79	3.25	2.15
1.00	3.02	5.02	0.60	2.15	8.88	2.94
1.40	4.29	5.86	0.73	3.48	14.37	3.35
1.44	4.35	5.90	0.74	3.55	14.65	3.37
1.63	4.92	6.28	0.78	4.19	17.28	3.51

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+050

τ	Ab	T	A ³	2T	A ³ /2T	Q ² /2g
m	m ²	m	M ³	m	m ⁵	m ³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	1.51	3.02	3.44	6.04	0.57	13.89
1.00	3.02	3.02	27.54	6.04	4.56	13.89
1.40	4.29	3.02	78.84	6.04	13.05	13.89
1.44	4.35	3.02	82.26	6.04	13.62	13.89
1.45	4.37	3.02	83.45	6.04	13.82	13.89

**EL REGIMEN
DEL FLUJO ES**

FLUJO NORMAL

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE MITIGACION DE RIESGO
Quebrada Imber
Municipio de La Unión, Departamento de La Unión.

ELEVACIONES DEL CAUCE

Elevación máxima Hmáx = **99.60** m
 Elevación mínima Hmín = **99.19** m

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

 Lc = **60.29** m

PENDIENTES DEL CAUCE

 Gr = [99.60 - 99.19] km / 60.29 x 100 = 0.68%

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

 n = **0.020**

CAUDAL DE LA CUENCA

 Qc = **16.51** m³/seg

FACTOR HIDRÁULICO

 Fh = 16.51 x 0.02 / $\sqrt{0.007}$ = 4.00

FLUJO NORMAL

ESTACION 0+000

γ	Ab	Fm	Rh	Fc	Q	V
m	m ²	m	m		m ³ / seg	m / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	1.20	3.41	0.35	0.60	2.48	2.06
1.00	2.41	4.41	0.55	1.61	6.63	2.76
1.50	3.61	5.41	0.67	2.76	11.38	3.15
1.70	4.09	5.81	0.70	3.24	13.36	3.27
2.00	4.81	6.41	0.75	3.97	16.41	3.41

FLUJO CRITICO

ESTACION 0+000

γ	Ab	T	A ³	FT	A ³ /2T	Q ² /2g
m	m ²	m	M ³	m	m ⁵	m ³ / seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	1.20	2.05	1.74	4.09	0.43	13.89
1.00	2.41	2.41	13.91	4.81	2.89	13.89
1.50	3.61	2.41	46.97	4.81	9.76	13.89
1.65	3.97	2.41	62.48	4.81	12.99	13.89
1.70	4.09	2.41	68.37	4.81	14.21	13.89

EL REGIMEN
DEL FLUJO ES

FLUJO NORMAL



FOR FURTHER INFORMATION,
CONTACT NATIONAL BUREAU OF STANDARDS,
Gaithersburg, MD 20899

IMPLEMENTATION OF THE 1995
FIPS 197-2 ALGORITHM FOR
AES ENCRYPTION

THE NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
ALGORITHM DEVELOPMENT
MARKET-BASED LABORATORY

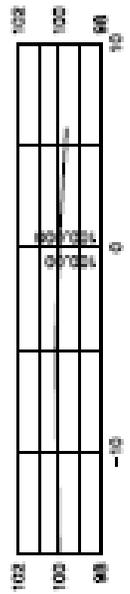
DATE: 1/2000
VERSION: 1.000

FILE: 014 (AES)

PAGE: 2/2

[Empty rectangular box]

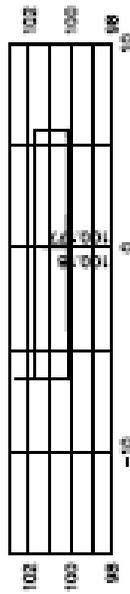
0+000



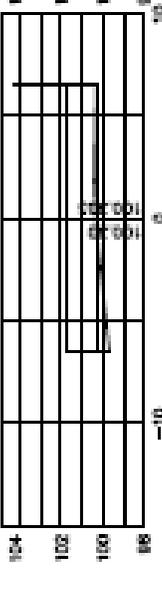
0+020



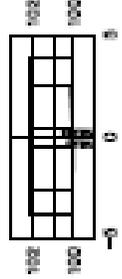
0+040



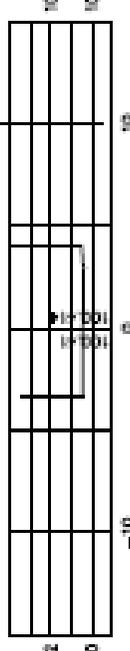
0+060



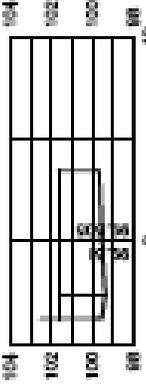
0+080



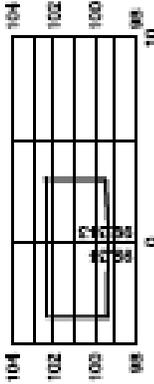
0+100



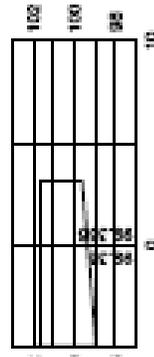
0-020



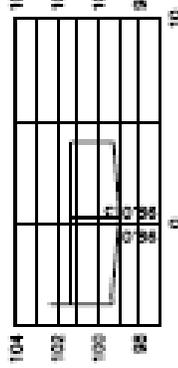
0-040



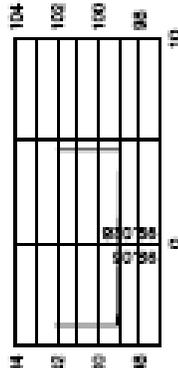
0-060



0-080



0-100





[Empty rectangular box for identification or notes]

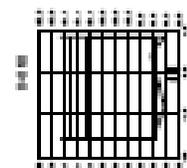
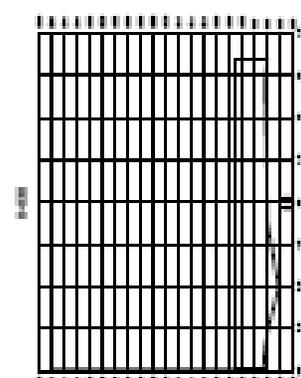
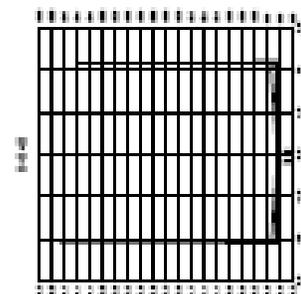
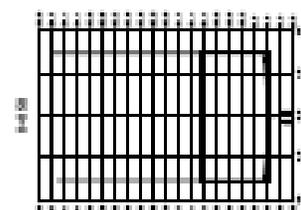
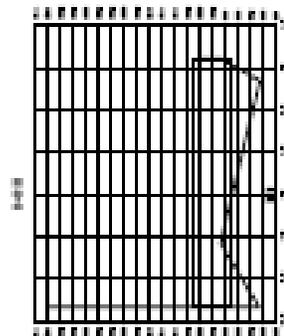
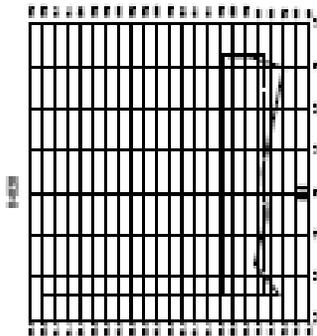
THE NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
Gaithersburg, MD 20899

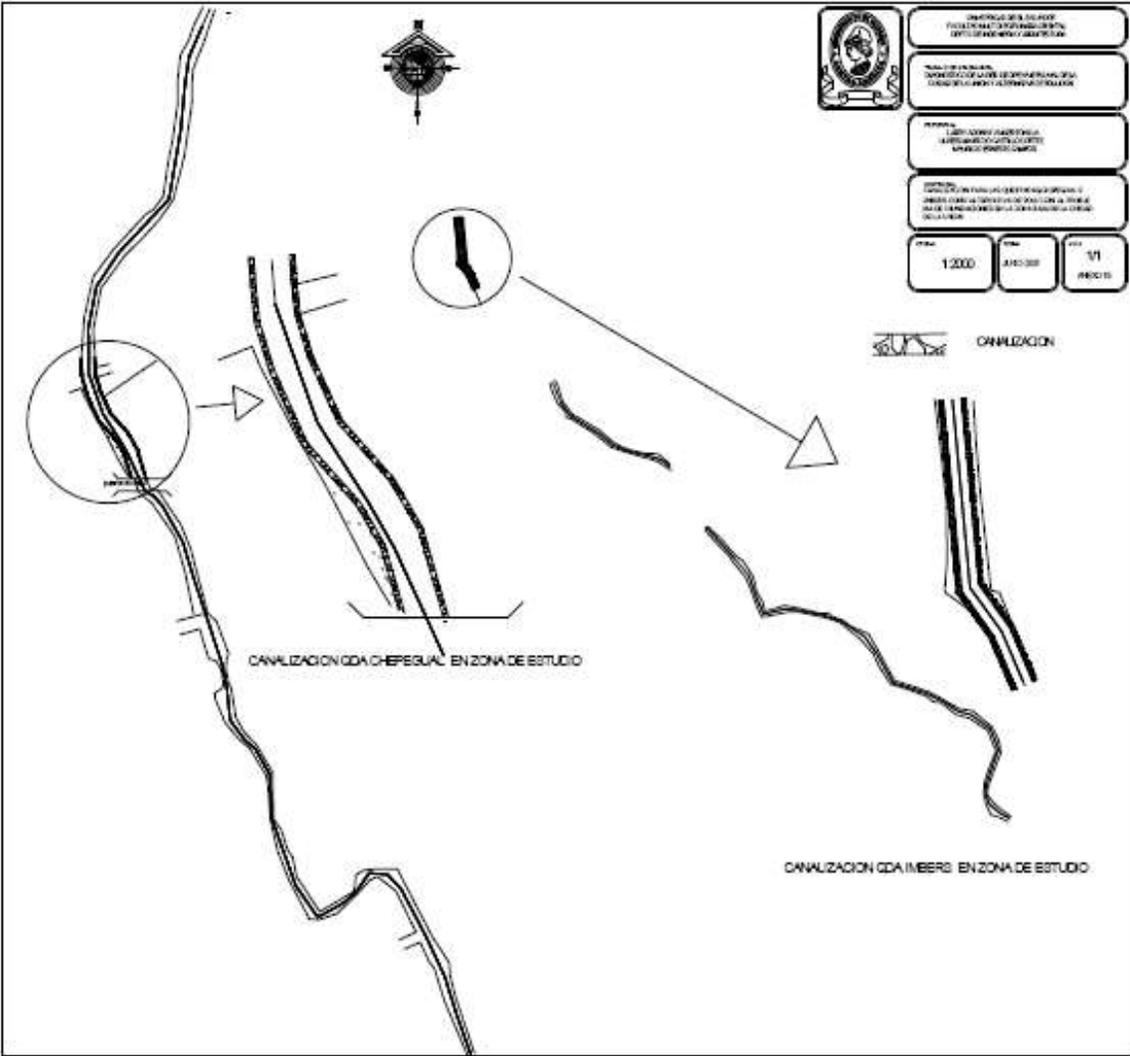
100-100000-0000
100-100000-0000
100-100000-0000

100-100000-0000
100-100000-0000
100-100000-0000

100-100000-0000
100-100000-0000
100-100000-0000

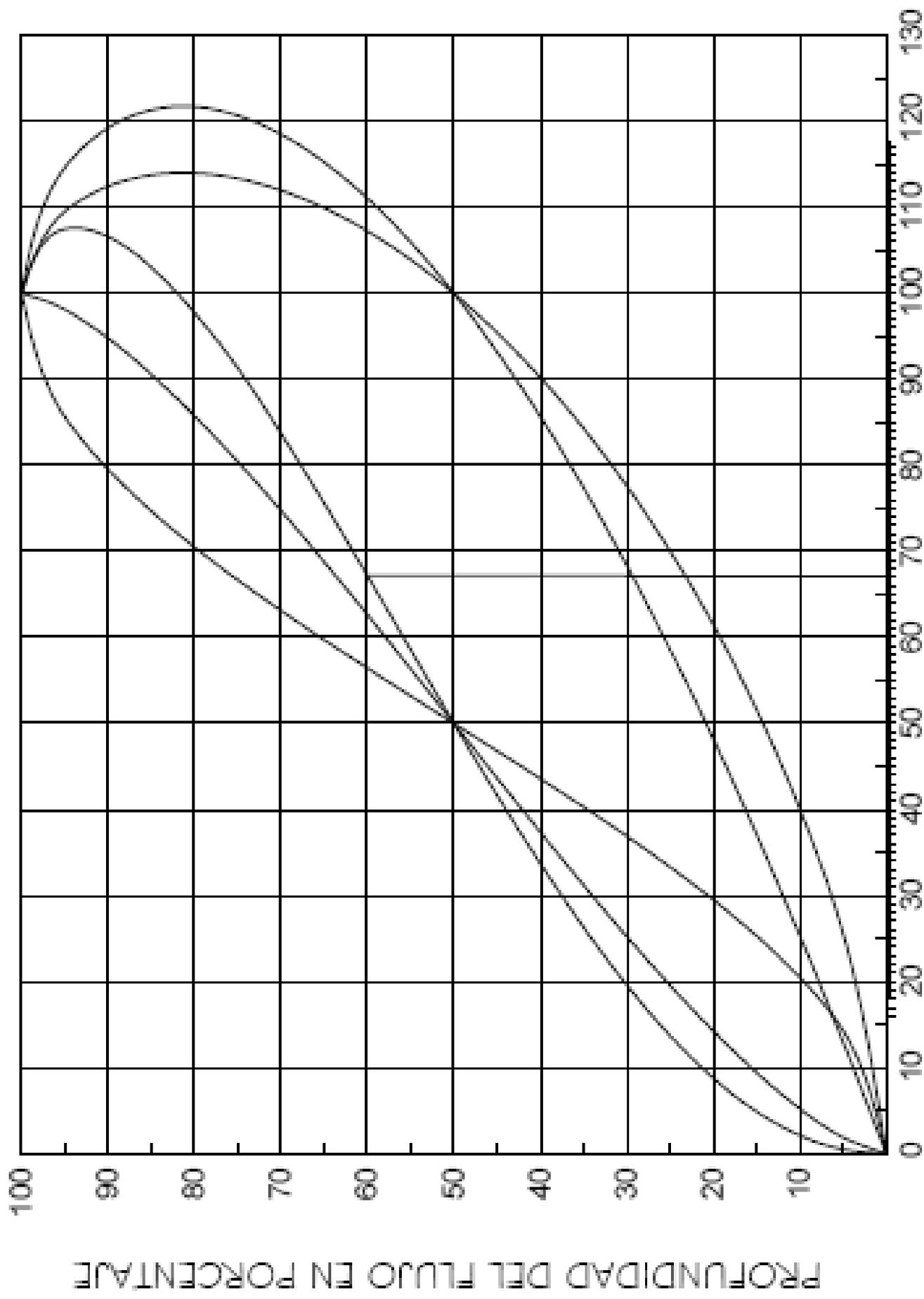
100-100000-0000
100-100000-0000
100-100000-0000





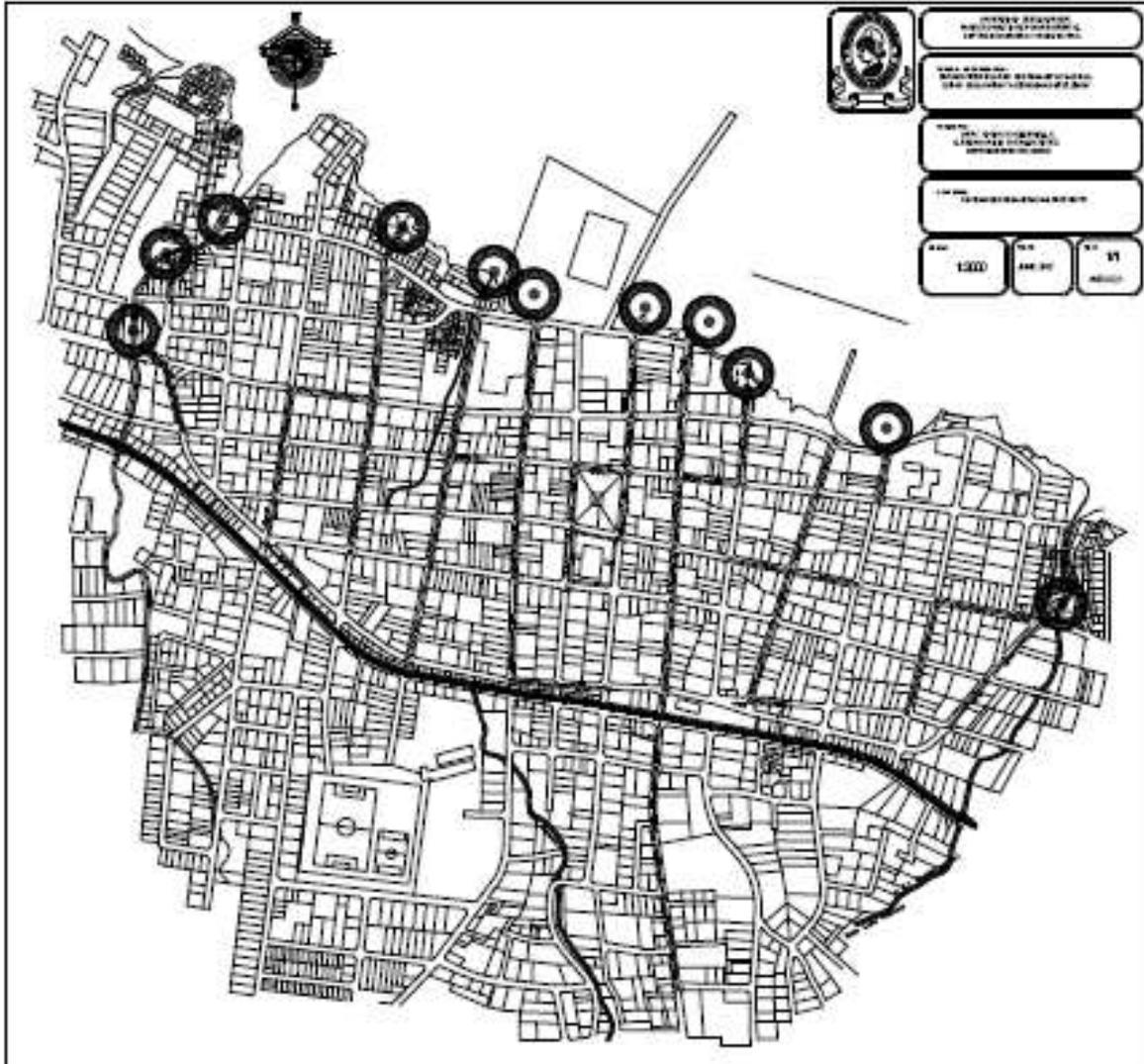
ANEXO 21.

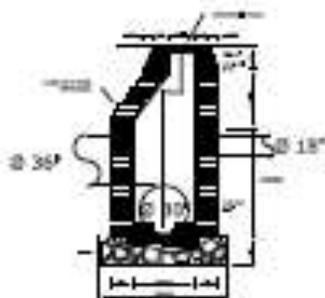
GRAFICO DE RELACIONES PARA ELEMENTOS CIRCULARES.



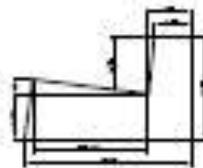
ELEMENTOS HIDRAULICOS
 PORCENTAJE DEL VALOR PARA SECCION LLENA

ANEXO 22.
DETALLE EN PLANTA
DE LA DISTRIBUCION DE LA RED PROPUESTA.

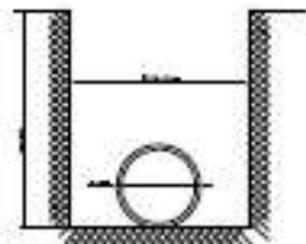




DETALLE DE BIFURCACION
POZO N 22
[SIN ESCALA]



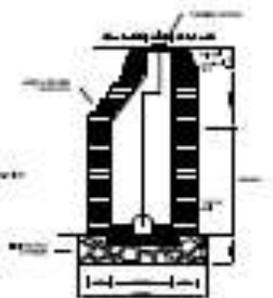
DETALLE DE CUNETA
(SIN ESCALA)



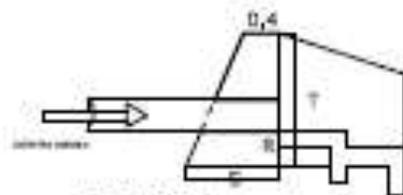
DETALLE DE COLUMNA
(SIN ESCALA)



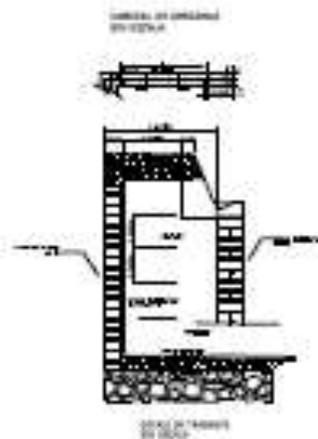
DETALLE DE DESCARGA
SIN ESCALA



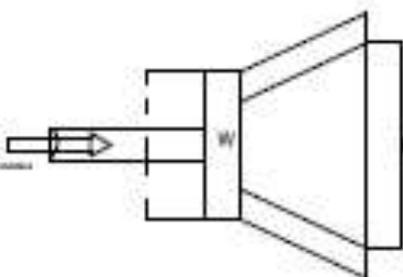
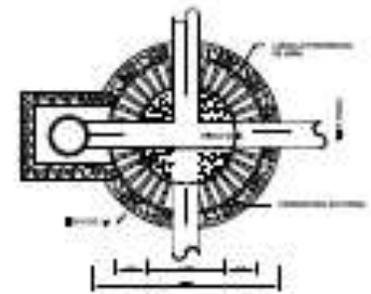
DETALLE DE POZO
SIN ESCALA



ELEVACION



DETALLE DE CUNETA
SIN ESCALA



PLANTA

PROYECTO	UBICACION DEL POZO	ESCALA	FECHA	PROYECTISTA
DETALLE	POZO N 22	1:10	2023	ING. J. GARCIA
		PROYECTO	FECHA	PROYECTISTA
		DETALLE	2023	ING. J. GARCIA