



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y

CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

TEMA

**PREFACTIBILIDAD DEL DRENAJE PLUVIAL EN LA
PARROQUIA POSORJA DEL CANTÓN GUAYAQUIL**

TUTOR

MGTR. JAIME AMÓN VALLE

AUTORES

JOSSELYN ALEJANDRA CADENA MARTILLO

EDISON GUSTAVO CHILES VIVAR

GUAYAQUIL

2022



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Prefactibilidad del drenaje pluvial en la parroquia Posorja del cantón Guayaquil

AUTORES:

Gustavo Edison Chiles Vivar

Josselyn Alejandra Cadena Martillo

REVISORES O TUTORES:

Mgr. Jaime Amón Valle

INSTITUCIÓN: Universidad Laica
Vicente Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido: INGENIERO CIVIL

FACULTAD: INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA: INGENIERO CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:
2022

N. DE PAGS: 65

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción

PALABRAS CLAVE: drenaje pluvial, cuenca hidrográfica, capacidad hidráulica

RESUMEN: El presente proyecto de investigación busca brindar la propuesta para la solución al problema de inundaciones presentados en el sector norte de Posorja con el objetivo de evaluar la capacidad hidráulica de las estructuras de drenaje existentes que se ven influenciadas y afectadas por los cambios de marea que se producen constantemente en el canal de drenaje, el estudio realizado se convertirá en un instrumento de planificación, brindando facilidades para la ejecución de trabajos a futuro. Para la evaluación de los sistemas de drenaje pluvial, se determinaron los caudales de aportación generados por dos cuencas hidrográficas que suman 396 Ha (hectáreas). aproximadamente de la cual 85.13 pertenecen al área urbana, cuyos cauces naturales atraviesan el sector Norte de Posorja.

N. DE REGISTRO (en base de datos):

N. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):

| | | |
|--|--|--|
| ADJUNTO PDF: | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> |
| CONTACTO CON AUTOR/ES: Edison Gustavo Chiles Vivar Josselyn Alejandra Cadena Martillo | Teléfono: 0992290454 0992217885 | E-mail: echilesv@ulvr.edu.ec jcadenam@ulvr.edu.ec |
| CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN: | <p>Mgtr. Milton Andrade Laborde Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción. Teléfono: 04-2596500 Ext. 241 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec</p> <p>Mgtr. Alexis Valle Benítez Director de carrera de Ingeniería Civil Teléfono: 04-2596500 Ext. 242 E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec</p> | |

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO DE CADENA & CHILES

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

3%

★ Submitted to Universidad Laica Vicente

Rocafuerte de Guayaquil

Trabajo del estudiante

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias: < 10 words

Excluir bibliografía

Apagado



Docente Tutor: Ing. Jaime Amón Valle, M.Sc.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

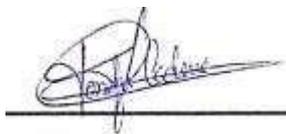
Los estudiantes egresados EDISON GUSTAVO CHILES VIVAR Y JOSSELYN ALEJANDRA CADENA MARTILLO, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, PREFACTIBILIDAD DEL DRENAJE PLUVIAL EN LA PARROQUIA POSORJA DEL CANTÓN GUAYAQUIL, corresponde totalmente los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores



Edison Gustavo Chiles Vivar
C.I. 0921366936



Josselyn Alejandra Cadena Martillo
C.I. 0951823475

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación PREFACTIBILIDAD DEL DRENAJE PLUVIAL EN LA PARROQUIA POSORJA DEL CANTÓN GUAYAQUIL, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: PREFACTIBILIDAD DEL DRENAJE PLUVIAL EN LA PARROQUIA POSORJA DEL CANTÓN GUAYAQUIL, presentado por el estudiante EDISON GUSTAVO CHILES VIVAR Y JOSSELYN ALEJANDRA CADENA MARTILLO como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



MGTR. JAIME AMÓN VALLE

C.C. 0923001085

AGRADECIMIENTO

Primera mente agradezco a Dios todo poderoso por permitirme culminar mi tan ansiada carrera, entre altibajos y caídas me dio la fuerza y las ganas de seguir adelante y no claudicar y tener entre mis manos mi título tan anhelado por tantos años.

Agradezco a la Universidad por darme la oportunidad de concluir mi carrera y ser parte de la institución como un profesional más en conjunto con mis compañeros.

Finalmente, no me queda palabras de agradecimiento a todos los docentes que intervinieron en mis horas de clases, personal de secretaria que nos guiaron a llegar a donde estamos ahora, a un logro más de nuestras vidas.

Edison Gustavo Chiles Vivar

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar expresando mi gratitud a Dios, él es quien permite que sucedan o no las cosas, gracias por la sabiduría, apoyo y fortaleza en cada uno de los momentos de este increíble proceso que he denominado como mi sueño universitario, él es quien me ha acompañado en momentos de debilidad, dificultad, aun mas en aquellos llenos de alegría, por esa razón quedo plenamente agradecida con él por permitirme vivir y disfrutar cada momento de esta etapa.

Gracias a mis padres, por el apoyo incondicional que me han brindado, por ser el motivo e inspiración de mis luchas, siendo ellos mi modelo a seguir a través de la superación, esfuerzo y sacrificio, enseñándome con su ejemplo a valorar cada logro.

Gracias a mi compañero de vida por inspirarme a ser mejor, por estar conmigo en todo momento motivándome a nunca rendirme.

Gracias a cada una de las autoridades de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil que formaron parte de mi crecimiento personal y profesional, gracias por permitirme ser parte de usted.

Josselyn Alejandra Cadena Martillo

DEDICATORIA

Dedico este título a mi madre María Lucila Vivar Campoverde ya que fue la impulsadora para poder concluir con mis estudios, fue el pilar fundamental para seguir adelante en este recorrido de tantos años.

Igualmente, a mi familia que no claudicaron para cumplir mis metas, anhelos para llegar hacer un profesional y ser ejemplo para mi hijo, que con esfuerzo y sacrificio se alcanzan sueños y que traerán recompensas en un futuro no muy lejano.

Edison Gustavo Chiles Vivar

DEDICATORIA

Quiero dedicar con todas las fuerzas de mi corazón esta tesis a Dios, a mis padres Flor María Martillo Lino y Fausto Alcides Cadena Cano, quienes han sido los pilares fundamentales para poder cumplir cada una de mis metas y sueños, gracias por que sin su ayuda esto no sería posible, también va dedicado a mis hermanos y a cada uno de los miembros de mi familia, quienes me acompañaron en este proceso, a Josué Quimi quien siempre ha estado brindándome su apoyo, compañía y amor.

Quiero dedicarle esta tesis a una de las personas más importante en mi vida que físicamente ya no está, pero estoy muy segura que estaría muy orgullosa, Flor Luz Lino Tumbaco, gracias por ser parte de mí, para usted todo mi esfuerzo y dedicación.

Josselyn Alejandra Cadena Martillo

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I..... | 2 |
| DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN | 2 |
| 1.1 Tema: | 2 |
| 1.2 Planteamiento del Problema: | 2 |
| 1.3 Formulación del Problema..... | 3 |
| 1.4 Objetivo General..... | 4 |
| 1.5 Objetivos Específicos | 4 |
| 1.6 Idea a Defender | 4 |
| 1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad. | 4 |
| CAPÍTULO II | 5 |
| MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| 2.1 Marco Teórico: | 5 |
| 2.2 Marco Legal:..... | 9 |
| CAPÍTULO III..... | 10 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 10 |
| 3.1. Enfoque de la investigación..... | 10 |
| 3.2. Alcance de la investigación | 10 |
| 3.3. Técnica e instrumentos para obtener los datos: | 11 |
| 3.4. Población y muestra..... | 11 |
| 3.5. Presentación y análisis de resultados | 12 |
| 3.5.1 Análisis inicial | 12 |
| 3.5.2 Descripción del sistema existente de aguas lluvias del área en estudio | 13 |
| 3.5.3 Bases de diseño para el diagnóstico y la evaluación hidráulica del sistema de drenaje pluvial | 15 |
| 3.5.4 Para el cálculo y dimensionamiento de las estructuras hidráulicas, se ha considerado lo siguiente..... | 19 |
| 3.5.5 Evaluación y diagnóstico del sistema de drenaje pluvial..... | 25 |
| 3.5.6 Propuesta..... | 30 |
| CONCLUSIONES | 37 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Ficha técnica..... | 5 |
| Tabla 2. Recursos naturales bajo presión o degradados..... | 7 |
| Tabla 3. Priorización de problemas y potencialidades biofísicas..... | 8 |
| Tabla 4. Priorización de problemas y potencialidades biofísicas..... | 8 |
| Tabla 5. Valores de c, f y e..... | 15 |
| Tabla 6. Coeficiente de escurrimiento..... | 18 |
| Tabla 7. Valores de C, coeficiente de escurrimiento para diversos tipos de superficies | 18 |
| Tabla 8. Coeficientes de rugosidad de Manning para materiales..... | 20 |
| Tabla 9. Velocidades máximas a tubo lleno y coeficiente de rugosidad recomendados..... | 21 |
| Tabla 10. Velocidades máximas. | 21 |
| Tabla 11. Coeficientes de rugosidad en canales abiertos | 22 |
| Tabla 12. Cuadro de cálculo de caudales de aportación a los canales de drenajes existentes. | 23 |
| Tabla 13. Evaluación de la capacidad hidráulica de las alcantarillas existentes... | 24 |
| Tabla 14. Resumen del dimensionamiento de los canales de drenaje..... | 31 |
| Tabla 15. Resumen del dimensionamiento de las alcantarillas - tipo ducto cajón. | 31 |
| Tabla N° 16. Cálculo del dimensionamiento para el canal “A”..... | 32 |
| Tabla 17. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla - tipo ducto cajón “A” | 33 |
| Tabla 18. Resumen de los cálculos del tramo de transición de sección rectangular de ducto a canal | 34 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mapa Base | 6 |
| Figura 2. Mapa sub cuencas hidrográficas de la Parroquia Rural Posorja..... | 6 |
| Figura 3. Cuenca de aportacion..... | 12 |
| Figura 4. Identificación de los sistemas de drenaje existentes..... | 14 |
| Figura 5. Alcantarilla "A-1" | 26 |
| Figura 6. Alcantarilla "A-2"..... | 26 |
| Figura 7. Alcantarilla "A-3"..... | 27 |
| Figura 8. Alcantarilla "B-1" tipo Ducto cajón..... | 27 |
| Figura 9. Alcantarilla "E-2" tipo ducto cajón | 28 |
| Figura 10. Alcantarilla "E-3" tipo ducto cajón | 28 |
| Figura 11. Alcantarilla "F-1" tipo ducto cajón doble..... | 29 |
| Figura 12. Alcantarilla "F-2" tipo ducto cajón..... | 29 |
| Figura 13. Alcantarilla "C-3" | 30 |
| Figura 14. Evaluación de los sistemas de drenaje de aguas lluvias existentes..... | 35 |
| Figura 15. Sistema de drenaje de aguas lluvias propuesto | 36 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo - 1. Cálculo del dimensionamiento para el canal "B"..... | 41 |
| Anexo - 2. Cálculo del dimensionamiento para el canal "C"..... | 42 |
| Anexo - 3. Cálculo del dimensionamiento para el canal "E" | 43 |
| Anexo - 4. Cálculo del dimensionamiento para el canal "F" | 44 |
| Anexo - 5. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla -tipo ducto cajón "B". | 45 |
| Anexo - 6. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla -tipo ducto cajón doble "C-1-2-3"..... | 46 |
| Anexo - 7. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla -tipo ducto cajón "C- 3"..... | 47 |
| Anexo - 8. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla -tipo ducto cajón "E-1- 2-3"..... | 48 |
| Anexo - 9. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla -tipo ducto cajón doble "F-1"..... | 49 |
| Anexo - 10. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla -tipo ducto cajón "F- 2"..... | 50 |
| Anexo - 11. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla -tipo ducto cajón "F- 3"..... | 51 |
| Anexo - 12. Transición de la alcantarilla "C-1" tipo ducto cajón – Canal "C" ... | 52 |

INTRODUCCIÓN

El despunte demográfico que han evidenciado las ciudades durante el último siglo conllevó a considerables cambios en cuanto a la percepción y tratamiento de muchas variables inmersas en la población; variables tales como: alcantarillado, tratamiento de aguas servidas, desechos domiciliarios, desechos industriales, agua potable, agua lluvia, etc. Referente a las aguas lluvias, no fue sino hasta las últimas décadas que esta variable ganó fuerza (Tucci, 2008). En Suramérica, países como Argentina, Brasil, Perú han enfrentado grandes crisis debido a las inundaciones, ya que su crecimiento rural no estuvo a la par de un acondicionamiento de sus sistemas de drenaje.

Debido al desarrollo demográfico han incrementado también su Infraestructura Urbana, pero como resultado a la falta de un sistema de drenaje pluvial acorde a las necesidades, las inundaciones eran muy frecuentes y representaban pérdidas económicas considerables. La problemática de las inundaciones también es una realidad vigente en las ciudades de Ecuador, en las que se ha suscitado un gran crecimiento demográfico y se ha evidenciado la falta de adecuación de los sistemas de drenaje pluvial; por ello el objetivo de este proyecto de investigación es la de presentar la prefactibilidad de un sistema de drenaje pluvial, en el sector norte de la parroquia Posorja, sector donde comúnmente se inundan, para demostrar la factibilidad técnica de este sistema como alternativa en Ecuador.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema:

Prefactibilidad del drenaje pluvial en la parroquia Posorja del cantón Guayaquil.

1.2 Planteamiento del Problema:

La organización política administrativa de Gobierno Parroquial Rural y el escaso presupuesto que le corresponde limita su accionar; por cuanto, el territorio rural que se gobierna se ha desbordado por el crecimiento poblacional y económico, acelerando un desarrollo urbano territorial desorganizado, que demanda cada vez más servicios complejos de ciudad, situación que, poco a poco va condicionando a los sujetos políticos y económicos a una prospectiva de cantonización.

A diferencia de las parroquias rurales de la cuenca intermedia y alta del Guayas, en que las cuales el modelo de gestión de las necesidades y problemas de los asentamientos humanos se basa en la incidencia que ejercen los barrios de la cabecera parroquial y el conjunto de sus recintos en su Gobierno Parroquial Rural, en la Parroquia Posorja, como “gobierno rural”, tiene las características de gestión que corresponde a una de las tantas Parroquias Urbanas periféricas o satelitales de la ciudad de Guayaquil. En esta medida, se puede decir, que existe una íntima relación causal entre el déficit público de dotación de servicios con la colonización des planificada de nuevos asentamientos y una tradicional forma de organización social para conseguir superar dicho déficit y la improvisación de hábitat. Las políticas de gestión de infraestructura o equipamiento socio-comunitario tienden a incorporar a los barrios y a las organizaciones como receptores pasivos de la

modernidad. Esta tradición en la política pública en la asignación de los activos comunitarios es característica en el desarrollo urbano marginal de la ciudad de Guayaquil.

La parroquia Posorja territorialmente, junto con otros cuatros parroquias rurales se articula política y administrativamente a la perla del pacifico; históricamente no ha logrado erradicar las barreras que limitan el proceso de dispersión de las libertades reales que regocijan los individuos, debido a la falta de planificación y ordenación territorial del espacio geográfico.

Posorja, parroquia rural de Guayaquil, vivió la madrugada del lunes 3 de abril del 2017 cinco horas de lluvias intensas que inundaron calles y viviendas de cinco de sus barrios ubicados en las zonas bajas, Cerca de un 10% de la superficie del poblado fue afectado, los canales naturales tienen desfogue hacia el mar, pero la lluvia coincidió con marea alta con lo que se desbordó el agua informó Jorge Banchón presidente de Junta Parroquial. (El comercio, 2017)

Ante estos antecedentes, este documento propone la prefactibilidad, que parte del diagnóstico del sistema pluvial de drenajes para entender los desafíos y plantear estrategias en el presente que permitan alcanzar en el futuro el bienestar humano. La visión está ligada a la planificación que la sociedad requiere para transitar hacia el progreso de la parroquia.

1.3 Formulación del Problema:

¿Es necesario proponer un plan maestro de drenaje de los cauces naturales que atraviesan el sector norte de la parroquia Posorja?

1.4 Objetivo General

Proponer a nivel de prefactibilidad el sistema de drenaje pluvial de la zona norte de la parroquia Posorja.

1.5 Objetivos Específicos

- Delimitar la cuenca hidrográfica del área de estudio.
- Determinar la infraestructura del sector.
- Proponer el diseño del plan de drenaje de la zona norte.

1.6 Idea a Defender

La propuesta a nivel de prefactibilidad del plan de drenaje pluvial permitirá contribuir a la solución del problema de colapsos en el sistema de drenaje y mejorará la calidad de ambiente para los habitantes del sector.

1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad.

Dominio: Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco amigable, industria y desarrollo de energías renovables.

Línea institucional: Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción, sub línea de facultad – habitad y vivienda.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Teórico:

En la medida que avanza la planificación nacional que parte de promover el desarrollo de la industria estratégica de astilleros del pacífico, el desarrollo de proyectos residenciales, puertos de aguas profundas, siderúrgicas y demás inversiones de escala local y regional, se va haciendo más preciso el fortalecimiento de las capacidades de gestión del Gobierno Parroquial Rural de Posorja y sus organizaciones territoriales de base, para encarar conjuntamente con otras instituciones del sector público la adecuada planificación espacial en los usos del suelo y con las empresas privadas la necesaria responsabilidad social y ambiental, que contribuya a reducir las brechas de exclusión social y económicas existentes, y mitigar, la presión urbana que garantice la consolidación organizada de asentamientos humanos y una Parroquia Rural que crece organizada y en Buen Vivir hacia una posibilidad de cantonización que le dote de la necesaria autonomía política y económica para superar las desigualdades. (Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquia rural Posorja 2019-2024)

Tabla 1. *Ficha técnica*

| Parroquia Rural Posorja | |
|----------------------------|---|
| Ubicación | Ubicado a 120 km de la ciudad de Guayaquil en la unión del Océano Pacífico y el río Guayas, Posorja es la cuarta Parroquia Rural de las cinco que tiene este cantón. Está ubicada al suroeste del cantón, y está limitada al norte por la parroquia de El Morro, al este por el canal de El Morro al sur por el golfo de Guayaquil y al oeste por el cantón General Villamil. |
| Fundación | 27 de Junio de 1894 |
| Territorio | Ocupa una extensión de 73,18 km ² . |
| Población | 24.136 habitantes / densidad poblacional de 329,81 habitantes por km ² . |
| Vocación productiva | Industria portuaria, fundamentalmente pesca industrial y artesanal; turismo; agricultura con límites. |
| Identidad Cultural | Pueblo Huancavilca, Montubio, Afro y Mestizo |
| Zonificación | Pertenece a la Zona 8 |

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquia rural Posorja 2019-2024

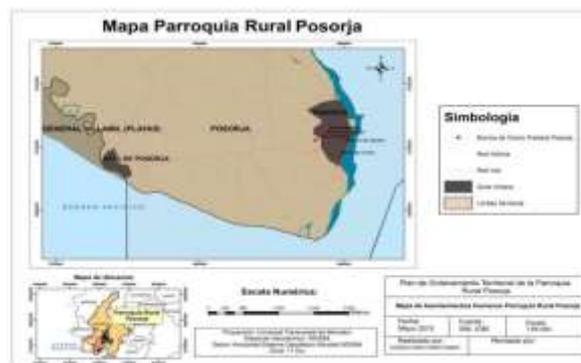


Figura 1. Mapa Base

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquia rural Posorja 2015-2019

La parroquia por su posición geográfica forma parte del estuario la cuenca del Río Guayas, subcuencas: río Salitre, río Bapado y río Los Tintos. Presencia en el territorio de los esteros: Estero del Morro, Estero Sabanilla, Estero La Jigua, Callejón de la Pitaya y el Estero Data de Posorja, el mismo que desemboca en el Golfo de Guayaquil. El territorio presenta importantes áreas de manglar que se encuentran amenazadas por la extensión de camaroneras y por la tala de los mismos, además presenta lagos y lagunas en toda su extensión y territorio marino, además de la contaminación de los canales por vertidos de la industria atunera, basura de los centros poblados por falta de servicio de recolección de basura y contaminación por aguas servidas por falta de servicio de alcantarillado.



Figura 2. Mapa sub cuencas hidrográficas de la Parroquia Rural Posorja

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquia rural Posorja 2019-2024

La parroquia también presenta ecosistema oceánico, de igual manera afectado por la sobrepesca y la contaminación marina de la industria atunera quienes no cumplen de manera adecuada con lo establecido en su plan de manejo y estudio de impacto ambiental.

Tabla 2. Recursos naturales bajo presión o degradados

| Recurso | Descripción del recurso bajo presión | Causa de degradación | Nivel de afectación |
|---------|---|---|---------------------|
| Flora | Manglares y Bosque Nativo | Tala, deterioro y contaminación por la expansión de camaroneras, contaminación de la industria atunera y del puerto de aguas profundas. | Alta |
| Fauna | Fauna oceánica | Turismo, industria atunera, presión de sobrepesca, ruido por embarcaciones. | Alta |
| Agua | Ríos y esteros | Contaminación por basura de los centros poblados por falta de servicio de recolección de aguas servidas por falta de servicio de agua potable, y compuestos provenientes de industria atunera. | Alta |
| Mar | Franja Oceánica por proyecto de extracción de combustibles fósiles. | Contaminación por residuos de la industria atunera, futuros impactos ambientales, si como la circulación de barcos cargueros al puerto de aguas profundas | Alta |
| Aire | El ambiente en general | Quema de basura debido a la falta de servicio de recolección de basura y de un centro de acopio de basura. Olores emanados de los desechos de la industria atunera y de las aguas de camarón vertidas en las calles | Alta |

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquia rural Posorja 2019-2024

Amenazas, vulnerabilidad y riesgos: Las principales amenazas que atraviesa la parroquia son ocurridas por las inundaciones, sobre todo en época de invierno, las superficies más afectadas son las que se encuentran cerca a los distintos cuerpos de agua, por otro lado, también tenemos sequias prolongadas y erosión así mismo se presenta un mapa del riesgo por movimiento de masas de la parroquia que ponen en riesgo la producción y sanidad de la parroquia.

Síntesis del componente Biofísico, problemas y potencialidades

Tabla 3. Priorización de problemas y potencialidades biofísicas

| Variables | Problemas | Líneas de Acción |
|---------------------|---|--|
| Relieve | Alteración de la composición taxonómica de los relieves especialmente actividad acuícola. | Cumplimiento de los Estudios de impacto ambiental para actividades acuícolas como la pesca industrial de Atún y camaronerías. Realizar Talleres de capacitación y concientización; formación de brigadas para el control en los recintos y comunidades. Crear incentivos que permita mantener limpio el ambiente; fomentar programas de recolección y tratamiento de residuos sólidos (reciclaje, reutilización) Solicitar al GAD municipal que el carro recolector para más días a la semana actualmente pasan dos días. Impulsar un adecuado manejo del recurso hídrico, tecnificar el sistema de riego y Capacitación de productores en tecnologías adecuadas de manejo y aprovechamiento del recurso |
| Suelos | Contaminación por desechos de los centros poblados, industria atunera y camaronerías. | |
| Agua | Contaminación de fuentes de agua por desechos de la industria Atunera y camaronería, de igual forma el mal manejo de desechos sólidos de los centros poblados, la falta de un buen sistema de alcantarillado. | |
| Cobertura del suelo | El suelo destinado a la agricultura es escaso, muchas personas tienen que arrendar parcelas de tierra para cultivar. | |
| Geología | Erosión del suelo por factores eólicos y por inundaciones | |

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquia rural Posorja 2019-2024

Tabla 4. Priorización de problemas y potencialidades biofísicas

| POTENCIALIDADES | | |
|----------------------------------|--|---|
| Variables | Potencialidades | Línea de Acción |
| Relieve | Territorio plano, con capacidad para la producción de cultivos de ciclo corto | Crear políticas de producción y de mercado de la agricultura familiar y campesina que permitan potencializar y diversificar la producción agrícola con cultivos permanentes como: la caña de azúcar, banano y cacao, cultivos estacionales como: arroz, maíz, frutales (mango, papaya, cítricos, etc.), hortalizas (pimiento, pepino, tomate, cebolla, verduras) entre otras. |
| Suelos | Suelos aptos para la agricultura. | |
| Cobertura del suelo | Suelos productivos se podría diversificar la producción | |
| Geología | Presencia de yacimientos de combustibles fósiles. | |
| Recursos Naturales No Renovables | Presencia de Combustibles fósiles en el territorio de la parroquia | |
| Clima | Por su ubicación geográfica las condiciones climáticas favorecen a la agricultura, y la pesca artesanal y el turismo | Garantizar una participación de la parroquia en todo el proceso desde la prospección hasta la explotación e incluso de las rentas petroleras |
| Agua | Grandes extensiones de costa, manglar y canales en el territorio que permite el desarrollo de la pesca, turismo e industria. | |
| Ecosistemas | Existe presencia de ecosistemas de manglar en la franja oceánica, bosque deciduo de tierras bajas y vegetación arbustiva y herbácea, lo que permite la captura de carbón y un atractivo turístico. | |
| Recursos Naturales degradados | Existe una alta biodiversidad de fauna y flora representativa de estos Ecosistemas presentes en el territorio. | |

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquia rural Posorja 2019-2024

2.2 Marco Legal:

En el cuerpo legal de la carta magna vigente en la República del Ecuador desde octubre de 2008, dispone planificar el desarrollo nacional teniendo como objeto propiciar la equidad social y territorial. La propuesta de desarrollo nacional busca que la población a través de la realidad territorial en donde geográficamente se ubique construya una expresión espacial más justa, productiva y sostenible que le permita tener el buen vivir.

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDyOT) es un instrumento técnico de planificación y gestión de corto, mediano y largo plazo que orienta de manera integral el desarrollo y el ordenamiento del territorio parroquial de Posorja. La actualización del PDyOT es una obligación establecida por el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización–COOTAD, y el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, que determinan que los gobiernos parroquiales tienen competencias exclusivas para planificar el desarrollo parroquial y su correspondiente ordenamiento territorial, en coordinación con el gobierno cantonal y provincial.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación presenta enfoque cualitativo, ya que se enfoca en la recopilación de información debido a que la propuesta es a nivel de pre factibilidad, el sector cuenta con alcantarillas construidas de ductos cajones y tuberías de hormigón armado para liberar las aguas lluvias, las mismas que se han construido de acuerdo a las necesidades del momento y no se ha elaborado un plan de drenaje integral del sector.

3.2. Alcance de la investigación

El alcance de la siguiente investigación es exploratorio y descriptivo, ya que se enfocará en evaluar los caudales de aportación que se generan en la cuenca hidrográfica que atraviesa por el sector norte de Posorja, conformado por el barrio Bellavista, Martha de Roldós, Barrio la Fortuna considerando las Intensidades de lluvia y sus periodos de retornos, las capacidades de drenaje de las alcantarillas tipo ducto cajones existentes y la influencia de la marea que se producen en las descargas del canal El Morro

Los drenajes de la zona norte, están conformados por canales naturales existentes con pasos de alcantarillas tipo ductos cajones en los cruces de vías. Las descargas de los canales naturales, así como los de los colectores pluviales existentes se ven influenciados y afectados por los cambios de marea que se producen

constantemente en el canal de drenaje pluvial. El sector norte además de tener la influencia de la marea en su descarga, presenta aportación de una cuenca aguas arriba, cuyas aguas se suman a los canales naturales existentes produciéndose inundaciones y afectaciones en el área.

3.3. Técnica e instrumentos para obtener los datos:

- Revisión bibliográfica de casos de estudios
- Revisión del Plano digital correspondiente a la carta topográfica de “POSORJA” en escala 1:50000 del Instituto Geográfico Militar (IGM).
- Levantamiento de información del sector
- Plano topográfico de la zona
- Investigaciones de tablas de mareas INOCAR

3.4. Población y muestra

La población total referente al área es de 396 Ha, y para la muestra se empleará el área de estudio de 34 Ha. aproximadamente y de topografía irregular correspondiente al sector norte, se encuentra atravesada por tres cauces naturales que se unen en uno solo y descargan hacia el mar. Los canales se forman producto de una cuenca hidrográfica de aportación de aprox. 396 Ha.

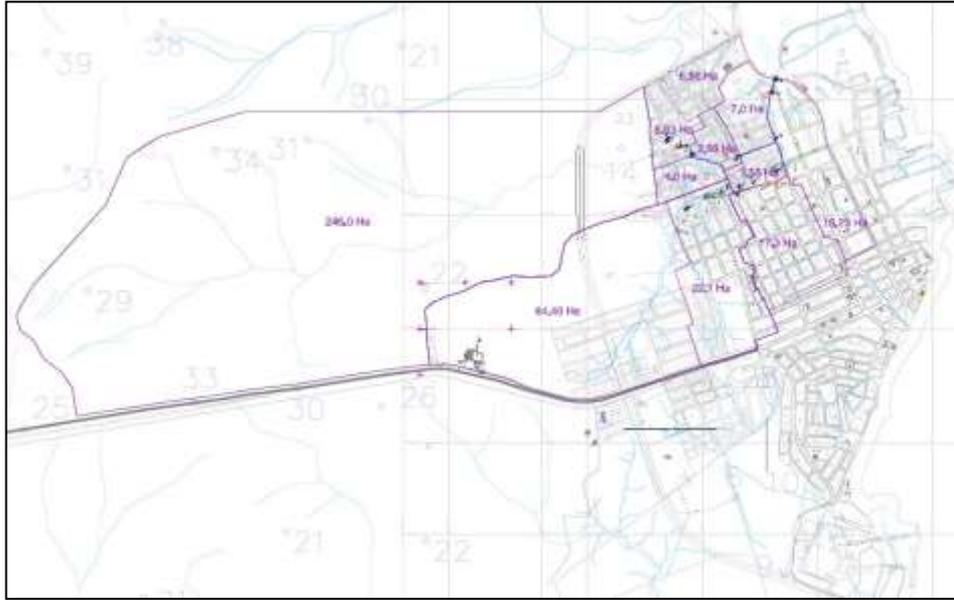


Figura 3. Cuenca de aportación
Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

3.5. Presentación y análisis de resultados

3.5.1 Análisis inicial

En las tablas de predicción diaria de mareas del INOCAR se registran valores para los niveles de pleamar y bajamar. En los niveles de pleamar se observan entre los máximos valores +2.90 y +2.80 referenciados a cotas IGM son (0.95 y 0.85 msnm), los niveles de bajamar se observan valores hasta 0.00 referenciado a cota IGM será de -1.95 msnm. La cota de descarga en el ducto cajón principal de descarga de drenaje pluvial es de +0.40 msnm y el registro de pleamar es de +0.95 msnm, existiendo una ocupación de 0.55 m de la marea en la sección debido a la influencia de la marea, lo que provoca inundación del sector cuando ocurre los momentos de máxima precipitación y pleamar en el sector, lo que hace ver como influencia negativa para el sistema de drenaje pluvial del sector.

3.5.2 Descripción del sistema existente de aguas lluvias del área en estudio

El área de estudio es de topografía irregular cuyas cotas varían desde +2.00 IGM en las partes bajas y +25.00 en las partes altas. Debido a dos cuencas hidrográficas de aportación se han conformado dos cauces naturales que se unen y descargan en el canal El Morro. Se identificó las estructuras existentes con el fin de marcar los problemas existentes del sistema de drenaje pluvial:

Se identificó a los canales de drenaje con letras del abecedario, como canal A, B, C, D, E y F;

Se identificó a las alcantarillas con la identificación del canal en donde se encuentran más un orden numérico en sentido del flujo hacia la descarga del sistema, es decir alcantarilla A1, A2 y A3; alcantarilla B1; alcantarilla C1, C2 y C3; alcantarilla D1; alcantarilla E1, E2 y E3; alcantarilla F1, F2 y F3.

El drenaje de las vías se realiza de forma superficial hacia los cauces naturales, algunas vías se han adoquinado y colocado sumideros y colectores para el drenaje de las mismas. Los cauces o canales existentes del sector son de tierra y sus secciones de forma irregular, se encuentran erosionados; y las alcantarillas que se han construido para el paso de las aguas lluvias en las vías son de dos tipos; con tuberías circulares. y con ductos cajones, ambos de hormigón armado.

El canal principal de drenaje es el "C" el mismo que recibe toda la aportación de la cuenca hidrográfica, con un total de 395.53 Ha. El canal "C" está conformado por la aportación de dos canales, uno conformado por la aportación de los canales "A" y "B" que suman 255.39 Ha, y el segundo por los canales "D", "E" y "F" que suman 111.35 Ha.



Figura 4. Identificación de los sistemas de drenaje existentes
Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

3.5.3 Bases de diseño para el diagnóstico y la evaluación hidráulica del sistema de drenaje pluvial

1. Periodo de retorno con frecuencia de 10 años.

2. Ecuación de Intensidad de Lluvia elaborada por Interagua

- **Curva intensidad duración frecuencia (Guayaquil).** - Existe un gran número de aproximaciones empíricas que relacionan la Intensidad (i), la duración (t) y el periodo de retorno (T). Por lo tanto, la curva I-D-F empírica viene dada por la unión de los puntos de igual frecuencia de ocurrencia y diferente duración e intensidad. Para este caso la intensidad de lluvia será calculada a través de las ecuaciones pluviométricas, determinadas mediante el Plan Maestro de Aguas Lluvias de Interagua

para las frecuencias de 5, 10 y 25 años:
$$I(t_c) = \frac{c}{t_c^e + f}$$

Dónde: I = intensidad de lluvia en mm/h; t_c = tiempo de concentración en minutos; T = frecuencia en años.

- Los valores de c , f y e para diferentes tiempos de retorno se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 5. Valores de c , f y e .

| Periodo de retorno T (años) | Ecuación curvas I-D-F | | |
|----------------------------------|-----------------------|------|-------|
| | c | f | e |
| 5 | 570.75 | 2.35 | 0.508 |
| 10 | 521.00 | 1.49 | 0.45 |
| 25 | 486.47 | 0.88 | 0.40 |

Fuente: Interagua, (2011)

3. Caudal de diseño por el método racional

- **Método racional:** Este método supone que una lluvia de intensidad constante cae de manera uniforme en la cuenca de estudio durante un largo tiempo. Al principio, el gasto que sale de la cuenca será creciente con el tiempo, pero llegará un momento en el que se alcance un punto de equilibrio, es decir, en el que el volumen que entra por unidad de tiempo por la lluvia sea el mismo que el gasto de salida de la cuenca. (Aparicio, 1992). Cuando la cuenca alcanza un punto de equilibrio, mencionado en el párrafo anterior, habrá transcurrido un tiempo, denominado tiempo de concentración. La expresión general para calcular el caudal máximo en una sección de escurrimiento dado, mediante este método es: $Q = 0.00278 \times C \times I \times A$

Dónde: Q= caudal de escurrimiento en m³/seg; C= coeficiente de escurrimiento (adimensional); A= área de la cuenca hidrológica o área de drenaje en (Ha.); i=intensidad de la lluvia en (mm/h).

4. Ecuación de Kirpich para cálculo de tiempo de escurrimiento

- **Tiempo de concentración.** - Se lo define como el tiempo necesario (t_c) para que una gota de agua llegue desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto donde se necesita estimar el caudal de escurrimiento. Para calcular el caudal de escurrimiento, se debe asumir que el valor de la intensidad media de la lluvia, es el correspondiente a una duración t , de lluvia igual al tiempo de concentración t_c . Para el presente estudio se utilizará la ecuación de Kirpich desarrollada para pequeñas cuencas montañosas por California Culverts Practice (1942).

$$t_c = 60 * (0.87 * (L^3 / H))^{0.385}$$

Dónde: L = Longitud del curso de agua más largo en Km; H = Diferencia de nivel entre la divisoria de agua y la salida, en metros; tc = Tiempo de concentración.

- El valor de tc se obtiene mediante la suma de concentración inicial y el tiempo de recorrido. $t_c = t_i + t_r$

Dónde: ti = Tiempo inicial (minutos); tr = Tiempo de recorrido (minutos).

- **Tiempo inicial.** - Es el tiempo requerido, expresado en minutos, para que el agua fluya por la superficie del terreno hasta la primera entrada del sistema de recolección. Para calcular el tiempo de concentración se han desarrollado un sinnúmero de ecuaciones que se encuentran en la literatura técnica, y cuya utilización no se justifica para áreas urbanas de pequeño tamaño, por lo que se utilizará los tiempos de concentración iniciales, recomendados en las Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes, IEOS 1992 y de Interagua.
- **Tiempo de recorrido.** - Es el tiempo requerido, expresado en minutos, para que el agua fluya en la alcantarilla desde la primera boca hasta el punto donde se desea determinar el tamaño de la misma. Para el cálculo de este tipo se empleará la siguiente expresión: $t_r = L / (60 * V)$

5. Coeficiente de escurrimiento para zonas centrales densamente construidas = 0.80 (tabla 6).

Es el factor que determina la porción del agua lluvia que no es retenida por la superficie donde cae y fluye libremente hacia los receptores, depende de los siguientes parámetros: Tipo de superficie, Pendiente del terreno y Obras de desagüe existentes. Para frecuencias entre 2 y 10 años, se recomienda los siguientes valores de C.

Tabla 6. *Coeficiente de escurrimiento*

| Tipo de Zona | Valores de C |
|--|---------------------|
| Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas | 0.7 – 0.9 |
| Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas | 0.7 |
| Zonas residenciales medianamente pobladas | 0.55 – 0.65 |
| Zonas residenciales con baja densidad | 0.35 – 0.55 |
| Parque, campos de deportes | 0.1 – 0.2 |

Fuente: (IEOS, 1992).

6. Coeficiente de Escurrimiento compuesto para superficies no pavimentadas = 0.30 (tabla 7).

Tabla 7. *Valores de C, coeficiente de escurrimiento para diversos tipos de superficies*

| Tipo de superficie | valores de C |
|--|---------------------|
| Cubierta metálica o teja vidriada | 0.95 |
| Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada | 0.9 |
| Pavimentos asfálticos en buenas condiciones | 0.85 a 0.9 |
| Pavimentos de hormigón | 0.8 a 0.85 |
| Empedrados (juntas pequeñas) | 0.75 a 0.8 |
| Empedrados (juntas ordinarias) | 0.4 a 0.5 |
| Pavimentos de macadam | 0.25 a 0.6 |
| Superficies no pavimentadas | 0.1 a 0.3 |
| Parques y jardines | 0.05 a 0.25 |

Fuente: IEOS (1992).

3.5.4 Para el cálculo y dimensionamiento de las estructuras hidráulicas, se ha considerado lo siguiente

- *Caudal en conductos*

Caudal de la tubería: El cálculo del caudal de agua viene expresado por la

ecuación de continuidad: $Q = V \cdot S$

Dónde: Q = Es el caudal (m³/sg); V = Es la velocidad (m/sg); S = Es la sección de la tubería (m²).

- *Diámetro de la tubería.*

Los gastos obtenidos por el método racional se utilizarán para el cálculo de los diámetros de la tubería con las fórmulas descritas a continuación, que dan un resultado teórico del mismo, el cual deberá revisarse con los diámetros comerciales más cercanos. Para la obtención del diámetro en cm. de la fórmula de Manning (1906): $D_{cm} = (691000 \times Q \times n / S^{1/2})^{3/8}$

Dónde: Dcm = Diámetro interior del tubo, en cm; Q = Gasto requerido en m³/sg; n = Coeficiente de rugosidad; S = Perdida de energía, en metros, donde S=hf/L; hf =Perdida de carga por fricción; L = Longitud de la línea de conducción.

Para la obtención del diámetro en metros de la fórmula de Manning (1906):

$$D = (3.208 \times Q \times n / S^{1/2})^{3/8}$$

Dónde: D = Diámetro interior del tubo, en metros; Q = Gasto requerido en m³/sg; n = Coeficiente de rugosidad; S = Perdida de energía en metros.

Velocidad de flujo en conductos mediante la fórmula de Manning 1889:

$$v = \frac{(rh^{2/3} \times S^{1/2})}{n} \quad \text{y} \quad rh = A/pm$$

Dónde: v = Velocidad media del flujo en m/sg; rh = Radio hidráulico de la tubería parcial; n = Coeficiente de fricción; S = Pendiente; A = Área transversal del flujo en m^2 .; pm = Perímetro mojado en metros.

- *Coeficiente de rugosidad para conductos cerrados $n=0.013$*

Tabla 8. *Coeficientes de rugosidad de Manning para materiales*

| coeficiente de rugosidad de Manning de materiales | | | |
|---|-------------|-------------------------------|-------------|
| Material | N | Material | N |
| Plástico (PE, PVC) | 0,006-0,010 | Fundición | 0,012-0,015 |
| Poliéster reforzado con fibra de vidrio | 0,009 | Hormigón | 0,012-0,017 |
| Acero | 0,010-0,011 | Hormigón revestido con gunita | 0,016-0,022 |
| Hierro galvanizado | 0,015-0,017 | Revestimiento bituminoso | 0,013-0,016 |

Fuente: Manning (1890).

- *Velocidad mínima de auto limpieza a sección llena $v=0.90m/s$*

La velocidad mínima a utilizarse será de 0,9 m/s a tubo lleno, para caudal máximo instantáneo en cualquier época del año según Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes, (IEOS, 1992).

Tabla 9. *Velocidades máximas a tubo lleno y coeficiente de rugosidad recomendados*

| Material | Velocidad máxima m/s | Coficiente de rugosidad |
|--|-------------------------|-------------------------|
| Hormigón simple: | | |
| Con uniones de mortero. | 4 | 0,013 |
| Con uniones de neopreno para nivel freático alto | 3,5 – 4 | 0,013 |
| Asbesto cemento | 4,5 – 5 | 0,011 |
| Plástico | 4,5 | 0,011 |

Fuente: (IEOS, 1992).

- *Velocidad máxima de $v=5.0$ para concreto normal*

Las velocidades máximas permisibles en las redes de aguas de lluvias serán función del material de las tuberías y de las indicaciones del fabricante.

Tabla 10. *Velocidades máximas.*

| Tipo de Material de la tubería | Velocidad máxima (m/sg) |
|---|----------------------------|
| Acero | 6,0 |
| Cloruro de Polivinilo (PVC) | 10 |
| Acero con recubrimiento de mortero centrifugado | 4,5 |
| Cobre | 4,0 |
| Concreto normal | 5,0 |
| Concreto reforzado | 6,5 |
| Ladrillo común | 3,0 |
| Gres | 5,0 |
| Hierro Dúctil con recubrimiento de mortero centrifugado | 4,5 |

Fuente: Normas EMAPAG-EP

- *Coefficiente de rugosidad para canales abiertos con poca malezas y hierbacorta n=0.24*

Tabla 11. *Coefficientes de rugosidad en canales abiertos*

| Condiciones del caudal de agua | n | 1/n |
|--|-------|-------|
| Canales de tierra sin revestir | | |
| Tierra limpia y uniforme; canales recién ultimados | 0.017 | 58.82 |
| Curvatura suave, en légamo o arcilla sólidos, con depósitos de fango, sin crecimiento de vegetación, en condiciones normales | 0.025 | 40.00 |
| Hierba corta, pocas malezas | 0.024 | 41.67 |
| Malezas densas en aguas profundas | 0.032 | 31.25 |
| Suelo accidentado con piedras | 0.035 | 28.57 |
| Mantenimiento escaso, malezas tupidas en toda la altura del caudal | 0.040 | 25.00 |
| Fondo limpio, arbustos en los taludes | 0.070 | 14.29 |
| Canales revestidos | | |
| Ladrillos de mortero de cemento | 0.020 | 50.00 |
| Hormigón, piezas prefabricadas, sin terminar, paredes rugosas | 0.015 | 66.67 |
| Hormigón, acabado con paleta, paredes lisas | 0.013 | 76.92 |
| Ladrillos, paredes rugosas | 0.015 | 66.67 |
| Ladrillos, paredes bien construidas | 0.013 | 76.92 |
| Tablas, con crecimiento de algas/musgos | 0.015 | 66.67 |
| Tablas bastante derechas y sin vegetación | 0.013 | 76.92 |
| Tablas bien cepilladas y firmemente fijadas | 0.011 | 90.91 |
| Membrana de plástico sumergida | 0.027 | 37.04 |
| Conducciones elevadas / Canaletas / Acueductos. | | |
| Hormigón | 0.012 | 83.33 |
| Metal liso | 0.015 | 66.67 |
| Metal ondulado | 0.021 | 47.62 |
| Madera y bambú (lisos) | 0.014 | 71.43 |

Fuente: Manning 1890

Datos:

Intensidad (I)= $I(Tc) = c / (tc^e + f)$, Caudal (Q)= $2.78 * C * I * A$, $tc = 60 * (0.87 * (L * 3 / H)) * 0.385$, Periodo retorno 10 años

Tabla 12. Cuadro de cálculo de caudales de aportación a los canales de drenajes existentes.

| Descripción | Area ha | C | L km | H | Coeficientes | | | Area Equiv. | tc min | i mm/hora | Caudal de aporte de la cuenca | | Parcial/s | Caudal | | |
|-----------------------|------------|------|---------|-------|--------------|------|--------|----------------|-----------|--------------|-------------------------------|-------------------|-----------|------------------|------------------|-------------------|
| | | | | | e | f | c | | | | l/s | m ³ /s | | Adicional l/s | Acumulado l/s | m ³ /s |
| Canal A | * | 0,30 | 2,86 | 22,60 | 0,45 | 1,49 | 521,00 | 73,80 | 7,63 | 130,73 | 8.046,28 | 8,05 | 8.046,28 | 8.046,28 | 8,05 | |
| L= 283m | ** | 0,80 | 0,35 | 18,34 | 0,45 | 1,49 | 521,00 | 4,66 | 1,15 | 203,90 | 2.115,01 | 2,12 | 2.115,01 | 10.161,29 | 10,16 | |
| Canal B | ** | 0,80 | 0,31 | 14,04 | 0,45 | 1,49 | 521,00 | 2,85 | 1,33 | 198,30 | 1.255,99 | 1,26 | 1.255,99 | 11.417,28 | 11,42 | |
| L= 368m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Canal C | *** | 0,80 | 0,50 | 18,04 | 0,45 | 1,49 | 521,00 | 5,25 | 1,67 | 189,46 | 2.211,29 | 2,21 | | 2.211,29 | 13.628,57 | 13,63 |
| L= 300m | ** | 0,80 | 0,46 | 0,71 | 0,45 | 1,49 | 521,00 | 5,60 | 39,06 | 77,84 | 969,42 | 0,97 | 969,42 | 14.597,99 | 14,6 | |
| | *** | 0,80 | 0,69 | 11,93 | 0,45 | 1,49 | 521,00 | 12,18 | 3,49 | 160,59 | 4.351,50 | 4,35 | 4.351,50 | 16.271,79 | 35.221,28 | 35,22 |
| Canal D | ** | 0,80 | 0,28 | 4,54 | 0,45 | 1,49 | 521,00 | 3,20 | 3,72 | 158,08 | 1.125,04 | 1,13 | 1.125,04 | | | |
| L= 226m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Canal E | * | 0,30 | 1,25 | 21,41 | 0,45 | 1,49 | 521,00 | 19,32 | 3,52 | 160,22 | 2.581,62 | 2,58 | 2.581,62 | 2.581,62 | 2,58 | |
| L= 419m | ** | 0,80 | 0,94 | 20,41 | 0,45 | 1,49 | 521,00 | 17,68 | 2,78 | 169,52 | 6.665,54 | 6,67 | 6.665,54 | 9.247,16 | 9,25 | |
| Canal F | * | 0,80 | 0,26 | 0,31 | 0,45 | 1,49 | 521,00 | 2,84 | 50,57 | 71,04 | 448,67 | 0,45 | 448,67 | 9.695,83 | 9,7 | |
| L= 365m | ** | 0,80 | 0,68 | 17,90 | 0,45 | 1,49 | 521,00 | 13,84 | 2,29 | 177,09 | 5.450,92 | 5,45 | 5.450,92 | 1.125,04 | 16.271,79 | 16,27 |
| Caudal Total = | | | | | | | | | | | 35.221,28 | 35,22 | | | | |

*= Area de aporte de cuenca hidrográfica.

** = Area propia de cuenca urbana.

*** = Area adicional de cuenca urbana.

Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

Datos: $Q=A*V$; $V=(1/n)*Rh^{2/3}*S^{1/2}$, $n=0.013$

Tabla 13. Evaluación de la capacidad hidráulica de las alcantarillas existentes

| Descripción | Caudal Q max l/s | Material | Tipo de Estructura | Long. de Estructura m | Dimensiones | | | Cantida d | Datos hidráulicos de la tubería | | | | Cumple Hidráulicamente | Observaciones |
|-------------------------------|------------------------|----------|-----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|--------------|---------------------------------|------|-----------|------|---------------------------|--|
| | | | | | diám mm | base m | altura m | | I 0/00 | Vm/s | Ql/s | q/Q | | |
| Alcantarilla A-1 - en canal A | 10,161.29 | H. A. | Tub. Circular | 14.00 | 1100 | | | 2 | 3.00 | 1.78 | 3,390 | 3.00 | NO | Instaladas provisionalmente, no cuentan con las protecciones adecuadas, en mal estado. |
| Alcantarilla A-2 - en canal A | 10,161.29 | H. A. | Tub. Circular | 14.00 | 1200 | | | 1 | 3.00 | 1.89 | 2,138 | 4.75 | NO | |
| Alcantarilla A-3 - en canal A | 10,161.29 | H. A. | Tub. Circular r | 6.00 | 1500 | | | 4 | 3.00 | 2.19 | 15,503 | 0.66 | SI | |
| Alcantarilla B-1 - en canal B | 11,417.28 | H. A. | Ducto cajón | 8.00 | | 3.00 | 1.60 | 1 | 3.00 | 3.52 | 16,348.79 | 0.70 | SI | Se encuentran en buen estado y con los elementos de protección adecuados |
| Alcantarilla C-1 - en canal C | 35,221.28 | H. A. | Ducto cajón | 11.00 | | 4.00 | 1.60 | 1 | 3.00 | 3.85 | 23,865.17 | 1.48 | NO | Se encuentran en buen estado y con los elementos de protección adecuados |
| Alcantarilla C-2 - en canal C | 35,221.28 | H. A. | Ducto cajón | 18.00 | | 3.00 | 1.80 | 2 | 3.00 | 3.65 | 38,368.12 | 0.92 | SI | Se encuentran en buen estado y con los elementos de protección adecuados |
| Alcantarilla C-3 - en canal C | 35,221.28 | H. A. | Ducto cajón | 10.00 | | 3.80 | 1.65 | 1 | 3.00 | 3.84 | 23,319.79 | 1.30 | NO | Estado socavado de la cimentación, estructura en mal estado |
| Alcantarilla C3 - en canal C | | H. A. | Tub. Circular | 11.00 | 1500 | | | 2 | 3.00 | 2.19 | 3,876 | 1.30 | NO | Instaladas provisionalmente, no cuenta con las protecciones adecuadas y en mal estado |
| Alcantarilla D-1 - en canal D | 1,125.04 | H. A. | Tub. Circular | 19.00 | 650 | | | 2 | 3.00 | 1.26 | 833 | 1.35 | NO | Instaladas provisionalmente, no cuenta con las protecciones adecuadas y en mal estado |
| Alcantarilla E-1 - en canal E | 9,247.16 | H. A. | Tub. Circular | 14.00 | 1200 | | | 2 | 3.00 | 1.89 | 4,275 | 2.16 | NO | Instaladas provisionalmente, no cuenta con las protecciones adecuadas y en mal estado |
| Alcantarilla E-2 - en canal E | 9,247.16 | H. A. | Ducto cajón | 6.00 | | 3.30 | 1.50 | 1 | 3.00 | 3.54 | 16,962.61 | 0.55 | SI | Se encuentran en buen estado y con los elementos de protección adecuados |
| Alcantarilla E-3 - en canal E | 9,247.16 | H. A. | Ducto cajón | 86.00 | | 2.40 | 1.10 | 1 | 3.10 | 2.91 | 7,332.69 | 1.26 | NO | Se encuentran en buen estado y con los elementos de protección adecuados |
| Alcantarilla F-1 - en canal F | 9,247.16 | H. A. | Ducto cajón | 10.00 | | 2.50 | 1.10 | 2 | 3.00 | 2.90 | 15,218.00 | 0.61 | SI | Se encuentran en buen estado y con los elementos de protección adecuados |
| Alcantarilla F-2 - en canal F | 9,247.16 | H. A. | Ducto cajón | 10.00 | | 3.80 | 1.50 | 1 | 3.00 | 3.70 | 20,377.62 | 0.45 | SI | Se encuentran en buen estado y con los elementos de protección adecuados |
| Alcantarilla F-3 - en canal F | 16,271.79 | H. A. | Ducto cajón | 76.00 | | 3.40 | 1.40 | 1 | 3.20 | 3.60 | 16,523.41 | 0.98 | SI | Se encuentran en buen estado y con los elementos de protección adecuados |

Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

3.5.5 Evaluación y diagnóstico del sistema de drenaje pluvial

Los canales naturales existentes que se encuentran drenando las aguas lluvias de la cuenca hidrográfica y que atraviesan por la zona norte de la población de Posorja, se encuentran sedimentados, en su mayoría con materiales de desechos de basura que son lanzados a los mismos. Los cauces no presentan una sección uniforme, y sus secciones se han conformado de acuerdo a los flujos de agua y velocidades de los mismos, sus taludes se encuentran en algunos casos erosionados y con maleza, lo que hace que se sedimenten con más facilidad.

Desde el punto de vista hidráulico, los cauces se han ido abriendo paso de acuerdo a las obstrucciones encontradas a su paso, lo que ha hecho en algunos casos presenten rebosamiento, erosión e inundación en las partes bajas del área de estudio. Las alcantarillas que se han construido para dar paso al drenaje en las vías no guardan relación en sus niveles, existiendo alcantarillas aguas abajo instaladas a cotas mayores que las anteriores que anteceden.

Los caudales de aportación calculados para establecer el diagnóstico hidráulico que se muestran en la Tabla 12, se puede apreciar que por el canal "A" atraviesa un caudal de $10.16 \text{ m}^3/\text{seg}$, por el canal "B" de $11.42 \text{ m}^3/\text{seg}$ y por canal "C" un caudal de $35.22 \text{ m}^3/\text{seg}$. El canal "D" transporta $1.13 \text{ m}^3/\text{seg}$, el canal "E" un caudal de $9.25 \text{ m}^3/\text{seg}$ y el canal "F" un caudal de $16.27 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Alcantarilla "A1". - Está conformada por dos tuberías de hormigón armado de 1100 mm, se han instalado provisionalmente sin muros de ala, se encuentran deterioradas, y no tienen la capacidad hidráulica para drenar el caudal aportante

de la cuenca, por lo que se considera que en épocas de lluvias se producen socavaciones y rebosamientos en el sector.

Alcantarilla “A2”. - Está conformada por unas tuberías de hormigón armado de 1200 mm, se ha instalado provisionalmente sin muros de ala, se encuentra deteriorada, y no tiene la capacidad hidráulica para drenar el caudal aportante de la cuenca, por lo que se considera que en épocas de lluvias se producen socavaciones y rebosamientos en el sector



Figura 5. Alcantarilla "A-1"
Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)



Figura 6. Alcantarilla “A-2”.
Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

Alcantarilla “A3”. - Está conformada por cuatro tuberías de hormigón armado de 1200 mm, se ha instalado provisionalmente sin muros de ala, se encuentra

deteriorada, si tiene la capacidad hidráulica para drenar el caudal aportante de la cuenca,



Figura 7. Alcantarilla "A-3"
Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

Alcantarilla "B1". - Es de tipo ducto cajón de hormigón armado de 3.0 x 1.60m, cumple hidráulicamente trabajando al 70% de su capacidad. La estructura se encuentra socavada y con deterioro de las bases de sus muros de ala. Debido a la erosión se han realizado protección de los taludes del canal con gaviones del lado donde existen casas asentadas



Figura 8. Alcantarilla "B-1" tipo Ducto cajón.
Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

Alcantarilla "D1". - Está conformada por dos tuberías de hormigón armado de 650 mm, se han instalado provisionalmente sin muros de ala, se encuentran deterioradas, y no tienen la capacidad hidráulica para drenar el caudal aportante de la cuenca, por lo que se considera que en épocas de lluvias se producen socavaciones y rebosamientos en el sector.

Alcantarilla “E1”. - Está conformada por dos tuberías de hormigón armado de 1200mm, se han instalado provisionalmente sin muros de ala, se encuentran deterioradas, y no tienen la capacidad hidráulica para drenar el caudal aportante de la cuenca, por lo que se considera que en épocas de lluvias se producen socavaciones y rebosamientos en el sector.

Alcantarilla “E2”. - Es de tipo ducto cajón de hormigón armado de 3.30 x 1.50m, cumple hidráulicamente trabajando al 55% de su capacidad. La estructura se encuentra en buenas condiciones.

Alcantarilla “E3”.- Es de tipo ducto cajón de hormigón armado de 2.40 x 1.10m, no cumple hidráulicamente para los caudales estimados, la estructura se encuentra en buenas condiciones



Figura 9. Alcantarilla “E-2” tipo ducto cajón
Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)



Figura 10. Alcantarilla “E-3” tipo ducto cajón
Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

Alcantarilla “F1”. - Es de tipo ducto cajón doble de hormigón armado de 5.0 x 1.10 m, cumple hidráulicamente trabajando al 61% de su capacidad. La estructura se encuentra en buenas condiciones. Los accesos a la alcantarilla se encuentran revestido con hormigón ciclópeo.

Alcantarilla “F2”. - Es de tipo ducto cajón de hormigón armado de 3.80 x 1.50 m, cumple hidráulicamente trabajando al 45% de su capacidad. La estructura se encuentra en buenas condiciones. Los accesos a la alcantarilla se encuentran revestido con hormigón ciclópeo



Figura 11. Alcantarilla “F-1” tipo ducto cajón doble
Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)



Figura 12. Alcantarilla “F-2” tipo ducto cajón
Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

Alcantarilla “F3”. - Es de tipo ducto cajón de hormigón armado de 3.40 x 1.40 m, cumple hidráulicamente trabajando al 98% de su capacidad. La estructura se encuentra en buenas condiciones

Alcantarilla “C1”. - Es de tipo ducto cajón de hormigón armado de 4.0 x 1.60 m, no tiene la capacidad hidráulica para drenar el caudal aportante de la cuenca,

por lo que se considera que en épocas de lluvias se producen socavaciones y rebosamientos en el sector.

Alcantarilla “C2”. - Es de tipo ducto cajón doble de hormigón armado de 6.0 x 1.80 m, cumple hidráulicamente trabajando al 92% de su capacidad. La estructura se encuentra en buenas condiciones.

Alcantarilla “C3”.- Es de tipo ducto cajón de hormigón armado de 3.80 x 1.65 m, no tiene la capacidad hidráulica para drenar el caudal aportante de la cuenca, por lo que se considera que en épocas de lluvias se producen socavaciones y rebosamientos e inundación en el sector, esta alcantarilla es la última instalada previo a la descarga al estero El Morro, se han colocado dos tuberías adicionales de 1500mm para ayudar al drenaje, pero de acuerdo a los cálculos realizados sigue presentando deficiencia hidráulica. La estructura de la alcantarilla se encuentra en mal estado y destruida.



Figura 13. Alcantarilla “C-3”
Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

3.5.6 Propuesta

Una vez realizado el diagnóstico y evaluación de los canales y las alcantarillas, se considera lo siguiente: Reacondicionar las secciones de los canales de tierra a

forma trapezoidal, para lo cual se ha considerado una pendiente de 1.8 por mil para todos los canales, el resumen de los cálculos se muestra en la tabla.

Tabla 14. *Resumen del dimensionamiento de los canales de drenaje.*

| Canal | Velocidad | Caudal | Tirante | Borde superior | altura | Pendiente | Talud | Base | Rugosidad |
|-------|-----------|-----------------------|---------|----------------|--------|-----------|-------|-------|-----------|
| | v (m/s) | Q (m ³ /s) | Y (m) | b (m) | H (m) | So | z | b (m) | n (m) |
| A | 1.64 | 10.161 | 1.33 | 6.00 | 2.00 | 0.0018 | 0.500 | 4.00 | 0.024 |
| B | 1.69 | 11.417 | 1.33 | 6.00 | 2.00 | 0.0018 | 0.500 | 4.00 | 0.024 |
| C | 2.06 | 35.225 | 1.58 | 12.00 | 2.00 | 0.0018 | 0.500 | 10.00 | 0.024 |
| E | 1.59 | 9.247 | 1.26 | 6.00 | 2.00 | 0.0018 | 0.500 | 4.00 | 0.024 |
| F | 1.63 | 16.272 | 1.05 | 11.00 | 2.00 | 0.0018 | 0.500 | 9.00 | 0.024 |

Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

Reemplazar las alcantarillas cuyas capacidades hidráulicas no satisfacen para los caudales pluviales requeridos.

Tabla 15. *Resumen del dimensionamiento de las alcantarillas - tipo ducto cajón.*

| Ducto | Cajón | Velocidad | caudal | Tirante | Borde superior | altura | pendiente | Ancho |
|---------|-------|-----------|-----------------------|---------|----------------|--------|-----------|-------|
| | | v (m/s) | Q (m ³ /s) | Y (m) | b (m) | H (m) | So | a (m) |
| A | | 2.68 | 10.162 | 1.27 | 3.00 | 1.60 | 0.002 | 3.00 |
| B | | 2.76 | 11.417 | 1.38 | 3.00 | 1.60 | 0.002 | 3.00 |
| C-1-2-3 | | 3.88 | 35.213 | 1.13 | 8.00 | 1.60 | 0.003 | 8.00 |
| C-3 | | 4.26 | 35.221 | 1.03 | 8.00 | 1.50 | 0.004 | 8.00 |
| E-1-2-3 | | 2.99 | 9.246 | 0.94 | 3.30 | 1.50 | 0.003 | 3.30 |
| F-1 | | 2.76 | 9.247 | 0.67 | 5.00 | 1.10 | 0.003 | 5.00 |
| F-2 | | 2.93 | 9.247 | 0.83 | 3.80 | 1.50 | 0.003 | 3.80 |
| F-3 | | 3.50 | 16.272 | 1.37 | 3.40 | 1.40 | 0.003 | 3.40 |

Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

Para el dimensionamiento de las alcantarillas C1, C2 y C3, se ha considerado los niveles máximos de pleamar registrados, de tal manera que no se vean afectados cuando ocurran estos periodos de pleamares. Los niveles de pleamar llegan desde 0.85 a 0.95 msnm, y la cota de descarga de la alcantarilla C3, es de +0.40msnm., debido a esto se considera que la pendiente del ducto sea del 4%, para que el tirante hidráulico sea de 1.03, quedando 0.57 m para ser ocupados por la pleamar. Reemplazar la alcantarilla C2, que aunque tiene capacidad hidráulica para trabajar al 92%, presentará disminución de la misma cuando exista la pleamar.

Tabla 16. Cálculo del dimensionamiento para el canal "A".

| DATOS PARA EL CALCULO DEL CANAL "A" | | CANAL "A" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|-------------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|--------------------|----------|------------|----------|----------------|-------|---------------------|-------|----------|-----------|-----------|--|-----------------------------|--|
| Base del canal | b = 4.000 metros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pendiente | So = 0.0018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rugosidad | n = 0.024 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Talud-canal | z = 0.500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal | Q = 10.161 m ³ /s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fomula = | $Q.n./(So)^{0.5} \times (b)^{0.02}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor con el cual se entra al abanico, = para calcular el Yo. | 0.143 | El abanico corresponde a la fórmula de Manning. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Colocar el valor encontrado en la tabla = | .33281 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| El tirante $Y_o = b \cdot \text{coef.}$ Sera = | <input type="text" value="1.33"/> mts | <input type="text" value="caudal 10.161 m<sup>3</sup>/s"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Perímetro mojado = | 6.977 metros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Area hidráulica = | 6.211 metros cuadrados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Radio hidráulico = | 0.890 metros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Velocidad del flujo del canal = | <input type="text" value="1.64"/> m/seg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal = | <input type="text" value="10.161"/> m ³ /seg. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal = Area hidraul. x veloc. = | <input type="text" value="10.16091"/> m ³ /seg. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <p style="text-align: center;">SECCION FINAL</p> <p style="text-align: center;">RESUMEN DE CANALES</p> <table border="0"> <tr> <td>Velocidad =</td> <td>1.64 m/s</td> </tr> <tr> <td>Caudal =</td> <td>10.161 m³/s</td> </tr> <tr> <td>Tirante Y =</td> <td>1.33 mts</td> </tr> <tr> <td>Borde Superior B =</td> <td>6.00 mts</td> </tr> <tr> <td>altura H =</td> <td>2.00 mts</td> </tr> <tr> <td>Pendiente So =</td> <td>0.002</td> </tr> <tr> <td>Talud del canal Z =</td> <td>0.500</td> </tr> <tr> <td>base b =</td> <td>4.000 mts</td> </tr> <tr> <td>Rugosidad</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hierba corta, pocas malezas</td> <td></td> </tr> </table> | | Velocidad = | 1.64 m/s | Caudal = | 10.161 m ³ /s | Tirante Y = | 1.33 mts | Borde Superior B = | 6.00 mts | altura H = | 2.00 mts | Pendiente So = | 0.002 | Talud del canal Z = | 0.500 | base b = | 4.000 mts | Rugosidad | | Hierba corta, pocas malezas | |
| Velocidad = | 1.64 m/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal = | 10.161 m ³ /s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tirante Y = | 1.33 mts | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Borde Superior B = | 6.00 mts | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| altura H = | 2.00 mts | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pendiente So = | 0.002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Talud del canal Z = | 0.500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| base b = | 4.000 mts | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rugosidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hierba corta, pocas malezas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

Tabla 17. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla - tipo ducto cajón "A"

| DATOS PARA EL CALCULO DEL DUCTO CAJON "A" | |
|---|---|
| Ancho del ducto | a = 3.000 metros |
| Pendiente | So. = 0.0020 m/m |
| Rugosidad | n = 0.013 |
| Caudal | Q = 10.161 m ³ /s |
| Formula = | $Q.n./\{So\}^{1/2} \times (b)^{4/3}$ |
| Valor con el cual se entra al abanico. = para calcular el Yo. | 0.158 El abanico corresponde a la fórmula de Manning. |
| Colocar el valor encontrado en la tabla = | 0.4218 |
| El tirante $Y_o = b \times \text{coef.}$ Sera = | 1.27 mts caudal 10.162 m ³ /s |
| Perímetro mojado = | 5.531 metros |
| Area hidráulica = | 3.796 metros cuadrados |
| Radio hidráulica = | 0.688 metros |
| Velocidad del flujo del canal = | 2.68 m/seg |
| Caudal = | 10.162 m ³ /seg. |
| Caudal = Area hidraul. x veloc. = | 10.16159 m ³ /seg. |

| RESUMEN DEL DUCTO | |
|-------------------|--------------------------|
| Velocidad = | 2.68 m/s |
| Caudal = | 10.162 m ³ /s |
| Tirante Y = | 1.27 mts |
| Borde Superior B | 3.00 mts |
| altura H = | 1.60 mts |
| Pendiente So = | 0.002 |
| Ancho a = | 3.00 mts |

Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

Tabla 18. *Resumen de los cálculos del tramo de transición de sección rectangular de ducto a canal*

| Descripción | Base del ducto (mts) | | Longitud de transición | | borde libre de canal (mts) | | Transición (mts) | |
|--------------------|----------------------|------|------------------------|--------|----------------------------|------|------------------|-------------|
| | b | b/2 | L (mts) | grados | B | B/2 | B/2 - b/2 | (B/2+b/2)*2 |
| Ducto A - Canal A | 3.00 | 1.50 | 5.80 | 12.5 | 5.33 | 2.67 | 1.17 | 5.33 |
| Ducto B - Canal B | 3.00 | 1.50 | 6.02 | 12.5 | 5.43 | 2.72 | 1.22 | 5.43 |
| Ducto C1 - Canal C | 8.00 | 4.00 | 8.62 | 12.5 | 11.58 | 5.79 | 1.79 | 11.58 |
| Ducto C2 - Canal C | 8.00 | 4.00 | 8.62 | 12.5 | 11.58 | 5.79 | 1.79 | 11.58 |
| Ducto C3 - Canal C | 8.00 | 4.00 | 8.62 | 12.5 | 11.58 | 5.79 | 1.79 | 11.58 |
| Ducto E1 - Canal E | 3.30 | 1.65 | 4.96 | 12.5 | 5.26 | 2.63 | 0.98 | 5.26 |
| Ducto E2 - Canal E | 3.30 | 1.65 | 4.96 | 12.5 | 5.26 | 2.63 | 0.98 | 5.26 |
| Ducto E3 - Canal E | 3.30 | 1.65 | 4.96 | 12.5 | 5.26 | 2.63 | 0.98 | 5.26 |
| Ducto F1 - Canal F | 5.00 | 2.50 | 11.93 | 12.5 | 10.05 | 5.03 | 2.53 | 10.05 |
| Ducto F2 - Canal F | 3.80 | 1.90 | 14.64 | 12.5 | 10.05 | 5.03 | 3.13 | 10.05 |
| Ducto F3 - Canal F | 3.40 | 1.70 | 15.54 | 12.5 | 10.05 | 5.03 | 3.33 | 10.05 |

Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

Eliminar el canal “D” y reemplazarlo por colectores de drenajes, dados por sumideros, tirantes de conexión, cámaras de recolección, colectores de hormigón armado y descargas a los canales. Al eliminar el canal, se pretende mejorar el urbanismo de esas manzanas y disminuir canales abiertos que puedan facilitar el depósito de desechos.

Reemplazar 280m lineales de canal natural, por un ducto cajón de hormigón armado de 3.0x1.50, longitud 260m, en este caso se reubica el recorrido para aprovechar las vías existentes y mejorar el urbanismo residencial de esas manzanas. Se puede considerar el relleno del canal existente a ser reemplazado con el mismo material de excavación que se genere de la ubicación del nuevo ducto. Se eliminan las alcantarillas A1, A2 y A3.



Figura 14. Evaluación de los sistemas de drenaje de aguas lluvias existentes
Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)



Figura 15. Sistema de drenaje de aguas lluvias propuesto
Elaborado por: Cadena y Chiles (2022)

CONCLUSIONES

Los canales de drenaje se encuentran sedimentados y obstruidos, debido en parte a las socavaciones de los taludes, falta de mantenimiento y a las obstrucciones que se han generado por las alcantarillas de poca capacidad hidráulica, produciendo depósitos de agua que producen focos infecciosos y que afectan a ese sector de la población. Una vez identificada la cuenca hidrográfica que afecta al área de estudio se determinó un caudal aportante único de la cuenca de $8.05\text{m}^3/\text{s}$.

Al evaluarse las 15 infraestructuras existentes del sector se pudo observar que 8 de ellas no cumplen con la capacidad hidráulica requerida para su correcto funcionamiento.

Las estructuras que no cumplen con su capacidad hidráulica fueron rediseñadas para que el sistema propuesto trabaje eficientemente en una avenida.

A nivel de prefactibilidad, el presupuesto estimado para este sistema de aguas lluvias aproximadamente costaría 937,491.52\$ y un plazo de 6 meses.

RECOMENDACIONES

Elaborar un plan emergente de limpieza general de los canales principales y ductos cajones, previo a la llegada del periodo invernal a fin de que las estructuras puedan rendir a su mejor capacidad hidráulica.

Considerar revestir los taludes de los canales en las curvas de cambio de dirección de los mismos a fin de evitar socavaciones del material.

Considerar revestir los taludes con hormigón ciclópeo u otro material que evite crecimiento de maleza y obstrucción de los canales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Empresa Pública Municipal De Agua Potable Y Alcantarillado De Guayaquil,
(2011). Normas EMAPAG-EP – Ecuador.
- Faustino y Jiménez. (2000). Principios y criterios para la congestión de cuencas
hidrográficas en América Triposal – CR. CATIE.25p. – Costa Rica.
- Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de
Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes”, Instituto
Ecuatoriano de Obras Sanitarias – IEOS (1992). - Ecuador.
- Instituto Oceanográfico de la Armada - Inocar. (2016). Predicción diaria de
mareas en el Ecuador.
- International Water Services Interagua C. Ltda. (2011). Normas de Diseño, vol.3 –
Ecuador.
- Manning (1906). - Comisión estatal de Aguas (2013) – Alcantarillado Pluvial III-1
– Santiago de Querétaro Oro.
- Manual de Carreteras (2003) - Normas de Diseño Geométrico de carreteras - Peru.
mareas.com. (2016).
- Newton. (1687). – Principios matemáticos de la filosofía natural – Cambridge.
Organización Meteorológica Mundial. (2016).
- Robert Manning (1890). – Máximo Villón Béjar - Hidráulica de Canales –
Editorial Tecnológica de Costa Rica – Lima, Perú.
- Ven Te Chow. (1994). Hidráulica de Canales Abiertos. Illinois: McGraw-Hill
Interamericana S.A.

Alcantarillado Pluvial. (2015). Obtenido de <http://documents.mx/education/alcantarillado-pluvial.html>

Diseño Alcantarillado Pluvial (2015). Obtenido de <http://myslide.es/documents/disenio-alcantarillado-pluvial.html>

Enciclopedia del Ecuador (2015). Obtenido de <http://enciclopedia.webdesignec.com/articulos/category/uncategorized/page/30/>

Guía de Diseño de redes de Distribución en Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua (2015). Lima.

Conagua Comisión Nacional del Agua (2017). Obtenido de <http://www.gob.mx/conagua>

Organización Mundial de la salud (2017). Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/

Agua, S. (2014). NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. Guayaquil.

Araujo, C. (2013). Diseño de Alcantarillado Pluvial. Colta.

Benítez, M. A., & Álvarez, M. A. (5 de 12 de 2010). Hidráulica de Tubería. Obtenido de Redes Ramificada: <http://es.slideshare.net/MarcoAntoniolvarezBenitez/c256-c619d01>

ANEXOS

Hojas de cálculo de canales, alcantarillas tipo - ducto cajón y transiciones

DATOS PARA EL CALCULO DEL CANAL "B"

Base del canal b = 4,000 metros
 Pendiente So = 0,0018
 Rugosidad n = 0,024
 Talud-canal z = 0,500
 Caudal Q = 11,417 m³/s

Fórmula = $Q.n.(So)^{-1/2} \times (b)^{4/3}$

Valor con el cual se entra al abanico = 0,180 El abanico corresponde a la fórmula de Manning para calcular el Yo.

Copocar el valor encontrado en la tabla = ,3578

El tirante $Y_o = b \times \text{coef.}$ Sera = mts. caudal 11,417 m³/s

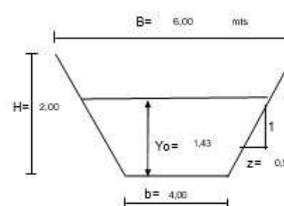
Perímetro mojado = 7,199 metros
 Área hidráulica = 6,745 metros cuadrados
 Radio hidráulico = 0,937 metros

Velocidad del flujo del canal = m/seg

Caudal = m³/seg.

Caudal = Área hidráulica x velocidad = m³/seg.

CANAL "B"



SECCION FINAL RESUMEN DE CANALES

| | |
|----------------------------|--------------------------|
| Velocidad = | 1,69 m/s |
| Caudal = | 11,417 m ³ /s |
| Tirante Y = | 1,43 mts |
| Borde Superior B = | 6,00 mts |
| altura H = | 2,00 mts |
| Pendiente So = | 0,002 |
| Talud del canal Z = | 0,500 |
| base b = | 4,000 mts |
| Rugosidad | |
| Herbaca corta, poca maleza | |

Anexo - 1. Cálculo del dimensionamiento para el canal "B".

DATOS PARA EL CALCULO DEL CANAL "C"

Base del canal $b = 10,000$ metros
 Pendiente $S_o = 0,0018$
 Rugosidad $n = 0,024$
 Talud-canal $z = 0,500$
 Caudal $Q = 35,221 \text{ m}^3/\text{s}$

Fórmula = $Q, n / (S_o)^{1/2} \times (b)^{4/3}$

Valor con el cual se entra al abanico = $0,043$ El abanico corresponde a la fórmula de Manning para calcular el Y_o .

Colocar el valor encontrado en la tabla = $,1582$

El tirante $Y_o = b \cdot \text{coef.}$ Sera = mts

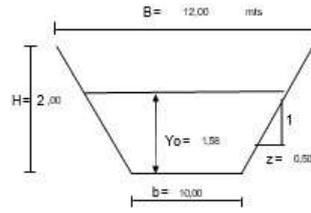
Perímetro mojado = $13,537$ metros
 Área hidráulica = $17,071$ metros cuadrados
 Radio hidráulico = $1,261$ metros

Velocidad del flujo del canal = m/seg

Caudal = m³/seg.

Caudal = Área hidrául. x veloc. = m³/seg.

CANAL "C"



| SECCION FINAL RESUMEN DE CANALES | |
|-------------------------------------|-------------|
| Velocidad = | 2,06 m/s |
| Caudal = | 35,225 m³/s |
| Tirante Y = | 1,58 mts |
| Borde Superior B = | 12,00 mts |
| altura H = | 2,00 mts |
| Pendiente So = | 0,002 |
| Talud del canal Z = | 0,500 |
| base b = | 10,000 mts |
| Rugosidad | |
| Hierba corta, poca maleza | |

Anexo - 2. Cálculo del dimensionamiento para el canal "C".

DATOS PARA EL CALCULO DEL CANAL "E"

Base del canal b = 4.000 metros
 Pendiente So = 0.0018
 Rugosidad n = 0.024
 Talud-canal z = 0.500
 Caudal Q = 9,247 m³/s

Fórmula = $Q_n / (S_o)^{1/2} \times (b)^{2/3}$

Valor con el cual se entra al abanico, = 0.130 El abanico corresponde a la fórmula de Manning, para calcular el Yo.

Colocar el valor encontrado en la tabla = ,31388

El tirante $Y_o = b \times \text{coef.}$ Será = mts

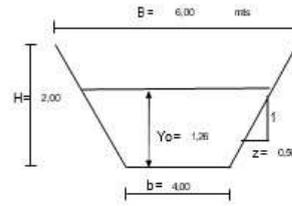
Perímetro mojado = 6.808 metros
 Área hidráulica = 5.812 metros cuadrados
 Radio hidráulico = 0.854 metros

Velocidad del flujo del canal = m/seg

Caudal = m³/seg.

Caudal = Área hidrául. x veloc. = m³/seg.

CANAL "E"



| SECCION FINAL | |
|---------------------------|-------------------------|
| RESUMEN DE CANALES | |
| Velocidad = | 1.58 m/s |
| Caudal = | 9.247 m ³ /s |
| Tirante Y = | 1.26 mts |
| Borde Superior B = | 6.00 mts |
| altura H = | 2.00 mts |
| Pendiente So = | 0.002 |
| Talud del canal Z = | 0.500 |
| base b = | 4.000 mts |
| Rugosidad | |
| Hierba corta, poca maleza | |

Anexo - 3. Cálculo del dimensionamiento para el canal "E".

DATOS PARA EL CÁLCULO DEL CANAL "F"

Base del canal b= 9,000 metros
 Pendiente So= 0,0018
 Rugosidad n= 0,024
 Talud-canal z= 0,500
 Caudal Q= 16,272 m³/s

Fórmula= $Q = n \cdot (S_o)^{1/2} \cdot x(b)^{2/3}$

Valor con el cual se entra al abanico = 0,008 El abanico corresponde a la fórmula de Manning para calcular el Yo.

Colocar el valor encontrado en la tabla = .11675

El tirante $Y_o = b \cdot \text{coef.}$ Sera= mts

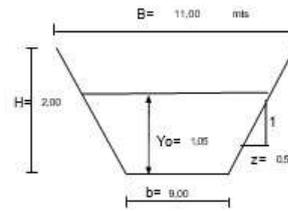
Perímetro mojado= 11,350 metros
 Área hidráulica= 10,009 metros cuadrados
 Radio hidráulico= 0,882 metros

Velocidad del flujo del canal = m/seg

Caudal = m³/seg.

Caudal = Área hidráulica · veloc. = m³/seg.

CANAL "F"



| SECCION FINAL RESUMEN DE CANALES | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Velocidad= | 1,63 m/s |
| Caudal= | 16,272 m ³ /s |
| Tirante Y= | 1,05 mts |
| Borde Superior B= | 11,00 mts |
| altura H= | 2,00 mts |
| Pendiente So= | 0,002 |
| Talud del canal Z= | 0,500 |
| base b= | 9,000 mts |
| Rugosidad | |
| Herbaje corto, poca maleza | |

Anexo - 4. Cálculo del dimensionamiento para el canal "F".

DATOS PARA EL CALCULO DEL DUCTO CAJON "B"

Ancho del ducto a = 3,000 metros
 Pendiente So = 0,0020 m/m
 Rugosidad n = 0,013
 Caudal Q = 11,417 m³/s

Fórmula = $Q.n/(S_o)^{1/2} \times (b)^{3/2}$

Valor con el cual se entra al abanico = 0,177 El abanico corresponde a la fórmula de Manning para calcular el Yo.

Colocar el valor encontrado en la tabla = 0,45967

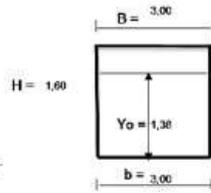
El tirante $Y_o = b \cdot \text{coef.}$ Sera = 1,38 mts caudal 11,417 m³/s

Perímetro mojado = 5,758 metros
 Área hidráulica = 4,137 metros cuadrados
 Radi hidráulico = 0,718 metros

Velocidad del flujo del canal = 2,76 m/seg

Caudal = 11,417 m³/seg

Caudal = Área hidraul. x veloc. = 11,41661 m³/seg.



RESUMEN DEL DUCTO

Velocidad = 2,76 m/s
 Caudal = 11,417 m³/s
 Tirante Y = 1,38 mts
 Borde Superior B = 3,00 mts
 altura H = 1,80 mts
 Pendiente So = 0,002
 Ancho a = 3,00 mts

Anexo - 5. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla -tipo ducto cajón "B".

DATOS PARA EL CALCULO DEL DUCTO CAJON "C-1-2-3"

Ancho del ducto $n = 8,00$ metros
 Pendenza $So = 0,0030$ m/m
 Rugosidad $n = 0,013$
 Caudal $Q = 35,221$ m³/s

Fórmula = $Q.n/(So)^{1/2} \times (b)^{4/3}$

Valor con el cual se entra al abanico. = El abanico corresponde a la formula de Manning.
 para calcular el Y_o .

Colocar el valor encontrado en la tabla =

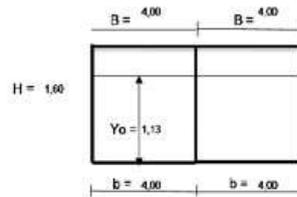
El tirante $Y_o = b \cdot coef$. Sera = ms

Perímetro mojado = metros
 Area hidráulica = metros cuadrados
 Radi hidráulico = metros

Velocidad del flujo del canal = m/seg

Caudal = m³/seg.

Caudal = Area hidráulica x veloc. = m³/seg.



| RESUMEN DEL DUCTO | |
|----------------------|--------------------------|
| Velocidad = | 3,88 m/s |
| Caudal = | 35,213 m ³ /s |
| Tirante $Y =$ | 1,13 ms |
| Borde Superior $B =$ | 8,00 ms |
| altura $H =$ | 1,60 ms |
| Pendencia: $So =$ | 0,003 |
| Ancho $a =$ | 8,00 ms |

Anexo - 6. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla -tipo ducto cajón doble "C-1-2-3".

DATOS PARA EL CALCULO DEL DUCTO CAJON "C-3"

Ancho del ducto a = 8,00 metros
 Pendiente So = 0,0040 m/m
 Rugosidad n = 0,013
 Caudal Q = 35,221 m³/s

Fórmula = $Q.n.(So)^{1/2} \times (b)^{3/2}$

Valor con el cual se entra al abanico. = 0,028 El abanico corresponde a la fórmula de Manning, para calcular el Yo.

Colocar el valor encontrado en la tabla = 0,129054

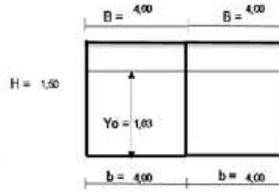
El tirante $Y_o = mb \cdot coef.$ Sera = 1,03 mts caudal 35,221 m³/s

Perímetro mojado = 10,065 metros
 Área hidráulica = 8,259 metros cuadrados
 Radi hidráulico = 0,821 metros

Velocidad del flujo del canal = 4,26 m/sog

Caudal = 35,221 m³/seg.

Caudal = Área hidraul. x veloc. = 35,22090 m³/seg.



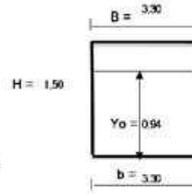
RESUMEN DEL DUCTO

Velocidad = 4,26 m/s
 Caudal = 35,221 m³/s
 Tirante Y = 1,03 mts
 Borde Superior B = 8,00 mts
 altura H = 1,50 mts
 Pendiente So = 0,004
 Ancho a = 8,00 mts

Anexo - 7. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla -tipo ducto cajón "C-3".

DATOS PARA EL CALCULO DEL DUCTO CAJON "E-1-2-3"

Ancho del ducto a = 3,30 metros
 Pendiente So = 0,0030 m/m
 Rugosidad n = 0,013
 Caudal Q = 9,247 m³/s.



Fórmula = $Q.n./(So)^{1/2} \times (b)^{4/3}$

Valor con el cual se entra al abanico, = 0,091 El abanico corresponde a la fórmula de Manning para calcular el Yo.

Colocar el valor encontrado en la tabla = 0,284

El tirante $Y_c = b \cdot coef.$ Sera = 0,94 mts caudal 9,246 m³/s

Perimetro mojado = 5,174 metros
 Area hidráulica = 3,093 metros cuadrados
 Radi hidráulico = 0,598 metros

Velocidad del flujo del canal = 2,99 m/seg

Caudal = 9,246 m³/seg

Caudal = Area hidrául. x velec. = 9,24601 m³/seg.

| RESUMEN DEL DUCTO | |
|-------------------|-------------------------|
| Velocidad = | 2,99 m/s |
| Caudal = | 9,246 m ³ /s |
| Tiranle Y = | 0,94 mts |
| Borde Superior B | 3,30 mts |
| altura H = | 1,50 mts |
| Pendiente So = | 0,003 |
| Ancho a = | 3,30 mts |

Anexo - 8. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla -tipo ducto cajón "E-1-2-3".

DATOS PARA EL CALCULO DEL DUCTO CAJON "F-1"

Ancho del ducto a = 5,00 metros
 Pendiente So = 0,0030 m/m
 Rugosidad n = 0,013
 Caudal Q = 9,247 m³/s

Fórmula = $Q, n / (So)^{0,485} \times (b)^{1,485}$

Valor con el cual se entra al abanico = 0,030 El abanico corresponde a la formula de Manning para calcular el Yo.

Colocar el valor encontrado en la tabla = 0,13421

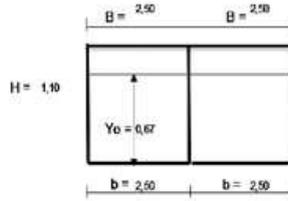
El tirante $Y_c = b \cdot \text{coef.}$ Sera = 0,67 mts caudal 9,247 m³/s

Perímetro mojado = 6,342 metros
 Área hidráulica = 3,355 metros cuadrados
 Radi hidráulico = 0,529 metros

Velocidad del flujo del canal = 2,78 m/seg

Caudal = 9,247 m³/seg

Caudal = Área hidrául. x veloc. = 9,24708 m³/seg

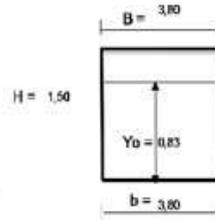


| RESUMEN DEL DUCTO | |
|--------------------|-------------------------|
| Velocidad = | 2,78 m/s |
| Caudal = | 9,247 m ³ /s |
| Tirante Y = | 0,67 mts |
| Borde Superior B = | 5,00 mts |
| altura H = | 1,10 mts |
| Pendiente So = | 0,003 |
| Ancho a = | 5,00 mts |

Anexo - 9. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla -tipo ducto cajón doble "F-1".

DATOS PARA EL CALCULO DEL DUCTO CAJON "F-2"

Ancho del ducto a = 3,80 metros
 Pendiente So = 0,0030 m/m
 Rugosidad n = 0,013
 Caudal Q = 9,247 m³/s



Fórmula = $Q.n/(So)^{1/2} \times (b)^{2/3}$

Valor con el cual se entra al abanico = 0,062 El abanico corresponde a la formula de Manning para cacular el Yo.

Colocar el valor encontrado en la tabla = 0,2189

El tirante Y₀ = b * coef. Sera = 0,83 mts caudal 9,247 m³/s

Perimetro mojado = 5,464 metros
 Area hidráulica = 3,161 metros cuadrados
 Radi hidráulico = 0,579 metros

Velocidad del flujo del canal = 2,93 m/seg

Caudal = 9,247 m³/seg

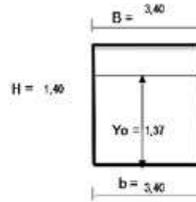
Caudal = Area hidraul. x veloc = 9,24664 m³/seg

| RESUMEN DEL DUCTO | |
|-------------------|-------------------------|
| Velocidad = | 2,93 m/s |
| Caudal = | 9,247 m ³ /s |
| Tirante Y = | 0,83 mts |
| Borde Superior B | 3,80 mts |
| altura H = | 1,50 mts |
| Pendiente So = | 0,003 |
| Ancho a = | 3,80 mts |

Anexo - 10. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla -tipo ducto cajón "F-2".

DATOS PARA EL CALCULO DEL DUCTO CAJON "F-3"

Ancho del ducto a = 3,40 metros
 Pendiente So = 0,0030 m/m
 Rugosidad n = 0,013
 Caudal Q = 16,272 m³/s



Fórmula = $Q, n / (So)^{1/2} \times (b)^{4/3}$

Valor con el cual se entra al abanico. = 0,148 El abanico corresponde a la formula de Manning.
 para calcular el Yo.

Colocar el valor encontrado en la tabla = 0,402

El tirante Yo = b * coef. Sera = 1,37 mts caudal 16,272 m³/s

Perímetro mojado = 6,134 metros
 Area hidráulica = 4,647 metros cuadrados
 Radi hidráulico = 0,758 metros

Velocidad del flujo del canal = 3,60 m/seg

Caudal = 16,272 m³/seg.

Caudal = Area hidraul. x veloc. = 16,27222 m³/seg.

RESUMEN DEL DUCTO

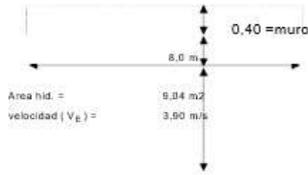
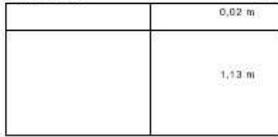
Velocidad = 3,50 m/s
 Caudal = 16,272 m³/s
 Tirante Y = 1,37 mts
 Borde Superior B = 3,40 mts
 altura H = 1,40 mts
 Pendiente So = 0,003
 Ancho a = 3,40 mts

Anexo - 11. Cálculo del dimensionamiento de la alcantarilla -tipo ducto cajón "F-3".

CÁLCULO DEL TRAMO DE TRANSICION DE SECCION RECTANGULAR DUCTO "C1" - CANAL TRAPEZOIDAL "C"

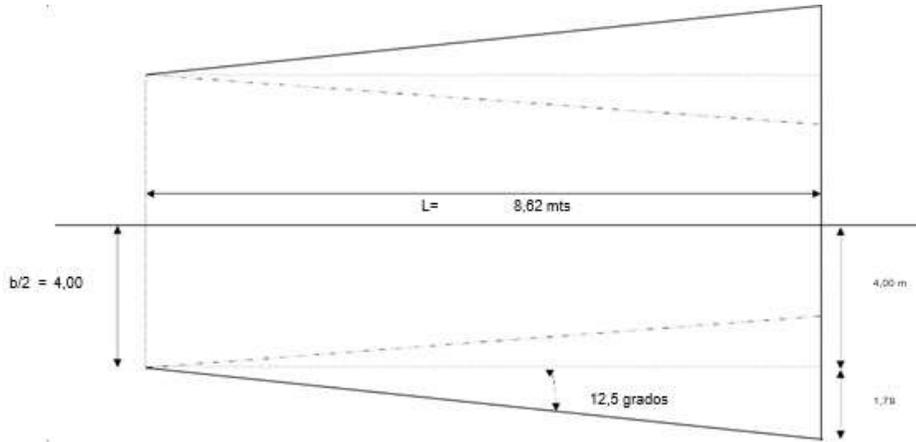
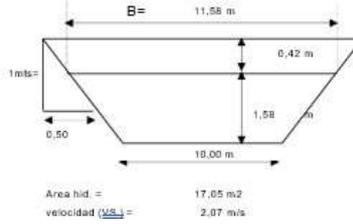
DATOS DE INGRESO - SECCION 1 - ALCANTARILLA

Caudal $Q = 35,221 \text{ m}^3/\text{s}$
 Ancho del ducto = $b = 8,000 \text{ mts}$
 Borde libre = $bl = 0,0200 \text{ mts}$
 Muro superior de protección = $0,4000$
 Tirante = $Y_E = 1,130 \text{ mts}$
 cota de Imbert = $0,000 \text{ mts}$



DATOS DE INGRESO - SECCION 2 - CANAL

Caudal $Q = 35,221 \text{ m}^3/\text{s}$
 base del canal $b = 10,000 \text{ mts}$
 Borde libre = $bl = 0,4200 \text{ mts}$
 Tirante = $Y_B = 1,580 \text{ mts}$
 Talud-paredes $z = 0,500 \text{ mts}$



Perdida de carga o energía = $H_f = 0,10 \cdot ((V_E^2 - V_B^2) / 2g) = 0,055740$
 Perdida de carga o energía = $H_{fu} = 0,005574$
 Energía Especifica en la estación E = $EE_E = Y_E + (V_E^2 / 2g) = 1,908000 \text{ mts}$
 Energía Especifica en la estación B = $EE_B = Y_B + (V_B^2 / 2g) = 1,798000 \text{ mts}$
 Gradiente de Energía = cota + $GE_B = 1,9080 \text{ mts}$
 Número de estaciones = 10 de longitud = $0,86 \text{ mts}$ cada una

Anexo - 12. Transición de la alcantarilla "C-1" tipo ducto cajón – Canal "C".