

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Con responsabilidad ambiental: Diseño hidrosanitarios de la
urbanización “Santa Clara” y valoración de los impactos ambientales
que se generan en todas las fases del proyecto.**

Juan Carlos Paz Espinoza

Miguel Araque, Ing. Civil, Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniero Civil

Quito, noviembre 2014

Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Con responsabilidad ambiental: Diseño hidrosanitarios de la
urbanización “Santa Clara” y valoración de los impactos ambientales
que se generan en todas las fases del proyecto.**

Juan Carlos Paz Espinoza

Miguel Araque, Ing. Civil

Director de Tesis

Fernando Romo, Ing. Civil

Director del Programa

Ximena Córdova, Ph.D.

Decana de la Escuela de Ingeniería

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Quito, noviembre 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: Juan Carlos Paz Espinoza

C. I.: 1002834800

Lugar: Quito

Fecha: noviembre 2014

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con mucho cariño a Dios, el cual, me bendijo con un vida y una familia maravillosa.

A mis padres y hermanos por haber permanecido a mi lado, tanto en los buenos como en los malos momentos, dándome las fuerzas necesarias para luchar día tras día y poder superar todos los retos presentados a lo largo de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad San Francisco de Quito, por darme la oportunidad de pertenecer a ella y por formarme como profesional.

A todos mis maestros que contribuyeron con sus conocimientos y experiencia para poder lograr este sueño.

Pero sobre todo a mi Director de tesis el Ingeniero Miguel Araque, mis sentimientos y respeto ya que siempre me apoyo cuando más lo necesitaba.

A todos muchas gracias

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza el diseño hidrosanitario para la urbanización “Santa Clara”, ubicada en la provincia de Imbabura y cantón Cotacachi. Dicho diseño, se comprende en tres fases; alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y diseño de la red de distribución de agua potable. Se realiza también el diseño de una planta de tratamiento para las aguas residual producidas por todos los habitantes de la urbanización. Finalmente, se estudia el impacto Ambiental ocasionado en las fases de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

ABSTRACT

In the present work this performed the hidrosanitary design, for the neighborhood of “Santa Clara”, province of Imbabura. This design is understood in three terms; sanitary sewer, sewerage rain and the design of the drinking water, and distribution network, is also carried out the design of a treatment plant for the waste water, produced by all the inhabitants of the neighborhood. Eventually is studying the environmental impact caused in the phases of construction, operation and maintenance of the project.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	7
Abstract	8
1. GENERALIDADES	
1.1) Introducción	11
1.2) Objetivos, Metas y Actividades	12
1.3) Metodologías	13
1.4) Justificación del Proyecto	14
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
2.1) Ubicación del Proyecto	15
2.2) Asentamientos Humanos	16
2.3) Servicios Básicos	18
2.4) Uso del Suelo	21
2.5) Implantación del Proyecto	23
3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO (SANITARIO Y PLUVIAL)	
3.1) Introducción	25
3.2) Objetivos y Alcance	25
3.3) Generalidades.....	26
3.4) Especificaciones.....	26
3.5) Alternativas de Diseño y Elementos del Proyecto.....	26
3.6) Diseño de la alcantarillado (Sanitario y Pluvial)	31
4. DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	
4.1) Introducción	49
4.2) Objetivo y Alcance	49
4.3) Generalidades.....	49
4.4) Conceptos.....	50
4.5) Distribución del Agua Potable en las Viviendas	53
4.6) Diseño de la Red de Agua Potable.....	54
5. CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO	
5.1) Introducción	56
5.2) Objetivos y Alcance	56
5.3) Planimetría	57
5.4) Limpieza y Desbroce	57
5.5) Pendiente de las Tuberías	58
5.6) Excavación de Zanjas	58
5.7) Colocación de la Tubería	62
5.8) Relleno y Compactación	65
5.9) Materiales de Construcción	68
5.10) Trabajos Extras	72
6. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	
6.1) Introducción	75
6.2) Objetivo y Alcance	75
6.3) Conceptos.....	76
6.4) Análisis para el Tratamiento de Aguas Residuales.....	77
6.5) Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....	77

7. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	
7.1) Introducción	85
7.2) Objetivos y Alcance	87
7.3) Conceptos.....	88
7.4) Base Legal en el Ecuador.....	91
7.5) Impacto Ambiental	95
7.6) Procedimiento de Evaluación Ambiental	99
7.7) Niveles de Impacto	119
7.8) Interpretación de Resultados.....	125
8. PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA OBRA	
8.1) Introducción	128
8.2) Objetivo	128
8.3) Análisis de Precios Unitarios.....	129
8.4) Parámetros de Cálculo	141
8.5) Presupuesto Estimado de la Obra	143
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
9.1) Conclusiones.....	145
9.2) Recomendaciones	147
REFERENCIAS	149

ANEXO 1: Topografía e Implantación de Lotes

ANEXO 2: Casa Modelo

ANEXO 3: Áreas de Aportación Caudal Sanitario

ANEXO 4: Áreas de Aportación Caudal Pluvial

ANEXO 5: Cisterna

ANEXO 6: Alcantarillado Pluvial

ANEXO 7: Perfil Pluvial Tramo 1

ANEXO 8: Perfil Pluvial Tramo 2

ANEXO 9: Alcantarillado Sanitario

ANEXO 10: Perfil Sanitario Tramo 1

ANEXO 11: Perfil Sanitario Tramo 2

ANEXO 12: Sistema Contra Incendios

ANEXO 13: Red de Distribución de Agua Potable

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1) Introducción

Con el pasar de los años, la población Cotacacheña se ha ido incrementando de forma exponencial, ya sea por personas propias de la localidad o por ciudadanos extranjeros que desean vivir en la ciudad. Por esta razón, la constructora PAZCONSTRUCTORES, ha visto la necesidad de crear un proyecto urbanístico denominado “Santa Clara”, el cual, se encuentra ubicado en Cotacachi específicamente en el sector La Compañía.

El proyecto urbanístico “Santa Clara” de orden habitacional, deberá constar con el adecuado diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, además, el abastecimiento de agua potable será el ideal para todos los habitantes del proyecto. Así también, se tendrá la necesidad de utilizar métodos y sistemas adecuados para la evacuación de los desechos provenientes de las viviendas.

Debido a los impactos ambientales ocasionados a partir de la inadecuada eliminación de aguas servidas provenientes del uso doméstico, se ha visto la pronta necesidad de analizar de forma más precisa los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, en lo cual, se basa el presente proyecto de tesis.

Por una parte, se diseñara el alcantarillado sanitario y pluvial con la respectiva planta de tratamiento. De forma paralela, se realizará el pertinente estudio de impactos

ambientales ocasionados por el proyecto. Y finalmente, se propondrá medidas de mitigación y prevención para todos los impactos.

1.2) Objetivos, Metas y Actividades

Objetivo General

Diseñar el sistema hidrosanitarios para la urbanización “Santa Clarita” en la ciudad de Cotacachi con la respectiva valoración de los impactos ambientales producidos en las fases de construcción, operación y mantenimiento, utilizando la guía de (EsIA).

Objetivos Específicos

Aprender sobre las especificaciones constructivas existentes en nuestro país para los sistemas de alcantarillado sanitario.

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable

Evaluar los impactos ambientales ocasionados en las fases de construcción, operación, mantenimiento y retiro del proyecto.

Metas

Comprender y resumir las normativas ambientales presentes en el país.

Crea un documento que identifique y valore los impactos ambientales negativos presentes para este tipo de obras.

Realizar el diseño del alcantarillado sanitario y pluvial, además, presentar los planos de diseño para utilizarlos en la obra.

Actividades

Investigar las normativas ambientales presentes para el Ecuador.

Caracterizar el medio físico, biótico y socio – económico del proyecto.

Realizar la matriz causa y efecto para todas las fases del proyecto.

Determinar los impactos ambientales más negativos para el proyecto.

Crear un plan ambiental de prevención y mitigación.

Diseñar el alcantarillado sanitario y pluvial, utilizando las bases de diseño.

1.3) Metodología

Debido a ser oriundo de la ciudad de Cotacachi donde se construirá la urbanización “Santa Clara”, realizar salidas de campo será una de mis principales herramientas, dichas salidas, tendrán la finalidad de identificar la topografía y además de altimetría y planimetría del terreno. También se utilizarán encuestas para saber la necesidad de las personas de Cotacachi por adquirir una vivienda, y además se realizará una adecuada investigación para determinar los precios de las viviendas.

Para el Estudio de Impactos Ambientales primeramente se realizó una investigación previa para determinar cómo valorar adecuadamente los impactos ambientales producidos a partir de la elaboración de un sistema sanitario y pluvial. Para determinar los impactos ambientales su utilizará una guía de Estudio de Impactos Ambientales (EsIA). Se continúa obteniendo todos los planos necesarios para empezar con el diseño en base a todas las normas presentes en la NEC-2012 (Normativa

Ecuatoriana de la Construcción) y utilizado el programa HEC-RAS para realizar los cálculos de diseño.

1.4) Justificación del proyecto

El agua es un elemento vital para todos los seres vivos, debido a este motivo las sociedades actuales están en la obligación de cuidarlo y aprender a optimizar su uso. Por esta razón, es de suma importancia realizar un adecuado diseño de alcantarillado de agua potable y diseño de evacuación de aguas servidas y aguas lluvias, para poder mejorar la calidad de vida de las personas que habitarán el proyecto de urbanización. Además, debido al constante maltrato ambiental que se ocasiona al urbanizar cualquier terreno y a la responsabilidad ambiental que hoy en día de primar en todos los constructores, se realizará una valoración de todos los impactos ambientales a producirse en las fases de construcción, operación y mantenimiento del proyecto sanitario.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1) Ubicación del proyecto

El proyecto se desarrollará en el sector La Compañía del cantón Santa Ana de Cotacachi. Cotacachi, se encuentra ubicado al suroccidente de la provincia de Imbabura y al norte de la ciudad de Quito, posee una superficie de 1.725,7 km² (INEC). Los puntos extremos en el cantón determinados en coordenadas UTM (WGS 84, zona 17s) son:

Al norte: 786448,37 E - 10064790,94 N

Al sur: 762919,62 E – 10022866,20 N

Al este: 809866,09 E – 10040802,89 N

Al oeste: 720681,73 – 10030094,77 N

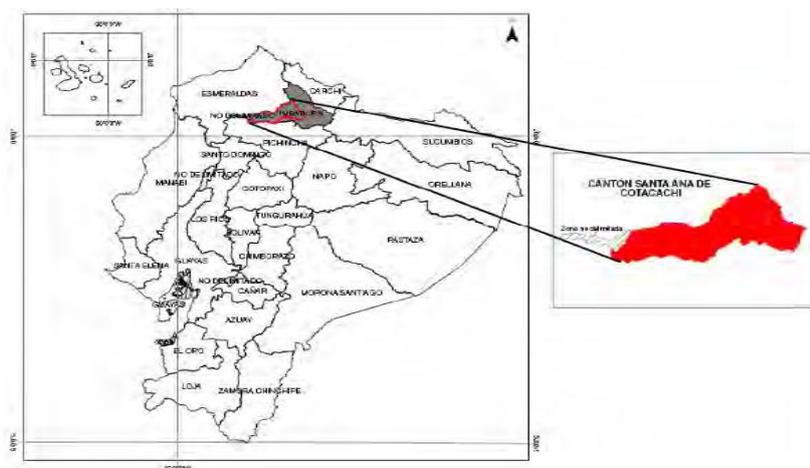


Figura 2.1.1 Localización de Cotacachi (PDOT, Cotacachi)

Cotacachi limita de la siguiente manera:

- Norte: Cantón Urcuquí y Provincia del Carchi.
- Sur: Cantón Otavalo y Provincia de Pichincha
- Este: Cantones Urcuquí y San Antonio
- Oeste: Provincia de Esmeraldas.

2.2) Asentamiento Humano (Cotacachi)

Población y Taza de Crecimiento

La población de Cotacachi, posee a un total de 37215 habitantes, de los cuales el 40% se ubican en el área urbana, y el 60% en el área rural.

Densidad Poblacional

De acuerdo con datos estadísticos elaborado por la SENPLADES para el periodo 2008 al 2020, Cotacachi se extenderá a un número de 54369 personas, que en promedio, será un aumento de 870 personas por año.

La densidad poblacional está en un valor de 22 hab/km². La zona de Intag es la que presenta menor densidad poblacional, mientras que el centro de Cotacachi presenta la mayor densidad poblacional.

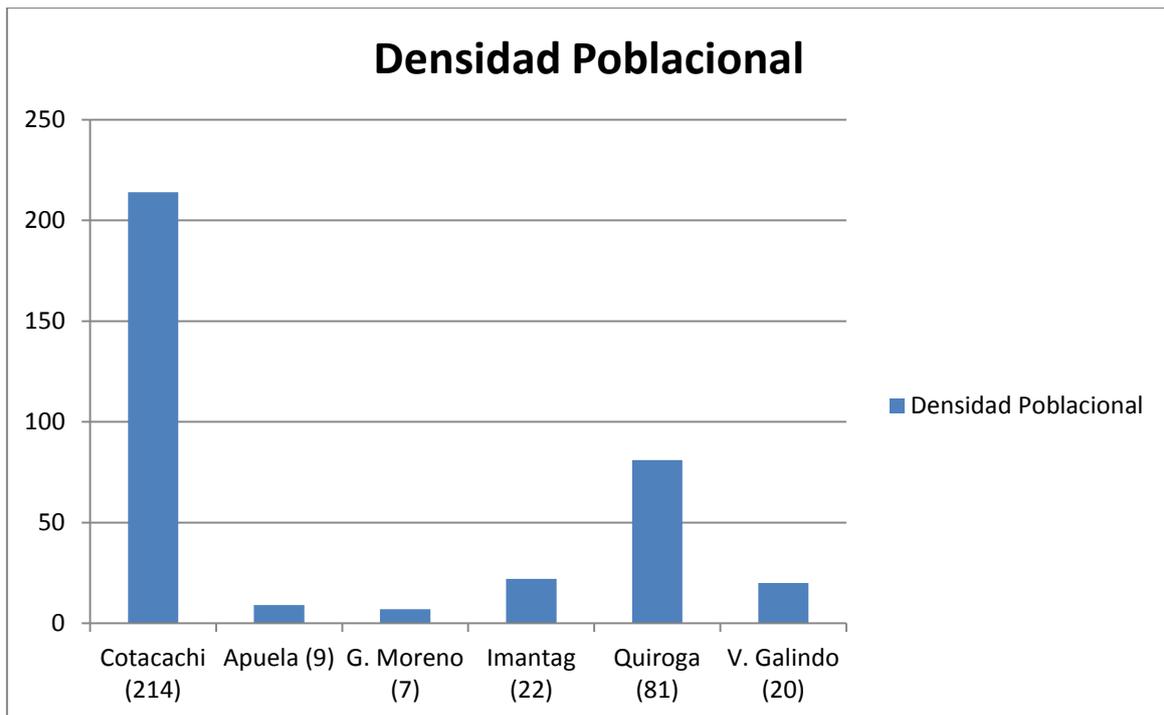


Figura 2.2.1 Densidad Poblacional de Cotacachi. (Censo 2001 y SEMPLADES 2010)

Estructura Poblacional

La poblacional de Cotacachi está conformada de la siguiente manera:

- 59% pertenecen a la raza mestiza.
- 37 % pertenecen a la raza indígena.
- 2% está dividido entre afroamericanos y mulatos.

En cuanto a edades se refiere, los niños entre 1 y 14 años priorizan en la ciudad, seguida de la personas entre 15 y 24 años, luego viene la población entre 30 y 45 años y finalmente las personas adultas de más de 45 años. (PDOT Cotacachi, 2011)

2.3) Servicios Básicos en Cotacachi

Agua Para el Consumo Humano

Cotacachi gracias a su diversidad ecológica, posee la fuente de agua La Marqueza, la cual, abastece a la gran mayoría del sector urbano que es en donde se

realizará el proyecto. El caudal del afluente La Marqueza, se encuentra en 200 l/s cuando hay lluvias y en 150 l/s en época de estiaje.

Actualmente, la cobertura de agua potable para la ciudad se encuentra en un 95%. En el sector urbano de la ciudad existen dos plantas de tratamiento, una está en la casa del agua en el sector EL LEGIDO y otra en Quiroga. Además, la municipalidad dispone de un laboratorio de análisis de agua para llevar un control permanente de la calidad de la misma. (PDOT Cotacachi, 2001).

Calidad del Agua

De acuerdo con el análisis realizado a las Juntas administradoras de agua potable de Cotacachi, se pudo determinar lo siguiente:

- El 57% de la población posee agua potable en buenas condiciones
- El 27% posee agua potable en condiciones aceptables
- El 16% posee agua potable en malas condiciones.

Cabe recalcar que los datos presentados anteriormente, corresponden a un estudio realizado en el año 2001. En la actualidad, se estima que más del 80% de la población cuenta con agua en buenas condiciones. (PDOT Cotacachi, 2001)

Alcantarillado

De acuerdo con estudios realizados en el 2001 que son los más cercanos, se estimó que el 37,7% de la población cuenta con acceso a una red de alcantarillado, lo cual, para ese entonces estaba por debajo de la media provincial que era de 63,7 %. Actualmente no se cuenta con cifras exactas, pero según las proyecciones realizadas por el municipio en 2011 se estima que un 95% de la población cuenta con alcantarillado. (PDOT Cotacachi, 2001)

Salud

En Cotacachi, únicamente existe el centro de salud “Asdrúbal de la Torre”, el cual, es administrado por el Ministerio de Salud Pública. Los diferentes servicios que brinda el hospital son: consulta externa, emergencias y hospitalización. Dicho hospital, está en la capacidad de cubrir con las necesidades de toda el área urbana que incluye el proyecto “Santa Clara”

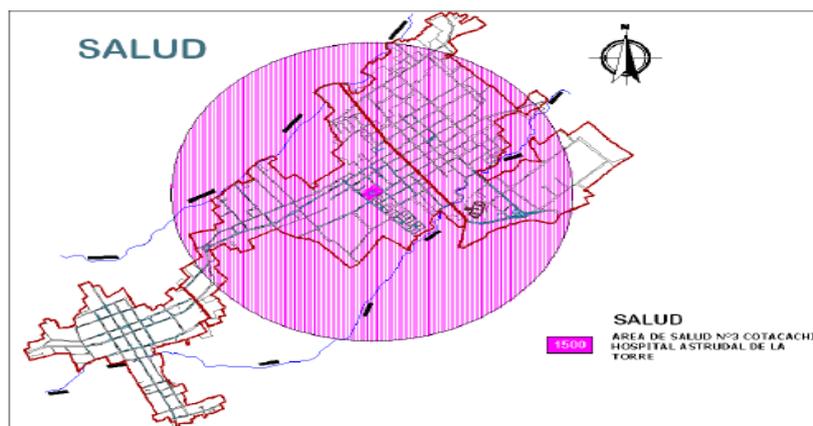


Figura 2.3.1 Área de Influencia del Hospital Asdrúbal de la Torre (PDOT Cotacachi, 20011)

Educación

De acuerdo con datos estadísticos obtenidos a partir de la MEC 2009, se identifica que en Cotacachi existen: 112 instituciones de Educación Básica, 7 instituciones de Educación Básica y Bachillerato, además, existen 4 Instituciones de Educación Inicial y 6 de Educación Inicial y General Básica.

Vivienda

El 77,5% de los hogares Cotacacheños poseen vivienda propia. Dicho porcentaje, supera la media provincial, regional y nacional, las cuales se encuentran en 67%, 62,3% y 67,1% respectivamente (PDOT, 2011).

Migración

En cuanto a la migración, Cotacachi ha sido una de las ciudades con mayor crecimiento a nivel nacional. En los últimos años la ciudad ha experimentado un crecimiento exponencial de habitantes extranjeros, principalmente personas provenientes de los Estados Unidos.

Dicho crecimiento, ha generado en Cotacachi un gran desarrollo económico y cultural. Por una parte, los extranjeros que llegan a la ciudad primeramente se dedican a la construcción o compra de sus viviendas, permitiendo que los constructores propios de la localidad generen ingresos, cabe recalcar que no solo los constructores son beneficiados de la llegada de extranjeros, todos los locales como; almacenes de electrodomésticos, muebles, víveres, entre otros, también reciben parte de los beneficios que abarca acoger a la población extranjera en la ciudad.

El crecimiento cultural en la ciudad, también ha sido un factor importante en la localidad. Tomando como ejemplo la construcción de viviendas, se puede ver como desde el boom de la migración hacia Cotacachi, las viviendas han ido tomando otra forma. Finalmente, en la actualidad se puede ver como Cotacachi es una de las ciudades con mayor diversidad cultural del país, ya que existen personas; mestizas, negras, indígenas, extranjeros, blancos, entre otros, esta variedad hace que la ciudad sea uno de los lugares ideales para vivir.

2.4) Uso del Suelo en Cotacachi

Uso del suelo urbano en Cotacachi

Para poder determinar el uso del suelo urbano en la ciudad de Cotacachi, se deberá tomar en cuenta cuatro criterios básicos como:

- Para uso comercial.
- Para uso comercial y residencial.
- Para uso residencial y comercial.
- Para expansión urbana.

De acuerdo con el (PDOT, 2011) se deberá tomar en cuenta ciertos factores:

- La ciudad de Cotacachi posee aproximadamente un 30% de las edificaciones urbanas con un una tipología de patio central. Mientras que los 70% restantes estarán divididas en una tipología de patio lateral, posterior, frontal.

Tipología Patio	Sagrario		San Francisco	
	m2	%	m2	%
Central	263394.00	30	190854.00	28%
Lateral	219495.00	25	136324.00	20
Posterior	219495.00	25	272649.00	40
Frontal	175596.00	20	81794.00	12

Tabla 2.4.1 tipología patio Cotacachi (PDOT, 2011)

- El Coeficiente de Ocupación del suelo para Cotacachi será de un 70% para la planta baja de un lote.
- La altura de edificación será determinada mediante el Coeficiente de Utilización del Suelo. Para la ciudad se estima que la gran mayoría de edificaciones urbanas

se encuentran con una altura de 2 pisos, pero con al gran crecimiento poblacional de los últimos años las edificaciones han subido a los 3 pisos o 4 pisos en casos excepcionales.

El artículo 3 de la Ordenanza que Establece las Categorías de Ordenación del Suelo en el Cantón Santa Ana de Cotacachi, establece: Las categorías de ordenación del suelo y sus características, que se establecen en el Cantón Cotacachi son (PDOT, 2011):

- Zona Urbana: Tiene como objetivo impulsar una convivencia armónica entre la población y los recursos naturales, además, se deberá garantizar un excelente aprovisionamiento de los servicios básicos.
- Zona Agrícola con riego: Impulsar las actividades agrícolas con alta tecnología para así generar más fuentes de empleo. Esta zona estará ubicada en la parte andina del cantón.
- Zona de reforestación: Utilizar la reforestación como principal medio para impulsar la prevención y conservación del recurso agua dentro de la ciudad.
- Zona de amortiguamiento: En esta zona, será de suma importancia impulsar la conservación de la reserva Cotacachi Cayapas, mediante una zona que detenga las acciones humanas perjudiciales para el bosque.
- Zona de protección del páramo: Es una zona donde se deberá proteger, conservar y recuperar la zona denominada páramo, para así, generar una mayor afluencia del recurso agua.
- Zona de agroforestería y silvopastoril: Zona en donde el objetivo principal se basa en impulsar la agricultura conservacionista, con la finalidad de mejorar las condiciones actuales de los suelos.
- Zona ganadera: En esta zona se potenciara la ganadería utilizando un sistema ganadero silvo pastoril, con técnicas basadas en el mejoramiento genético,

conservación del manejo del suelo, optimización del suelo, entre otras. Se debe tomar muy en cuenta que esta zona requiere gran asistencia técnica para que pueda brindar los resultados establecidos.

- Zona de protección de bosques: Zona dedicada a la conservación de los bosques para poder tener una gran biodiversidad, más recursos naturales y generar servicios ambientales. Se ubica después de la zona de amortiguamiento.
- Zonas de protección de cauces: Zonas donde se deberá brindar protección a los ríos y quebradas, además, se utilizará medidas de remediación y conservación para mitigar el desbordamiento de los ríos.

2.5) **Implantación del Proyecto “Santa Clara”**

El terreno donde se construirá el proyecto urbanístico “Santa Clara”, estará ubicado en la ciudad de Cotacachi en el sector “La Compañía”, este sector se encuentra aproximadamente a 400 metros al norte del parque La Matriz que representa el centro comercial de la localidad. A sus alrededores, el terreno consta de pequeñas plantaciones y terrenos sin poblar. Además el área total del terreno es de 26,552.43 m².

El terreno posee una topografía variable. La cota más alta del terreno es la número 100, mientras que la más baja será de 86. Para el proyecto urbanístico “Santa Clara”, se tratará en lo más mínimo de no realizar cortes o rellenos para no incurrir en gastos que a la final determinaran la viabilidad económica del proyecto.

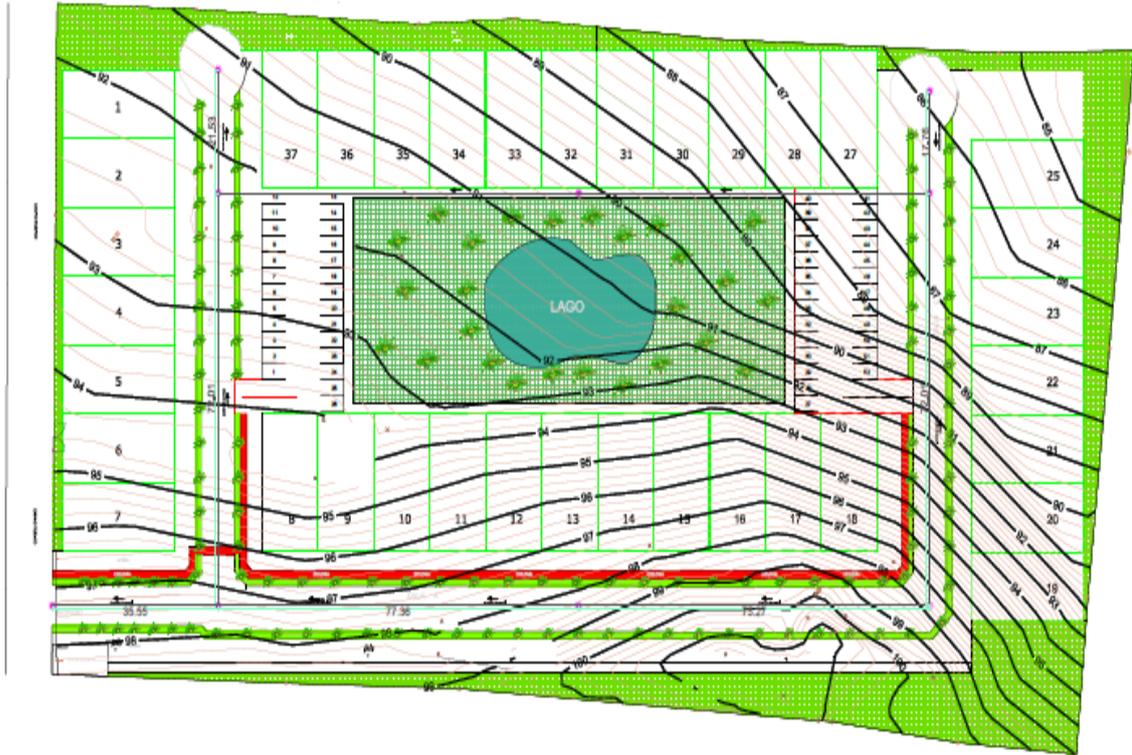


Fig. 2.5.1 Lotización y topografía del terreno.

Finalmente, la urbanización “Santa Clara” estará dividida en 37 lotes de aproximadamente 288 m², constará con parqueadero individual para cada lote y con un área de parqueaderos de visita. La urbanización también constará con un área recreativa en el centro y con un área destinada únicamente a los servicios de guardiana.

En el anexo 1 se presentará de forma más detallada la implantación urbanística del terreno.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

3.1) Introducción

El diseño y ejecución de un sistema de alcantarillado tiene dos propósitos indispensables. Por una parte el sistema tiene que estar en la capacidad de evacuar las aguas lluvias que se precipiten en el área del proyecto, y por otro lado debe poder transportar de forma adecuado las aguas que han sido previamente utilizados por los habitantes de la urbanización.

El propósito del presente capítulo es realizar el diseño del alcantarillado para la urbanización “Santa Clara” ubicada en la ciudad de Cotacachi, para ello, se tomará en cuenta tanto las descargas debido a las aguas lluvias como también las descargas de aguas servidas

3.2) Objetivo y Alcance

Diseñar bajo los parámetros adecuados un sistema de alcantarillado que logre transportar y evacuar tanto las aguas lluvias, como las aguas servidas provenientes del proyecto “Santa Clara”. En este capítulo se expondrá todos los parámetros de diseño, así como las fórmulas que se utilizaron para el diseño del sistema de alcantarillado.

3.3) Generalidades

El sistema de alcantarillado deberá cumplir con las funciones de; recolectar, trasladar, evacuar y dar un adecuado tratamiento a las aguas servidas producidas por todos los habitantes del proyecto. El tratamiento de las aguas servidas se lo realizará en un lugar donde dichas aguas puedan ser depuradas adecuadamente, reduciendo al mínimo los impactos ambientales a producirse.

3.4) Especificaciones

Para el proyecto se tomó como base de diseño las normas INEN, además, se utilizó los criterios de diseño para alcantarillado y sistema de agua potable especificados en los apuntes la materia de Ingeniería Sanitaria dictada por el ingeniero Miguel Araque. (Araque, 2011)

Se entiende como alcantarillado a las conexiones de, tuberías, pozos y plantas de tratamiento utilizadas para transportar las aguas servidas provenientes de duchas, baños, cocinas, grifos exteriores de limpieza, entre otros. También, el alcantarillado incluye la red que se la utiliza para transportar y posteriormente evacuar las aguas producidas por lluvias ilícitas descargadas dentro del área del proyecto. (Araque, 2011)

3.5) Alternativa para el diseño y elementos del proyecto

El objetivo esencial de un sistema de un sistema de alcantarillado sanitario es recolectar, transportar y depositar las aguas residuales y pluviales descargadas en la urbanización “Santa Clara”. Dicho objetivo se lo debe cumplir tomando muy en cuenta

el aspecto económico, es decir, el proyecto debe resultar económicamente viable. Así, y para evitar aumento en los costos del proyecto se construirá la red de alcantarillado siguiendo la pendiente natural del terreno.

También se utilizará los siguientes elementos y sistemas para el proyecto:

- Sistema de alcantarillado separado.
- Tuberías PVC.
- Sumidero (Recolección de aguas lluvias).
- Pozos de revisión.
- Conexiones domiciliarias

A continuación se describirá cada uno de los elementos utilizados en el proyecto.

Redes y Sistemas de alcantarillado

Según (Araque, 2011) las redes de alcantarillado se pueden dividir en dos: Por una parte tenemos las redes de alcantarillado separativas, las cuales, se dedican únicamente a la recolección y transportación únicamente de las aguas residuales. Por otro lado tenemos las redes unitarias que además de transportar las aguas residuales, transportan también las aguas pluviales. Los sistemas de alcantarillado se clasifican en:

Sistema de alcantarillado separado: En este sistema se utiliza dos redes de alcantarillado por separado. La primera red se dedica a la recolección de las aguas residuales, mientras que la segunda red esta destina a la recolección de las aguas lluvias. A pesar de tener independencia en la recolección de los flujos de agua las dos evacuan en un mismo colector.

Sistema de alcantarillado combinado: Está constituido por una red única que recolecta y transporta tanto aguas residuales como aguas pluviales.

Sistema de alcantarillado semi - combinado: Para este sistema se utiliza las características de los dos sistemas anteriores. Si la urbanización es muy grande y arquitectónicamente compleja, en ciertos lugares será necesario utilizar sistemas separados y en otros sistemas combinados.

Para el presente proyecto se utilizará un alcantarillado separado.

Tuberías PVC

El policloruro de vinilo o comúnmente llamado PVC fue usado en el ámbito de la construcción de tuberías en Alemania a partir de 1930. Actualmente es el elemento más utilizado por las constructoras tanto para tuberías hidráulicas como para tuberías sanitarias.

El policloruro de vinilo se lo utiliza con preferencia en comparación con otros materiales debido a las grandes ventajas que este material presenta como:

- Posee excelentes rangos de combinación de presión, temperatura y diámetros para ciertas aplicaciones industriales.
- Posee gran durabilidad y flexibilidad.
- Posee baja relación de peso.
- Posee alta resistencia a la corrosión.
- En ingeniería sanitaria es esencialmente utilizado ya que presenta ahorros significativos en instalación y mantenimiento a lo largo de su vida útil.
- El PVC es fácil de manipular en construcción.
- Posee un bajo grado de oxidación.

Las tuberías de PVC para instalaciones sanitarias son sumamente utilizadas en el Ecuador, ya que, se las utiliza para trasladar las aguas residuales a gravedad. Se puede

encontrar dos tipos de tuberías de PVC: Tuberías sanitarias que realizaban sus uniones a través de cemento (No recomendadas) y las tuberías que realizan sus conexiones a través de un anillo de empaque. (Accesorios PVC, 2012)

Sumidero

Los sumideros son elementos indispensables dentro de la red de alcantarillado pluvial, son los encargados de recolectar las aguas lluvias que se encuentren en la superficie del proyecto. Los sumideros se los coloca en las cotas más bajas del proyecto para transportar el agua lluvia de forma rápida al pozo de revisión. La capacidad de captación de los sumideros depende del tipo de sumidero utilizado y de la ubicación del mismo en el conjunto residencial.

Los sumideros se pueden clasificar en:

Sumideros horizontales: Estos sumideros utilizan rejillas y se los ubica en la cuneta de las calles. Su principal inconveniente se presenta cuando sus rejillas se tapan por exceso de basura o algún elemento exterior.

Sumidero lateral con abertura: Tienen la capacidad de admitir objetos que son arrastrados por la corriente. Su principal inconveniente se presenta cuando se tiene pendientes muy bajas, ya que, su capacidad de admitir el flujo de agua disminuye considerablemente.

Sumideros mixtos: Representa la unión de los dos sumideros descritos anteriormente.

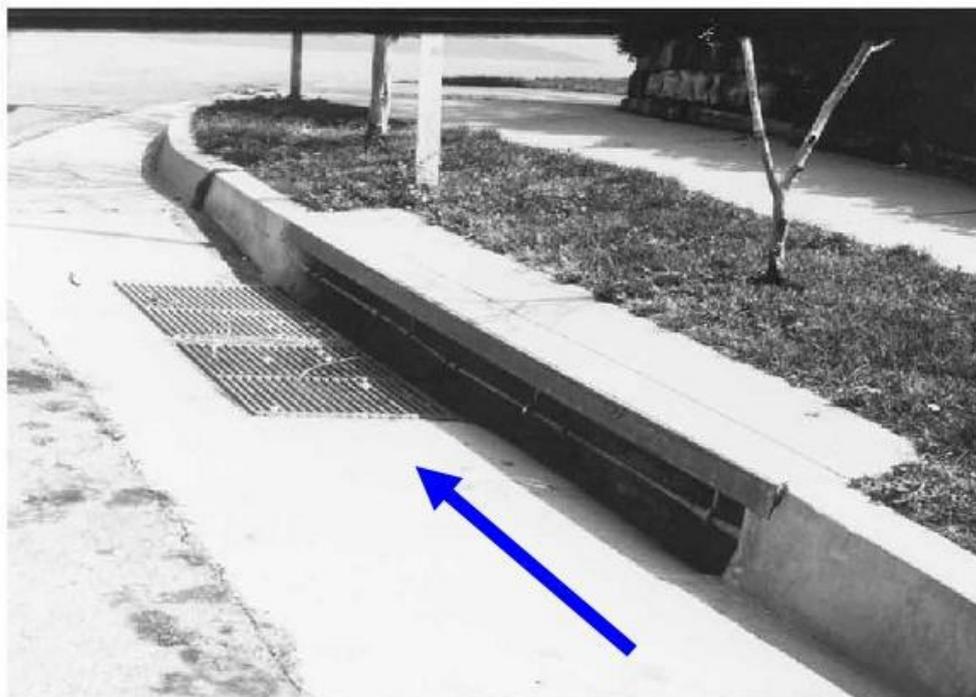


Figura.3.5.1 Sumidero mixto (Fernández, 2009)

Los sumideros se los debe colocar principalmente en las intersecciones entre las calles, para de esta forma poder captar la máxima capacidad de agua proveniente de las lluvias y evitar que el agua cruce por las intersecciones de las calles. Se puede colocar sumideros a las salidas de estacionamientos, descargas de los techos de las casas, entre otras. Finalmente se prohíbe colocar sumideros que estén atravesados transversalmente en las calles, ya que, puede ocasionar graves accidentes. (Fernández, 2009)

Pozos de revisión

Los pozos de revisión, son estructuras que permitirán a los trabajadores acceder al interior de las tuberías de alcantarillado, con la finalidad brindar el adecuado mantenimiento. Se colocan cuando exista una considerable variación en la pendiente del terreno, donde las tuberías sean largas, donde exista cambio en la sección del tubo y cuando la dirección de la tubería cambie. Los pozos de revisión se los instalará de acuerdo con el criterio del ingeniero fiscalizador durante la instalación de las tuberías.

Es indispensable construir la cimentación de los pozos antes de instalar las tuberías para evitar construir bajo los extremos de las mismas. Para la elaboración tanto de la planta como del zócalo de los pozos se utilizara mampostería de piedra con fines económicos (Araque, 2011).

Conexiones Domiciliarias

Primeramente se debe tomar en cuenta que todas las conexiones domiciliarias construidas en la urbanización “Santa Clara” empezarán una caja de revisión, la misma, que servirá para realizar las diferentes labores de limpieza dentro de la conexión domiciliaria.

Las conexiones domiciliarias deberán cumplir con ciertos requisitos como:

- Tener un diámetro mínimo de 0,10 metros para tuberías sanitarias y de 0,15 metros para tuberías que conduzcan aguas lluvias.
- Profundidad mínima de 0.8 metros.
- El empalme a las tuberías se realizará en un ángulo de 45%

3.6) Bases de Diseño

Periodo de Diseño

El diseño y la construcción de un sistema de alcantarillado es una obra civil que se la ejecuta para satisfacer las necesidades de una población determinada. Así, el presente proyecto de urbanización debe tener su sistema de alcantarillado, de tal manera que dure un plazo determinado por el crecimiento de la población y por la vida útil de los materiales utilizados.

Además el tiempo de durabilidad del alcantarillado debe tomar en cuenta otros aspectos como:

- Durabilidad de las instalaciones (materiales adecuados)
- Estándares altos en los métodos constructivos
- Mantenimiento
- Facilidad para realizar obras de ampliación
- Factibilidad económica para realizar de forma adecuada la obra sanitaria

De esta manera, al tratarse de un conjunto residencial con una población máxima previamente determinada y además con una infraestructura, en la cual, no se permitirán futuras modificación, se ha podido establecer un periodo de diseño de 20 años (Araque, 2011).

Población de Diseño

Uno de los principales datos a ser tomados en cuenta para el diseño de la red de alcantarillado, es la determinación de la población al interior del área del proyecto. Debido a que si se realiza una estimación errónea, en el futuro, dicha obra podrá necesitar ampliaciones o diferentes modificaciones.

De los datos obtenidos a partir del CENSO poblacional realizado en el 2010 se pudo establecer la siguiente tabla.

Población	40.00 Habitantes
Población Urbana	22.1%
Población Rural	79.9%
Hombres	49.8%
Mujeres	50.2%

Además, se pudo obtener datos que representan el número de habitantes por vivienda como se presenta a continuación:

	# Total de viviendas	# Viviendas ocupadas	# Ocupante	Promedio
Cotacachi	10.245	8.263	37.081	4.5
Sector Urbano	2.160	1.904	7.398	3.9
Sector Rural	8.085	6.359	29.683	4.7

Así, debido a que el conjunto residencial “Santa Clara” se lo construirá en el sector urbano de la ciudad de Cotacachi, se ha tomado como dato para la población de diseño un promedio de 4 habitantes por casa.

Densidad Poblacional

La densidad poblacional para un conjunto residencial se obtiene al aplicar la siguiente ecuación:

$$Dp = \frac{\text{Población (habitantes)}}{\text{Área (ha)}} \quad (\text{eq. 3.6.1})$$

Dónde:

Población: Representa el # de Habitantes en la urbanización

Área: Representa el área total del proyecto en hectáreas

Realizando los cálculos se obtiene:

Población: 155 habitantes

Área: 2.655 ha

$$Dp = \frac{155 \text{ (habitantes)}}{2.655 \text{ (ha)}}$$

$$Dp = 58 \text{ habitanes/ha}$$

Dotación

La dotación, representa la cantidad de litros de aguas que se debe proveer a un habitante durante un día completo. Existen varios factores a ser tomados en cuenta para determinar la dotación por habitantes, entre los más importantes tenemos:

- Condiciones climáticas del lugar
- Dotación de agua para mantenimiento de jardines
- Dotación de agua destinada a labores de limpieza

De acuerdo con los apuntes obtenidos por la clase de Sanitaria dictada por el ingeniero Miguel Araque se pudo obtener el siguiente cuadro:

Lugar Geográfico	Dotación (L/habitan día)
Costa	220
Oriente	220
Sierra	160

La dotación tanto para los habitantes de la costa como los del oriente es más alta debido al clima y humedad que se presenta en estas zonas.

Área de Aportación

Las áreas de aportación vienen representadas por el conjunto de divisiones en el diseño, utilizadas para distribuir los caudales a cada tramo de las tuberías.

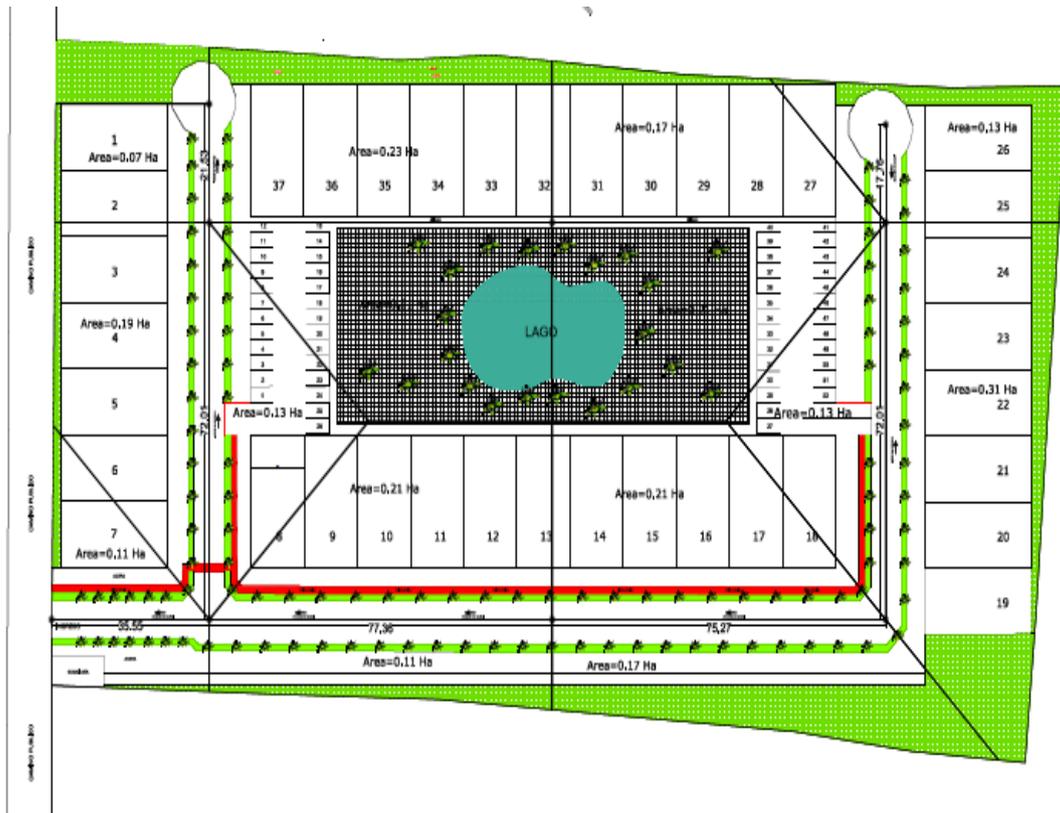


Figura 3.6.1 Áreas de Aportación

Caudales de Diseño

Caudal de Aguas Servidas

El primer caudal a ser considerado para el diseño de alcantarillado es el caudal de aguas servidas domésticas, dicho caudal tiene su resultado en función de la población que la red va a aportar y a la dotación de agua establecida para dicha población.

A pesar de que el desagüe de aguas residuales en un domicilio depende de muchos factores como; normas de aseo, costumbres, clima, entre otros, únicamente un porcentaje de dichas aguas regresa a la red de alcantarillado. Así el caudal para aguas servidas se calculó a partir de la siguiente expresión:

$$Q_{as} = C \times \frac{P \times D}{86400} \quad (\text{eq. 3.6.2})$$

Dónde:

Q_{as} = Caudal de aguas servidas (l/s)

P = # De habitantes totales del proyecto

D = Dotación de agua para un habitante durante un día $\left(\frac{l}{\text{habitante día}}\right)$

86400 = Cantidad de segundo durante un día (s/d)

C = Coeficiente de retorno (0.8). Es importante tomar en cuenta que el coeficiente de retorno (C) representa la cantidad de agua que regresa a la red de alcantarillado ahora como aguas servidas domiciliarias, dicho porcentaje es 0.8 o 0.7 en ciertos caso, el 0.2 restantes es la cantidad de agua que se destina a los jardines o a la cocina.

Así y aplicando la ecuación de caudal de aguas servidas obtenemos que:

$$Q_{as} = 0.8 \times \frac{155 (\text{hab}) \times 160 \left(\frac{l}{\text{hab x día}}\right)}{86400 \left(\frac{s}{\text{día}}\right)}$$

$$Q_{as} = 0.23 \frac{l}{s}$$

Caudal de Aguas Servidas Nominal

A diferencia del caudal de aguas servidas, el caudal de aguas servidas nominal viene dado por la cantidad de habitantes por cada hectárea del proyecto. La fórmula para el caudal nominal queda de la siguiente manera:

$$Qasn = C \times \frac{Pd \times D}{86400} \quad (eq. 3.6.3)$$

Dónde:

$Pd = \#$ De habitantes por hectárea (densidad poblacional)

Así y aplicando la ecuación de caudal de aguas servidas nominales obtenemos que:

$$Qasn = 0.8 \times \frac{58 \left(\frac{hab}{ha}\right) \times 160 \left(\frac{l}{habxdía}\right)}{86400 \left(\frac{s}{día}\right)}$$

$$Qasn = 0.085 \left(\frac{l}{s x ha}\right)$$

Caudal de Infiltración

El caudal de infiltración se da cuando existe una infiltración de agua a la red de alcantarillado, ya sea por fisuras en las tuberías o por malas conexiones. Para determinar el caudal de infiltración será necesario tomar en cuenta varios aspectos como:

- Tipo de tubería utilizado en la obra
- Tipo de uniones utilizadas en las tuberías
- Precipitaciones anuales y permeabilidad del suelo
- Conexiones con los pozos de revisión
- Altura del nivel freático sobre el colector

De esta manera el caudal de infiltración se puede representar a partir de la siguiente fórmula:

$$Qinf = 14 \frac{m^3}{ha \times día} \quad (eq. 3.6.6)$$

Así y aplicando la ecuación para el caudal de infiltración obtenemos que:

$$Q_{inf} = 0,162 \frac{l}{s \times ha}$$

$$Q_{inf} = 0,162 \frac{l}{s \times ha}$$

$$Q_{inf} = 0,162 \frac{l}{s \times ha}$$

Caudal por Conexiones Erradas

De acuerdo con las necesidades que se presenten a los usuarios de la red de alcantarillado, estos pueden optar en algún momento por realizar ciertas conexiones ilícitas, las mismas, que pueden afectar al diseño. En dichos casos se puede añadir a los cálculo un Q_e que represente del 5% al 10% del Q_{as} . (Rodríguez, 2006)

De esta manera el caudal por conexiones erradas se puede representar a partir de la siguiente fórmula:

$$Q_e = 10\% \times Q_{as} \text{ (eq. 3.6.7)}$$

Dónde:

$Q_e = \text{Caudal de conexiones erradas}$

$Q_{as} = \text{Caudal de aguas servidas}$

El caudal por conexiones erradas para nuestro proyecto se tomará como nulo.

Caudal de Diseño o Caudal Sanitario (Alcantarillado Sanitario)

El caudal final de diseño o caudal sanitario representa la suma total de todos los caudales; caudal de aguas servidas, caudal de infiltración y caudal por conexiones erradas.

De esta manera el caudal sanitario se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$Q_s = Q_{asn} + Q_{inf} + Q_e \text{ (eq. 3.6.8)}$$

Dónde:

$Q_s = \text{Caudal sanitario}$

$Q_{as} = \text{Caudal de aguas servidas}$

$Q_{inf} = \text{Caudal de infiltración}$

$Q_e = \text{Caudal por conexiones erradas}$

Así y aplicando la ecuación para el caudal sanitario obtenemos que:

$$Q_s = 0,162 \frac{l}{s \ xha} + 0,085 \frac{l}{s \ xha} + 0$$

$$Q_s = 0,247 \frac{l}{s \ xha}$$

Caudal Generado por Lluvias (Alcantarillado Pluvia)

Para determinar de forma adecuada el valor del caudal debido a las aguas lluvias, se utilizará el Método Racional que en forma de ecuación, se representa de la siguiente manera:

$$Q_{all} = \frac{C \times I \times A}{360} \times 1000 \text{ (eq. 3.6.9)}$$

Dónde:

$Q_{all} = \text{Caudal de aguas lluvias}$

$C = \text{Coeficiente de escorrentía}$

$I = \text{Intensidad de aguas lluvias}$

$A = \text{Área total}$

- **(C) Coeficiente de escorrentía:** El valor de (C) o coeficiente de escorrentía dependerá de diferentes aspectos como: impermeabilidad del terreno por el que

el agua circula, tipo de suelo del proyecto, pendiente del terreno donde se aplicará el proyecto, y otros factores que determina la cantidad de lluvia que se hace escorrentía.

Superficie	Coficiente
Techo impermeable	0.7 a 0.95
Pavimentos de asfalto en buen estado	0.85 a 0.90
Pavimentos de piedra, ladrillo y bloque	0.75 a 0.85
Los mismos con juntas no cementadas	0.50 a 0.70
Pavimentos de bloque interior con juntas no cementadas	0.4 a 0.5
Carreteras y paseos con calzada de grava	0.15 a 0.30
Paseos, jardines, prados según la inclinación de la superficie	0.05 a 0.25

Tabla 3.6.1 Coeficientes de escorrentía KUICHLING para varios tipos de superficie (Steel, 1979 p.346)

En general los ingenieros de acuerdo a su experiencia emplean valores de (0.7 a 0.9) para zonas urbanas con muchas edificaciones, (0,5 a 0.7) para zonas adyacentes con edificios, (0.25 a 0.5) para lugares residenciales y (0.10 a 0.25) para lugares con menos número de edificaciones.

El valor que se tomará como coeficiente de escorrentía para el proyecto será 0.50, ya que, es un valor representativo de lugares residenciales unifamiliares

con casas contiguas y predominio de jardines. Además se utilizará un valor de 0,40 para laderas aportantes.

$$C = 0.5$$

$$C = 0,4 \text{ (en caso de laderas)}$$

- **(TR) Periodo de retorno:** El periodo de retorno o (TR) representa el intervalo de tiempo que se ha originado entre dos eventos de una misma intensidad. Así, para el diseño de alcantarillado pluvial se pueden encontrar tiempos de retorno que varían entre 1 a 10 años. De acuerdo con la experiencia y los consejos brindados por el Ing. Miguel Araque se asume un tiempo de retorno de: $TR = 10 \text{ años}$

A pesar de asumir un tiempo de retorno menor que el tiempo de diseño, se puede decir que 10 años es un tiempo elevado. En caso de utilizar (TR) más elevados, el costo de la obra se vuelve más caro. (Araque, 2011)

- **(TC) Tiempo de concentración:** El uso de las curvas de Intensidad, Duración, Frecuencia, la duración de la tormenta de diseño será igual al tiempo de concentración de la cuenca. Dicho tiempo de concentración estará definido como el tiempo definido como el tiempo viaje del agua desde el punto más alejado hasta el punto de desagüe de la cuenca. En el caso de proyecto de alcantarillado para la urbanización “Santa Clara”, el (TC) será el tiempo que tarde en viajar la primera gota de lluvia desde la parte más alejada de su sumidero hasta el lugar de tratamiento.

El tiempo total de concentración para cada tramo, será la suma del tiempo de concentración inicial más el tiempo de recorrido dentro de los conductos que le preceden.

El tiempo de concentración inicial (t_i) se lo puede tomar a partir del siguiente cuadro:

TIEMPO DE CONCENTRACION SUPERFICIAL	
CARACTERISTICAS DEL AGUA DE DRENAJE	TIEMPO (min)
Sumideros Lejanos	20—30
Zonas medianamente pobladas con pendientes relativamente planas	10—15
Sumideros cercanos	5

Tabla 3.6.2 Tiempo de concentración superficial (Araque, 2010)

De acuerdo con el criterio del ingeniero Miguel Araque, para el proyecto urbanístico “Santa Clara” se utilizará un tiempo de concentración inicial de 10 minutos.

El tiempo de recorrido dentro de los conductos se determinará a través de la siguiente ecuación:

$$t_{rc} = \frac{L}{v} \quad (\text{eq. 3.6.10})$$

Dónde:

$L =$ Longitud de la tubería

$v =$ Velocidad del flujo

En nuestro diseño de cálculo se podrá tomar $L = 78$ metros, ya que es la longitud de la tubería más larga del proyecto. Además se puede tomar como velocidad 0,75 m/s, que representa la velocidad mínima de flujo en condiciones críticas.

Calculando:

$$t_{rc} = \frac{L}{v}$$

$$t_{rc} = \frac{78 \text{ m}}{0.75 \text{ m/s}}$$

$$t_{rc} = 104 \text{ s}$$

$$t_{rc} = 1,73 \text{ min}$$

Aplicando la fórmula para tiempo de concentración obtenemos que:

$$TC = t_i + t_{rc}$$

$$TC = 10 \text{ min} + 1,73 \text{ min}$$

$$TC = 11,73 \text{ min}$$

- **(I) Intensidad de lluvias:** La intensidad de la lluvia se determina con las ecuaciones de intensidad, duración, frecuencia, o de aguaceros equivalentes en función del período de retorno, que deben ser generadas para cada localidad. De acuerdo, con los diferentes estudios realizados por el INAMHI, los cuales, zonifican al Ecuador para identificar sus diferentes características hidrológicas y geográficas, se puede obtener para la ubicación del proyecto una intensidad de lluvias de 57 mm/h

Así y aplicando la ecuación para el caudal de aguas lluvias obtenemos que:

$$Q_{all} = \frac{C \times I \times A}{360} \times 1000$$

$$Q_{all} = \frac{0,5 \times 57 \frac{\text{mm}}{\text{h}} \times 1 \text{ ha}}{360 \left(\frac{\text{s}}{\text{h}}\right)} \times 1000$$

$$Q_{all} = 79,2 \left(\frac{\text{l}}{\text{s}}\right)$$

Resultados de los Caudales de Diseño

A continuación se presenta una tabla con los resultados de los cálculos para el caudal de diseño sanitario:

Caudal por aguas servidas(Q_{as})	0,23
Factor de mayoración (M)	5,8
Caudal aguas servidas nominal (Q_{asn})	0,085
Caudal por infiltración (Q_{inf})	0,162
Caudal por conexiones erradas (Q_e)	0
Caudal de diseño sanitario (Q_s)	0,247

A continuación se presenta una tabla con los resultados de los cálculos para el caudal de alcantarillado pluvial:

Coefficiente de escorrentía(C)	0,5
Periodo de retorno (TR)	10
Tiempo de concentración (TC)	12
Intensidad de lluvias (I_{TR})	57
Caudal Aguas lluvias (Q_{all})	79,2

Hidráulica

El funcionamiento hidráulico en colectores obedece a flujos no permanentes gradualmente variados (en lámina de agua, velocidades, entre otros). Debido a que un proyecto residencial ocupará caudales picos, será necesario simplificar el diseño suponiendo un flujo permanente y uniforme en el conducto. Así, se puede utilizar la fórmula de Manning que se la representa de la siguiente manera:

$$V_o = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{N} \text{ (eq. 3.6.11)}$$

$$Q_o = V_o \times A \text{ (eq. 3.6.12)}$$

Dónde:

V_o = Velocidad cuando el tubo esta lleno (m/s)

Q_o = Caudal cuando el tubo esta lleno (m^3/s)

A = Área hidráulica del conducto cuando el tubo esta lleno (m^2)

S = Pendiente del conducto

N = Coeficiente de Manning

Una vez conocidos los parámetros hidráulicos del colector a tubo lleno, se procede a estimar las relaciones hidráulicas para el caudal de diseño, las cuales permiten verificar las velocidades permisibles y establecer mediante el número de Froude (F), si el régimen es subcrítico ($F < 0.90$) o supercrítico ($F > 1.10$).

- **(N) Coeficiente de Manning:** Para poder identificar el coeficiente de rugosidad de Manning (N), será necesario identificar la clase de conducto con el que se está tratando. En el caso del proyecto urbanístico “Santa Clara” se utilizará un coeficiente de rugosidad de 0.015 para tubería prefabricada de concreto, que en relación con el material PVC son más desfavorables. Así, se garantiza el correcto funcionamiento del sistema para PVC.

CONDICIONES DEL CAUDAL DE AGUA	n	1/n
CANALES DE TIERRA SIN REVISTIR		
Tierra limpia y uniforme; canales recién ultimados	0,017	58,82
Curvatura suave, en lógamo o arcilla sólidos, con depósitos de fangos, sin crecimiento de vegetación, en condiciones normales.	0,025	40,00
Hierba corta, poca 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 REVISTIDOS		
Ladrillos de mortero de cemento	0,020	50,00
Hormigón, piezas pretabricadas, 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
CONDUCIONES ELEVADAS/CANALETAS/ACUADUCTOS		
Hormigón	0,012	83,33
Metal llano	0,015	66,67
Metal ondulado	0,021	47,62
Madera y bambú (llano)	0,014	21,43

Tabla 3.6.3 Coeficientes de rugosidad de Manning

- **(S) Pendiente del conducto:** Para poder seleccionar la pendiente que tendrá el conducto, será necesario tomar en cuenta tanto la topografía del terreno como el cumplimiento de velocidades de diseño para el caudal de diseño de los diferentes tramos.
- **Dimensión de los diámetros mínimos:** Las conexiones domiciliarias tendrán un diámetro mínimo de 150 mm, mientras que los drenajes de aguas lluvias lo tendrán mínimo de 200mm.
- **Dimensionamiento de la sección del conducto:** Para dimensionar la sección del conducto se lo realiza con base en la fórmula de Manning.

La velocidad media real en el conducto (V), la profundidad de lámina de agua (Y) y la profundidad hidráulica (D) de los conductos circulares se calculan a

partir del procedimiento anterior. Así, el número de Froud se lo calcula utilizando la siguiente fórmula

$$F = \frac{V}{\sqrt{g \times D}} \quad (\text{eq. 3.6.13})$$

Dónde:

$$V = \text{Velocidad media} \frac{m}{s}$$

$D = \text{Profundidad hidráulica}$

- **Velocidades máximas y mínimas:** Una de las funciones a ser desarrolladas por el ingeniero civil fiscalizador, es controlar los valores de velocidad para el flujo al interior de una alcantarilla. Los colectores de aguas residuales deberán ser diseñados para velocidades mínimas que permitan a la tubería mantener una auto-limpieza y además evitar la sedimentación. Las alcantarillas para aguas residuales actualmente se las elabora con una pendiente que permita mantener una velocidad mínima, para la conducción del flujo de 0.6 m/s, cuando la sección transversal se encuentre parcialmente llena. La velocidad mínima establecida en 0.6 m/s descenderá cuando el flujo ocupe menos de la mitad del diámetro.

De acuerdo a estudios realizados, se identifica que al mantener una velocidad de 0.35 m/s se podrá evitar que muchos de los sólidos que circula por la tubería se adhieran a la misma. Para objetivos prácticos y del proyecto estudiado, se podrá utilizar una velocidad mínima de 0.45 m/s, considerando que el tubo de circulación se encuentre parcialmente lleno. En cuanto a las velocidades máximas a mantener al interior del tubo, se establece un máximo de 7,5 m/s, al

exceder dicha velocidad se empezará a causar erosión en las estructuras de hormigón que se encuentren expuestas al flujo (ej. Pozos de revisión).

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

4.1) Introducción

Con el pasar de los años, uno de los principales retos de todas las civilizaciones ha sido, el poder asentarse en lugares donde exista una gran abundancia del recurso natural agua, ya que este representa la esencia básica de la vida para todos los seres humanos. El gran problema de la humanidad se da cuando el mundo entero empieza a sobre poblarse de manera exponencial. Debido a esta sobre población, los seres humanos, han ido creando obras civiles destinadas a poder abastecer de manera rápida y eficaz a todas las poblaciones del preciado líquido (agua).

Un ingeniero civil, debe poder considerar un sin número de factores (estudios, estadísticas, análisis, entre otros), los cuales le permitan satisfacer de manera efectiva y sustentable el servicio del agua.

4.2) Objetivo y Alcance

El principal objetivo de este capítulo será diseñar de manera eficaz y sustentable la red de distribución de agua potable. Además, se expondrá todas las características que intervienen en el sistema de alcantarillado de agua potable.

4.3) Generalidades

Para poder dar inicio con el proyecto, se realizará diferentes estudios que muestren una factibilidad técnica, económica y financiera. De esta manera, se podrá

garantizar que el proyecto se ejecute tomando en cuenta factores; económicos, financieros, políticos, entre otros.

En este capítulo se diseñará la red de distribución de agua potable, ciertos datos se utilizarán de manera directa ya que fueron obtenidos previamente en el capítulo 2 (Diseño del alcantarillado sanitario y pluvial).

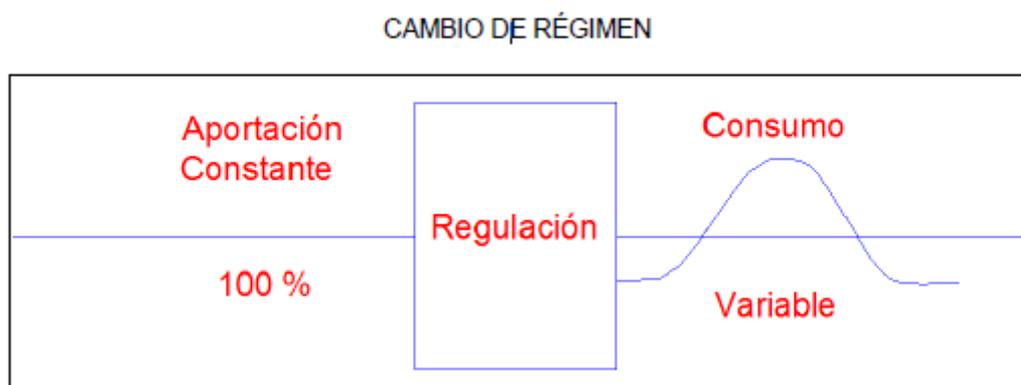
4.4) Conceptos

Existen diferentes conceptos a tomar en cuenta antes de diseñar el sistema de distribución de agua potable, entre los más importantes tenemos:

- Sistema de Agua Potable: El principal objetivo de un sistema de distribución de agua potable, es el de abastecer de forma continua el recurso agua a todos los habitantes de una localidad, en el caso de nuestro proyecto, el sistema será diseñado para abastecer a 36 casas, áreas recreativas, guardianía, entre otros. El agua potable como conjunto, se considera a aquella agua que cumple con la normativa establecida por la (OMS) Organización Mundial de la Salud, la misma que establece la cantidad necesaria de sales a vértice en el agua natural (agua de vertientes), para que esta pueda ser considerada como agua potable. Como definición más concreta, se puede establecer que el agua potable es aquella que esta apta para el consumo humano, sin riesgo alguno de causar malestares o enfermedades. (Manual Para el Diseño de Agua Potable y Alcantarillado, 2009)
- Captación: Se define como la obra civil, destinada a captar el agua de manera adecuada para después poder distribuirla a toda la población, de acuerdo a las necesidades de la misma. En el planeta tierra existen diferentes fuentes naturales de agua como; aguas superficiales, aguas subterráneas, aguas meteóricas y agua

de mar. Las aguas superficiales (ríos, lagos, lagunas) son las más utilizadas en la actualidad, ya que, presentan la mejor calidad de agua para el consumo humano, además, son las que necesitan de menos tratamientos para ser agua potable. El principal problema de este tipo de aguas radica en que tanto los ríos, lagos o lagunas pueden estar previamente contaminados debido a la descarga de aguas residuales. Las aguas subterráneas son las que se encuentran confinadas en el suelo, y la extracción de las mismas resulta complicada y cara. (Manual Para el Diseño de Agua Potable y Alcantarillado, 2009)

- **Tratamiento:** Se define como todos los procesos mecánicos, químicos y físicos que intervienen en el proceso de potabilización del agua. El tratamiento del agua debe asegurar que esta se encuentre apta para el consumo humano, que este estéticamente aceptable, y que el proceso de potabilización sea económicamente viable. (Manual Para el Diseño de Agua Potable y Alcantarillado, 2009)
- **Regularización:** La regularización dentro de un sistema de agua potable, sirve para cambiar de un abastecimiento de agua potable continuo a un abastecimiento de agua variable, de acuerdo a las necesidades de la población. (Manual Para el Diseño de Agua Potable y Alcantarillado, 2009)



Gráfica 4.4.1 Regularización (Manual Para el Diseño de Agua Potable y Alcantarillado, 2009)

- **Tanque Superficial:** Depósitos hechos con concreto armado con la finalidad de ser enterrados para almacenar agua potable. Estos elementos, necesariamente serán techado para así evitar que factores externos contaminen el agua potable.
- **Tanques elevados:** Los tanques elevados se construyen en lugares donde se tiene una topografía muy plana. La elevación de los tanques puede variar desde 3 metros hasta 20 metros.
- **Red de distribución:** Comprende todos los elementos (accesorios, estructuras, tuberías) encargados de dirigir al agua potables desde el tanque regularizador hasta cada vivienda de la urbanización.
- **Consumo:** EL consumo de agua potable para uso humano viene expresado en unidades $\left(\frac{l}{hab \times día}\right)$, y se refiere únicamente al subministro de agua potable sin considerar pérdida alguna. Para nuestro proyecto urbanístico, se define al consumo doméstico como; la cantidad de agua utilizada por un habitante de una vivienda durante un día, dicha cantidad dependerá de factores climáticos, económicos, entre otros. (Manual Para el Diseño de Agua Potable y Alcantarillado, 2009)
- **Presión:** La unidad establecida por el Sistema Internacional de Medidas es el Pasca (Pa), y determina el efecto de aplicar una fuerza sobre una determinada superficie. La presión es uno de los principales parámetros para determinar el abastecimiento de agua potable. De acuerdo con la NEC 2013 (Normativa Ecuatoriana de la Construcción) al existir baja presión en la red pública de subministro, deberá existir un adecuado sistema de bombeo para cumplir con las diferentes solicitudes, todas las tuberías de la red de distribución de agua potable deberán resistir una presión de 213, 36 psi.

4.5) Distribución de Agua Potable a las Viviendas

Parte importante en el sistema de distribución de agua potable esta dada por las conexiones domiciliarias, dichas conexiones estarán encargadas de unir la red pública de agua potable con los medidores de cada vivienda.

El ingeniero que se encuentre a cargo del diseño de la red de agua potable, deberá garantizar que al interior de las tuberías siempre exista una presión adecuada de funcionamiento, la cual, permita la distribución de agua potable a todos los habitantes de la urbanización. En el caso de nuestro proyecto se utilizara una cisterna la cual estará encargada de distribuir el agua potable a todas las viviendas.

Para esta distribución de agua potable, se identificará previamente cuando se dan condiciones normales de servicio y cuando existe una demanda mayor de agua potable. El diseño de la tubería dependerá exclusivamente del momento en que exista la mayor demanda posible de agua.

Otro punto a tomar muy en cuenta en la distribución de la red de agua potable, es los caudales y presiones necesarios para el funcionamiento adecuado de todos los aparatos sanitarios de cada vivienda. A continuación, se proporciona la tabla de presiones recomendadas para los aparatos sanitarios.

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada (m.c.a.)	mínima (m.c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Tabla 4.5.1 Presiones Para Aparatos Sanitarios (NEC, 2013)

4.6) Diseño de la Red de Distribución de Agua Potable

Uno de los objetivos del proyecto urbanístico “Santa Clara”, es el diseño eficaz y sustentable de la red de distribución de agua potable. Para el diseño de la distribución de agua potable, se utilizará una red interna de distribución ubicada bajo la calzada del conjunto residencial. Así, se deberá tomar muy en cuenta que la red de tuberías que se

dirigen desde la cisterna hasta cada domicilio, estará colocada en el eje de las vías internas de la urbanización.

De acuerdo, con las características de la urbanización (número de habitantes, plan urbanístico), se decide colocar tuberías de 2 pulgadas de diámetro, las cuales, partirán desde la cisterna hasta la entrada de cada domicilio. Por otro lado, y únicamente, para las conexiones domiciliarias se utilizará tuberías con diámetro de 1 pulgada, esta reducción entre diámetros, garantizará una adecuada presión para todos los aparatos sanitarios. El anexo 6 presenta la vista en planta de la disposición del sistema de agua potable para la urbanización.

Con la finalidad de obtener una presión adecuada dentro las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable, se utilizará un equipo hidropresor (motor, bomba, tanque hidroneumático), el cual, garantizará el adecuado funcionamiento de todos los aparatos sanitarios colocados al interior de los domicilios.

La cisterna colocada en el interior del conjunto residencial “Santa Clara”, será utilizada como dispositivo de almacenamiento de agua potable, para evitar inconvenientes de falta de agua para cada habitante. El diseño de la cisterna, dependerá tanto del número de habitantes a estar presentes en la urbanización (155 hab) como de la dotación estipulada ($160 \frac{l}{hab \times día}$). En el anexo 5 se identifica el plano de detalle de la cisterna utilizada para el proyecto urbanístico “Santa Clara”.

CAPÍTULO 5

CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO

5.1) Introducción

Un ingeniero (civil - sanitario) tiene varias responsabilidades en la construcción de un alcantarillado; debe comprobar que los planos y especificaciones señaladas para el proyecto se cumplan adecuadamente, autorizará todas las variaciones necesarias al momento de ejecutar la obra y verificará que los métodos constructivos a utilizarse sean los adecuados.

La construcción de un alcantarillado comprende; establecer pendientes, excavación, entibación y achique de las zanjas, colocación de las tuberías y construcción de diferentes obras detalladas en el proyecto.

5.2) Objetivo y Alcance

El objetivo principal de este capítulo es identificar las especificaciones técnicas requeridas para la construcción de una red de alcantarillado (Pluvial y Sanitaria).

5.3) Planimetría

Se necesitaran obtener los datos topográficos de la zona para poder definir el área del proyecto. El constructor deberá realizar todos los trabajos topográficos pertinentes utilizando personal capacitado y equipos de alta precisión. El costo de los trabajos topográficos dependerá del área y relieve de la zona. (UNATSABAR, 2005)

5.4) Limpieza y Desbroce

Las obras de limpieza y desbroce son utilizadas para despejar de forma adecuada el terreno donde se colocará la obra de alcantarillado. De acuerdo con el criterio del ingeniero que se encuentre a cargo de la obra será necesario realizar diferentes obras de limpieza como:

- Cortar y retirar los árboles que interfieran en la obra
- Retirar adecuadamente todas las raíces de los árboles
- Cortar todos los arbustos que estén estorbando
- Retirar el exceso de hierbas en el terreno

Todas las labores de limpieza y desbroce en el terreno se las deberá realizar en base al criterio del Ing. Fiscalizador, ya sean de forma manual (caso del proyecto “Santa Clara”) o utilizando equipos mecánicos (red de alcantarillado para ciudades grandes).

El material inútil extraído de los labores de limpieza y desbroce, deberá ser retirado inmediatamente de la obra y su disposición final dependerá del Ing. Fiscalizador. Por otra parte, si el material extraído tiene alguna funcionalidad para el contratantes, se lo acomodara de forma adecuada y no podrá ser utilizado en la obra por el constructor.

Los diferentes daños o inconvenientes que se presenten al momento de balizar las labores de limpieza, serán responsabilidad del constructor, teniendo este que solucionarlos antes de empezar con la labores para la construcción de la red de alcantarillado.

5.5) Pendientes de las Tuberías

Por lo general, cuando se diseña y se construye un alcantarillado para poblaciones con gran número de habitante, se necesita diseñar con mucho cuidado los planos para no interferir en las diferentes obras subterráneas ya realizadas. Por otro lado, cuando se diseña para lugares residenciales, se tendrá mucho cuidado en no utilizar grandes tuberías de agua.

Ya en obra, el ingeniero a cargo fija una línea de referencia donde se colocará la zanja. Se colocan tablas atravesando la zanja en intervalos de 10 a 15 metros. El eje de la alcantarilla se indica con un listón vertical colocado en cada tabla. Se señalan las cotas en los listones a una distancia fija sobre la solera del alcantarillado. Así, la posición de la tubería en el fondo de la zanja se obtendrá a partir de la cuerda por medio de una plomada.

5.6) Excavación de las Zanjas

La excavación de las zanjas es necesario realizarla para alojar las diferentes tuberías que comprende la red de alcantarillado.

Si el material donde se está elaborando la zanja es muy inestable y de acuerdo con el criterio planteado por el Ing. Fiscalizador, se seguirá excavando hasta encontrar un terreno conveniente para la obra. Al tener presencia de agua se podrá utilizar varios métodos para desalojarla; método antiguas, método por bombeo, drenaje, cunetas, entre otros. El material de las zanjas que ha sido previamente excavado y que posteriormente servirá para relleno, será colocado a un lado de la zanja y dispuesto adecuadamente para que no interfiera con los labores de construcción. Los materiales excavados que no vayan a ser utilizados serán inmediatamente desalojados de la obra para evitar contratiempos.

Cuando se realiza la excavación a mano, primeramente será necesario romper la capa superficial, en caso de tener pavimento se utilizará un martillo neumático para destruirlo. Cuando se trata de realizar la zanja en un terreno (cangagua) el material extraído por los trabajadores deberá conservarse con la finalidad de ser utilizado para obras de relleno posteriores. Al tener una zanja que exceda la profundidad de 1.50 metros, es necesario ocupar un obrero en la superficie por cada dos que trabajen en la zanja para palear el material retirado.

Usualmente y cuando se trata de obras de gran dimensión, la excavación a mano resulta muy cara, por esta razón se utilizará maquinaria. Las máquinas logran excavar zanjas de forma rápida y con un adecuado control de profundidades y de anchuras además se las puede utilizar para cualquier tipo de material.

Sin importar el método utilizado para la excavación de zanjas será necesario tomar en cuantas ciertas normas como:

- Eliminar toda obstrucción que dificulte las excavaciones
- Las zanjas que recibirán los colectores se deberán excavar de acuerdo a una línea de eje y se deberá respetar el alineamiento y las cotas indicadas en el diseño

- Si la excavación se la realiza con equipo mecánico, se deberá dejar que la nivelación del fondo de la zanja se la realice de forma manual
- La excavación y el asentamiento de la tubería deberán realizarse de forma continua, para evitar que haya exceso de material excavado en las orillas de la zanja
- El ancho de la zanja dependerá del tamaño de los tubos, profundidad de la zanja y del terreno del proyecto
- Las zanjas se las realizará de acuerdo a lo estipulado en el perfil longitudinal
- Al realizar un entibado en las zanjas, se tomará muy en cuenta el ancho a excavar
- No se deberá realizar las excavaciones con demasiada anticipación a la colocación de la tubería para evitar derrumbes
- Para el acceso y salida de la zanja se utilizará un escalera sólida
- Colocar barandillas en la orilla de la zanja
- Utilizar puntales cuando la altura de la zanja sea mayor a 1.5 metros
- Identificar previamente la existencia de cableado en la zona de excavación
- Todos los obreros deberán utilizar adecuadamente el equipo de seguridad
- Retirar a todos los obreros cuando la máquina excavadora este realizando su trabajo
- Delimitar la zona de excavación
- No excavar cerca de edificios o utilizar soportes y puntales para evitar derrumbes
- Cuando exista agua ya sea en el fondo o en la superficie de la zanja, será necesario extraerla inmediatamente para evitar una inestabilidad de taludes

Las excavaciones serán medidas y pagadas en m³, además, se tomará en cuenta todos los costos directos e indirectos para obtener el valor real de la obra. (Ghee,1999)

Entibado

El entibado está representado por medios físicos o mecánicos utilizados transitoriamente para evitar que una zanja modifique sus dimensiones.

Los materiales utilizados para el entibado serán:

- Madera: La madera será el material más utilizado, en muchos casos se podrá utilizar la madera como puntales
- Acero: En ocasiones, en las cuales, el empuje de la tierra sea mayor se utilizará acero laminado en perfiles “I” o “H”
- Concreto Armado: Cuando el empuje de la tierra es excesivo se utilizará piezas de concreto armado fabricado en sitio

Tipos de entibado:

- Apuntalamiento: Para el apuntalamiento, el suelo lateral será entibado por tabloncillos de madera y serán trabados horizontalmente por puntales de madera
- Abierto: Este tipo de entibado es ideal cuando se tiene terrenos firmes y la profundidad de la zanjas es pequeña. En este método únicamente se cubre algunas de las paredes de las zanjas y otras se dejan con la tierra expuesta
- Cerrado: El entibado cerrado se lo utiliza para zanjas medianas y se cubre todas las paredes de la zanja respectiva

A continuación, se presenta una tabla representativa de los entibados ideales para cada tipo de suelo.

Suelo	Entibado
Tierra compacta o arcilla	Abierto
Tierra seca o silíceas	Abierto
Tierra roja tipo ceniza	Cerrado
Tierra saturada con estratos de arena	Cerrado
Tierra blanca	Cerrado
Limo arenoso	Cerrado
Arena gruesa	Cerrado
Arcilla cohesiva	Apuntalamiento

Tabla 5.6.1) Entibados especiales para cada suelo (UNATSABAR, 2005)

5.7) Colocación de las Tubería

El material utilizado para la red de alcantarillado será previamente determinado por el ingeniero a cargo de la obra y dependerá de la topografía del terreno, mantenimiento de la línea a instalar, calidad de suelos, entre otros. El procedimiento para la instalación de la tubería será impuesto por los fabricantes.

Colocación de la tubería de agua

Para la instalación de las tuberías de agua se seguirá el procedimiento que se presenta a continuación:

- Transporte y descarga de las tuberías: Al transportar tuberías se debe tener mucho cuidado en no golpearlas, para ello, se seguirá el manual provisto por los fabricantes. Para descargar las tuberías, se utilizará cuerdas y tablonces cuando el

diámetro de las tuberías es pequeño, y cuando el diámetro es grande se empleará equipo mecánico para la descarga.

- Nivelación: Para instalar la red de alcantarillado, previamente se debe tener una zanja bien nivelada.
- Bajada de la tubería a la zanja: Antes de bajar la tubería a la zanja, se necesitará que cada unidad sea cuidadosamente inspeccionada. Se bajará la tubería a mano, cuerdas o cualquier implemento mecánico y de acuerdo con las especificaciones del fabricante
- Al momento de instalar y en caso de encontrarnos con servicios existentes, la separación necesaria con la tubería de agua será de mínimo 20 cm. El colector de alcantarillado cruzará por debajo del tubo de agua. Ninguna tubería de alcantarillado deberá entrar en contacto con las cámaras de inspección

Colocación de la tubería de desagüe

Para la instalación de las tuberías de desagüe se seguirá el procedimiento que se presenta a continuación:

- El transporte de las tuberías deberá realizarse en una plataforma que sea de largo adecuado, evitando todo tipo de golpes que posteriormente puedan causar contratiempos en la instalación
- En la plataforma se utilizará cuerdas para evitar que las tuberías se desplacen del camión
- Cuando se reciba en obra las tuberías de PVC se verificará que estas no lleguen dañadas o magulladas
- Para evitar pérdidas económicas se chequeará que este la cantidad exacta de tubos en el embarque

- Todo tubo que este dañado deberá ser devuelto y se pedirá un reemplazo del mismo
- La descarga del material se la realizara con mucho cuidado para evitar que los tubos se golpeen
- Todos los tubos deberán ser cargados y por ningún motivo se los arrastrara hasta el lugar de ubicación
- El PVC nunca deberá ser almacenado en las orillas de la zanja, se ocupará una caseta con las dimensiones ideales para el almacenamiento
- El PVC se almacenará de forma horizontal y en pilas que no excedan 1,50 m
- La tubería será instalada en sentido contrario al flujo de circulación
- Las tuberías deberán quedar alineadas según el eje de la excavación. Cada zanja ira marcada en tramos de 15 metros, se deberá asentar a la tubería en cada extremo y los tubos deberán colocarse aguas abajo y seguir subiendo.
- En los tramos iniciales se utilizará un relleno de 1 m como mínimo. En calles angostas o pasajes peatonales se permitirá un recubrimiento de 0,60 m. En caso de veredas y jardines el recubrimiento será de 0,50 m. En redes utilizadas para condominios se ocupará un recubrimiento de 0,30 cuando se las coloca al interior del lote
- Al momento de instalar y en caso de encontrarnos con servicios existentes, la separación necesaria con la tubería de desagüe será de mínimo 20 cm.
- Las uniones o juntas para unir dos tuberías podrán ser de anillos de jebe o también de mortero de cemento y arena. Todas las uniones serán; impermeables, flexibles, fáciles de operar, baratas, entre otras. (UNATSABAR, 2005)

Pruebas para las Tuberías

Con las tuberías de desagüe ya colocadas en la obra, se deberá realizar varias pruebas, las cuales, tengan como objetivo verificar que la línea de desagüe este instalada correctamente y lista para entrar en servicio.

- Prueba de nivelación y alineamiento: Para este tipo de pruebas será necesario la utilización un nivel topográfico. Al tener un pendiente mayor al 10% el error máximo permisible será de ± 10 mm.
- Pruebas hidráulica de filtración: Para esta prueba se procederá a llenar de agua limpia el tramo por el buzón aguas arriba con una altura mínima de 0,30 m bajo el nivel del terreno. El tramo por el cual se realiza la prueba deberá permanecer cerrado por un periodo de 12 horas. Cuando se realizase las pruebas a zanja abierta, el tramo de pruebas deberá estar sin ningún tipo de relleno y con sus uniones totalmente descubiertas. Las pruebas durarán por lo menos 10 minutos
- Pruebas hidráulicas de infiltración: Para esta prueba será necesario utilizar un vertedero de medidas para medir el flujo de agua infiltrada, dicho vertedero, irá colocado en la parte inferior de la tubería. La prueba tendrá una duración de 10 minutos como mínimo. Cuando se realice las pruebas a zanja abierta, se tomará muy en cuenta que el nivel de aguas subterráneas alcance su posición normal y que la zanja este relleno hasta dicho nivel.

5.8) Relleno y Compactación

Relleno

El relleno en una obra de origen sanitario, representa a todo el conjunto de actividades destinadas a cerrar o llenar, ya sea con material o con técnicas constructivas,

todas las excavaciones realizadas para alojar las tuberías o estructuras auxiliares propias de la red de alcantarillado.

Todo tipo de relleno a realizarse en obra deberá ser previamente aprobado por Ing. Fiscalizador, el mismo, que tiene la autoridad para deshacer cual relleno no aprobado. Otra función del ingeniero a cargo de la obra, será la de comprobar las pendientes pertinentes para cada tramo. El material que será utilizado para relleno de las zanjas deberá tener la aprobación del ingeniero fiscalizador, además, el material por ninguna razón se dejará caer directamente sobre las tuberías. Todas las obras de relleno de zanjas se las deberá terminar de acuerdo al cronograma estipulado y no se permitirá rellenos sin terminar.

Con fines prácticos para el relleno de zanjas, se incluye una sección de 10 a 15 cm de espesor para utilizarla como base de la tubería, dicha base será de tierra muy fina tratando de evitar materiales duros como; piedra, ladrillo, entre otros. Todos los espacios entre la tubería y la zanja se los rellenará con pala y apisonamiento hasta alcanzar 30 cm sobre la superficie superior del tubo.

Será indispensable apisonar a mano 60 cm de relleno sobre la tubería, seguido de dicha cantidad de relleno se podrá utilizar elementos mecánicos para la compactación. Todos los trabajos a realizarse sobre la tubería ya colocada, deberán utilizar previamente 30 cm de relleno para evitar daños en la red de alcantarillado.

Para poder cubrir con los gastos de relleno se tomará en cuenta costos indirectos como; herramientas, mano de obra, equipo, pruebas de laboratorio, entre otros. (McGhee, 1999)

Compactación

Desde la antigüedad, el compactar suelos ha resultado un importante proceso constructivo que ha ido evolucionado con el paso del tiempo. Como ejemplo, muchas construcciones antiguas han utilizado personas o animales para el apisonado.

La compactación de suelos es el resultado del proceso mecánico, el cual, busca mejorar la resistencia, comprensibilidad y la relación esfuerzos-deformación. El proceso de compactación implica la reducción considerable de los vacíos que existen en un volumen de suelo.

La compactación de los suelos en obra, tiene como objetivo eliminar los vacíos hasta obtener un suelo que mantenga un excelente comportamiento mecánico durante toda la vida útil de la obra.

La medida y el pago para la compactación se basarán en m³, además se tomará en cuentas todos los costos directos e indirectos que la obra requiera. (Rodríguez, 2005)

Al compactar el suelo en obra se deberá seguir los siguientes requisitos:

- Al tratarse de un conjunto residencial, se compactará el 90% de la AASHTO T-180
- Cuando se trate de material arcilloso, se ocupará compactadores neumáticos
- Si el material está muy seco, se añadirá agua hasta mejorarlo
- Si el material está demasiado húmedo, se formará capas de relleno para evaporar el exceso de agua
- Tratar de tener un contenido de humedad óptimo

- Al tener materiales no cohesivos, se utilizará el método de inundación de agua para mejorar el grado de compactación o se ocupará vibradores mecánicos para la compactación

5.9) Materiales de Construcción

Concreto

Todas las estructuras de concreto que deban estar disponibles en la obra utilizarán cemento Portland, agua, agregado grueso y agregado fino.

- Cemento Portland: Todo cemento que sea utilizado en la obra debe cumplir con las especificaciones de la ASTM 130 para cementos tipo I. El cemento a ocuparse en la obra será exactamente igual al cemento especificado para las mezclas.
- Agregado Grueso: Se utilizará grava lavada de río que sea limpia, dura, sana y durable. El agregado grueso puede variar $\frac{1}{2}$ " y $1\frac{1}{2}$ ". Cuando sea necesario construir muros y losas de 20 cm o menores se utilizará agregado $\frac{3}{4}$ ".
- Agregado Fino: Se ocupará una arena uniforme, limpia y densa, dicha arena deberá estar exenta de lodos y materia orgánica. El agregado fino puede variar entre 0.5 mm y 2 mm de diámetro. El contratista hará los respectivos ensayos para verificar la calidad de la arena.
- Agua: Utilizara agua limpia y comprobar que esta no tenga ácidos, materia orgánica.
- Dosificación: La dosificación se la realizará de acuerdo a las resistencias que se necesite obtener para cada estructura de concreto.

- Mezclas: Solo se mezclará la cantidad de concreto que se necesite utilizar inmediatamente. Para las obras de concreto que deban ser hechas en sitio, se utilizará mezcladoras adecuadas, las cuales, garanticen una mezcla uniforme. Todo concreto será mezclado por un tiempo previamente especificado.
- Colocación: Para la colocación del concreto el Ing. Fiscalizador, deberá inspeccionar previamente la colocación del encofrado para evitar cualquier tipo de incidentes. Se ocupará vibradores con diámetros adecuados para cada elemento estructural para evitar la segregación del material. El concreto deberá ser vertido lo más cerca del encofrado.
- Protección y Curado: Acabada la colocación del concreto se protegerá toda la superficie para que no quede expuesta a los rayos solares, será necesario humedecerla durante un tiempo superior a 10 días. Para el curado se cubrirá todas las superficies con mantos saturados, las caras de concreto deberán permanecer húmedas y el agua a ser utilizada debe ser limpia.
- Elementos Embebidos en Concreto: Los elementos que se quedaran embebidos en el concreto como varillas de anclaje y tuberías, deberán estar dispuestos de acuerdo a lo especificado en los planos.

Tomando en cuenta, las especificaciones previamente expuestas para todas las estructuras de concreto, se realizará el pago en relación con los volúmenes de concreto establecidos para la obra. Para cubrir con los gastos se tomará en cuenta equipos, herramientas, materiales, mano de obra, transporte, colocación, pruebas de laboratorio si son necesarias, entre otros. (UNATSABAR, 2005)

Acero de Refuerzo

Las varillas de refuerzo utilizadas en la obra, serán suministradas tomando en cuenta las especificaciones expuestas en los planos. Siempre se ocupará un acero sin defectos ni dobladuras. El acero de refuerzo será doblado en frío y no podrá doblarse acero previamente embebido en concreto. La posición del acero en la obra dependerá exclusivamente de los planos de diseño. Las varillas de acero estarán amarradas con alambre. Antes de colocar las varillas serán revisadas para comprobar que estén libres de óxido, tierra, pintura, escamas, aceites, entre otros agentes que puedan disminuir la capacidad de adherencia con el concreto.

El acero de refuerzo se medirá en kilogramos y se pagará de igual forma. El costo final incluye corte, flejado y colocación, además se deberá tomar en cuenta todos los costos directos e indirectos que influyan en la obra.

Juntas de Construcción

Las juntas de construcción o juntas de PVC, son cintas dedicadas a impermeabilizar el plano de unión que se forma entre dos hormigones vertidos en diferentes tiempos.

Todas las juntas de construcción utilizadas en la obra deberán seguir las siguientes especificaciones técnicas

- Las cintas de PVC estarán dispuestas en la obra de acuerdo a lo indicado en los planos
- Los planos que formen las juntas deberán estar en el mínimo esfuerzo cortante
- Antes de verter el nuevo elemento de hormigón, el Ing. Fiscalizador deberá verificar que las superficies estén limpias

Las cintas de PVC serán medidas en metros lineales y la cantidad a ser utilizada dependerá de los planos de diseño.

Morteros

Se define al mortero como un elemento formado a partir de la mezcla homogénea entre agua, cemento y arena.

Para elaborar los morteros se deberá seguir las siguientes especificaciones:

- Se medirá por separado cada uno de los componentes del mortero
- Para medir los componentes del mortero, se utilizara recipiente especiales
- Se deberá mezclar adecuadamente todos los componentes del mortero hasta obtener homogeneidad y eliminar el exceso de agua
- Si las obras son pequeñas el mortero se fabricará a mano, para ello, se mezclará el cemento y la arena hasta obtener un color ideal, después se continuará añadiendo agua hasta formar la pasta que servirá para el trabajo
- El mortero no deberá permanecer por más de 1 hora sin ser puesto en obra, ya que pierde sus capacidades
- El mortero 1:0 será utilizado para enlucir las superficies que se encuentran en contacto con el agua
- El mortero 1:2 será utilizado en obras de captación, pozos de revisión, interiores de paredes de tanques, entre otros
- El mortero 1:3 será utilizado para el exterior de las paredes de los tanques
- El mortero 1:6 será utilizado para enlucido de las paredes

El mortero se medirá en m³ y la cantidad a ser utilizada dependerá de la cantidad de obras y del criterio del Ing. Fiscalizador.

5.10) Trabajos extras

Construcción de los Pozos de Revisión

Para la correcta construcción de los pozos de revisión se deberá seguir las siguientes especificaciones:

- Los pozos de revisión se colocarán de acuerdo a la ubicación presentada en los planos del proyecto
- Los pozos de revisión se cimentarán antes de la colocación de la tubería o colector
- Antes de construir los pozos de revisión se realizará un estudio de suelos, para determinar la capacidad de los mismos
- Se ocupará hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- La base de los pozos será fabricada con 15 cm de espesor de hormigón
- Los pozos de revisión deberán tener los canales de media caña
- Al fundir la base de hormigón se realizara los canales de media caña utilizando cerchas
- Los muros deberá fabricarse de ladrillo u hormigón y deberán tener un espesor mínimo de 15 cm
- La tapa de los pozos de revisión deberá cerrar herméticamente y estar fabricada de hierro fundido o de hormigón armado, de acuerdo con el criterio del Ing. Fiscalizador (McGhee, 1999)

Construcción de las Conexiones Domiciliarias

La construcción de las conexiones domiciliarias deberá ejecutarse bajo las siguientes especificaciones:

- Tanto las cajas de conexión domiciliaria sanitarias como las pluviales, serán independientes unas de otras
- La profundidad de las cajas domiciliarias será de 60 cm, o si el caso la amerita se podrá extender hasta una profundidad de 150 cm
- Cada caja domiciliaria estará ubicada por lo menos a un metro de distancia de cada casa
- Cada casa tendrá una acometida propia al alcantarillado
- Las paredes de la caja domiciliaria se harán de ladrillo u hormigón
- Las tuberías de la caja de revisión tendrán un diámetro de ramal de 110 mm al ser de sanitarias
- Las tuberías de la caja de revisión tendrán un diámetro de ramal de 160 mm al ser pluviales
- La pendiente mínima para el ramal de tubería será de 2 % y con una conexión a 45%
- La tubería se adaptará a las cajas de revisión domiciliarias utilizando hormigón simple
- Finalmente será necesario realizar pruebas para identificar la existencia de fugas (McGhee, 1999)

Construcción de los Sumideros

La construcción de los sumideros de calzada es muy importante en las obras de alcantarillado pluvial, y para ello se deberá tomar en cuenta las siguientes especificaciones:

- Todos los sumideros de calzada están ubicados de acuerdo con los planos de diseño

- Generalmente se ubicará los sumideros en puntos bajos o depresiones
- No se debe ubicar los sumidero en lugares donde interfiera con servicios públicos como telefonía o electricidad
- Las dimensiones de los sumideros estarán representadas a escala en los respectivos planos de detalles
- Los sumideros de calzada irán ubicados al borde de la acera
- Los sumideros generalmente irán ubicados en las curvas de las manzanas residenciales
- La dimensión de los sumideros deberá estar previamente especificada en los planos
- Las rejillas de los sumideros deberán estar hechas de acero
- Se pintará por lo menos tres veces al acero con pintura anticorrosiva
- Se ocupará anticorrosivos de alta calidad para garantizar la vida útil de las rejillas de acero
- Los sumideros se conectará a los pozos de revisión
- La tubería que conecta el pozo de revisión con los sumideros será de 200 mm de diámetro
- La pendiente de la tubería en las conexiones deberá estar entre el 2% y el 15%

(Prieto, 2009)

CAPÍTULO 6

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

6.1) Introducción

Debido a las características de la localidad de Cotacachi, la ubicación de la urbanización “Santa Clara” y la cantidad de personas, a las cuales, se le va a brindar el servicio de alcantarillado y agua potable, se ha decidido realizar una planta de tratamiento de aguas servidas. Dicha planta, será de tipo primario, utilizando un sedimentador y un filtro para la evacuación de aguas servidas.

En la urbanización “Santa Clara”, se utilizará una planta de tratamiento por sedimentación, basada en el concepto de que todo sólido con mayor peso específico del agua se depositará en el fondo, mientras que los sólidos de menor peso específico ascenderán a la superficie del líquido natural. La finalidad del tratamiento por sedimentación, será eliminar de manera fácil y rápida todos los sólidos sedimentables que se encuentren en el agua.

6.2) Objetivos y Alcance

El principal objetivo de este capítulo, es el de diseñar de forma eficaz y sustentable una planta de tratamiento para las aguas servidas generadas por los habitantes de la urbanización “Santa Clara”.

Identificar, de forma investigativa, todos los conceptos presentes en el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales.

6.3) Conceptos

A continuación se presenta una serie de conceptos esenciales para poder diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales:

- Potabilización: Tratamiento del agua natural obtenida superficialmente para hacerla apta para el consumo humano
- Sedimentación: La sedimentación es el proceso, en el cual, las partículas sólidas logran asentarse en el agua mediante la gravedad. Mientras mayor sea el tiempo de reposo de los sólidos en el agua, mayor será el asentamiento de los mismos
- Filtración: Después de la sedimentación, el proceso de filtración las partículas o sólidos en suspensión
- Cloración: Proceso en el cual, se agrega cloro en el agua para eliminar ciertas bacterias presentes en ella
- Biodegradabilidad: Según (ICREW, 2006) la Biodegradabilidad representa “La característica de algunas sustancias químicas de poder ser utilizadas como sustrato por microorganismos, que las emplean para producir energía y poder crear otras sustancias como aminoácidos p nuevos organismos”. La

Biodegradabilidad se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Biodegradabilidad} = \frac{DQO5}{DQO}$$

En valores de 0,4 en adelante (Biodegradabilidad alta), entre 0,2 – 0.4 (Biodegradabilidad normal) y menores a 0,2

(Biodegradabilidad baja). (ICREW,2006)

6.4) Análisis Para el Tratamiento de Aguas Residuales

De acuerdo con (Manual Para el Diseño de Agua Potable y Alcantarillado, 2009) se debe realizar los siguientes análisis y estudios para el tratamiento de aguas residuales:

- 1) Análisis Físicos: Involucran estudios sobre la temperatura, turbiedad, olor y olor.
- 2) Análisis Químicos: Los análisis químicos a realizarse son: sólidos volátiles, sólidos sedimentables, oxígeno disuelto, (DBO) demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno, alcalinidad, acidez, potencial de hidrógeno (pH), entre otros.
- 3) Análisis Biológicos: Representados por análisis bacteriológicos y análisis microscópicos.
- 4) Tipos de Tratamiento: Los tipos de tratamiento dependerán exclusivamente de la calidad de agua que se desee obtener y son:
 - Tratamiento Primario (Físico): Utilizado para eliminar el material flotante e el agua.
 - Tratamiento Secundario (Biológico): Utilizando organismos aerobios y anaerobios se trata de descomponer la materia orgánica para transformarla en sólidos estables.
 - Tratamiento Terciario (Químico).

6.5) Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (Proyecto “Santa Clara”)

Una vez que el agua potable ya ha sido utilizada por los habitantes de la urbanización “Santa Clara”, esta, regresa a las tuberías como aguas servidas o aguas contaminadas. Las aguas contaminadas, se convierten en un elemento nocivo para la

salud humana. El tratamiento que se utilizará en el proyecto urbanístico, será de tipo primario y tendrá como objetivo principal la eliminación de los siguientes elementos:

- Sólidos sedimentables
- Materias flotantes (Aceite, grasas): Elementos que suben a la superficie debido a la diferencia que existe con la densidad del agua.
- Carga orgánica vertida a las aguas receptoras

Los tanques de sedimentación utilizados para el proyecto urbanístico deberán estar en la capacidad de eliminar el 50% de sólidos suspendidos y el 35% de (DBO). La eficacia del tanque de sedimentación para el proyecto, dependerá en gran medida del área superficial del tanque y del tiempo de retención del agua residual.

Para tener un diseño adecuado de los tanques de sedimentación, se deberá tomar en cuenta las siguientes características:

- Sólidos Suspendidos: Estos sólidos serán filtrados por una membrana de 0,45 micras.
- Añadiendo un disolvente se determinara el contenido de aceites y grasa existentes en las aguas residuales.
- Con la finalidad de biodegradar la materia orgánica, se empleará el ensayo conocido como (DBO5) Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días, que representa la cantidad de oxígeno disuelto en las aguas residuales. Mediante este procedimiento, se podrá consumir hasta el 70% de las sustancias biodegradables presentes en las aguas residuales.
- Utilizando la (DQO) Demanda Química de Oxígeno, se creará una reacción química para oxidar los componentes presentes en las aguas residuales urbanas.

- La cantidad de nitrógeno (amoníaco, nitratos y nitritos) se la determinará mediante el método espectrofotométrico.

Así, dependiendo de la cantidad total de las características presentadas anteriormente, se podrá medir por niveles la contaminación de las aguas residuales.

Valores típicos de los Principales Contaminantes del Agua Residual Urbana			
Parametro	Nivel de Contaminación		
	Fuerte	Media	Ligera
Solidos en Suspensión (mg/L)	350	220	100
DBO5 (mg O2/L)	400	220	110
DQO (mg O2/L)	1000	500	250
Nitrógeno (mg N/L)	85	40	20
Fosforo (mg P/L)	15	8	4
Grasas (mg/L)	150	100	50
Coliformes Fecales (ufc/100 ml)	$10^6 - 10^8$	$10^6 - 10^7$	$10^5 - 10^7$

Tabla 6.5.1 Valores típicos de contaminación del agua residual urbana (ICREW, 2006)

Tanque Séptico

De acuerdo con la experiencia brinda a por el ingeniero Miguel Araque, se ha decidido utilizar un tanque séptico para el tratamiento de aguas residuales producidas por los habitantes de la urbanización “Santa Clara”.

Los tanques sépticos, son estructuras utilizadas para el tratamiento primario de aguas residuales. Su principal uso es para conjuntos habitacionales, escuelas, hospitales, entre otros.

Por lo general, los tanques sépticos se encuentran enterrados y herméticamente cerrados. A través de tuberías previamente diseñadas, las aguas residuales provenientes

de las letrinas, baños y cocinas llegan a los tanques sépticos donde serán sometidas a un primer proceso de tratamiento. En aproximadamente 5 días las aguas residuales que están siendo tratadas en el tanque séptico, serán dirigidas hacia su lugar de depósito final.

Como objetivo principal, los tanques sépticos deberán permitir la sedimentación de las partículas más pesadas. Dicho proceso, ocasionará que en la parte inferior de tanque se genere una capa de lodo, la cual, será periódicamente removida para no disminuir la capacidad de recepción del tanque.

La materia orgánica que se encuentra contenida en las capas de lodo y espuma presentes en las aguas residuales, será descompuesta por bacterias anaerobias y finalmente convirtiéndose en agua y gases. Se debe tomar en cuenta que las aguas presentes en los tanques sépticos por ninguna razón servirán para regar cultivos, ya que esta contiene un elevado número de agentes patógenos.

Antes de emplear un tanque séptico para el tratamiento de aguas residuales, el ingeniero a cargo del proyecto, deberá tomar en cuenta ciertas ventajas y desventajas como:

Ventajas	Desventajas
Propio para condominios, hospitales, escuelas, entre otros.	Para un uso limitado de personas (350 habitantes)
La limpieza no es de manera muy frecuente.	En caso de no contar con un estructura de remoción de lodos, se incrementará la dificultad en la operación
Bajo costo de construcción y operación	Requiere bombas para la remoción de los lodos.
Poca dificultad al momento de dar mantenimiento	La disposición dependerá de la capacidad del terreno

Tabla 6.5.2 Ventajas y desventajas del uso de tanques sépticos (Guía Para El Diseño de Tanques Sépticos, 2005)

A continuación, se presentan ciertos criterios, destinados a guiar el diseño adecuado de un tanque séptico:

- Tomar en cuenta un tiempo adecuado de retención de las aguas servidas en el interior del tanque. Dicho tiempo, deberá ser lo suficiente para separar los sólidos y poder estabilizar los líquidos.
- Generar una estabilidad hidráulica con la finalidad de tener una buena sedimentación y flotación de sólidos.
- Dimensionar el tanque basándonos que la cantidad de habitantes presentes en la urbanización.
- Asegurar una adecuada ventilación de los gases emitidos por las aguas residuales.

Diseño del Tanque Séptico

Para el diseño del tanque séptico se deberá tomar en cuenta factores como; tiempo de retención (Pr), Volumen de sedimentación, profundidad de sedimentación, área superficial del tanque y altura de seguridad.

- Tiempo de retención: Para el conjunto habitacional “Santa Clara”, se tomará como tiempo de retención el mínimo establecido que es de 6 horas o

$$Pr = 6h \times \frac{3600s}{1h} = 21600s$$

- Volumen de sedimentación: El valor del volumen de retención se lo determina a partir de la siguiente fórmula (Araque, 2010):

$$Vs = \frac{Qs \times Pr}{1000} (m^3)$$

Donde; Qs (Caudal Sanitario (l/s)) y Pr (Tiempo de Retención (s))

Calculando obtenemos:

$$Vs = \frac{0,25 \times 21600}{1000} = 5,4(m^3)$$

- Profundidad de sedimentación: Es la altura que requiere el tanque para poder contener las aguas residuales producidas por los habitantes. De acuerdo con la experiencia brindada por el ingeniero Miguel Araque se obtiene una profundidad de sedimentación de (Araque, 2010): :

$$Hs = 1.70 m \text{ (valor referencial)}$$

- Área superficial del tanques: De acuerdo con (Araque,2010) el largo del tanque equivale a 2 veces su propio ancho, de esta manera obtenemos:

$$A = a \times b m^2$$

$$A = 2a^2 \text{ m}^2$$

Partiendo de la fórmula de volumen de sedimentación tenemos:

$$V_s = A \times H_s = 2a^2 \times H_s$$

Despejando a obtenemos:

$$a = \sqrt{\frac{V_s}{2 \times H_s}}$$

$$a = \sqrt{\frac{5,4 \text{ m}^3}{2 \times 1,7 \text{ m}}}$$

$$a = \sqrt{\frac{5,4 \text{ m}^3}{2 \times 1,7 \text{ m}}}$$

$$a = 1,34 \text{ m}$$

Así, el valor del ancho del tanque séptico y del área superficial es:

$$b = 2a$$

$$b = 2 \times 1,34 \text{ m}$$

$$b = 2,68 \text{ m}$$

$$A = a \times b$$

$$A = 1,34 \text{ m} \times 2,68 \text{ m}$$

$$A = 3,6 \text{ m}^2$$

- Altura de seguridad: Según (Araque, 2010) la altura de seguridad no debe ser menor a 0,10m. Tomando en cuenta un factor de seguridad elevado, para nuestro diseño, tenemos una altura de seguridad de:

$$h_s = 0,3 \text{ m}$$

- Profundidad efectiva: La profundidad efectiva se obtiene de la suma tanto de la altura de seguridad como de la profundidad de sedimentación:

$$H_p = H_s + h_s$$

$$H_p = 1,7m + 0,3m$$

$$H_p = 2m$$

- Volumen efectivo del tanque: Se obtiene del producto entre el área y la profundidad efectiva.

$$V = A \times H \text{ m}^3$$

$$V = 3,6 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m}$$

$$V = 7,2 \text{ m}^3$$

CAPÍTULO 7

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

7.1) Introducción

Las obras de infraestructura como avenidas, puentes, calles, aeropuertos, puertos marítimos, ferrocarriles, edificaciones, casas, entre otros, han sido concebidas para producir cambios en el entorno a fin de posibilitar mejoras en las condiciones de vida. No todos esos cambios son positivos, sino que se producen algunos que modifican adversamente el entorno ambiental y pueden, en un momento dado, ser mayores en intensidad e importancia que los cambios positivos e incidir en un importante deterioro ambiental.

Al realizar un Estudio y Evaluación de Impactos Ambientales se debe usar el sentido común y tener el conocimiento técnico que permita saber cuándo realizar un estudio de impacto ambiental, que aspectos considerar y que método utilizar para la evaluación. Para realizar una adecuada evaluación de impacto ambiental se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Brindar información correcta sobre todo el proyecto, sobre el entorno ambiental y sobre los impactos ambientales producidos
- Se debe realizar en la etapa de planeamiento del proyecto, cuando se cree que pueda producir daños ambientales o en la salud humana
- Se debe proporcionar la información suficiente lo más rápido posible para no retrasar las decisiones de las autoridades

Para realizar el (EsIA), primeramente se realiza la descripción del proyecto. Según (Weitzenfeld, 1990), en esta primera etapa del estudio de impacto ambiental se requiere realizar una recopilación de información sobre el proyecto que se va a desarrollar. Esta recopilación incluye aspectos como: requerimiento de energía, requerimiento de materia prima, transporte y almacenamiento, preparación del sitio, construcción y montaje de equipos, mantenimiento, manejo de materia prima, entre otros.

(Canter, 1998), define la caracterización del medio como una descripción completa del medio y como interactúa en un área, donde se plantea realizar una determinada actividad. Para la caracterización, se identifican los medios físicos, biológicos y socioeconómicos. Los medios físicos son; el suelo, geología, topografía, recursos hídricos superficiales y subterráneos, agua, aire y clima. Los medios biológicos son; flora y fauna de la zona. (Conesa, 1995), explica, que el medio socioeconómico se construye a partir de las condiciones sociales, histórico culturales y económicas de las sociedades en una zona de interés determinada.

Para continuar con la evaluación del impacto ambiental se utilizan las diferentes metodologías de evaluación ambiental. Por una parte se tiene los métodos de identificación de impactos ambientales entre los que constan; listas de chequeo de factores ambientales potenciales, diagramas relacionales de flujo, matrices causa y efecto y cartografía ambiental. Por otra parte se tiene los métodos de evaluación de impactos ambientales y se utilizan matrices de interacción simple, matriz de Leopold y sistema de Battelle (Echechuri y Ferraro, 2002). Además, para completar el (EsIA) se realizara la predicción de impactos, evaluación de impactos, medidas de mitigación, selección de la propuesta, monitoreo de los impactos y documento escrito.

Finalmente, (Avellaneda, 2008), propone utilizar ciertas claves para realizar una correcta evaluación de impactos ambientales. Así, la evaluación ambiental puede ser estratégica, regional y sectorial. El avance de la evaluación puede medirse en forma cualitativa y cuantitativa. El nivel de detalle para el estudio puede ser general, semi - detallado, detallado. La duración del proyecto a evaluar será temporal o permanente y el tipo de proyecto se definirá entre social, económico, ecológico o ambiental.

7.2) Objetivo y Alcance

Realizar el estudio de los impactos ambientales y diseñar un plan de manejo ambiental, previo a la construcción del sistema de alcantarillado sanitario de la urbanización “Santa Clara” ubicada en la ciudad de Cotacachi.

Cumplir con todas las normativas ambientales presentes en el Ecuador.

Identificar los impactos ambientales a ocasionarse por todas las actividades a desarrollarse en el proyecto.

Además, se deberá establecer medidas de mitigación que ayuden a disminuir la capacidad de los impactos ambientales negativos.

El proyecto de EIA se diseñará para las fases de construcción, operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario. El Estudio deberá contener;

- descripción de las actividades de construcción, operación y mantenimiento
- descripción de los equipos ocupados
- determinación de la Línea Base de la zona del proyecto
- identificación y valoración de los impactos ambientales

7.3) Conceptos Básicos

Medio Ambiente:

Sistema global constituido por elementos naturales, artificiales, físicos, químicos, biológicos, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la naturaleza o la acción humana, que rige la existencia y desarrollo de la vida en sus diversas manifestaciones.

También el medio ambiente es un sistema mantenedor de la vida en la que interactúan factores bióticos y abióticos que permiten, condicionan o restringen la vida. (JC Páez, 1996)

Según (Gómez, 2002), el medio ambiente, es el sistema constituido por los medios físicos, biológicos, económicos, sociales, culturales y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en que vive, determinando la forma, el carácter, el comportamiento y la supervivencia de ambos.

Polución:

Alteración en la concentración de los elementos que exige el equilibrio ecológico, sin que esta alteración constituya peligro para la generación o el desarrollo de la vida. (JC Páez, 1996)

Contaminación:

Grado de polución por encima del cual la alteración de la concentración de los elementos pone en peligro la generación o el desarrollo de la vida. (JC Páez, 1996)

Desarrollo Sustentable:

- Incremento del bienestar de la población sin agotar la base de los recursos naturales.
- El desarrollo sustentable busca un equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos y la protección y conservación del ambiente.

Calidad Ambiental

Estructuras y procesos ecológicos que permiten el desarrollo sostenible (racional), y por lo tanto la conservación de la biodiversidad y el mejoramiento del nivel de vida de la población.

Gestión Ambiental

Todas las acciones que realiza la sociedad para llegar a un objetivo ambiental predefinido (sostenible), salud, control de la contaminación, legislación, entre otras.

Efecto Ambiental

Cambio en el comportamiento del ambiente o de cualquiera de sus componentes como consecuencia de una acción o evento.

Impacto Ambiental

Efecto negativo o positivo que produce una determinada acción antrópica sobre el ambiente en sus distintos aspectos. Se debe tomar en cuenta que los impactos de mayor importancia son los impactos negativos ya que causan deterioro de los ecosistemas y sus recursos.

Evaluación del Impacto Ambiental

- Conjunto de procedimientos analíticos, participativos, coherentes y reproducibles que permiten predecir los cambios de comportamiento del ambiente mediante la identificación y cuantificación de las alteraciones (daños o beneficios) que podrían suscitarse a futuro, debido a una acción que se desarrolla en el presente.
- “La Evaluación del impacto ambiental es un proceso de análisis, más o menos largo y complejo, encaminado a que los agentes implicados formen un juicio previo, lo más objetivo posible, sobre los efectos ambientales de una acción humana”. (Gómez, 1999)
- (Conesa, 1998) plantea que la “Evaluación del Impacto Ambiental es un proceso encaminado a identificar, predecir, interpretar, prevenir y comunicar, por vía preventiva, el efecto de un proyecto o actividad sobre el medio ambiente”.
- La evaluación de un impacto ambiental es el estado general del medio ambiente antes de la instalación de un proyecto y la situación del mismo medio con el proyecto ya instalado y operando (Echechuri y Ferraro, 2002).
- Otra definición interesante, es la planteada por (Munn, 1979), el cual, expone que la Evaluación de un Impacto Ambiental es una actividad diseñada para identificar y predecir el impacto en la salud y bienestar del hombre a consecuencia de una actividad.
- Finalmente, (Echechuri y Ferraro, 2002), En un sentido más actual, definen a la EIA como un “ Proceso de análisis para identificar relaciones causa y efecto, predecir cuanti-cualitativamente, valorar o interpretar y prevenir el impacto ambiental de una acción o acciones provenientes de la ejecución de un proyecto en el caso en que éste se ejecute, a fin de contribuir a la toma de decisiones,

basada en procedimientos explicitados legalmente, sobre las incidencias ambientales de un proyecto”

7.4) Base Legal en el Ecuador

De acuerdo con la constitución de la República publicada en el Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre de 2008 se pueden mencionar los siguientes artículos:

- Art. 14: Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados
- Artículo 66, numeral 27: Se reconoce y garantizará a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza
- Art. 395: La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:
 1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
 2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

De la Ley Reformatoria al Código Penal. R.O. N° 2 Enero 24, 2000:

- El Art. 437 A, establece prisión de dos a cuatro años para todo aquel que produzca, introduzca, deposite, comercialice, tenga en posesión o utilice desechos tóxicos peligrosos, sustancias radioactivas u otras similares que por sus características constituyan peligro para la salud humana o degraden y contaminen el medio ambiente.

El que infringiera las normas sobre protección ambiental, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley será reprimido con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituyera un delito más severamente reprimido (Art. 437 B).

De la Ley de Gestión Ambiental. R.O. N° 245 30 Julio, 1999:

- Art. 19: Las obras públicas privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.

A partir del Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS), y sobre el sistema único de manejo ambiental se puede mencionar los siguientes artículos:

- Art. 1.- Propósito y ámbito: Un sub-sistema de evaluación de impactos ambientales abarca el proceso de presentación, revisión, licenciamiento y seguimiento ambiental de una actividad o un proyecto propuesto.
- Art.- 3 Terminología:
Actividad o proyecto propuesto: Toda obra, instalación, construcción, inversión o cualquier otra intervención que pueda suponer ocasione impacto ambiental durante su ejecución o puesta en vigencia, o durante su operación o aplicación, mantenimiento o modificación, y abandono o retiro y que por lo tanto requiere la correspondiente licencia ambiental conforme el Art. 20 LGA.

Autoridad ambiental nacional. (AAN)

Ministerio del Ambiente.

Autoridad ambiental de aplicación. (AAA)

Los Ministerios o Carteras de Estado, los órganos u organismos de la Función Ejecutiva, a los que por ley o acto normativo, se hubiese transferido o delegado una competencia.

A.A. de aplicación responsable. (AAAr)

Institución cuyo sistema de evaluación de impactos ambientales ha sido acreditado ante el Sistema Único de Manejo Ambiental y que por lo tanto lidera y coordina el proceso de evaluación de impactos ambientales, su aprobación y licenciamiento ambiental dentro del ámbito de sus competencias.

A.A. de aplicación cooperante. (AAAc)

Institución que, sin necesidad de ser acreditado ante el Sistema Único de Manejo Ambiental, participa en el proceso de evaluación de impactos ambientales, emitiendo a la AAAr su informe o pronunciamiento dentro del ámbito de sus competencias.

- Art. 13.- Objetivo general de la EIA: El objetivo general de la evaluación de impactos ambientales dentro del SUMA (Sistema único de Manejo Ambiental) es garantizar el acceso de funcionarios públicos y la sociedad en general a la información ambiental relevante de una actividad o proyecto propuesto previo a la decisión sobre la implementación o ejecución de la actividad o proyecto. Para tal efecto, en el proceso de evaluación de impactos ambientales se determinan, describen y evalúan los potenciales impactos de una actividad o proyecto propuesto con respecto a las variables ambientales relevantes de los medios; físico, biótico, socio-cultural-económico, salud pública.
- Art.15.- Se establecen los criterios y método de calificación para determinar en cada caso la necesidad (o no) de un proceso de evaluación de impactos ambientales; entre estos métodos pueden incluirse fichas ambientales.
- Art. 17.- Realización de un EsIA: Para garantizar una adecuada y fundada predicción, identificación e interpretación de los impactos ambientales de la actividad o proyecto propuesto, así como la idoneidad técnica de las medidas de control para la gestión de sus impactos ambientales y riesgos, el estudio de impacto ambiental debe ser realizado por un equipo multidisciplinario que responda técnicamente al alcance y la profundidad del estudio en función de los términos de referencia previamente aprobados.

Un estudio de impacto ambiental deberá contener como mínimo lo siguiente:

- a) Resumen ejecutivo
- b) Descripción del entorno ambiental (línea base)
- c) Descripción detallada de la actividad o proyecto
- d) Análisis de alternativas para la actividad o proyecto
- e) Identificación y evaluación de los impactos

- f) Plan de manejo ambiental
- g) Lista de los profesionales que participaron
- Art. 142.- El presente reglamento regula las fases de gestión y los mecanismos de prevención y control de los desechos peligrosos, al tenor de los lineamientos y normas técnicas previstos en las leyes de Gestión Ambiental, de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en sus respectivos reglamentos, y en el Convenio de Basilea
- Art. 143.- Los desechos peligrosos comprenden aquellos que se encuentran determinados y caracterizados en los Listados de Desechos Peligrosos y Normas Técnicas aprobado por la autoridad ambiental competente para la cabal aplicación de este reglamento.
- Art. 144.- Se halla sujetos a las disposiciones de este reglamento toda persona, natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera, que dentro del territorio del Ecuador participe en cualquiera de las fases y actividades de gestión de los desechos peligrosos, en los términos de los artículos precedentes.

7.5) Impacto Ambiental

En esencia, el término de impacto ambiental se deriva de todas las acciones humanas, las cuales, produzcan una alteración en el medio ambiente. Así, para que un impacto ambiental se manifieste deberán existir las siguientes facetas:

- Modificación de algún factor ambiental
- Modificación en el valor del factor ambiental alterado
- Significado ambiental de dichas modificaciones

Se debe tomar muy en cuenta, que todos los impactos ambientales son únicamente ocasionados por acciones humanas. En caso de producirse fenómenos naturales que alteren al medio ambiente, no se los categorizará como impactos ambientales. (Gómez, 2002)

Causas de un Impacto

El impacto ambiental, producido por una actividad del ser humano está dado por varios factores como; los equipos que ocupa, el espacio que la acción ocupa dentro de una determinada zona y los efluentes que se emiten a lo largo del proyecto. Se debe señalar, que a partir de cualquier actividad del ser humano, se producirá un inminente impacto ambiental.

Generalmente, los impactos producidos por determinadas obras de infraestructura, son determinados como despreciables. Es responsabilidad de cada persona, contar con un criterio ambiental acorde con el proyecto que va a poner en marcha.

Existen impactos derivados a partir de la explotación de recursos ambientales, en estos el criterio estará basado en cuantificar cuanto extraer cuando se trata de recursos renovables y en la frecuencia de uso para los que son no renovables. Cuando se ocupa o se transforma un área determinada, se tomará muy en cuenta, la capacidad de acogida del medio y emisión de efluentes que provoque dicha acción. (Gómez, 2002)

Clases de Impacto

Impactos de Sobreexplotación: Cuando se tenga como finalidad explotar los recursos naturales, y además se irrespete los criterios de sostenibilidad, los impactos de sobreexplotación se pueden ordenar de la siguiente manera.

- Sobreexplotación de recursos renovables: Se da una sobreexplotación de recursos naturales, cuando a un ecosistema se le quitan bienes o servicios por encima de su tasa de renovación. Como ejemplo se tiene.
 - a) La extracción de recursos acuíferos por encima de la recarga anual (cangrejos).
 - b) Extraer agua sin respetar los caudales.
 - c) Cortar árboles indiscriminadamente.
 - d) La pesca y caza abusiva de especies protegidas.
 - e) Sobrepassar la capacidad de uso agrario del suelo
- Explotación de recursos no renovables: Se da cuando se explota recursos natural incapaces de renovarse. Como ejemplo se tiene.
 - a) La minería y extracción de arena.
 - b) Cuando pausadamente se realiza actividades de explotación que cambian los ecosistemas y paisajes.
 - c) Obras de infraestructura como; carreteras, inmensas edificaciones, entre otras modifican de forma permanente al medio ambiente.
 - d) Explotación de petróleo en forma desmedida.
- Impactos de acuerdo a la ocupación y transformación de un espacio o cambio en el uso del suelo: Uno de los impactos ambientales más frecuentes se producen cuando se ocupa un determinado espacio ya sea para lugares residenciales, industrias, infraestructuras, entre otras. La transformación de un espacio se debe a la ganadería, repoblación forestal, entre otros. En general, el uso o la transformación de un espacio de suelo causan un impacto en el medio ambiente. Como ejemplo se tiene: Cuando se construyen edificios o lugares residenciales, aparte de generar un impacto por la modificación en el uso de suelo, se generan

impactos debido a las emisiones de los automóviles que transitarán por estas áreas.

- Impactos de contaminación: La contaminación, se da primeramente cuando existe emisión de material o energía, continua con la transformación en el vector de soporte ambiental y finalmente generando consecuencias al hombre, ecosistema, bienes materiales, entre otros. Como ejemplos se tiene:
 - Industrialización.
 - Transporte.
 - Producción energética.
 - Agricultura, debida a; fertilizantes, herbicidas, pesticidas no asimilados, los restos vegetales, aguas sobrantes de riegos, residuos ganaderos, olores, gases, entre otros.
 - Contaminación visual, producida, al introducir al medio ambiente estructuras descoordinadas con el paisaje.
 - Contaminación energéticas (calor, radiaciones, ruido)
 - Impactos Positivos: A lo largo de los años y con el desarrollo de la tecnología, le hombre ha podido ir generando progresivamente impactos ambientales positivos como: paisajes, presas, canales, norias, sistemas de riego, vías férreas, jardines, edificios.

En el campo de las actividades agrarias son muchos más los impactos positivos que ha producido el hombre. Como ejemplo se tiene:

- Aportaciones ambientales científicas y culturales: Recoger y aportar agua al suelo, proponer cultivos adecuados para el tipo de suelo.

- Técnicas adaptadas al medio: La agricultura ha sido capaz de irse adaptando a cualquier medio como por ejemplo; uso de suelos desérticos gracias a los enarenados.
- Las dehesas: Son un tipo de ecosistema agrosilvopastoral formados a partir de un bosque primitivo a lo largo de un periodo muy dilatado, con alta diversidad, estabilidad y autosuficiencia energética.
- Los majadales: se produce cuando en un terreno se tiene la combinación de pastoreo, pisoteo, entre otros, dicha combinación gran productividad.

Actualmente, las obras civiles construidas por el hombre deben centrarse en producir impactos ambientales positivos, tanto lugares residenciales como industriales, deberán ser diseñados y construidos de tal forma que generen un impacto positivo. (Gómez, 2002)

7.6) Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental

El Proyecto

En esta etapa, denominada como etapa inicial, se tratará de identificar de forma clara todas las fases que constituye el proyecto (construcción, operación, funcionamiento y abandono). (Echechuri y Ferraro, 2002)

El proyecto a realizarse en la urbanización “Santa Clara” en Imbabura – Cotacachi, constará del diseño y construcción de un sistema de alcantarillado sanitario, que estará encargado de transportar todas las aguas residuales, provenientes de los habitantes de la urbanización, hacia una planta de tratamiento. La red de tuberías y la planta de tratamiento, se instalará en una zona con poca vegetación y basada

especialmente en especies forestales. Además, se construirá el alcantarillado pluvial, mismo que será el encargado de evacuar las aguas lluvias hacia la red municipal, que posteriormente evacuará dichas aguas en el río de la localidad.

El objetivo, estará basado en mejorar la calidad de vida de todos los residentes de la urbanización “Santa Clara”, dotando al proyecto de alcantarillado sanitario con una planta de tratamiento propia, la cual, cumpla con todas las especificaciones y se encuentre al acceso de todos los habitantes.

Del sistema de alcantarillado sanitario:

Considerando el incremento poblacional en la ciudad de Cotacachi, se ha visto la necesidad de construir lugares residenciales. Dichos lugares, tendrán como prioridad esencial la atención de los servicios básicos para sus habitantes. Los aspectos que comprende el proyecto en la urbanización “Santa Clara” son; población, económicos, topografía, la hidráulica, el suelo, medio ambiente, la hidráulica - sanitaria, planos, entre otros.

Ante la inminente construcción de viviendas para la urbanización “Santa Clara”, se realizó el estudio para el sistema de alcantarillado sanitario.

- Población: En el periodo de 1982 hasta 2001 la tasa de crecimiento en Cotacachi ha sido del 1%, pero desde el 2001 hasta el 2010 la tasa se ha incrementado en hasta llegar al 3%. Actualmente, el incremento en la población de Cotacachi se debe tanto a personas propias del cantón, como a personas extranjeras. El periodo de diseño para el alcantarillado sanitario, se planteado para 20 años.
- Diseño: Los aspectos a tomar en cuenta para la determinación del periodo de diseño de la urbanización “Santa Clara” son; Durabilidad de las instalaciones y estructuras presentes en el proyecto, dicha durabilidad dependerá de la calidad

de los materiales, equipos utilizados, métodos constructivos, entre otros.

Capacidad hidráulica para prestar adecuadamente los servicios.

- **Construcción:** Para la construcción se toma en cuenta factores como; tiempo que tarda el diseño de la obra, procesos constructivos, personal de la obra, obras a realizarse, entre otros.
- **Operación:** Esta etapa se refiere a las actividades de movilización de equipo y maquinaria a utilizarse en la construcción del alcantarillado sanitario.
- **Abandono:** La etapa de abandono de la obra, representa un plan de retiro cuando el tiempo de vida útil del alcantarillado se ha cumplido. En este caso, será necesario retirar la tubería vieja y reemplazarla por una nueva y con nueva tecnología en; materiales, equipos, métodos constructivos, entre otros.

Criterios de diseño para la construcción del sistema de alcantarillado

Los criterios a tomar en cuenta para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario para la urbanización “Santa Clara” son; trazado de la red, pozos y cajas de revisión y red de distribución. Estos criterios se encuentran previamente descritos en el Capítulo 3 (Diseño del Alcantarillado Sanitario).

Actividades pertinentes en la construcción del proyecto

De acuerdo con lo expuesto en el Capítulo 3 (Diseño del Alcantarillado Sanitario), las actividades para la construcción del alcantarillado son; replanteo, desbroce y limpieza, excavación de zanjas, acarreo de material, protección y entibamiento, encofrados, acero de refuerzo, relleno, relleno y compactación de zanjas, pruebas hidráulicas, ejecución del relleno y compactación, pozos de revisión, cajas domiciliarias, entre otros.

Materiales de construcción

Los materiales a utilizarse en la construcción del alcantarillado sanitario son; cemento, hierro, aditivos, acelerante, ladrillos, material de préstamo, agua, arena, grava, piedra, combustible, aceites, entre otros. Todos los materiales previamente descritos se los comprará en la localidad de Cotacachi, para incurrir en menos gastos económicos.

Línea Base (Medio Físico, Biológico, Socio – Económico)

Medio Físico

Geografía

El cantón de Cotacachi, está ubicado en el suroccidente de la provincia de Imbabura. Costa con una superficie de 17257 km² y representa el cantón más extenso de la provincia de Imbabura.

Limita al norte con el cantón de Urcuquí y la provincia de Carchi. Al sur con el cantón de Otavalo y con la provincia de Pichincha. Al este con el cantón de Antonio Ante y al oeste con la provincia de Esmeraldas. (PDOT Cotacachi, 20011)

Clima

El proyecto urbanístico “Santa Clara” será desarrollado en “La Compañía” ubicada en el sector urbano de Cotacachi. Por esta razón, se tomará como referencia el clima de Cotacachi que se lo describe a continuación:

Cotacachi es uno de los cantones de Imbabura que goza una alta variedad de pisos climáticos, los cuales determinan el clima y las precipitaciones. La temperatura en la zona Andina puede variar de 15 a 20 °C mientras que en la zona subtropical

(Intag) fluctúa entre 20 a 30 °C. Las precipitaciones en la zona Andina están entre 500 y 1000 mm/año mientras que en la zona subtropical (Intag) se encuentra entre 3000 mm/año, debido a la excelente cobertura vegetal de la zona de Intag. (PDOT Cotacachi, 20011)

Contaminación

Entre las actividades que producen mayor contaminación en la ciudad de Cotacachi tenemos; florícolas, tenerías, minas de arena, entre otros. El río más afectado en Cotacachi es el río Ambí, el cual, recibe los contaminantes provenientes de fábricas como LA FARGE y CECAL. (PDOT Cotacachi, 20011)

Medio Biológico

Flora y Fauna

Al pertenecer a la bio – región del Chochó, Cotacachi consta de una gran diversidad de flora, fauna, paisajes, ríos, bosques, entre otros. Cotacachi consta de 111 especies propias de Poaceae, de la cual, se derivan los cereales, pastos, bambúes, entre otros. Además, se ha podido registrar 409 especies endémicas en la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas (RECC). En la zona de Intag, se puede encontrar aproximadamente 28 especies en peligro de extinción divididas entre, mamíferos y aves.

Flora Zona Baja de Cotacachi	Flora Zona Alta de Cotacachi
Se extiende por la planicie costanera con una vegetación selvática inaccesible a través de parboles preciados por su madera de caoba, guayacán, roble y balsa. Se puede encontrar también, especies de orquídeas, bromelias, helechos	La vegetación deja su carácter tropical para dar paso a lagunas y a especies como; pumamaqui, el quishuar y el romerillo, y al páramo. El chuquiragua se puede encontrar en el volcán más alto de la reserva.

Fauna Zona Baja de Cotacachi	Fauna Zona Alta de Cotacachi
La existencia de abundante vegetación selvática permite el hábitad necesario para animales como; tapires, tigrillos, osos hormigueros, nutrias, boas y jaguares.	En la zona alta se puede encontrar animales como; lobos de páramo, venados y conejos. Entre las aves tenemos; curiangués y aguarros. Además pero más difíciles de encontrar son los pumas, armadillos y cóndores.

Ecosistema del proyecto

A pesar de que el proyecto formará parte de la zona urbana de Cotacachi, este, estará ubicado en las afueras de la ciudad. Se trata de un terreno ubicado en el sector “La Compañía” a 5 minutos del centro de la ciudad. Alrededor del terreno se puede encontrar vegetación forestal y además pequeñas plantaciones propias de la localidad.

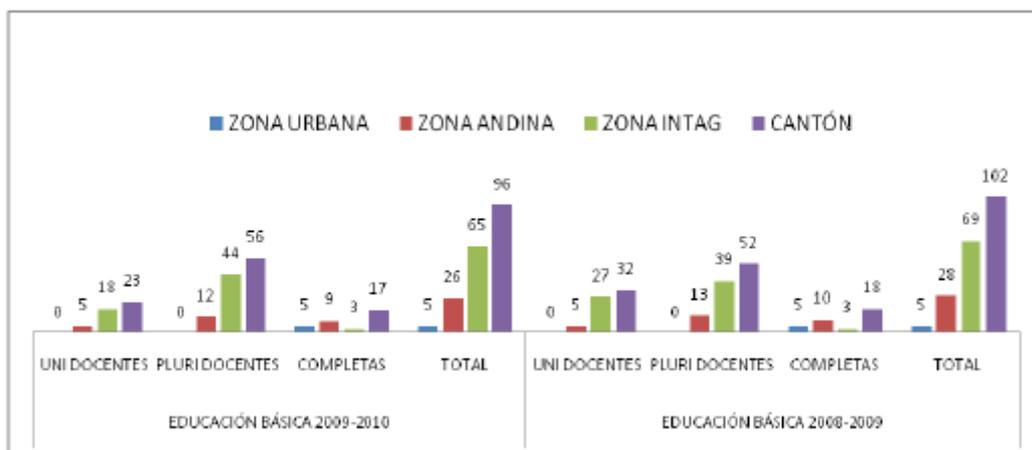
Medio Socio – Económico

Educación

En Cotacachi podemos encontrar 120 establecimientos educativos. A continuación se presenta varios cuadros que refleja la educación en la ciudad.

ZONAS	JARDINES	ESCUELAS	COLEGIOS	INSTITUTOS	C. ARTESANAL	F. CENTRO. OCUPACIONAL	TOTAL
ZONA URBANAS	6	5	2	2	1		16
ZONA ANDINA	1	26	1		1	1	30
ZONA INTAG	3	65	6				74
CANTÓN	10	96	9	2	2	1	120

Cuadro 7.6.1 Centros educativos por zonas (PDOT Cotacachi, 2011)



Cuadro 7.6.2 Establecimientos educativos (DPE Imbabura)

El analfabetismo en la localidad, ha sido un grave problema, siendo el sector rural el más afectado. A pesar de ello, la tendencia en los últimos años ha sido decreciente en cuanto a cifras de analfabetismo. Según cifras oficiales el analfabetismo en 1950 era de 60% mientras que en el 2001 fue de 19% (INEC – Asamblea Cotacachi)

Sistema Económico

Entre las principales actividades productivas de Cotacachi tenemos; producción agropecuaria, producción manufacturera y artesanal de cuero y actividades de turismo. Además, existe la producción exportadora de flores y café.

Uso del Suelo

De Acuerdo con el III Censo Nacional Agropecuario en Cotacachi se tiene los siguientes datos sobre uso del suelo; existen 89136 ha de unidades productivas agropecuarias, 42% de montes y bosques, 43% cultivadas, 9% páramos, 2% viviendas y espacios públicas.

Análisis de Riesgos

En el presente ítem, se referenciará a los riesgos ambientales tanto endógenos como exógenos. Se tratará de evaluar los riesgos físicos (proyecto – ambiente) y (ambiente – proyecto) en todas las fases del mismo. Por riesgos exógenos, tenemos los desastres naturales, mientras que los endógenos están representados por su respectiva matriz de riesgos.

Entre los riesgos exógenos más concurrentes en la ciudad de Cotacachi tenemos:

- Riesgos Geofísicos:
- Riesgos Volcánicos
- Riesgos por Derrumbes
- Riesgos Inundaciones

De los riesgos endógenos en Cotacachi tenemos:

- Incendios: Para el proyecto urbanístico “Santa Clara”, el riesgo de incendios y explosiones se lo tomará como (probable), debido a que los métodos constructivos necesariamente ocupan combustible.
- Accidentes Laborales: El riesgo para accidentes laborales será tomado como (alto), debido a que en todos los procesos de construcción pueden ocurrir accidentes que atentán contra la seguridad de los trabajadores
- Olores: Este riesgo se puede tomar como (alto), debido a que pueden existir malos olores por la acumulación de sustancias tóxicas.
- Derrame de Lubricantes: Debido a la necesidad de utilizar lubricantes en los métodos constructivos, ya sea en maquinaria o en equipos especiales, el riesgo se lo tomará como (moderado).

Identificación y Valoración de los Impactos Ambientales

Metodología

La metodología a utilizarse para determinar y valorar todos los impactos ambientales del proyecto será la denominada (Matriz Factor – Acción). Dicha matriz, valora los impactos ambientales en magnitudes del 1 al 10. Además, las características de los impactos ambientales se la pueden clasificar de la siguiente manera:

Naturaleza: Benéfico +1, Determinante -1

Duración: Temporal +1, Permanente 2

Reversibilidad: Corto plazo 1, Largo plazo 2

Probabilidad: Probable 0,1, Poco probable 0,5, Ciertol

Intensidad: Baja 1, Media 2, Alta 3

Extensión: Puntual 1, Local 2, Regional 3

Finalmente los valores de magnitud se determinan a través de la siguiente fórmula:

$$M = \text{Naturaleza} * \text{Probabilidad} * (\text{Duración} + \text{Reversibilidad} + \text{Intensidad} + \text{Extensión})$$

Y se determinará si la naturaleza del impacto es positiva o negativa.

(Córdova, 2011)

De acuerdo con los criterios establecidos de evaluación, los impactos ambientales con un valor de 10 serán (permanente, alto, reversible, largo plazo, local) y con un valor de -10 los impactos de iguales características pero perjudiciales.

Al realizar el producto entre el valor de importancia y el valor de la magnitud del impacto, obtenemos el valor total de afectación, el cual, estará en un rango del 1 al 100 y -1 al -100. A continuación se presenta una tabla con los rangos y el significado de los impactos ambientales.

Rango	Símbolo	Significado
81 – 100	+ MS	Muy Significativo
61 – 80	+ S	Significativo
41 – 60	+ MEDS	Medianamente Significativo
21 – 40	+ PS	Poco Significativo
0 – 20	+ NS	No Significativo
(-) 0 – 20	- NS	No Significativo
(-) 21 – 40	- PS	Poco Significativo
(-) 41 – 60	- MEDS	Medianamente Significativo
(-) 61 – 80	- S	Significativo

Tabla 7.6.1 Rango y Significado de los Impactos Ambientales (Córdova, 2011)

A continuación se presenta una tabla con la magnitud representativa de los factores ambientales afectados por el proyecto urbanístico. Cabe recalcar que las magnitudes puestas a cada factor dependen del criterio del ingeniero a cargo de la obra.

Medio Físico	Atmosféricos	Calidad Aire	7
		Nivel Ruido	8
	Agua	Calidad Agua	10
	Suelo	Calidad Suelo	7
		Compactación	7
		Estabilidad	6
		Ocupación	8
Paisaje	10		
Medio Biótico	Flora	Diversidad	5
		Estratos	6
	Fauna	Diversidad	7
		Hábitats	6
Medio Socio Económico	Salud y Socio Economía	Áreas Producción	8
		Empleo	9
		Salubridad	10
		Riesgo Accidentes	7

Tabla 7.6.2 Magnitud de los factores afectados por el proyecto

Fase de Construcción

La fase de construcción del proyecto propiamente dicho, es la que más impactos ambientales negativos conlleva.

- Instalación de Campamentos: El primer trabajo a realizarse en cuanto a la construcción de las viviendas, es el referente a la instalación de los campamentos, que serán utilizados para alojar material, obreros, entre otros.

Además dicho procedimiento, trae consigo impactos negativos que serán ponderados en la matriz.

- Limpieza del Terreno: Al tratarse de una urbanización o bien de la construcción de viviendas, la limpieza del terreno ocasiona muchos impactos negativos, ya que, necesariamente se tendrá que limpiar todo el terreno y acabar con la flora y fauna en el área del proyecto
- Excavaciones: Ya sea que se realiza las excavaciones a mano o con maquinaria, estas, ocasionaran impactos ambientales negativos. Cabe remarcar, que la cantidad de impactos ambientales producidos por las excavaciones, dependerán de la magnitud del proyecto, ya que existen excavación de zanjas, excavación para la planta de tratamiento, excavación de terraplenes para las estructuras, excavación a mano para las cajas de revisión, entre otras.
- Transporte: En el transporte se puede incluir; transporte de material, transporte de obreros y transporte de equipo, desde el área de almacenamiento hasta el área de construcción o viceversa.
- Zanja: La adecuación de las zanjas para la instalación de las tuberías, se deberá realizar en un suelo ideal, para así evitar cualquier derrumbe previo al terreno.
- Colocación de la Tubería: La colocación de la tubería, se deberá realizar a mano y siguiendo la línea de la pendiente. Los impactos ambientales ocasionados por dicha actividad son muy pequeños, ya que se trata de un trabajo manual.
- Relleno y Compactación: Con las tuberías ya colocadas, se procede a rellenar y posteriormente a compactar la zanja. Dicha actividad produce impactos negativos, ya que utiliza maquinaria que funciona con combustibles.
- Instalaciones Domiciliarias: Las instalaciones domiciliarias, consiste en la instalación de tuberías de menor diámetro en el interior de las viviendas, las

mismas, que se encargarán de llevar las aguas servidas hasta la red que las trasportará a la planta de tratamiento

- Construcción de la Planta de Tratamiento: Esta fase también ocasiona impactos negativos, ya que, para su construcción, se ocupa maquinaria, hormigón, ladrillos, entre otros. Además, esta fase constructiva brinda impactos ambientales positivos, debido a la funcionalidad que se le da.

Magnitud Ponderada (Fase de construcción)

Campamentos			
	Magnitud	Importancia	M. Ponderada
Calidad Agua	-0,5	10	-5
Calidad Suelo	-6	9	-54
Compactación	-2	6	-12
Ocupación	-0,5	8	-4
Paisaje	-0,3	8	-2,4
Diversidad	-2	6	-12
Diversidad	-0,5	8	-4
Empleo	0,8	9	7,2
Salubridad	-3	6	-18

Tabla 7.6.3 Magnitud Ponderada Campamentos

Limpieza de Terrenos			
	Magnitud	Importancia	M. Ponderada
Calidad Suelo	-6	7	-42
Estabilidad	-0,8	6	-4,8
Ocupación	-0,5	8	-4
Paisaje	-0,9	9	-8,1
Diversidad	-6	6	-36
Estratos	-5	7	-35
Diversidad	-0,6	8	-4,8
Hábitats	0,7	8	5,6
A. Producción	-0,7	8	-5,6
Empleo	7	9	63
Riesgos Accidentes	-3	7	-21

Tabla 7.6.4 Magnitud Ponderada Limpieza de Terrenos

Excavaciones			
	Magnitud	Importancia	M. Ponderada
Calidad Aire	-0,9	8	-7,2
Nivel Ruido	-6	8	-48
Compactación	-0,5	7	-3,5
Estabilidad	-0,8	7	-5,6
Ocupación	-0,6	7	-4,2
Estratos	-0,8	8	-6,4
A. Producción	-7	8	-56
Empleo	0,5	9	4,5
Riesgos Accidentes	-0,6	9	-5,4

Tabla 7.6.5 Magnitud Ponderada Excavaciones

Transporte			
	Magnitud	Importancia	M. Ponderada
Calidad Aire	-0,8	8	-6,4
Nivel Ruido	-0,7	8	-5,6
Compactación	-2,5	7	-17,5
Diversidad	-0,7	8	-5,6
Empleo	3	9	27
Riesgos Accidentes	-0,6	9	-5,4

Tabla 7.6.6 Magnitud Ponderada Transporte

Zanja			
	Magnitud	Importancia	M. Ponderada
Calidad Aire	-0,6	8	-4,8
Nivel Ruido	-0,7	9	-6,3
Compactación	2	7	14
Empleo	0,5	10	5
Riesgos Accidentes	-0,7	8	-5,6

Tabla 7.6.7 Magnitud Ponderada Zanjas

Colocación Tubería			
	Magnitud	Importancia	M. Ponderada
Calidad Agua	-3	9	-27
Ocupación	-0,5	8	-4
Empleo	6	8	48
Riesgos Accidentes	-0,6	8	-4,8

Tabla 7.6.8 Magnitud Ponderada Colocación Tuberías

Instalaciones Domiciliarias			
	Magnitud	Importancia	M. Ponderada
Calidad Suelo	-0,5	8	-4
Ocupación	-0,6	8	-4,8
Empleo	6	9	54

Tabla 7.6.9 Magnitud Ponderada Colocación Instalaciones Domiciliarias

Construcción Planta de Tratamiento			
	Magnitud	Importancia	M. Ponderada
Calidad Aire	-0,5	8	-4
Nivel Ruido	-0,6	8	-4,8
Calidad Agua	-3	9	-27
Calidad Suelo	-0,6	8	-4,8
Compactación	-0,6	6	-3,6
Ocupación	-7	8	-56
Paisaje	-7	9	-63
Estratos	-0,5	8	-4
A. Producción	-7	7	-49
Empleo	9	9	81
Riesgo Accidente	-3	8	-24

Tabla 7.6.10 Magnitud Ponderada Planta de Tratamiento

Fase de Operación y Mantenimiento

Dentro de la fase de operación y mantenimiento, podemos encontrar

- Mantenimiento de las Vías de Acceso: Se deberá, realizar las labores de limpieza en todas las vías que son de acceso a la planta de tratamiento.

- Limpieza: Labores de limpieza de absolutamente todo el sistema de alcantarillado
- Correcciones: En esta fase de operación y mantenimiento, se deberá poner mucha atención al estado de todas las tuberías, ya que, de existir fugas o cualquier error, será necesario reemplazarlas por otras nuevas

Mantenimiento Acceso			
	Magnitud	Importancia	M. Ponderada
Calidad Aire	-6	8	-48
Nivel Ruido	-6	8	-48
Diversidad	-0,6	7	-4,2
Estratos	-0,6	8	-4,8
Diversidad	-0,8	8	-6,4
Habitad	-0,6	8	-4,8
Empleo	7	9	63
Riesgo Accidente	-0,5	8	-4

Tabla 7.6.11 Magnitud Ponderada Mantenimiento del Acceso

Limpieza			
	Magnitud	Importancia	M. Ponderada
Calidad Aire	-3	7	-21
Calidad Agua	-0,5	8	-4
Diversidad	-0,5	7	-3,5
Diversidad	-4	6	-24
Habitad	-0,5	6	-3
Empleo	7	9	63
Salubridad	-0,8	8	6,4
Riesgo Accidente	-2	8	-16

Tabla 7.6.12 Magnitud Ponderada Limpieza

Correcciones			
	Magnitud	Importancia	M. Ponderada
Calidad Aire	-3	7	-21
Nivel Ruido	-0,6	8	-4,8
Ocupación	-0,5	7	-3,5
Empleo	-0,6	9	6,3
Salubridad	-0,8	7	5,6

Tabla 7.6.13 Magnitud Ponderada Correcciones

Fase de Retiro

- Retiro de Maquinaria: Cuando la construcción de absolutamente todos los elementos que constituyen la red de alcantarillado esté concluida, se deberá proseguir a las labores de retiro de maquinaria y equipos utilizados para la misma.
- Retiro de Campamentos: De igual forma, al acabar la construcción se deberá desarmar todos los campamentos, para dejar el paso libre a todas las actividades que prosiguen en el proyecto.
- Retiro de Escombros: El retiro de escombros deberá realizarse a mano o con maquinaria especializada.

Retiro de Maquinaria y Equipos			
	Magnitud	Importancia	M. Ponderada
Calidad Aire	-0,5	7	-3,5
Nivel Ruido	-0,7	8	-5,6
Empleo	0,7	9	6,3

Tabla 7.6.14 Magnitud Ponderada Retiro de Maquinaria.

Retiro Campamentos			
	Magnitud	Importancia	M. Ponderada
Empleo	0,8	7	5,6
R. Accidentes	-3	7	-21

Tabla 7.6.15 Magnitud Ponderada Retiro Campamentos

Retiro Escombros			
	Magnitud	Importancia	M. Ponderada
Calidad Aire	-0,5	7	-3,5
Nivel Ruido	-0,6	9	-5,4
Paisaje	0,9	6	5,4
Empleo	0,7	9	6,3
Salubridad	0,7	8	5,6
Riesgo de Accidentes	-7	8	-56

Tabla 7.6.16 Magnitud Ponderada Retiro Escombros

			Actividades del Proyecto																
			Fase De Construcción							F. Operación y Mantenimiento		Fase de Retiro							
			Campamentos	Limpieza	Excavación	Transporte	Zanjas	Colocación de las tuberías	Relevo y Compactación	Instalaciones Domiciliarias	Planta Tratamiento	Mantenimiento de las Vías de Acceso	Limpieza	Correcciones	Equipos	Retiro Campamentos	Retiro Escombros		
Factores Ambientales del Proyecto	Medio Físico	Atmosférico	Calidad Aire			x	x	X		X		x	X	X	x	x	X		
			Nivel Ruido			x	x	X		X		x	X		x	x		X	
		Agua	Calidad Agua	x					x		x		X						
			Suelo	Calidad Suelo	x	x						X	x						
		Compactación		x		x	x	X		X		x							
		Estabilidad			x	x													
		Ocupación		x	x	x			x		X	x			x				
		Paisaje	x	x							x							X	
	Medio Biótico	Flora	Diversidad	x	x								X	X					
			Estratos		x	x						x	X						
		Fauna	Diversidad	x	x		x							X	X				
			Hábitats		x									X	X				
	Medio Socio Económico	Salud y Socio Economía	Áreas Producción		x	x						x							
Empleo			x	x	x	x	X	x	X	X	x	X	X	x	x	x	X		
Salubridad			x											X				X	
Riesgo Accidentes																			
			x	x	x	X		x	X	x	X	X		x	x	X			

Tabla 7.6.17 Matriz de Identificación de Impacto

7.7) Niveles de Impacto

Utilizando los valores de magnitud ponderada, se procede a obtener los niveles de impacto presentes en cada fase.

- Fase de Construcción

				Fase De Construcción									
				Campamentos	Limpieza	Excavación	Transporte	Zanjas	Colocación de las tuberías	Relleno y Compactación	Instalaciones Domiciliarias	Planta Tratamiento	
Factores Ambientales del Proyecto	Medio Físico	Atmosféricos	Calidad Aire			-	-	-		-		-4	
			Nivel Ruido			48	5,6	6,3		56		4,8	
		Agua	Calidad Agua	5,6					-27			27	
			Calidad Suelo	54	42						-4	4,8	
		Suelo	Compactación	12		3,5	17	14		3,2		3,6	
			Estabilidad		4,8	5,6							
			Ocupación	-4	-4	4,2			-4		4,8	56	
			Paisaje	2,4	8,1							63	
			Flora	Diversidad	12	36							
				Estratos		35	6,4						-4
	Fauna	Diversidad	-4	4,8		5,6							
		Hábitats		5,6									
	Medio Socio Económico	Salud y Socio Economía	Áreas Producción		-	-						-	
			Empleo	7,2	63	4,5	27	5	48	48	54	81	
			Salubridad	30									
			Riesgo Accidentes		-	-	-	-	-	-	-	-	
				21	5,4	5,4	5,6	4,8	18	3,2	24		

Tabla 7.6.18 Magnitud Ponderada Fase de Construcción

			Fase De Construcción										
			Campamentos	Limpieza	Excavación	Transporte	Zanjas	Colocación de las tuberías	Relleno y Compactación	Instalaciones Domiciliarias	Planta Tratamiento		
Factores Ambientales del Proyecto	Medio Físico	Atmosféricos	Calidad Aire			-NS	-NS	-NS		-MEDS		-NS	
			Nivel Ruido			-MEDS	-NS	-NS		-MEDS		-NS	
		Agua	Calidad Agua	-NS					-27				-PS
		Suelo	Calidad Suelo	-MEDS	-MEDS							-NS	-NS
			Compactación	-NS		-NS	-NS	-NS			NS		-NS
			Estabilidad		-NS	-NS							
			Ocupación	-NS	-NS	-NS			-4			-NS	-PS
			Paisaje	-NS	-NS								-S
	Medio Biótico	Flora	Diversidad	-NS	-PS								
			Estratos		-PS	-NS							-NS
		Fauna	Diversidad	-NS	-NS		-NS						
			Hábitats		-NS								
	Medio Socio Económico	Salud y Socio Economía	Áreas Producción		-NS	-MEDS							-MEDS
			Empleo	NS	S	NS	PS	NS	48	MEDS	ME DS		MS
Salubridad			-NS										
Riesgo Accidentes				-PS	-NS	-NS	-NS	-NS	4.8	-NS	-NS		-PS

Tabla 7.6.18 Niveles de impacto Fase de Construcción

- Fase de Mantenimiento:

				F. Operación y Mantenimiento		
				Mantenimiento de las Vías de Acceso	Limpieza	Correcciones
Factores Ambientales del Proyecto	Medio Físico	Atmosféricos	Calidad Aire	-48	-21	-21
			Nivel Ruido	-48		-4,8
		Agua	Calidad Agua		-4	
		Suelo	Calidad Suelo			
			Compactación			
			Estabilidad			
			Ocupación			-3,5
		Medio Biótico	Flora	Diversidad	-4,2	-3,5
	Estratos			-4,8		
	Fauna		Diversidad	-6,4	-24	
			Hábitats	-4,8	-3	
	Medio Socio Económico	Salud y Socio Economía	Áreas Producción			
			Empleo	63	63	6,3
			Salubridad		6,4	5,6
			Riesgo Accidentes	-4	-16	

Tabla 7.6.19 Magnitud Ponderada Fase de Mantenimiento

			F. Operación y Mantenimiento			
			Mantenimiento de las Vías de Acceso	Limpieza	Correcciones	
Factores Ambientales del Proyecto	Medio Físico	Atmosféricos	Calidad Aire	- MEDS	-PS	-PS
			Nivel Ruido	- MEDS		-NS
		Agua	Calidad Agua		-NS	
		Suelo	Calidad Suelo			
			Compactación			
			Estabilidad			
			Ocupación			-NS
		Medio Biótico	Flora	Diversidad	-NS	-NS
	Estratos			-NS		
	Fauna		Diversidad	-NS	-PS	
			Hábitats	-NS	-NS	
	Medio Socio Económico	Salud y Socio Economía	Áreas Producción			
			Empleo	S	S	NS
			Salubridad		NS	NS
			Riesgo Accidentes	-NS	-NS	

Tabla 7.6.20 Niveles de impacto Fase de Mantenimiento

- Fase de Retiro:

				Fase de Retiro		
				Retiro Maquinaria y Equipos	Retiro Campamentos	Retiro Escombros
Factores Ambientales del Proyecto	Medio Físico	Atmosféricos	Calidad Aire	-3,5		-3,5
			Nivel Ruido	-5,6		-5,4
		Agua	Calidad Agua			
		Suelo	Calidad Suelo			
			Compactación			
			Estabilidad			
			Ocupación			
		Paisaje			5,4	
	Medio Biótico	Flora	Diversidad			
			Estratos			
		Fauna	Diversidad			
			Hábitats			
	Medio Socio Económico	Salud y Socio Economía	Áreas Producción			
			Empleo	6,3	5,6	6,3
			Salubridad			5,6
			Riesgo Accidentes		-21	-56

Tabla 7.6.21 Magnitud Ponderada Fase de Retiro

				Fase de Retiro		
				Retiro Maquinaria y Equipos	Retiro Campamentos	Retiro Escombros
				Factores Ambientales del Proyecto	Medio Físico	Atmosféricos
Nivel Ruido	-NS		-NS			
Agua	Calidad Agua					
Suelo	Calidad Suelo					
	Compactación					
	Estabilidad					
	Ocupación					
Paisaje			NS			
Medio Biótico	Flora	Diversidad				
		Estratos				
	Fauna	Diversidad				
		Hábitats				
Medio Socio Económico	Salud y Socio Economía	Áreas Producción				
		Empleo	NS		NS	NS
		Salubridad				NS
		Riesgo Accidentes			-PS	- MEDS

Tabla 7.6.22 Niveles de Impacto Fase de Retiro

7.8) Interpretación de Resultados:

En la siguiente tabla se presenta el resultado neto de afectación, para cada uno de los factores ambientales:

RESULTADOS				
Factores Ambientales del Proyecto	Medio Físico	Atmosféricos	Calidad Aire	-161,4
			Nivel Ruido	-141,3
		Agua	Calidad Agua	-63,6
			Suelo	Calidad Suelo
		Compactación		-18,9
		Estabilidad		-10,4
		Ocupación		-80,5
		Medio Biótico	Flora	Paisaje
	Diversidad			-55,7
	Fauna		Estratos	-50,2
			Diversidad	-44,8
	Medio Socio Económico	Salud y Socio Economía	Hábitats	-13,4
			Áreas Producción	-61,6
			Empleo	488
			Salubridad	48,6
			Riesgo Accidentes	-184,4

Tabla 7.6.23 Resultados

De acuerdo con todos los resultados obtenidos se puede interpretar que:

- Calidad del Aire (-161,4): La calidad del aire se perjudicada ya que se produce exceso de polvo y gases cuando se utiliza cualquier tipo de maquinaria o equipos especiales. Además, produce mal olor ocasionado por las aguas residuales.
- Nivel de Ruido (-141,3): Debido al uso de maquinaria, transporte y equipos especiales, se genera un incremento en el ruido del ambiente.
- Calidad del Agua (-63,6): En la colocación de las tuberías, se utilizará elementos como; sellantes, aditivos, entre otros, los cuales, al llegar a los ríos los contaminarán. A pesar de utilizar una planta de tratamiento, cierta parte de las aguas residuales desembocará en los ríos, ocasionando gran contaminación.
- Calidad del Suelo (-104,8): Este valor está determinado por la gran cantidad de desechos sólidos o líquidos provenientes de los campamentos. Debido a que la

mayoría de tierra en Cotacachi es fértil, se generará un impacto negativo al utilizar estas tierras para la construcción.

- Ocupación (-80,5): La ocupación, representa un impacto negativo, debido a que utiliza tierras dedicadas a la agricultura para usos constructivos. También el impacto negativo en la ocupación, se debe al uso de campamentos provisionales y uso de espacio para escombros.
- Paisaje (-68,1): Pasa de ser un paisaje totalmente natural, a ser un paisaje urbanizado.
- Áreas de Producción (-61,6): Se cambia un área agrícola por una zona de construcción.
- Empleo (488): Todas las actividades que intervienen en el proyecto, generan un impacto en el área de empleo, debido al uso de personal para realizarlas.
- Riesgo Accidentes (-184,4): Al Igual que el empleo, todas las actividades en el proyecto son realizadas por obreros, implicando así un continuo riesgo de accidentes.

CAPITULO 8

PRESUMUESTO ESTIMADO DEL PROYECTO

8.1) Introducción

El presupuesto estimado para el proyecto de alcantarillado sanitario, pluvial y red de distribución de agua potable, se lo realizará utilizando un análisis de precios unitarios (APU). Además, se intentará tomar que cuenta todos los rubros presentes en el proyecto como; herramienta menor, equipos, mano de obra, materiales, transporte, entre otros.

8.2) Objetivo y Alcance

Determinar un presupuesto estimado del proyecto de alcantarillado sanitario, pluvial y red de distribución de agua potable para la urbanización “Santa Clara”, utilizando un análisis de precios unitarios (APU)

Incluir en el presupuesto, el valor, del estudio de impacto ambiental realizado para el proyecto.

8.3) Análisis de Precios Unitarios

REPLANTEO Y NIVELACIÓN (m ²)					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Valor	
Estacas	Glb	0,3	0,5	0,15	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	C. Hora	Rendimiento	Valor
Herramienta menor	1	0,2	0,2	0,1	0,02
H. Topografía	1	2,5	2,5	0,1	0,25
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	P. Unidad	C. Hora	Rendimiento	Valor
Topógrafo	1	3,4	3,4	0,1	0,34
Cadenero	1	3	3	0,1	0,3
				C. Directo	1,06
				C. Indirecto 25%	0,265
				C. Unitario	1,325

Tabla 8.3.1) Análisis Precios Unitarios Replanteo y Nivelación

EXCAVACIÓN DE ZANJAS (m³)					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	C. Hora	Rendimiento	Valor
Retroexcavadora	1	25	25	0,2	5
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	P. Unidad	C. Hora	Rendimiento	Valor
Operador	1	3,4	3,4	0,2	0,68
Peón	2	3	6	0,1	0,6
				C. Directo	6,28
				C. Indirecto 25%	1,57
				C. Unitario	7,85

Tabla 8.3.2) Análisis Precios Unitarios Excavación de Zanjas

ENTIBADO DE ZANJAS (m ³)					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Valor	
Encofrado	M	6	0,4	2,4	
Madera	M	2	0,25	0,5	
Clavos	Kg	0,02	0,75	0,015	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	C. Hora	Rendimiento	Valor
Herramienta Menor	5	0,2	1	0,1	0,1
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	P. Unidad	C. Hora	Rendimiento	Valor
Peón	4	3	12	0,1	1,2
M. Obra	0,1	3,4	0,34	0,1	0,034
				C. Directo	4,249
				C. Indirecto 25%	1,06
				C. Unitario	5,309

Tabla 8.3.3) Análisis Precios Unitarios Entibado de Zanjas

RELLENO Y COMPACTACIÓN (m ³)					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	C. Hora	Rendimiento	Valor
Herramienta Menor	4	0,2	0,8	0,1	0,08
Compactador	1	3	3	0,25	0,75
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	P. Unidad	C. Hora	Rendimiento	Valor
Peón	4	3	12	0,1	1,2
M. Obra	0,1	3,4	0,34	0,1	0,034
				C. Directo	2,064
				C. Indirecto 25%	0,52
				C. Total	2,584

Tabla 8.3.4) Análisis Precios Unitarios Relleno y Compactación

TUBERIA PVC 200mm (Metro Lineal)					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Valor	
Arena	m3	0,05	9	0,45	
Pegamento Especial	Gl	0,03	31	0,93	
PVC 200mm	m	1	10,1	10,1	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	C. Hora	Rendimiento	Valor
Herramienta Menor	6	0,2	1,2	0,1	0,12
Teclé Colocador	1	0,5	0,5	0,25	0,125
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	P. Unidad	C. Hora	Rendimiento	Valor
Peón	6	3	18	0,1	1,8
M. Obra	0,1	3,4	0,34	0,1	0,034
				C. Directo	13,559
				C. Indirecto 25%	3,38975
				C. Unitario	16,94875

Tabla 8.3.5) Análisis Precios Unitarios Tubería PVC 200mm

TUBERIA PVC 250mm (Metro Lineal)					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Valor	
Arena	m3	0,05	9	0,45	
Pegamento Especial	Gl	0,03	31	0,93	
PVC 200mm	m	1	14,7	14,7	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	C. Hora	Rendimiento	Valor
Herramienta Menor	6	0,2	1,2	0,1	0,12
Teclé Colocador	1	0,5	0,5	0,25	0,125
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	P. Unidad	C. Hora	Rendimiento	Valor
Peón	6	3	18	0,1	1,8
M. Obra	0,1	3,4	0,34	0,1	0,034
				C. Directo	18,159
				C. Indirecto 25%	4,53975
				C. Unitario	22,69875

Tabla 8.3.6) Análisis Precios Unitarios Tubería PVC 250mm

TUBERIA PVC 300mm (Metro Lineal)					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Valor	
Arena	m3	0,05	9	0,45	
Pegamento Especial	Gl	0,03	31	0,93	
PVC 300mm	m	1	20,97	20,97	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	C. Hora	Rendimiento	Valor
Herramienta Menor	6	0,2	1,2	0,1	0,12
Teclé Colocador	1	0,5	0,5	0,25	0,125
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	P. Unidad	C. Hora	Rendimiento	Valor
Peón	6	3	18	0,1	1,8
M. Obra	0,1	3,4	0,34	0,1	0,034
				C. Directo	24,429
				C. Indirecto 25%	6,10725
				C. Unitario	30,53625

Tabla 8.3.7) Análisis Precios Unitarios Tubería PVC 300mm

POZOS DE REVISIÓN (Unidad)					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Valor	
Cemento	Saco	8	6,63	53,04	
Ripio	m3	0,95	7,84	7,448	
Encofrado	Unidad	6,3	5,04	31,752	
Acero de Refuerzo	kg	20,5	1,08	22,14	
Agua	m3	0,3	1,12	0,336	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	C. Hora	Rendimiento	Valor
Herramienta Menor	7	0,2	1,4	0,1	0,14
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	P. Unidad	C. Hora	Rendimiento	Valor
Peón	8	3	24	0,1	2,4
M. Obra	0,1	3,4	0,34	0,5	0,17
				C. Directo	117,426
				C. Indirecto 25%	29,3565
				C. Unitario	146,7825

Tabla 8.3.8) Análisis Precios Unitarios Pozos de Revisión

CAJA DE REVISIÓN (Unidad)					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Valor	
Caja	Unidad	1	28,5	28,5	
Tapa	Unidad	1	24,8	24,8	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	C. Hora	Rendimiento	Valor
Herramienta Menor	3	0,2	0,6	0,5	0,3
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	P. Unidad	C. Hora	Rendimiento	Valor
Peón	3	3	9	0,1	0,9
M. Obra	0,1	3,4	0,34	0,5	0,17
				C. Directo	54,67
				C. Indirecto 25%	13,6675
				C. Unitario	68,3375

Tabla 8.3.9) Análisis Precios Unitarios Caja de Revisión

SUMIDEROS (Unidad)					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Valor	
Rejilla	Unidad	1	73,5	73,5	
Hormigón simple	m3	1,5	30	45	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	C. Hora	Rendimiento	Valor
Herramienta Menor	4	0,2	0,8	0,5	0,4
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	P. Unidad	C. Hora	Rendimiento	Valor
Peón	3	3	9	0,1	0,9
M. Obra	0,1	3,4	0,34	0,5	0,17
				C. Directo	119,97
				C. Indirecto 25%	29,9925
				C. Unitario	149,9625

Tabla 8.3.10) Análisis Precios Unitarios Sumideros

TUBERÍA PVC 1" (Metro Lineal)					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Valor	
Teflón	Rollo	1	0,84	0,84	
PVC 1"	Unidad	1	24,02	24,02	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	C. Hora	Rendimiento	Valor
Herramienta Menor	2	0,2	0,4	0,5	0,2
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	P. Unidad	C. Hora	Rendimiento	Valor
Peón	2	3	6	0,5	3
M. Obra	0,1	3,4	0,34	0,5	0,17
				C. Directo	28,23
				C. Indirecto 25%	7,0575
				C. Unitario	35,2875

Tabla 8.3.11) Análisis Precios Unitarios Tubería PVC 1"

TUBERÍA PVC 2" (Metro Lineal)					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Valor	
Teflón	Rollo	1	0,84	0,84	
PVC 1"	Unidad	1	47,59	47,59	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	C. Hora	Rendimiento	Valor
Herramienta Menor	2	0,2	0,4	0,5	0,2
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	P. Unidad	C. Hora	Rendimiento	Valor
Peón	2	3	6	0,5	3
M. Obra	0,1	3,4	0,34	0,5	0,17
				C. Directo	51,8
				C. Indirecto 25%	12,95
				C. Unitario	64,75

Tabla 8.3.12) Análisis Precios Unitarios Tubería PVC 2"

8.4) Parámetros de Cálculo

- **Volumen de excavación (Alcantarillado Sanitario y Pluvial):** Esta determinado en función de la profundidad de la zanja, longitud de la tubería y del ancho de zanja.

DIÁMETRO NOMINAL		PROFUNDIDAD DE ZANJA	ANCHO DE ZANJA
mm	pulg	M	m
75	3	0,65	0,50
100	4	0,70	0,50
150	6	0,90	0,60
200	8	0,90	0,60
250	10	1,10	0,70
300	12	1,20	0,80
350	14	1,40	0,90
400	16	1,50	0,90
450	18	1,50	1,00
500	20	1,60	1,00

Tabla 8.4.1) Profundidad y Ancho de Zanja Para Diferentes Diámetros

Con los datos de diámetro nominal, profundidad de la zanja, ancho de zanja y longitud de la tubería, podemos obtener un volumen de excavación:

Diámetro Tubería (mm)	Profundidad Excavación (m)	Ancho de Zanja (m)	Longitud (m)	Volumen (m ³)
200	1,1	0,6	524,11	345,9126
250	1,1	0,7	506,35	389,8895
300	1,1	0,8	17,76	15,6288
Volumen total (m ³)				751,4309

- **Volumen de excavación (Red de Distribución de Agua Potable):**

Tubería (mm)	Profundidad Excavación (m)	Ancho de Zanja (m)	Longitud (m)	Volumen (m ³)
PVC	1	0,50	838	419
Volumen total (m ³)				419

- **Área de excavación (Alcantarillado Sanitario y Pluvial):** El área superficial de excavación, es un parámetro, el cual, está en función del ancho de la zanja y de la longitud de la tubería.

Diámetro Tubería (mm)	Ancho de Zanja (m)	Longitud (m)	Área (m ²)
200	0,6	524,11	314,466
250	0,7	506,35	354,445
300	0,8	17,76	14,208
Área total (m ²)			683,119

- **Área de excavación (Red de Distribución de Agua Potable):**

Tubería (mm)	Profundidad Excavación (m)	Ancho de Zanja (m)	Longitud (m)	Área (m ³)
PVC	1	0,50	838	419
Volumen total (m ³)				419

- **Pozos de revisión:** La cantidad de pozos de revisión necesarios para el proyecto será de 18.
- **Cajas de revisión:** Se necesitará una caja de revisión por lote (36).

8.5) Presupuesto Estimado de la Obra

A continuación se presenta el presupuesto estimado de la obra, se debe tener en cuenta que para obtener el valor final de cada rubro será necesario calcular el producto entre la cantidad de cada rubro y el precio unitario del mismo.

Presupuesto Estimado de la Obra				
Rubro	Unidad de Cálculo	Cantidad	P. Unitario	Valor
Replanteo y Nivelación	m ²	1102,2	1,33	1465.93
Excavación de Zanja	m ³	1170,44	7,85	9187.96
Entibado de Zanja	m ³	751,44	5,31	3990.14
Relleno y Compactación	m ³	1170,44	2,59	3031.44
Tubería PVC 200 mm	m.l	524,11	16,95	8883.66
Tubería PVC 250 mm	m.l	506,35	22,70	11494.15
Tubería PVC 300 mm	m.l	17,76	30,54	542.40
P. Revisión	u	18	146,79	2642.22
Sumideros	u	10	149,97	1499,7
C. Revisión	u	36	68,34	2460.24
PVC 1''	u	60	35,29	2117.4
PVC 2''	u	80	64,25	5140
Valor total del Proyecto				52455.33

CAPITULO 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1) Conclusiones

Debido a que la ciudad de Cotacachi es considerada como uno de los lugares con mayor iniciativa ecológica en el país, es necesario, que todos los proyectos de viviendas a realizarse tomen muy en cuenta un diseño sustentable de alcantarillado sanitario, pluvial y de distribución de agua potable.

Para la urbanización “Santa Clara”, se realizó un alcantarillado de tipo separado, es decir, se diseñó una red de alcantarillado utilizada para evacuar las aguas servidas generadas por todos los habitantes del proyecto y otra red de alcantarillado designada para la evacuación de las aguas pluviales. Debido, a la gran cantidad de descarga de aguas lluvias presentes en la zona, se inclinó por el diseño de alcantarillado separado, a pesar de que económicamente resulta un poco más beneficioso diseñar un alcantarillado de tipo combinado, el cual, transporta tanto aguas residuales como aguas lluvias.

Entre los factores que más se tomó en cuenta para el diseño de los alcantarillados están; sociales, físicos, económicos, entre otros. Además, para el desarrollo de los cálculos, se determinó de forma adecuada los periodos de diseño, población presente y consumo de agua en la zona (160 l/ha. día), cuyos datos fueron indispensables para un correcto diseño.

El diseño tanto de alcantarillado sanitario como de alcantarillado pluvial se lo obtuvo con la ayuda del software de diseño sanitario (SewerCad). Cabe recalcar, que este programa realiza los cálculos unificando todos los datos en un solo conjunto, por esta razón, en el capítulo 3 sección 3,5 no fue necesario tomar en cuenta el factor de mayoración M para el cálculo del caudal de diseño.

La red de distribución de agua potable, fue realizada tomando en cuenta el diseño de la cisterna, la tubería de conducción, accesorios, entre otros. Con la ayuda de la cisterna, se llevara la cantidad de agua necesaria a los hidrantes en caso de ocurrir algún imprevisto como los incendios.

El material utilizado para la construcción del alcantarillado fue el PVC, ya que, presenta mayores ventajas en mantenimiento, durabilidad y costo que los otros materiales presentes en el mercado.

El tratamiento de las aguas residuales generadas por los habitantes del proyecto fue de tipo primario. Con la finalidad de eliminar la gran mayoría de los sólidos que se encuentran en suspensión se utilizó un sedimentador, además, con la ayuda de bacteria anaerobias se podrá reducir la materia orgánica presente en las capas de lodo propias de las aguas residuales.

Mediante el estudio y evaluación de los impactos ambientales, se pudo identificar, que en el medio físico la calidad del aire es el factor más afectado y en el medio socio – económico el riesgo de accidentes es el de mayor impacto negativo. Por otra parte, la generación de empleo con un valor de 488, resulta el impacto de mayor importancia a lo largo del proyecto.

Utilizando un análisis de precios unitarios (APU), se pudo calcular un costo estimado del proyecto de alcantarillado sanitario, pluvial y red de distribución de agua potable, cuyo valor fue de 52455.3 dólares.

Debido a ser un proyecto ecológico, el diseño urbanístico se lo realizó mayoritariamente de áreas verdes y áreas recreativas. Además, se realizó una ruta especial de ciclo – vía, con la finalidad de contribuir en el aspecto ambiental del proyecto.

9.2) Recomendaciones

Se recomienda realizar un adecuado estudio hidrológico de la zona del proyecto, de esta manera se podrá realizar de forma correcta todos los cálculos para el diseño de los alcantarillados.

Es recomendable realizar una revisión periódica de todos los elementos de la red de alcantarillado (pozos de revisión, cajas de revisión, estado de las tuberías, entre otros).

Se aconseja realizar un mantenimiento adecuado de la planta de tratamiento de aguas residuales, dicho mantenimiento se lo deberá hacer una vez cada año para evitar cualquier inconveniente en el sistema.

Para realizar el estudio de impacto ambiental (EsIA), será recomendable investigar todos las normativas ambientales presentes en la zona del proyecto.

Debido a que fue indispensable realizar un alcantarillado de tipo separado, previamente será necesario realizar un estudio de viabilidad económica, ya que, el alcantarillado de tipo separado resulta más costoso que el alcantarillado combinado.

REFERENCIAS

- Accesorios PCV. (2012). *Ventajas del Uso de PVC*. Recuperado de:
<http://www.maquinariapro.com/materiales/tuberias-pvc.html>
- Araque, M. (2010). *Ingeniería Hidráulica [Notas de clase]*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Avellaneda, A. (2008). *Evaluación del impacto ambiental, conceptos, metodologías y estudios de casos*. (1th ed.). Bogotá: Kimpres.
- Báez, J. (2007). *Sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales* (1th ed.). Barranquilla: Uninorte
- Canter, L. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental, técnicas para la elaboración de estudios de impacto*. (1th ed.). España: McGraw Hill/Interamericana.
- Conesa, V. (1995). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. (2thed.). Bilbao: Mundi-Prensa.
- Córdova, P. (2011). *Estudio de impacto ambiental ex-post y plan de manejo ambiental del proyecto: construcción de la primera etapa del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Colimes, Cantón Colimes, Provincia del Guayas*. Colimes.
- Decreto N° 1.802. (1994). *Políticas Básicas Ambientales del Ecuador*.
- Echechuri, E. Ferraro, R & Bengoa, G. (2002). *EIA entre el saber y la práctica*. (1thed). Buenos Aires: Espacio.

- Fernández, I. (2009). *Diseño Asistido del Sistema de Sumideros de una Población*.
Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Gobierno Municipal de Cotacachi (2011); *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cotacachi*; Cotacachi, Imbabura, Ecuador.
- Gómez, D. (2003). *Evaluación de impacto ambiental* (2th ed.). Madrid: Mundi- Prensa Libros.
- Guía Para El Diseño De Tanques Sépticos, Tanques Imhoff Y Lagunas De Estabilidad*.
Lima (2005)
- ICREW. (2006). *Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población*. Canarias: ITC.
- INEC, Censo 2001 y SEMPLADES 2010. Elaborado por: Grupo Consultor.
- Jiménez, J. (2009). *Manual Para el Diseño de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*.
Veracruz: Universidad de Veracruz.
- McGhee, T. (1999). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. (Sexta edición). Bogotá: Nomos S.A
- Noma Ecuatoriana de la Construcción. (2013). *NEC: Capítulo 16 Norma Hidrosanitarios de Agua*.
- PAÉZ-ZAMORA, J. C. 1996. *Introducción a los métodos de evaluación de impactos ambientales: recomendaciones para los gobiernos seccionales del Ecuador*. F. Natura. Comisión Asesoría Ambiental de Presidencia de la República del Ecuador – USAID. Editorial Crearimagen. Quito.

- Prieto, A (2009). *Proyecto Red de Alcantarillado de Aguas Lluvias Subdivisión Lote 1d1-a vías Estructurantes Comuna de los Conde: Especificaciones Técnicas*.
Obtenido de: http://www.eseia.cl/archivos/4._PROYECTO_RED_ALCANTARILLADO_Y_AGUAS_LLUVIAS_ESPECIFICACIONES_TECNICAS_ESPECIALES.pdf
- Ramalho, R. (1996). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Barcelona: Editorial Reverté.
- Rodríguez, R (2005). *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas*. México: Limusa, 2005
- SENPLADES. *Elaboración de la Subsecretaría de Información*. Dirección de Métodos, Análisis e Investigación. SENPLADES 2011
- Steel, E. (1958). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. Barcelona: Gustavo Gili
- UNATSABAR. (2005). *Especificaciones Técnicas para la Construcción de Sistema de Alcantarillado*. Lima.
- Villacís, J. (2013). *Diseños sanitarios sostenibles para la Urbanización Estancia Real*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Weistzenfeld, H. (1990). *Evaluación del impacto ambiental y la salud*. Metepec: Weistzenfeld, H.