



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción

Carrera de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y PLANTA DE TRATAMIENTO
PARA LA COMUNIDAD SANTA INES, CANTÓN PABLO SEXTO, PROVINCIA DE
MORONA SANTIAGO**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

CAPT. JORGE GONZALO RIVADENEIRA VALLEJO

SANGOLQUI – ECUADOR

AÑO 2011

EXTRACTO

El presente trabajo contiene el Diseño del Proyecto de Alcantarillado Combinado de la Comunidad de Santa Inés del Cantón Pablo Sexto de la Provincia de Morona Santiago, solicitado por la Municipalidad de esa ciudad. Este trabajo se presenta de una manera que facilite una comprensión de los trabajos que se realizarán de la decisión adoptada, así como los cálculos efectuados para dimensionar las estructuras que componen los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales.

La memoria técnica presenta un análisis de la situación actual de la comunidad, el cálculo de la alternativa analizada, además el diseño de la planta de tratamiento. La memoria conjuntamente con los planos y anexos de cálculo completan el Informe Final para consideración de la Ilustre Municipalidad del Pablo Sexto, para su revisión y análisis.

ABSTRACT

This work contains the Design of Combined Sewer Project town of Santa Inés Pablo Sexto County, in the province of Morona Santiago, requested by the Municipality of that city. This work is presented in a way that facilitates an understanding of the work to be undertaken of the decision and the calculations for sizing the structures that make up the sewage and wastewater treatment.

The technical report presents an analysis of the current situation of the community, the calculation of the alternatives analyzed, as well as the design of the treatment plant. Memory together with the plans and schedules for calculating complete the final report for consideration by the Municipality of Paul the Sixth, for review and analysis.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Capt. JORGE GONZALO RIVADENEIRA VALLEJO como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO CIVIL.

Sangolquí, Septiembre 2011

ING. MILTON SILVA

ING. MIGUEL ARAQUE

REVISADO POR

RESPONSABLE ACADEMICO

DEDICATORIA

Es mi deseo como sencillo gesto de agradecimiento, dedicarle mi Trabajo de Grado plasmada en el presente Informe, a mi Esposa Ximena por su amor, permanente cariño y comprensión, mis hijas Daniela y Camily, a mis padres Telmo y Judith, quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos.

Dedico esta tesis a todos los que creyeron en mi, a todos los amigos que me apoyaron, al Ejército Ecuatoriano que me ha dado la oportunidad para continuar aprendiendo y perfeccionándome, a los docentes que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación como estudiante universitario.

Dedico este trabajo de igual manera a mis tutores quien me ha orientado en todo momento en la realización de este proyecto.

Capt. Jorge G. Rivadeneira V.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento

A mi Director de Tesis Ing. Milton Silva, por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.

A mis compañeros del Escuela Politécnica del Ejército por su continuo y afectuoso aliento.

A mi esposa por su cariño, comprensión y constante estímulo.

A mis hijas por su paciencia y su comprensión de no estar junto a ellas y por enseñarme a enfrentar los obstáculos con alegría.

A mis padres enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos.

Capt. Jorge G. Rivadeneira V.

INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	I
EXTRACTO/ ABSTRACT.....	II
CERTIFICACION.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
INDICE DE CONTENIDOS.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
INDICE DE FOTOS.....	IX
INDICE DE GRAFICOS.....	X
INDICE DE ANEXOS.....	XI

Contenido

1.1.	INTRODUCCIÓN.....	12
1.2.	ANTECEDENTES.....	13
1.3.	OBJETIVO	14
1.4.	JUSTIFICACION	15
1.5.	ALCANCE	15
2.1.	ASPECTOS FÍSICOS	16
2.1.1.	Ubicación Geográfica y Clima.....	16
	La cabecera cantonal es Pablo Sexto y cuenta con las siguientes comunidades: Sangay, Santa Inés, Shawi, Sintinís, El Rosario (VIII Cooperativa), Kunamp, Kunkup y Yamanunka,	17
2.1.2.	Características Climáticas.....	18
2.2.	TOPOGRAFIA Y RELIEVE	19
2.3.	DESCRIPCION BREVE DE ASPECTOS SOCIO CULTURALES Y ECONOMICOS.....	22
2.3.1.	Encuestas.....	22
2.4.	SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA URBANA EXISTENTE.....	27
2.5.	ASPECTOS NATURALES.	30
2.5.1	Precipitación.....	30
2.5.1	Riesgos Naturales.	31
2.5.2	Niveles de Ruido.....	31
3.1.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	32
3.1.1.	Determinación de polígonos	32
3.1.2.	Tipo de Sistema	34
3.1.3.	Periodo de Diseño	34
3.1.4.	Dotación de Agua Potable	36
3.1.5.	Coefficiente de Reducción.....	37
3.1.6	Áreas de Aportación.	37
3.1.7	Área de Servicio	38
3.1.8	Densidad de la Población.....	39

3.1.9.	Tuberías	40
3.1.9.1.	Dimensiones de las Tuberías.....	40
3.1.9.2.	Capacidad de las Tuberías.....	40
3.1.9.3.	Velocidades en las Tuberías	41
3.1.9.4.	Material de la tubería.....	44
3.1.9.5.	Profundidades	45
3.2.	ESTIMACION DE LA POBLACION FUTURA.....	46
3.2.1	Métodos para Calcular la Población Futura	46
3.2.1.1	Método de estimación de la población Aritmético.....	47
3.2.1.2.	Método Geométrico – Método Aritmético.....	48
	Coeficiente de simultaneidad.....	50
	Caudal Aguas Servidas.....	51
3.3.2.	Caudal Pluvial	51
	<i>Estación Aeropuerto Sucúa</i>	52
	Coeficiente de Escurrimiento (C)	53
	Intensidad de Lluvia	54
	Frecuencia de Lluvia.....	56
3.4	HIDRAULICA DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA	57
3.4.1	Componentes del Sistema	57
	Pozos de Revisión	58
	Conexiones Domiciliarias	60
	Sumideros.....	62
	Tiempo de concentración.....	63
4.	TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	70
4.1.	GENERALIDADES.....	70
4.2.	ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO.....	71
4.3.	SISTEMA DE TRATAMIENTO.....	71

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 3.1: Periodos de Diseño.....	33
Tabla 3.2: Dotación de Agua de una vivienda media.	34
Tabla 3.3: Pendiente mínima para secciones con tubería llena	40
Tabla 3.4: Velocidades Máximas en función de n de Manning.....	41
Tabla 3.5: Población por sexo, tasa de crecimiento e índice de masculinidad, según cantones, censo 2011.....	44
Tabla 3.6: Intensidad Máxima en 24Horas.....	49
Tabla 3.7: Coeficiente de Escurrimiento.....	50
Tabla 4.1 Ventajas y desventajas del proceso anaerobio.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Profundidad de la Tubería.....	43
---	----

Figura 3.2: Pozo de Revisión.....	54
Figura 3.3: Pozo de Revisión Convencional.....	55
Figura 3.4: Conexión Domiciliaria.....	56
Figura 3.5: Acometidas Domiciliarias.....	57
Figura 3.6: Esquema del Sumidero....	58
Figura 4.1: Filtro Anaeróbico.....	67

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 2.1. Clima y vegetación del lugar.....	18
Foto 2.2. Vista aérea de la Comunidad Santa Inés	19
Foto 2.3. Pozo de Agua de la Comunidad.....	26
Foto 2.4. Vía de Acceso.....	27
Foto 2.5. Aula Escolar.....	28
Foto 2.6. Casa comunal	29

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 2.1. Mapa Geográfico de la provincia de Morona Santiago.....	16
Gráfico 2.2. Mapa de las comunidades de Cantón Pablo Sexto.....	17
Gráfico 3.1. Área Tributaria.....	35
Gráfico 3.2. Áreas de Aportación.....	36
Gráfico 3.3. Áreas de Servicios.....	37
Gráfico 3.4. Intensidades Máximas.....	51

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A	Área de Aportación
Anexo B	Área de Servicio
Anexo C	Calculo del Sistema de alcantarillado Combinado
Anexo D	Planos

CAPITULO 1

1. ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad los grupos humanos que vivían en sociedad se sabe que buscaban sitios cercanos a los ríos, para abastecerse de agua, por lo tanto desde esas épocas ya se generaban las aguas residuales.

Toda la población mundial genera desperdicios tanto sólidos como líquidos o combinaciones de los dos a los que se les conoce como “aguas residuales o aguas servidas”, que se producen por los diferentes usos que se le da al agua ya sea para uso doméstico, industrial o comercial.

La Dirección de Agua Potable y Alcantarillado de los Municipios de cada zona es responsable de la dotación de los servicios básicos de alcantarillado y agua potable, en este caso el Gobierno Autónomo del Cantón Pablo Sexto se encuentra desarrollando varios estudios de saneamiento de las áreas de expansión del cantón, uno de estos estudios es el que se propone sacar adelante en el presente trabajo, el cual estará regido por las normativas emitidas por la EMAPQ y el ex IEOS.

El presente trabajo tiene como objetivo académico demostrar el resultado de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en las aulas durante las diferentes horas de clase, los mismos que serán aplicados en forma precisa, concisa y de fácil entendimiento para beneficio de la sociedad, mediante el diseño del sistema

de alcantarillado combinado para la comunidad Santa Inés del Cantón Pablo Sexto Provincia de Morona Santiago, el cual se basará y cumplirá con las normas y parámetros establecidos por la EMAPQ y ex IEOS, ya que esta municipalidad es de reciente creación y no posee Normas y Parámetros para Alcantarillado y Agua Potable.

Una vez culminada esta tesis se podrá cubrir la necesidad primordial de la comunidad de Santa Inés que es la captación, conducción y tratamiento de las aguas servidas.

Para la ejecución de los estudios del sistema de alcantarillado, se iniciara con un análisis de la situación actual, una compilación de información básica vinculada con el área del proyecto y la apreciación de los problemas a ser resueltos.

La información que ha compilado de base para el presente estudio fueron obtenidos de varias fuentes oficiales, las cuales son; Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, Instituto Geográfico Militar IGM, Distrito Metropolitano de Quito DMQ, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI, Normas, Instituto Nacional de Meteorológico e Hidrológico INAMHI, además de todas las investigaciones salidas de campo y encuestas que fueron realizadas en la zona del proyecto.

1.2. ANTECEDENTES.

La municipalidad del cantón Pablo Sexto ante la necesidad de brindar los servicios básicos a sus comunidades y el Departamento de Planificación Urbana y Rural del cantón en su afán de realizar un desarrollo ordenado y planificado a previsto

para este año 2011, el diseño del Sistema de Alcantarillado en la comunidad de Santa Inés de la ciudad de Pablo Sexto.

Por gestión de la Municipalidad del Cantón Pablo Sexto con la Carrera de Ingeniería Civil de la Escuela Politécnica del Ejército, se ha considerado la realización del mencionado proyecto con el cual se dará una solución de saneamiento requerido por esta población.

Actualmente, los asentamientos humanos que se encuentran en esta comunidad, con el afán de solucionar de alguna manera el problema de la evacuación de las aguas servidas, utilizan pozos sépticos, realizando en algunos casos descargas directas hacia riachuelos existentes en el sector, de una manera muy precaria ocasionando problemas que atentan a la salud de los moradores del sector y contaminando el medio ambiente.

Por lo que el estudio y diseño de la red de alcantarillado combinado que se propone realizar debe contar con un sistema de tratamiento primario y estar de acuerdo a las normas y especificaciones técnicas establecida por la EMAPQ y ex IEOS, que se tomará como referencia.

1.3. OBJETIVO

Mejorar el nivel de vida de las personas y minimizar los problemas de insalubridad de la comunidad de Santa Inés, mediante el diseño del sistema de alcantarillado para la comunidad de Santa Inés del cantón Pablo Sexto-Morona Santiago.

1.4. JUSTIFICACION

Con la presente tesis se pretende dar solución definitiva al tratamiento de aguas residuales o aguas servidas de la comunidad Santa Inés del Cantón Pablo Sexto-Morona Santiago, dotando de un servicio básico como es el sistema de alcantarillado que al momento no poseen, mejorando así el nivel de vida de todas las personas que viven en esta comunidad, minimizando el impacto ambiental en la zona y generando oportunidades de desarrollo turístico ecológico al ser una comunidad nativa Shuar.

1.5. ALCANCE

Se propone como solución para los problemas expuestos en este trabajo de la comunidad Santa Inés, la implementación de un sistema de alcantarillado combinado sanitario. Adicionalmente se propondrá una unidad para el tratamiento de aguas servidas para posteriormente ser evacuadas al río Namakim.

Estos diseños están sujetos a especificaciones y regulaciones técnicas dadas por la EMAAP-Q y por el Instituto de Obras Sanitarias ex IEOS.

Se presentará además los parámetros de diseño en los que se especificaran actividades y rubros, memoria de cálculo, planos del diseño del sistema de alcantarillado, planos de la planta de tratamiento, el análisis de precios unitarios y el presupuesto total del proyecto.

CAPITULO 2

2. MARCO URBANO DEL PROYECTO

2.1. ASPECTOS FÍSICOS

2.1.1. Ubicación Geográfica y Clima

El cantón Pablo Sexto es uno de los doce cantones de la provincia de Morona Santiago que fue creado inicialmente por un grupo de personas provenientes especialmente de las provincias de Azuay y Cañar a través de un programa de colonización del CREA, por el año de 1969. Se encuentra bañado por el río Palora y el río Tuna Chiguaza.

El 17 de octubre del 2001 se procede a la Cantonización de Pablo Sexto mediante Decreto Ley No.2001-52 .

La cabecera cantonal de Pablo Sexto, lleva su mismo nombre se encuentra ubicada geográficamente (GPS) en los 9.787.087 de Longitud Norte y en 17.831.003 de Latitud Este. Lo que representa Latitud 1° 55' 36" Sur y Longitud 78° 01' 26" Longitud Oeste. Se encuentra a una altitud de 1.095 msnm.

El cantón Pablo Sexto posee una área de 1.352 Km² .



Grafico 2.1 Mapa Geográfico de la provincia de Morona Santiago

La cabecera cantonal es Pablo Sexto y cuenta con las siguientes comunidades:
Sangay, Santa Inés, Shawi, Sintinís, El Rosario (VIII Cooperativa), Kunamp,
Kunkup y Yamanunka,

Los límites cantonales se presentan a continuación:

AL NORTE: Con el Cantón Palora y la Provincia de Chimborazo

AL SUR : Cantón Huamboya y Morona

AL ESTE : Con los Cantones Huamboya y Palora y Provincia de Pastaza

AL OESTE : Con la provincia de Chimborazo

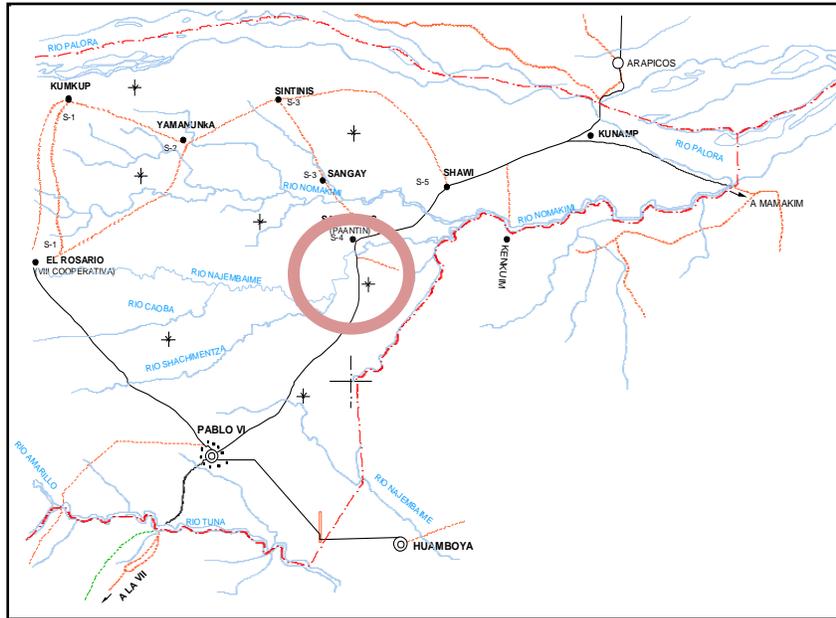


Grafico 2.2. Mapa de las comunidades del Cantón Pablo Sexto.

El proyecto se encuentra ubicado en la parte nor-este de la ciudad de Pablo Sexto, cabera cantonal y la comunidad Shawi.

El proyecto de diseño del sistema de alcantarillado combinado, tendrá un alcance total a la población de la comunidad de Santa Inés que tiene una superficie de 20 hectáreas y una población de 201 habitantes actualmente.

2.1.2. Características Climáticas.

La característica climatológica de la zona es subtropical o tropical húmedo, con temperaturas entre los 12° C a los 27° C, obteniendo un promedio anual de 21° C y humedad relativa alta durante todo el año, por encontrarse en zona de barlovento la precipitación es alta, alcanzando de 2.500 a 4.000 mm/año, con

mayor presencia de lluvias en la parte norte por la acción directa de los vientos amazónicos.

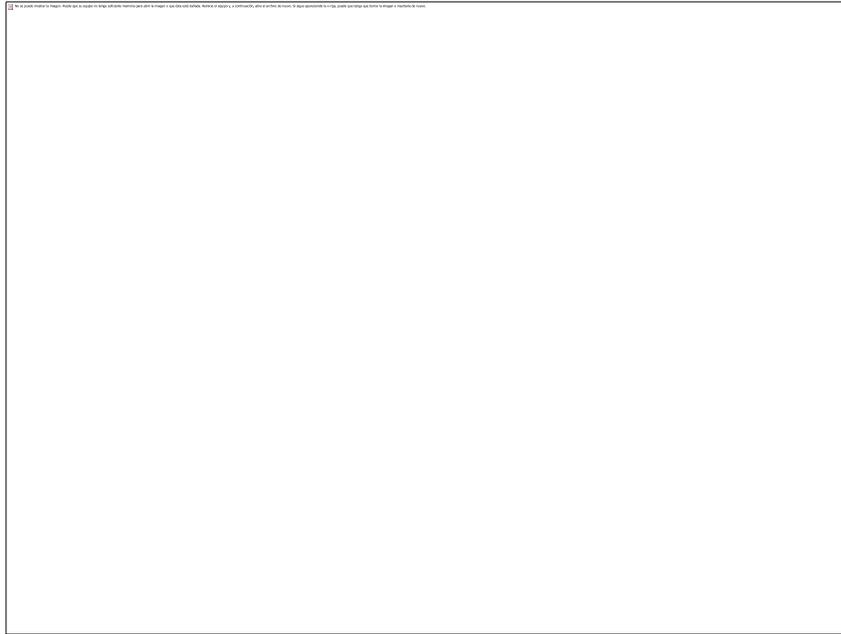


Foto 2.1 Clima y vegetación del lugar.

2.2. TOPOGRAFIA Y RELIEVE

2.2.1. Orografía

El Valle Upano – Palora y la zona del cantón Pablo Sexto cuenta con terrenos ligeramente ondulados cuya altitud máxima va de 1100 a 1350 metros sobre el nivel del mar. La cabecera cantonal se encuentra a 1095,08 m. En los bordes de los ríos existen barrancos de difícil acceso, con profundidades hasta de 500 metros, pero que una vez ascendido a sus riveras, se ven grandes planicies de terrenos ondulados.

En la parte occidental, próxima al Parque Nacional Sangay y volcán del mismo nombre, los terrenos son irregulares por contar con vertientes profundas, quebradas secas y encañonadas. Se puede anotar las elevaciones que se encuentran dentro de la jurisdicción cantonal, desde el sur hacia el norte:

- Volcán Sangay 5230 msnm.
- Cordillera Chinchillay 4333 msnm.
- Cordillera Shilile 4020 msnm.
- Cordillera de Supaycahuan 4126 msnm.
- Cordillera Pailacaja 4060 msnm.
- Cordillera de Huamboya 3750 msnm.
- Volcán el Altar 5319 msnm.



Foto 2.2 Vista aérea de la Comunidad Santa Inés

2.2.2. Hidrografía

El valle del Palora – Tuna Chiguaza, es rico en fuentes hídricas; esto significa que en toda la geografía regional se distribuye en ríos y pequeñas vertientes, recursos que hacen posible la población humana y garantizan las actividades agrícolas y ganaderas de la región.

Pequeñas vertientes:

Las más conocidas: Tunants, Najempaim, Namakim, Shawi, Paantin, Yankunts,

Vertientes de Mayor Caudal:

Estos recursos son: El río Palora, El Tuna Chiwias, el río Huamboya, y Namakim

2.2.3. Condición Actual

La comunidad de Santa Inés, presenta una población dispersa no tiene una planificación urbanística definido, sus calles o pasajes no tiene el respectivo diseño vial, la zona del proyecto está rodeada de montañas cuyas pendientes son utilizadas para la agricultura, la cota más alta esta a 1015 msnm.

Se ha elegido como cuerpo receptor del presente proyecto Namakim, debido a su tamaño y gran caudal lo cual facilitara la autodepuración de sus aguas a condiciones aceptables.

2.3. DESCRIPCION BREVE DE ASPECTOS SOCIO CULTURALES Y ECONOMICOS

2.3.1. Encuestas

Para poder evidenciar los aspectos socio-culturales de la población, se diseñó una encuesta que se aplicó a toda la población, a cada núcleo familiar, con los siguientes parámetros:

Resultado de la encuesta aplicada en la Comunidad Santa Inés

FECHA:	MAYO DEL 2011
PROVINCIA:	MORONA SANTIAGO
CANTON:	PABLO SEXTO
COMUNIDAD:	SANTA INES

El 100% de las personas encuestadas son nativos Shuaras de la zona, que es netamente agrícola y ganadera.



El 42% de las personas encuestada presentan cuadros de parasitosis, el 14% presenta parasitosis y gripe como enfermedades más comunes en la zona, esto da como resultado que más del 50% de las personas de la comunidad sufren de parasitosis.



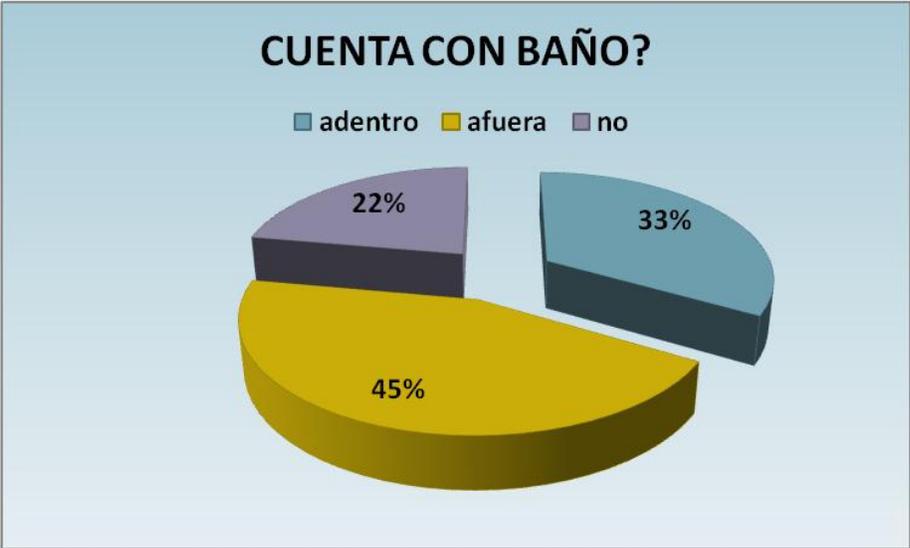
El 92% de la población de Santa Inés se dedica a la agricultura, el 5% son empleados públicos y el 3% se dedican a la docencia.



El 94% de las personas que viven en Santa Inés tienen vivienda propia y el 6% arriendan.



Del total de viviendas, el 58% fueron construidas por el MIDUVI, y el 42% lo realizaron con otros recursos.



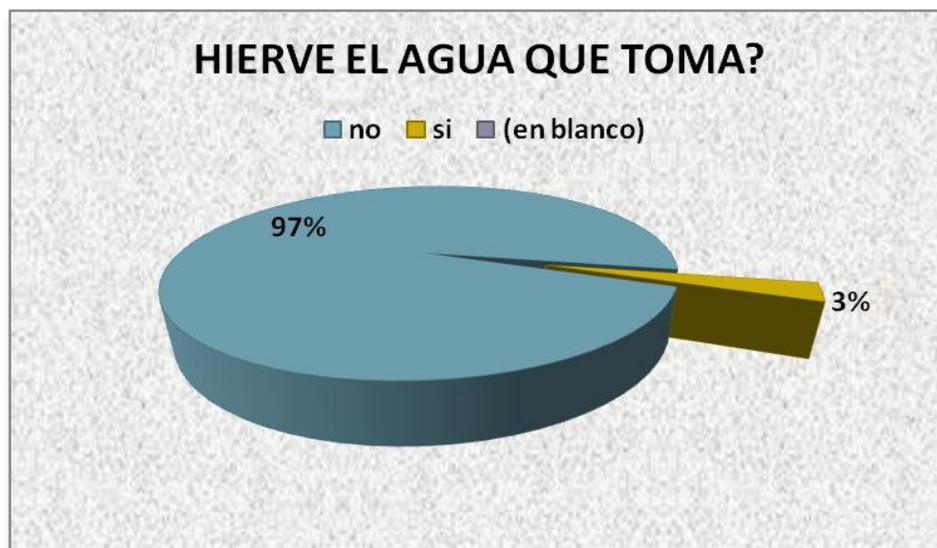
El 45% de las viviendas cuentan con baño fuera de la vivienda, el 33% de las viviendas tiene el baño dentro de la casa y el 22% no tiene baño.



El 72% de las viviendas no cuenta con pozo séptico, solamente el 28% cuenta con pozo séptico.



En la comunidad de Santa Inés, la recolección de basura se realizan los días lunes, el 64% de las familias si sacan su basura este día, el 36% no saca su basura el día determinado para la recolección.



El 97% de las personas encuestadas no hierven el agua que toman, solamente el 3% hierven el agua antes de beber, afianzando así el resultado de que más del 50% de las personas que viven en esta comunidad sufren de parasitosis.

Esta información se tomo in-situ, encuestando a una población total de 201 personas, 36 familias.

Luego de realizarse la encuesta a los moradores del sector se obtuvo que la población actual es de 201 personas.

2.4. SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA URBANA EXISTENTE

La comunidad Santa Inés cuenta con los siguientes servicios básicos:

2.4.1 Sistema de Agua Potable

La comunidad en el área de estudio cuenta con un abastecimiento permanente de agua potable, la misma que nos potabilizada sino únicamente entubada.

Por adjuntar características del agua que entregara el Municipio de pablo Sexto.



Foto 2.3 Pozo de Agua de la Comunidad

2.4.2. Sistema de Energía Eléctrica y Telefonía

El sector dispone de servicio eléctrico las 24 horas del día y está a cargo de la Empresa Eléctrica de Morona que pertenece al interconectado de la Empresa Eléctrica Centro Sur.

En lo referente a servicio telefónico, en su gran mayoría poseen servicios celulares con limitada cobertura en ciertos sectores de la comunidad. Nadie posee telefonía fija ni satelital.

2.4.3. Sistema de Recolección de Derechos Sólidos

De acuerdo a la planificación del Gobierno Autónomo de Pablo Sexto, la recolección de desechos sólidos para la comunidad de Santa Inés se realiza solamente los días Lunes.

2.4.4. Infraestructura vial

La comunidad de Santa Inés cuenta con vías de tercer orden, lastradas que permite el tráfico normal de vehículos livianos y pesados.



Foto 2.4 Vía de Acceso

2.4.5. Otros Servicios

Cuentan con transporte inter-cantonal hacia la ciudad de Macas

Una escuela primaria bilingüe Uni-docente



Foto 2.5 Aula Escolar

No existe un sub-centro de salud permanente, existe visita periódica de un médico del Centro de Salud de Pablo Sexto los días Jueves.

Existe una guardería a cargo del Gobierno Provincial de Morona Santiago que da el servicio gratuito a los moradores del sector.

La casa comunal es el área de reunión de los habitantes de la comunidad y de sus alrededores para efectuar los programas en fiestas de la comunidad.



Foto 2.6 Casa Comunal

2.5 ASPECTOS NATURALES.

2.5.1 Precipitación.

El término precipitación se usa para designar cualquier tipo de forma en que el agua cae desde las nubes a la tierra. Existe una lista hecha por meteorólogos de diez tipos de precipitación pero sólo se distinguen normalmente tres: lluvia, granizo y nieve. Además es uno de los parámetros climatológico determinantes del ciclo del agua en una región, así como también de la ecología, paisaje y uso de suelo. Las lluvias intensas se tratan de forma independiente.

Promedio anual del Cantón Pablo Sexto 2800 a 4500 mm, siendo marzo y abril los meses con mayor pluviosidad y, los meses menos lluviosos agosto, septiembre y octubre.

2.5.2 Riesgos Naturales.

En el proyecto se tiene como objetivo analizar las características geológicas de la zona además de la información ya existente, y realizar los estudios pertinentes en esta área.

De acuerdo a información verbal de la población, observaciones de campo e investigaciones realizadas se ha llegado a establecer que no existen riesgos naturales crítico debido a la su lejanía del Volcán Sangay y además de las fallas geológicas no presentan en el sector un riesgo a corto o largo plazo.

Por la situación topográfica del barrio, permite el escurrimiento de las aguas lluvias por los drenajes naturales, además se observo que no presenta problemas de inundación o deslizamientos de los taludes.

2.5.3 Niveles de Ruido.

La comunidad no tiene algún tipo de industrias por lo tanto no hay fuentes de contaminación de ruido y peor aun perturbaciones, por lo que esta zona se encuentra dentro de los niveles de ruido, permisibles por la norma (70 dB).

CAPITULO 3

3 PARAMETROS DE DISEÑO

3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El objetivo del estudio topográfico es recopilar los datos e información necesaria para la realización del diseño de alcantarillado combinado de la comunidad Santa Inés, del cantón Pablo Sexto de la provincia de Morona Santiago.

Para la ejecución del proyecto, los levantamientos topográficos constituyen uno de los trabajos básicos y, por tanto es importante para el diseño y cálculo del Sistema de Alcantarillado.

3.1.1. Determinación de polígonos

La poligonación, hoy en día, es el principal elemento utilizado en los trabajos topográficos y trabajos catastrales; ya que este, es el procedimiento geométrico que nos permite realizar un levantamiento topográfico, mediante el uso de figuras llamadas polígono o poligonal. Siendo poligonal una sucesión de trozos de línea rectas unidas entre sí bajo ángulos horizontales cualesquiera. Estos trozos de líneas son los *lados* de la poligonal; los puntos extremos de los mismos son los *puntos poligonales o vértices* y los *ángulos poligonales* son los que se miden en esos puntos poligonales.

Con el uso de poligonales, nos aseguramos de una buena representación cartográfica de la zona a levantada, sin desestimar la precisión y exactitud con que se debe trabajar.

Las poligonales pueden ser abiertas o cerradas, ya sean si tienen verificación o no, teniendo cada uno de sus vértices coordenadas y cota conocida, básicamente existen tres tipos de poligonal, siendo la primera, la poligonal acimutal, consistente en que en cada vértice de la poligonal, se deberá medir el azimut hacia la próxima estación, siempre en el mismo sentido de avance, ya sea este en sentido horario o en sentido anti horario, luego la segunda, es la poligonación con cero atrás, que consiste en medir el azimut en un solo vértice de la poligonal, y medir los ángulos horizontales interiores con sentido de avance anti horario, o los ángulos horizontales exteriores con sentido de avance horario.

Para seguir con posterioridad con el cálculo de todos los azimuts en función de dichos ángulos y como tercero y último, tenemos la poligonal con cero adelante, consistente en medir el azimut en un solo vértice de la poligonal y medir los ángulos horizontales interiores con sentido de avance horario o los ángulos horizontales exteriores con sentido anti horario, o sea, al revés que la poligonal con cero atrás, para proseguir con los cálculos de todos los azimuts en función de dichos ángulos.

Todo lo anterior, debido a que la finalidad de una poligonal es calcular, principalmente las coordenadas de cada uno de los vértices que la componen, siendo los parámetros que la definen el azimut y la distancia; esta última se mide en todos los tramos con el mismo método, variando solamente tan solo el aporte hecho por la tecnología. Así, según el método que se utilice para la obtención de los azimuts de una poligonal, estaremos en condiciones de definir un tipo de poligonal en particular.

Para nuestro proyecto se realizó el levantamiento topográfico utilizando la técnica de la poligonal abierta, por la sinuosidad e irregularidad del sector en donde se realizara el alcantarillado combinado, la cota más alta está ubicada a 1020 msnm, la cota media está ubicada a 1010 msnm y la cota más baja donde se realizara el sistema de tratamiento está ubicada a 995 msnm.

3.1.2. Tipo de Sistema

De acuerdo a la solicitud del Sr, Alcalde de la Municipalidad del Cantón Pablo Sexto se procede a realizar el diseño del sistema de alcantarillado combinado y para dar un proyecto más económico, ya que al realizar un alcantarillado sanitario y pluvial por separado haría que el costo del proyecto se encarezca; además la comunidad Santa Inés por ser una zona netamente Shuar una ONG (Organización No Gubernamental), se ha comprometido con el financiamiento del proyecto de un sistema de alcantarillado combinado.

3.1.3. Periodo de Diseño

El periodo de diseño nos permite definir el tamaño del proyecto en base a la población a ser atendida al final del mismo.

Si el período de un proyecto es corto, inicialmente el sistema requerirá una inversión menor, pero luego exigirá inversiones sucesivas de acuerdo con el crecimiento de la población. Por otro lado, la ejecución de un proyecto con un

período de diseño mayor requerirá mayor inversión inicial, pero luego no necesitará de nuevas inversiones por un buen tiempo.

Además, con periodos de diseño largos, el flujo en las alcantarillas estará por muchos años debajo del caudal de diseño, por lo cual las velocidades serán menores a las previstas y el desempeño del sistema será menor al esperado.

Tabla 3.1 Periodos de Diseño

Nuevos Servicios	20 a 30 años
Ampliaciones	15 a 20 años
Obras de Emergencia	3 a 5 años

Fuente: Ex IEOSS

De conformidad con las normas de diseño y las recomendaciones de la EMAAP-Q en el medio rural se ha considerado adecuado tomar un periodo de diseño de 20 años; es decir que si implementa el sistema a partir del año 2011, el horizonte de diseño corresponde al año 2031

De esta forma se tendrá un periodo económico para cubrir los gastos de financiamiento que demandara la construcción de obras, ajustándose por otra parte a la vida útil de las estructuras del sistema a ejecutarse.

3.1.4. Dotación de Agua Potable

La dotación de Agua es la cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes.

Según la norma del ex IEOSS la dotación de agua para una zona cálida húmeda es de 170 litros a 200 litros por habitante día, por lo que para nuestro diseño es de 200 litros.

Para el presente diseño se ha considerado la siguiente dotación de una vivienda media de la comunidad de Santa Inés, obteniéndose los valores que se describen a continuación:

Tabla 3.2 Dotación de Agua de una vivienda media

CONSUMO	DOTACION (l/hab/d
<i>Aseo Personal</i>	<i>100</i>
<i>Descargas sanitarias</i>	<i>30</i>
<i>Lavado de ropa</i>	<i>20</i>
<i>Cocina</i>	<i>40</i>
<i>Varios</i>	<i>10</i>
<i>Total de Consumo</i>	<i>200</i>

Fuente: Ex IEOSS

Por lo tanto la dotación de agua para el diseño será igual:

- *Dotación de Diseño: 200 l/h/d*

3.1.5. Coeficiente de Reducción.

Estudios estadísticos han determinado que El porcentaje de agua abastecida que llega al alcantarillado oscila entre un 70% y 80% de la dotación de agua.

Con esta consideración y tomando en cuenta las condiciones climáticas y las costumbres de la población de Santa Inés, se ha adoptado un porcentaje del 75%.

Se adopta el criterio de aceptar como aportación de aguas negras, el 75% de la dotación de agua potable, considerando que el 25% restante se consume antes de llegar a los conductos, ya sea por evaporación, infiltración, riego, etc.

3.1.6 Áreas de Aportación.

Las áreas tributarias de acuerdo a la división de las manzanas se efectúan de acuerdo al siguiente esquema:

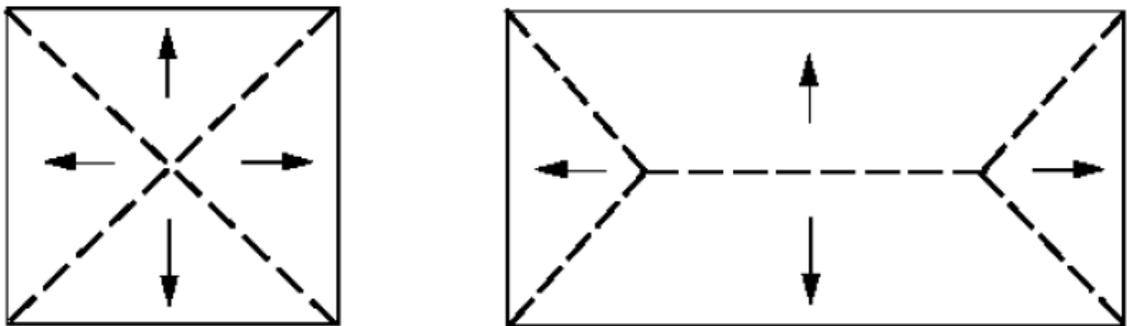


Grafico 3.1 Áreas tributarias

Las áreas de aportación el presente trabajo, se realizó como se presenta en el grafico 3.2., para mejor detalle puede observarse en el **Anexo A**.

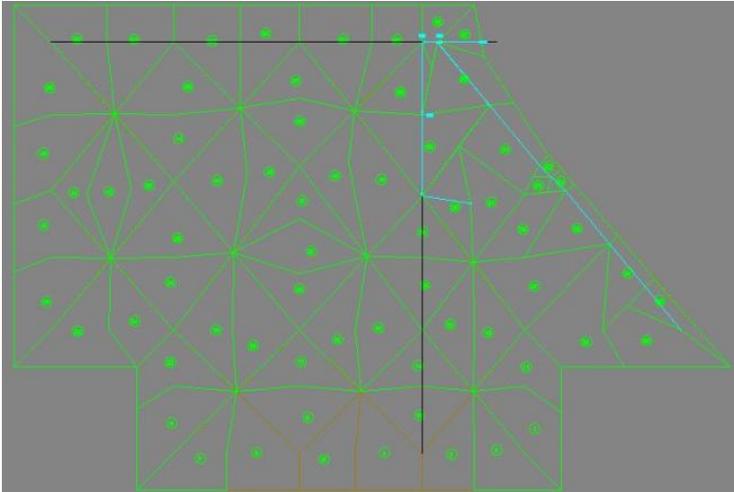


Gráfico 3.2. Áreas de aportación.

3.1.7 Área de Servicio

Se determino el área de servicio actual y futura ya que esta área influye directamente en el diseño del sistema de alcantarillado.

El área máxima de crecimiento del mismo está establecida por los límites de los lotes que se presentan a continuación, que son los que ha planificado la comunidad.

El área de servicio podemos observarlos en el grafico 3.2., para mejor detalle del área de servicio ver el **Anexo B**.

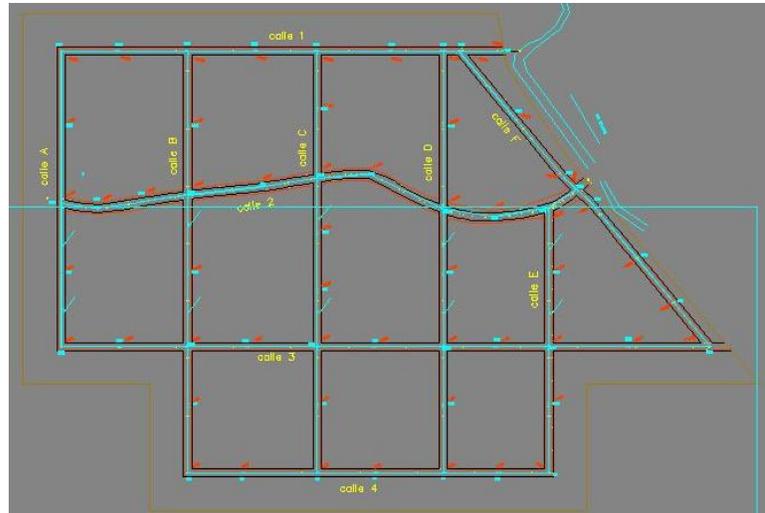


Grafico 3.3. Área de Servicio.

3.1.8 Densidad de la Población

Actualmente el barrio está conformado por 36 familias, que utilizan un área de 20,7 Ha, con una población actual de 201 habitantes y una población futura de 486 habitantes.

CALCULO DE LA DENSIDAD

—

—

Densidad de diseño adoptada = 23 hab/Ha

3.1.9. Tuberías

3.1.9.1. Dimensiones de las Tuberías

El diámetro mínimo en tuberías para los sistemas de alcantarillado combinado de la DAPA será de 250 mm mínimo.

El diámetro mínimo en tuberías para los sistemas de alcantarillado sanitario de la DAPA será de 200 mm mínimo.

Con esta condición y verificando que cada una de las tuberías cumplan con las condiciones de diseño, se han determinado los diámetros obtenidos.

3.1.9.2. Capacidad de las Tuberías

El principio del flujo de agua en un conducto libre o a presión es básicamente el mismo, de tal manera que una misma expresión se puede aplicar para ambos casos.

❖ La más empleada es la de Manning para conductos abiertos:

❖



Donde:

V= Velocidad en m/s

R= Radio Hidráulico

S= Pendiente del Tramo

η = Coeficiente de rugosidad

- $\eta = 0.013$ Tuberías de H.S
- $\eta = 0.015$ Colectores de H.A
- $\eta = 0.011$ Tubería PVC o plástica

❖ Caudal para flujo

uniforme:

$$Q = A * V$$

Donde:

Q= Caudal

A= Área de la sección transversal

V= Velocidad

❖ Aplicando la fórmula

de Manning tenemos:

$$Q = \frac{1.49}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

Expresión con la cual calcularemos el caudal que pasa por las tuberías.

3.1.9.3. Velocidades en las Tuberías

3.1.9.3.1. Velocidades Mínimas

Se debe tomar en cuenta los valores de las velocidades mínimas, para así evitar que se produzca sedimentación en el fondo de una tubería o conducto, ya que esto provocaría una reacción en el área de la sección y una disminución en el tiempo de vida útil de la red.

La velocidad en secciones llenas no debe ser menor *que* 90 cm/seg y en una sección parcialmente llena la velocidad no debe ser inferior a 30 cm/seg para que exista una condición de auto limpieza en la tubería.

Tabla 3.3 Pendiente mínima para secciones con tubería llena

D (mm)	n_{plástica}	V (m/s)	Rh (m)	Imín ‰
250	0,011	0,60	0,16	1,76
100	0,011	0,60	0,09	5,96
300	0,011	0,60	0,18	1,38
400	0,011	0,60	0,22	0,94
500	0,011	0,60	0,25	0,70
600	0,011	0,60	0,28	0,55
700	0,011	0,60	0,31	0,45
800	0,011	0,60	0,34	0,37
900	0,011	0,60	0,37	0,32
1000	0,011	0,60	0,40	0,28

Fuente: EMMAP- Q

Para el diseño de alcantarillado combinado se toma en cuenta que no todo el tiempo es época de lluvia y considerando que el caudal pluvial es el que determina los diámetros a utilizar, se debe analizar las velocidades mínimas para el caso en el que solamente circule el caudal sanitario, por este motivo se hace el análisis de velocidades mínimas para tubería llena, que en ningún caso sean inferiores a 0.30 m/s para garantizar la condición de auto limpieza dentro de la tubería y así evitar problemas de sedimentación que en poco tiempo podría generar obstrucciones en la red.

Para alcantarillado sanitario se utilizara como velocidad mínima de 0.3 m/s y velocidad máxima de 3 m/s, en los primeros tramos la velocidad será más baja que la estipulada como mínima, pero debido en los siguientes tramos aumentara la velocidad, de tal manera que se debe realizar un plan de mantenimiento de la tubería de alcantarilla, para evitar taponamientos debido a los asentamiento de los desechos orgánicos, este plan se detallara en los anexos.

3.1.9.3.2 Velocidades Máximas

Se debe controlar las velocidades máximas, puesto que velocidades mayores que las permisibles causarían un deterioro en las paredes de las tuberías de conducción como también en las estructuras de los pozos de revisión.

En el siguiente cuadro se indica las velocidades máximas en función del coeficiente de rugosidad n de Manning para diferentes materiales:

Tabla 3.4 Velocidades Máximas en función de n de Manning

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA (m/s)	<i>n</i>
Hormigón simple	6.00	0.013
Hormigón Armado	9.00	0.015
Plástico o PVC	9.00	0.011

V. min. a tubo lleno	0.90 m/s
V. min. de auto limpieza	0.30 m/s
(*)V. máxima de diseño en tuberías de hormigón	6.00 m/s
(*)V. máxima de diseño en canales y colectores, de hormigón armado y tubos termoplásticos o PVC	9.00 M/S
(*) para velocidades superiores a esta se proyectaran y diseñaran estructuras hidráulicas de disipación de energía que permitan pasar de régimen subcritico a la salida de dichas estructuras	

Fuente: EMMAP- Q

3.1.9.4. Material de la tubería

Del análisis técnico-económico relacionado con el uso de tubería para el alcantarillado combinado de la comunidad Santa Inés, cantón Pablo Sexto, se ha establecido la conveniencia de utilizar tubería de PVC NOVAFORT de varios diámetros, por su transporte, manejabilidad, mayor rendimiento y de fácil adquisición, pero la característica más importante, es que en el sector no se realizaron estudios de corrosividad del terreno, pero se prevé la existencia de

cloruros, por esta razón se justifica el uso de este material. El Municipio debe tomar la decisión de utilizar o cambiar el tipo de material, en la ejecución del proyecto.

También se justifica porque debido a la inclinación del terreno existen velocidades altas y la tubería de hormigón tiene la capacidad de soportar hasta 6 m/s lo que compensaría el costo de la misma con la otra alternativa que sería la tubería de hormigón armado.

Comparando estos dos tipos de materiales, los conductos plásticos presentan algunas ventajas técnicas relacionados con una menor rugosidad, mayor impermeabilidad y aptitud para conducir flujos a mayores velocidades, lo cual se traduce en una mayor capacidad hidráulica para un mismo diámetro nominal. Los conductos de hormigón, por su parte, presentan mayores ventajas de resistencia mecánica y por tanto menores requerimientos técnicos para el relleno de zanjas.

3.1.9.5. Profundidades

La profundidad de la red de alcantarillado está dada por las dimensiones de los conductos mas una altura de seguridad debido al relleno, que para el caso de la EX IEOS será 1m. + Øm. (Diámetro de la tubería usada) de profundidad mínima en cualquier clase de conductos.

La profundidad mínima en pozos de salida será 1+ Øm (diámetro de la tubería) y caso contrario se deberá justificar la sobre excavación.

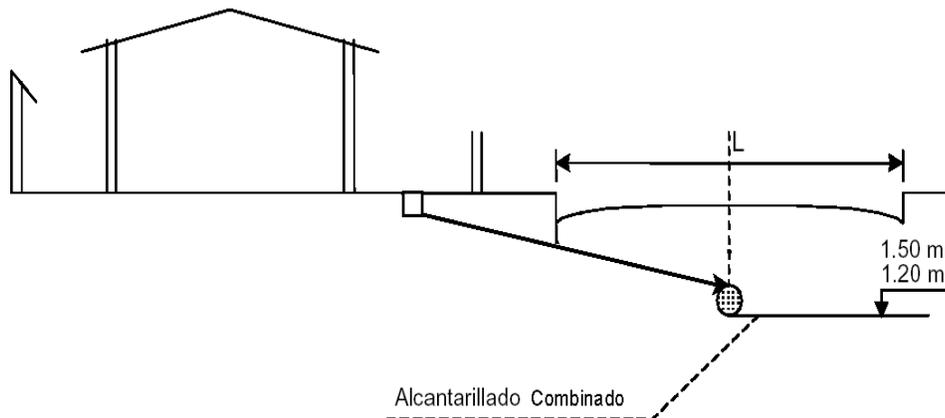


Figura 3.1. Profundidad de la Tubería Fuente: Propia

Se debe tener en cuenta que la red de alcantarillado en cualquier situación debe estar por debajo de las tuberías de distribución de agua potable, dejando una altura libre proyectada entre ellas de 0.30m cuando sean paralelas y de 0.20m cuando sean cruces.

3.2. ESTIMACION DE LA POBLACION FUTURA.

3.2.1 Métodos para Calcular la Población Futura

Existen varios métodos para determinar la población futura de los cuales se describirán los siguientes:

Método de estimación de la población Aritmético

- Método geométrico: Crecimiento Geométrico
- Método mixto: Promedio de los dos anteriores (si estos son parecidos)

Finalmente se procedió a adoptar el proceso mixto por ser el más confiable.

3.2.1.1 Método de estimación de la población Aritmético

Este método considera que se debe ajustar los datos conocidos de una población a una línea recta, es decir se considera un incremento igual ó constante de los habitantes por un periodo de tiempo establecido que puede ser entre dos censos.

Tabla 3.5 POBLACION POR SEXO, TASAS DE CREMIENTO E INDICE DE MASCULINIDAD, SEGÚN CANTONES, CENSO 2011

CANTONES	P O B L A C I Ó N						IM	Cantón/Prov.
	TOTAL	TCA %	HOMBRES	%	MUJERES	%	(H/M)*100	%
TOTAL PROVINCIA	115.412	2,9	57.425	49,8	57.987	50,2	99,0	100,0
MORONA	31.379	2,7	15.498	49,4	15.881	50,6	97,6	27,2
GUALAQUIZA	15.288	1,8	7.776	50,9	7.512	49,1	103,5	13,2
LIMÓN - INDANZA	10.192	1,3	5.028	49,3	5.164	50,7	97,4	8,8
PALORA	6.317	1,2	3.205	50,7	3.112	49,3	103,0	5,5
SANTIAGO	9.841	1,4	5.132	52,1	4.709	47,9	109,0	8,5
SUCUA	14.412	1,2	7.006	48,6	7.406	51,4	94,6	12,5
HUAMBOYA **	5.965	5,8	2.983	50,0	2.982	50,0	100,0	5,2
SAN JUAN BOSCO **	3.131	-0,4	1.532	48,9	1.599	51,1	95,8	2,7
TAISHA **	13.078	11,2	6.345	48,5	6.733	51,5	94,2	11,8
LOGROÑO **	4.621	8,2	2.307	49,9	2.314	50,1	99,7	4,0
PABLO VI **	1.188	4,4	613	51,6	575	48,4	106,6	1,0

TCA = Tasa de Crecimiento Anual del período 1990 - 2001
 Cantón Macas 27,2 % de la población de la provincia.
 ** Cantones creados en el período intercensal

IM = Índice de Masculinidad
 H = Hombres M = Mujeres

Fuente: INEC

3.2.1.2. Método Geométrico – Método Aritmético

METODO GEOMETRICO

Este método consiste en ajustar el crecimiento poblacional de un determinado sector a una proyección geométrica. Se le conoce también como tasa de crecimiento con porcentaje uniforme, y se lo obtiene aplicando la siguiente ecuación:

METODO GEOMETRICO

$$Pf = Pa (1 + r)^n \quad r_g = \sqrt[n]{\frac{Pf}{Pa}} - 1$$

AÑO	POBLACIÓN	N	rg (%)
1990			
2001	122	11	4,40
2010	201	9	5,70

$$r = 5,05 \quad \%$$

Para n= 20 Años

Pf 2030= 539 Hab

METODO ARITMETICO O CRECIMIENTO LINEAL

Se basa en el hecho de que la población con respecto al tiempo se es constante e independiente de que tan prolongado sea este, el tiempo, o sea que las tasas de crecimiento son constantes.

METODO ARITMETICO

$$Pf = Pa \left(1 + m \right) \quad r_a = \left(\frac{1}{n} \right) \left(\frac{Pf}{Pa} - 1 \right)$$

<u>POBLACIÓN</u>			
<u>AÑO</u>	-	<u>N</u>	<u>ra (%)</u>
<u>1990</u>	<u>122</u>	-	-
<u>2001</u>	<u>201</u>	<u>11</u>	<u>4,40</u>
<u>2010</u>		<u>9</u>	<u>7,19</u>

$$\bar{r}_a = \underline{5,80}$$

%

Para n= 20 años

<u>Pf 2030=</u>	<u>434</u>	<u>hab</u>
-----------------	------------	------------

Para determinar el valor de la población se empleo el método mixto.

METODO MIXTO

$$Pf_M = \frac{Pf_{arit} + Pf_{geom}}{2}$$

Pfm = 486 Hab

La población futura adoptada para el diseño del sistema de alcantarillado es de 486 habitantes.

3.3. CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO

El caudal de diseño es igual a la suma del caudal aguas servidas MAS caudal de aguas lluvias.

$$Q \text{ diseño} = Q \text{ residuales} + Q \text{ pluvial}$$

3.3.1 Caudal de las Aguas Servidas

Es el agua residual procedente de residencias de cocinas, lavabos, sanitarios y lavanderías.

Estas aguas están compuestas por materias minerales, orgánicas, restos de alimentos, jabón, papel, así como también materia fecal.

Todos estos componentes son aprovechados por microorganismos que se encargan de la descomposición de la materia orgánica, la misma que genera olores desagradables y es capaz de transportar enfermedades durante su recorrido.

Según las normas del ex - IEOS, el caudal medio de las aguas residuales será igual al 75% de la dotación de agua potable.

3.3.2 Coeficiente de simultaneidad

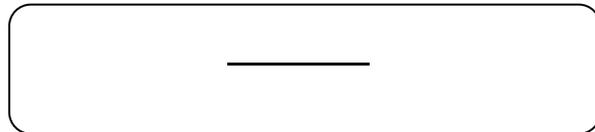
Para el cálculo de los caudales máximos horarios, se tiene el siguiente coeficiente de simultaneidad "M", estableciendo un $M = 5$, el mismo que corresponde a una población menor a 1.000 habitantes y procedemos a utilizar la formula de Babiit.

$$M = 4 \text{ o } 5 / (\text{POBLACION EN MILES})^{0.20}$$

El coeficiente M adoptado es de 5.

Los caudales que discurrirán a través de las redes de alcantarilla se calculan de la siguiente manera:

Caudal Aguas Servidas



DONDE

Q = Caudal aguas servidas

P = Población

Pf = Población futura

Dot= Consumo promedio de agua, lts/hab/día

0.75 = es el % de aguas servidas adoptado

3.3.2. Caudal Pluvial

En las normas de la EMAAP-Q el caudal pluvial calculado para una curva de frecuencia de 10 años utiliza un coeficiente de escurrimiento y un tiempo de concentración inicial de 12 minutos

Se utilizara el método racional, para el caudal de aguas lluvias, considerando que el área de aporte es menor a 200ha, calculado con la formula:



Donde:

Q = Caudal máximo de escorrentía pluvial (l/s)

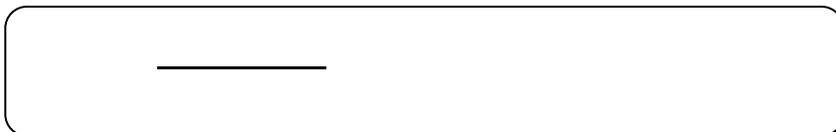
C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de lluvia (mm/hora)

A = Área total de drenaje aportante (ha)

Estación Aeropuerto Sucúa

La fórmula para la intensidad es la que corresponde a estación Aeropuerto de Sucúa, la misma que es la más recomendada para aplicarla para la comunidad de Santa Inés considerando que la zona donde se encuentra el proyecto, tiene características similares en cuanto al régimen de lluvias, se utilizara en este proyecto y que tiene la siguiente expresión:



Donde:

I = Intensidad de lluvia en mm/hora

In = Logaritmo natural

T = tiempo (minutos) de concentración de la lluvia +
tiempo de recorrido = ($t_c + t_f = t$)

t_c = Tiempo de concentración de la lluvia en minutos. Se
considera como mínimo 12 minutos

Tabla 3.6 INTENSIDADES MAXIMAS EN 24H

DETERMINADAS CON INFORMACION PLUVIOGRAFICA

PERIODO : 1964-1998

CODIGO	ESTACION	COORDENADAS		ALTITUD (mts)	Tr (años)				
		LATITUD	LONGITUD		5	10	25	60	100
M-066	Ambato Aerop.	01° 12' 00" S	78° 34' 00" W	2515	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60
M-067	Cuenca	02° 53' 12" S	78° 59' 00" W	2516	2,20	2,50	2,90	3,20	3,50
M-068	Tiputini Aerop.	00° 45' 00" S	75° 32' 00" W	0219	4,70	5,70	7,10	8,30	9,70
M-072	Machala Aerop.	03° 15' 50" S	79° 57' 40" W	0004	4,01	4,64	5,37	5,88	6,37
M-073	Taura	02° 16' 00" S	78° 49' 50" W	0017	4,04	4,92	6,08	6,89	7,83
M-074	Manta Aerop.	00° 57' 00" S	80° 41' 00" W	0012	3,97	5,05	6,40	7,39	8,36
M-079	Sucua Aerop.	02° 2' 18" S	78° 09' 45" W	0995	3,00	3,40	3,80	4,20	4,50
M-105	Otavalo	00° 14' 16" N	78° 15' 35" W	2550	1,70	1,80	2,00	2,10	2,20

Fuente: INAMHI

Coefficiente de Escurrimiento (C)

La cantidad de aguas residuales generada por una comunidad es menor a la cantidad de agua potable que se le suministra, debido a que existen pérdidas a través del riego de jardines, abrevado de animales, limpieza de viviendas y otros usos externos.

Método Racional

Se aplica en cuencas de áreas con una superficie de aporte de hasta 200 Ha, como es el caso de la comunidad de Santa Inés.

La EMAAP-Q recomienda utilizar diferentes tipos de coeficiente C de acuerdo con las siguientes condiciones:

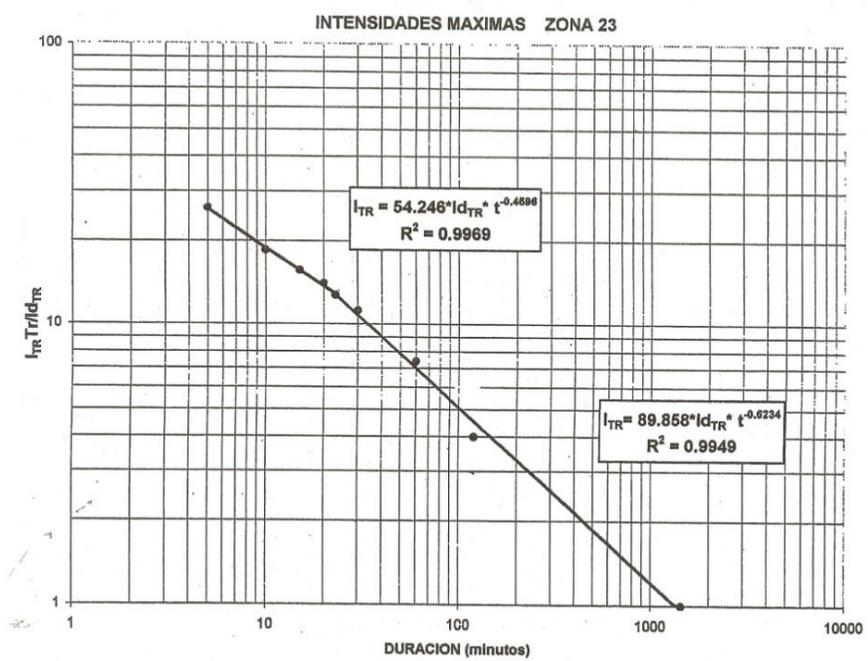
Tabla 3.7 Coeficientes de Escurrimiento

Tipo de uso y cobertura principal del área de aporte	Valor del coeficiente de escurrimiento C
Centros urbanos con densidad de población cercana a la de saturación y con calles asfaltadas	0,70
Zonas residenciales de densidad, $D \geq 200$ hab/Ha	0,60
Zonas con viviendas unifamiliares, $150 < D < 200$	0,55
Zonas con viviendas unifamiliares, $100 < D < 150$	0,50
Zonas con viviendas unifamiliares, $D < 100$	0,40

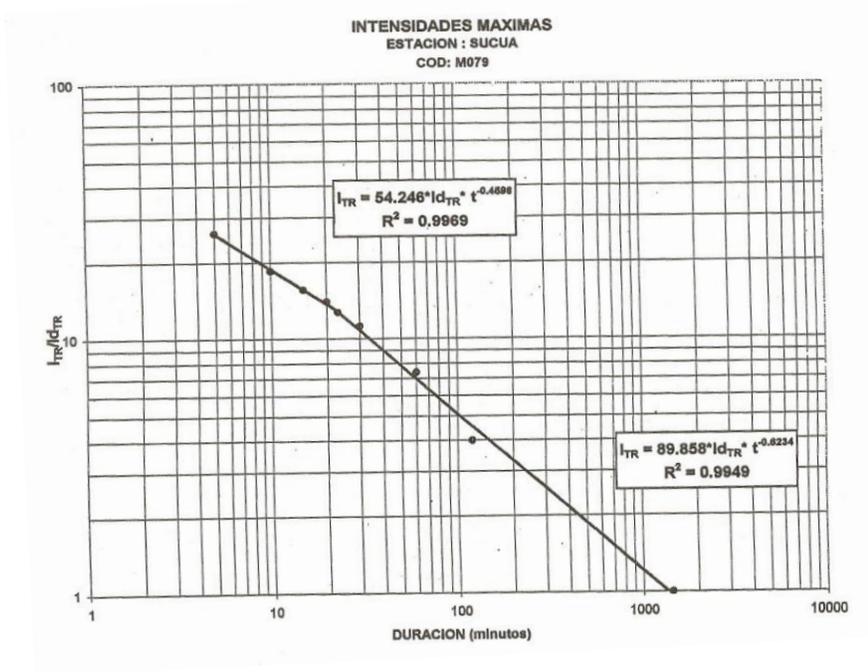
Fuente: Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q

Para el proyecto se adopta un valor de **C=0.40**, es decir una zona con viviendas unifamiliares y menores a 100 hab/Ha, de acuerdo a las características conocidas del sector.

Intensidad de Lluvia



108



85

Gráfico 3.4 Intensidades Máximas Fuente: INAMHI

Este valor es obtenido a través de un estudio hidrológico de la zona, del cual se obtiene las curvas de intensidad, duración y frecuencia.

Es importante recordar que, de acuerdo con estas curvas, la intensidad es inversamente proporcional a la duración y directamente proporcional a la frecuencia de la lluvia.

Para poder, entonces, obtener un valor de intensidad de lluvia en la aplicación del método racional, es necesario definir la frecuencia de la lluvia y su duración.

Para la intensidad de lluvia se utilizaron los datos del Instituto de Meteorología e Hidrología, Departamento de Hidrometría, a través de las ecuaciones representativas de la estación pluviográfica del Aeropuerto de Sucúa.

Dicha ecuación está en función de las isóneas de intensidad de precipitación, para un periodo de retorno de 10 años (TR 10 años), en función de la máxima precipitación en 24 horas.



=Intensidad de lluvia en en función del período de retorno TR=10 años.

t = Tiempo de concentración en (minutos).

IdTR= Factor que depende de las isóneas, y éstas a su vez de la posición geográfica de las estaciones que se encuentran en todo el país.

Los períodos de retorno (T) que la hoja de cálculo considera para la determinación del caudal de aguas lluvias son de 10 años, y guardan concordancia con los valores adoptados por la EMAAP-Q para el diseño de redes principales.

Frecuencia de lluvia

La frecuencia de las precipitaciones es el tiempo en años en que una lluvia de

cierta intensidad y duración se repite con las mismas características.

Siendo la frecuencia un factor determinante de la capacidad de las redes de alcantarillado pluvial en su relación con la prevención de inundaciones, en vías, áreas urbanas y plazas y por tanto de riesgos y daños con la propiedad, daños personales y al tráfico vehicular.

La elección de los períodos de retorno de una precipitación está en función a las características de protección e importancia del área en estudio.

El escoger un valor dependerá de varios criterios tales como la importancia relativa de la zona y el área que se está drenando.

Las frecuencias de diseño para los canales de aguas pluviales son:

❖ Canales que drenen áreas menores a 1000 Ha:

Sección revestida en concreto: 10 años

Capacidad total: 25 años

❖ Canales que drenen áreas mayores a 1000 Ha:

Sección revestida en concreto: 10 años

Capacidad total: 50 años

Borde libre: 100 años

❖ Canales interceptores de lluvia:

Los canales interceptores, cuyo desbordamiento ponga en peligro vidas humanas, deben diseñarse para un periodo de retorno de 100 años.

3.4 HIDRAULICA DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

3.4.1 Componentes del Sistema

Pozos de Revisión

Los pozos de revisión se ubicarán al inicio o cabecera de tramos, en todo cambio de pendiente, dirección y sección (zonas de transición) en los cuales se presentan pérdidas de energía que deben ser compensadas con la caída en solera del conducto, para evitar la formación de remansos o turbulencia.

La distancia máxima que se ha considerado entre pozos es de 100m cuando el diámetro de la tubería sea igual o menor a 350 mm; de 150 m para diámetros comprendidos entre 400 y 800 mm, y de 200m para diámetros mayores de 800 mm.

Los pozos de salto se aceptarán para tuberías de hasta 300 mm de diámetro con un desnivel máximo de 0.90 m de acuerdo a SSA (Ex – IEOS), y de 0.70 m.

El diámetro interior del pozo será de 0.90 m para diámetros de tuberías menores a 550 mm, y de 1.20 m para diámetros de tubería entre 600 y 800 mm.

El cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la boca de visita será en forma de un tronco de cono excéntrico, con altura mínima de 1.0m.

Esquema del pozo de revisión

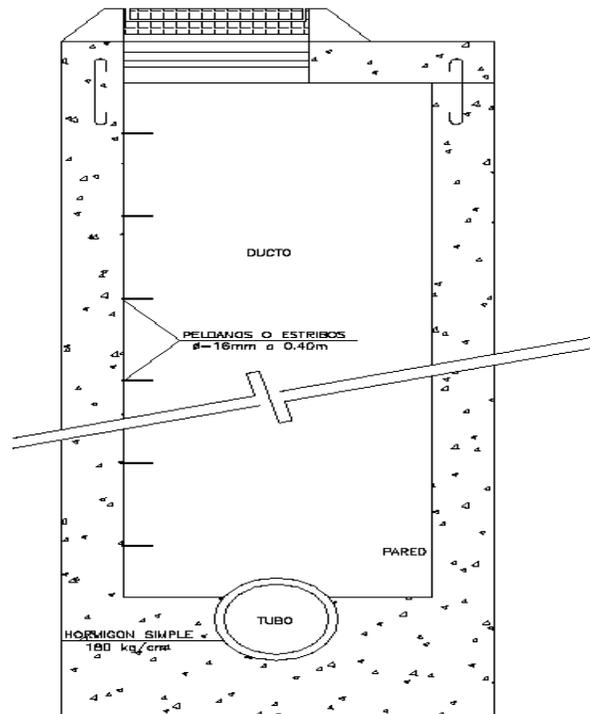


Figura 3. 2 Pozo de revisión Fuente: Propia

Cuando a un pozo de visita concurren dos o más tuberías a un mismo nivel o niveles que permitan cumplir con las especificaciones relativas a pozos de visita, pueden instalarse sin mayor problema, pero cuando no es posible por razones topográficas para mantener pendientes permisibles o economizar el costo de una mayor excavación, es necesario construir pozos de caída o de salto.

Esquema del Pozo de Revisión Convencional

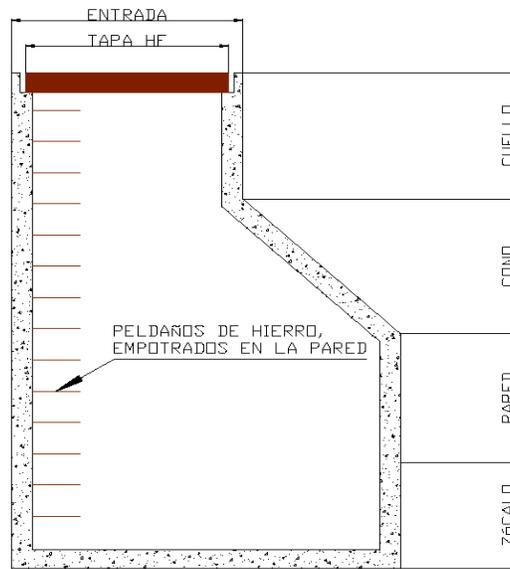


Figura 3.3 Pozo de Revisión Convencional Fuente: Propia

Sobre los pozos de revisión las normas de la EMAAP-Q consideran que se debe colocar pozos en los siguientes casos:

- ❖ Al inicio de tramos de cabecera de la red
- ❖ En todo cambio de pendiente
- ❖ Si existe cambio de dirección
- ❖ Si hay cambio de sección en los conductos
- ❖ En intersecciones de calles o si define en el proyecto la necesidad de apertura de nuevas calles
- ❖ Si la longitud de tramo sobrepasa los 80 m

Conexiones Domiciliarias

Como información para los planos de detalle, las conexiones domiciliarias se empatarán directamente desde un cajón de profundidad máxima de 1.5 m, a la red matriz o a canales auxiliares mediante tuberías de diámetro igual a 150 mm con un ángulo horizontal de entre 45° a 60° y una pendiente entre el 2% y 11%.

Estas conexiones domiciliarias coincidirán en número con los lotes de la urbanización y están correlacionadas con las áreas de aporte definidas en el proyecto.

Esquema Conexión Domiciliaria

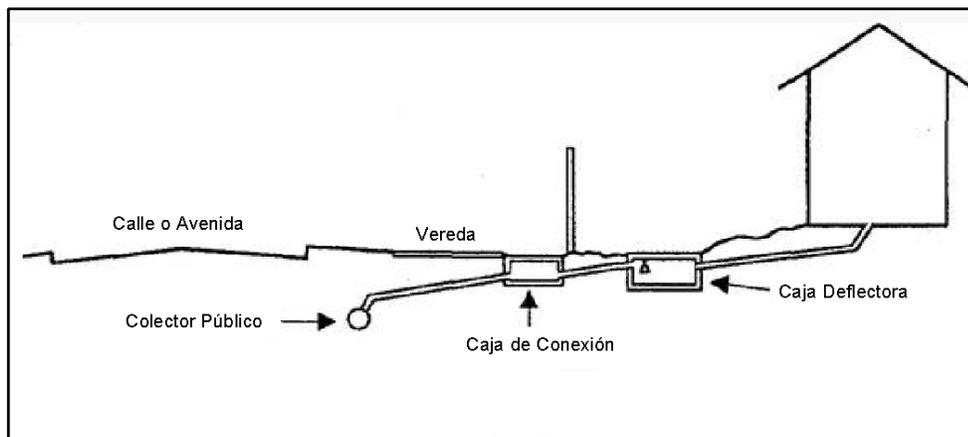


Figura 3.4 Conexión Domiciliaria Fuente :Propia

Esquema de la acometida

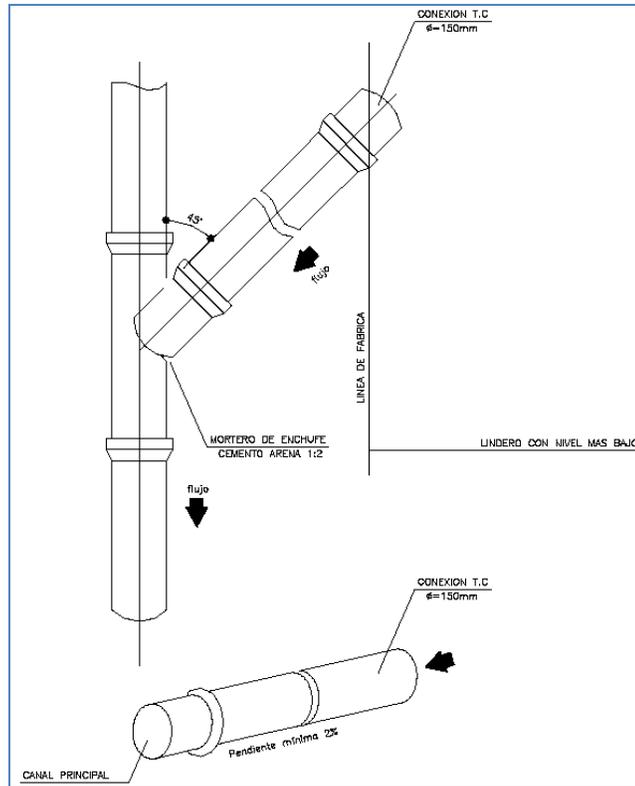


Figura 3.5 Acometida Domiciliaria

Fuente :Propia

Sumideros

Son estructuras que permitirán el ingreso de la escorrentía superficial de aguas lluvias, que corren por las cunetas, las mismas que se conectarán directamente a los pozos de revisión, con una tubería de 200 mm de diámetro y una pendiente entre el 2% al 11%.

Esquema de Sumidero

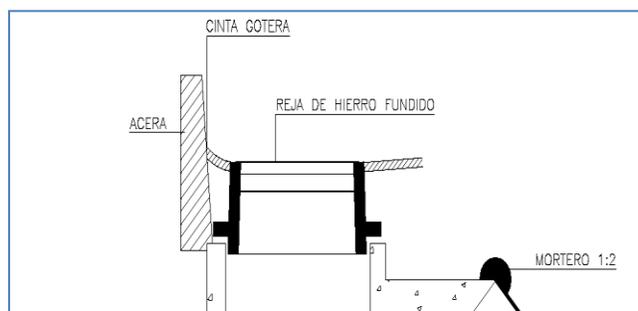


Figura 3.6 Esquema del Sumidero Fuente: Propia

Se emplearán aquellas estructuras o rejillas de hierro fundido que permitan el ingreso del flujo con cierta facilidad adecuándolas al terreno cuando la pendiente longitudinal de la calle sea alta.

Las dimensiones para los sumideros se definirán según su distanciamiento, tipo de pavimento, el ancho de las fajas de aporte y al pendiente longitudinal. Los sumideros contendrán sifones y pueden ser:

- ❖ Transversales
- ❖ De calzada
- ❖ De bordillo

Tiempo de concentración

Es el tiempo teórico requerido para que una gota fluya desde el punto más lejano del área de drenaje hasta la entrada al alcantarillado. Dentro de una red, se debe

considerar el ramal más largo: puede variar de 5 minutos para pendientes pronunciadas en un terreno impermeable a 30 minutos para calles con ligera pendiente.

Para el cálculo del sistema de Alcantarillado par la comunidad de Santa Inés se adopto un tiempo de concentración de 12 minutos.

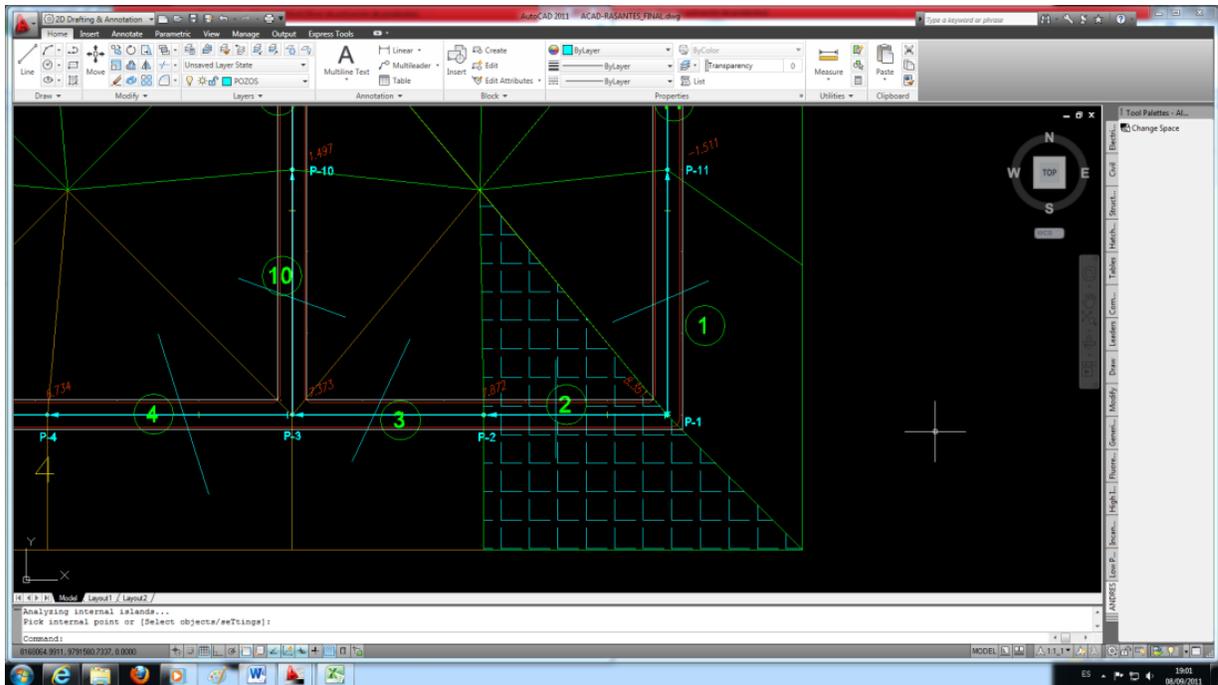
3.5. CALCULO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

El cálculo de la red de alcantarillado se presenta completamente en el **ANEXO C**, a continuación se presenta mediante dos ejemplos el debido procedimiento que se realizó para el cálculo de la red de alcantarillado combinado para la comunidad de Santa Inés.

Procedimiento de cálculo

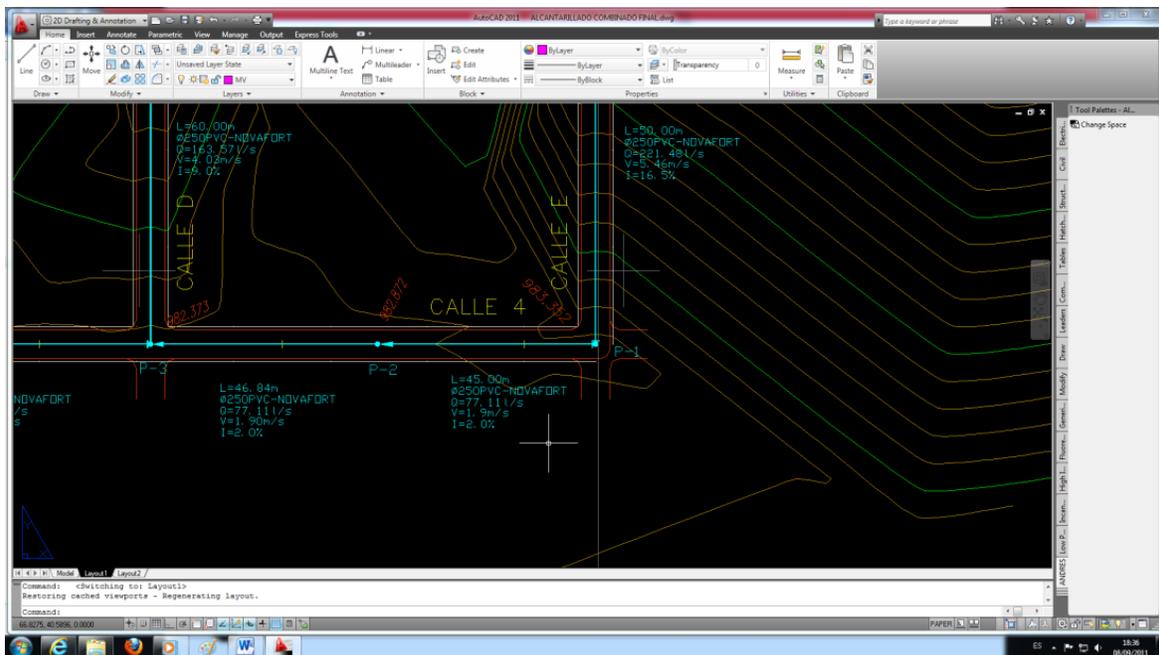
EJEMPLO UNO

En este ejemplo se toma para el cálculo de un tramo el área de aportación parcial comprendida el tramo inicial 1-2, como se puede observar el área parcial de aportación es la que se encuentra con la sombra numero 2.



Para el cálculo de pozos iniciales inicialmente se tomó en cuenta el corte mínimo para la tubería desde la rasante de la vía que fue $1+ \emptyset$ (el diámetro de la tubería), luego según los parámetros de diseño se considera la longitud del tramo en cuestión para el ejemplo es el tramo 1-2 de la calle 4, cabe recalcar que el tiempo de concentración que se tomo es de 12 min.

Para el cálculo del caudal de aguas lluvias se multiplica el área parcial por el coeficiente de escorrentía (E_x) y se obtiene el área equivalente parcial, este valor será el mismo para el área acumulada ya que es un tramo inicial y no existe acumulación de caudales y multiplicado por la intensidad de lluvia (I) y por 1.20 para mayorarlo, y obtenemos el caudal de aguas lluvias para el tramo en cuestión.



Para el cálculo del caudal de aguas servidas se tiene la población parcial calculada del área parcial por la densidad de población, la acumulada será la misma ya que es un tramo inicial y este valor se multiplica por el factor de simultaneidad (M) que es 5 para poblaciones menores a 1000 habitantes según la fórmula de Babbitt y obtenemos el caudal de aguas servidas para el tramo

El caudal total será la suma del caudal de aguas lluvias más el caudal de aguas servidas.

Para tramos iniciales se toma como diámetro mínimo el de 250mm con material de PVC con las tablas adoptadas de PVC novafort, verificamos que el caudal a tubo lleno sea mayor que el de diseño y que la velocidad a tubo lleno sea mayor a 0.9 m/s, obtenido estos datos se calcula las relaciones hidráulicas (q/Q) y (v/V), para con esto calcular la velocidad de auto limpieza que debe ser mínimo 0.30 m/s.

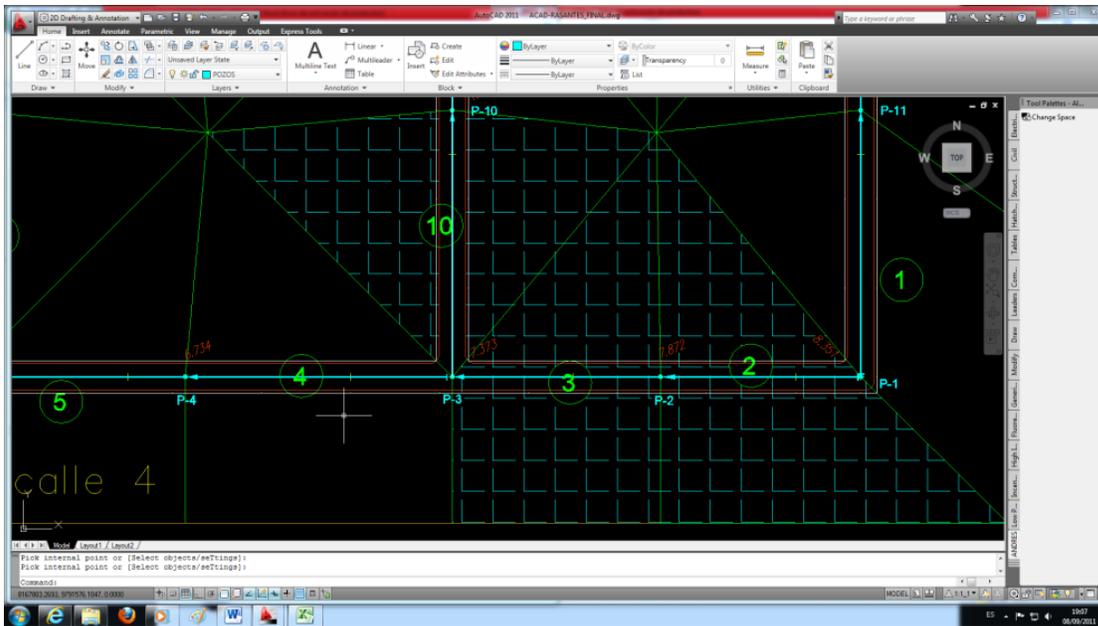
Se debe asegurar que el corte proyecto de llegada este por encima o igual al corte mínimo (1+diámetro de la tubería)

AGUAS LLUVIAS										POBLACION DE AGUAS SERVIDAS				DISEÑO DE LA TUBERIA									
calles	pozo	AREA PARCIAL (A) (Ha)	tiempo de concen. (min)	area equivalente parcial Axc	acumulada	I/0.36 (L/s/ha)	CAUDAL q1 (L/s)	PARCIAL	ACUMULADA	FACTOR M	PARCIAL	ACUM. q2	caudal total de diseño (L/s) q1+q2	D (mm)	I (o/oo)	Tipo de Tuberia	LLENA V (m/s)	Q (L/s)	TIEMPO DE FLUJO L/60V	DATC q/Q	V		
1	4	45.00	0.33	12	0.33	0.33	176.354	28.05	8	8	5	0.013	0.013	0.066	28.11	250	20	P.V.C.	1.90	77.109	0.39	0.0009	0.

DISEÑO DE LA TUBERIA										DATOS HIDRAULICOS				COTAS					
FACTOR M	CAUDALES (L/s)	caudal total de diseño (L/s) q1+q2	D (mm)	I (o/oo)	Tipo de Tuberia	LLENA V (m/s)	Q (L/s)	TIEMPO DE FLUJO L/60V q/Q	v/v	v	H (m)	SALTO (m)	POZO	TERRENO	PROYECTO	CORTE (m)	OBS.		
5	0.013	0.013	0.066	28.11	250	20	P.V.C.	1.90	77.109	0.39	0.0009	0.159	0.30	0.90	1	983.352	982.102	1.25	0.
													2	982.872	981.202	1.67	0.		

Ejemplo para un tramo continuo

Para el cálculo del tramo 3-10, primeramente se toma el área parcial de dicho tramo en el ejemplo el número 10, como un cálculo de tramo inicial para obtener el caudal de aguas lluvia se multiplica el área parcial por el coeficiente de escorrentía para obtener el área equivalente parcial, como es un tramo continuo se suma el área acumulada del tramo anterior o sea del tramo 2-3 para obtener el área equivalente acumulada este valor por la intensidad y por 1.20 nos da el caudal de aguas lluvia para dicho tramo.



Con la diferencia que para el cálculo de la intensidad de lluvia en la formula se encuentra el parámetro del tiempo de concentración el cual en tramos iniciales es el adoptado de 12 minutos, pero para tramos continuos se suma el adoptado de 12 más el tiempo de flujo del tramo anterior en el caso de que al tramo que estemos diseñando converjan más de un tramo se tomara el tiempo de flujo de mayor valor.

Para el cálculo del caudal de aguas servidas se procede de la misma manera que para un cálculo de tramo inicial con la diferencia que la población acumulada es la suma de la población parcial del tramo en cuestión 3-10 más la población del tramo anterior 2-3, este valor de población acumulada por el factor de simultaneidad (M) nos da el caudal de aguas servidas acumulado.

El caudal de diseño para el tramo 3-10 entonces será la suma de los caudales de aguas lluvias tramo 3-10 más el caudal de aguas servidas tramo 2-3.

CALLE	POT	AREA PARCIAL (A) (Ha)	Tiempo de concen. (min)	area equivalente parcial Ac.	area equivalente acumulada	V(0.36 l/s/ha)	POBLACION			CAUDALES (L/s)			caudal total de diseño (L/s) q _d =1+q ₂	D (mm)	I (o/oo)	Tipo de Tubería	LLENA V (m/s)	Q (l/s)			
							PARCIAL	ACUMULADA	FACTOR M	PARCIAL	ACUM. q ₂	Q ₁									
14	1																				
15	4	45.00	0.33	12	0.13	0.13	176.35	28.05	8	8	5	0.013	0.013	0.066	28.11	250	20	P.V.C.	1.90	OK	77.
16	2																				
17	2																				
18	4	46.84	0.29	12.39	0.12	0.25	173.75	51.65	7	14	5	0.012	0.025	0.124	51.78	250	20	P.V.C.	1.90	OK	77.
19	3																				
20	3																				
21	4	60.00	0.37	12	0.15	0.15	176.35	31.12	8	8	5	0.015	0.015	0.073	31.19	250	20	P.V.C.	1.90	OK	77.
22	4																				
23	3																				
24	D	60.00	0.31	12.41	0.12	0.37	173.65	77.24	7	21	5	0.012	0.037	0.185	77.43	250	90	P.V.C.	4.03	OK	163.
25	10																				
26	10																				
27	D	50.00	0.26	12.25	0.10	0.47	174.7	99.26	6	27	5	0.010	0.047	0.236	99.49	250	97	P.V.C.	4.18	OK	169.
28	16																				
29	4																				
30	4	50.00	0.31	12.53	0.12	0.27	172.91	56.00	7	16	5	0.012	0.027	0.135	56.14	250	20	P.V.C.	1.90	OK	77.
31	5																				
32	5																				
33	4	65.00	0.40	12	0.16	0.16	176.35	33.68	9	9	5	0.016	0.016	0.079	33.76	250	15	P.V.C.	1.65	OK	66.
34	6																				
35	6																				

Para escoger el diámetro de la tubería se escoge la misma del tramo anterior o uno mayor siempre y cuando cumpla que el caudal a tubo lleno sea mayor que el caudal de diseño de dicho tramo y que a velocidad a tubo lleno sea mínimo 0.9 m/s, con esto se calcula las relaciones hidráulicas según las tablas dadas y obtenemos la velocidad de auto limpieza que debe ser mínima 0.3 m/s.

Como en el caso anterior se debe tener en cuenta el corte mínimo de 1+el diámetro de la tubería tanto para la cota de salida como la de llegada del proyecto.

Algo importante es que hay que bajar 3 cm con respecto de la cota de llegada del proyecto, para tener la cota de salida de proyecto o según sea el caso debe tenerse en cuenta que no se de una cota equivocada caso contrario si es muy elevada podría existir estructura de salto y si es muy pequeña podría irse el caudal por un tramo inicial continuo.

CAPITULO 4

4. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

4.1. GENERALIDADES

Toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos. La fracción líquida de los mismos – aguas residuales – es esencialmente el agua que se desprende de la comunidad una vez que ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada. Desde el punto de vista de las fuentes de generación, se puede definir al agua residual como la combinación de los residuos líquidos o aguas portadoras de residuos, procedentes tanto de residencias como de otro tipo de edificaciones. Estas aguas residuales deben ser conducidas, en última instancia, a cuerpos de agua receptores o al mismo terreno.

Sin duda alguna, la eliminación por dilución (tras tratamiento preliminar o biológico) en grandes masas de agua, como lagos, ríos, estuarios o mares, es el método más utilizado. La auto depuración o purificación que tienen lugar en el agua receptora depende de su caudal o volumen, su contenido de oxígeno, y su capacidad para reoxigenarse por sí misma. La proporción de la capacidad auto depuradora , a veces llamada capacidad asimiladora, que puede utilizarse con seguridad en ríos, lagos y estuarios depende de los usos a los que el agua sea sometida aguas abajo, las necesidades del público y la economía total del sistema de agua receptora.

4.2. ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO

El requerimiento en este caso es tratar las aguas residuales de tipo domestico que han sido captadas por el sistema de alcantarillado. A ser un sector rural y su población dispersa, se requiere un tratamiento “básico” de las aguas residuales.

Se descarta la utilización de lagunas de oxidación pues se carece de espacio físico suficiente para su implementación. Entre las diversas alternativas de tratamiento para poblaciones pequeñas hemos de señalar:

- ❖ Fosas sépticas mas zanjas de infiltración
- ❖ Fosas sépticas mas pozos de infiltración
- ❖ Fosas sépticas mas lechos de infiltración
- ❖ Fosas sépticas mas filtros de arena
- ❖ Fosas sépticas mas filtro anaeróbico

Por el área designada para el sistema y por la topografía, se ha optado por un sistema de fosa séptica y filtro anaeróbico.

4.3. SISTEMA DE TRATAMIENTO

4.3.1. Fosa Séptica de Doble Cámara

En una fosa séptica de doble cámara, el primer compartimento se utiliza para la sedimentación, digestión del fango y almacenamiento de éste. El segundo compartimento proporciona una sedimentación y capacidad de almacenamiento de fango adicional y, por tanto, sirve para proteger contra la descarga de fango u

otro material que pueda escaparse de la primera cámara.

VOLUMEN DE LA FOSA SEPTICA

De acuerdo a la Norma Brasileña NB-41 / 81, el volumen útil puede ser determinado utilizando la siguiente fórmula:

$$V = 1.30 * N * (C * T + 100 * Lf)$$

La eficiencia que se obtiene en estos tanques para su remoción de la DBO1, se encuentran en el orden del 30% al 50%, de aceites y grasas del 70%; sólidos en suspensión (SS) 60% y fosforo en un 15%, para el caso de las aguas domesticas típicas.

La función de los tanques sépticos es:

- ❖ Eliminar sólidos suspendidos y materia flotante
- ❖ Realizar tratamiento anaeróbico de los lodos sedimentados
- ❖ Almacenar lodos y material flotante.

4.3.2. Filtro Anaerobio de Flujo Ascensional

El filtro anaerobio está constituido por un tanque, relleno de un medio sólido para soporte del crecimiento biológico anaerobio. El agua residual es puesta en contacto con el crecimiento bacterial anaerobio adherido al medio, las bacterias son retenidas en el medio y salen en el efluente. Este sistema de tratamiento es sencillo de mantener porque la biomasa permanece como una película microbial adherida, y como el flujo es ascensional el riesgo de taponamiento es mínimo.

Este filtro usa como medio de soporte de crecimiento: piedras, anillos de plástico, colocados al azar. La mayor parte de la biomasa se acumula en los vacios intersticiales existentes entre el medio.

El medio permanece sumergido en el agua residual, permitiendo una concentración de biomasa alta y un efluente clarificado.

El Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (Tomado de Romero (2004))

El filtro anaerobio de flujo ascendente es un proceso de crecimiento adherido propuesto por Young y McCarty en 1969, para el tratamiento de residuos solubles. De los sistemas de tratamiento anaerobio es el más sencillo de mantener porque la biomasa permanece como una película microbial adherida y porque como el flujo es ascensional, el riesgo de taponamiento es mínimo.

El filtro anaerobio está constituido por un tanque o columna, relleno con un medio sólido para soporte del crecimiento biológico anaerobio (figura 6.9). El agua

residual es puesta en contacto con el crecimiento bacteriano anaerobio adherido al medio y como las bacterias son retenidas sobre el medio y no salen en el efluente, es posible obtener tiempos de retención celular del orden de cien días con tiempos de retención hidráulica cortos. Los filtros anaerobios también pueden ser útiles para desnitrificar efluentes ricos en nitratos o como pre tratamiento en plantas de purificación de agua.

Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)

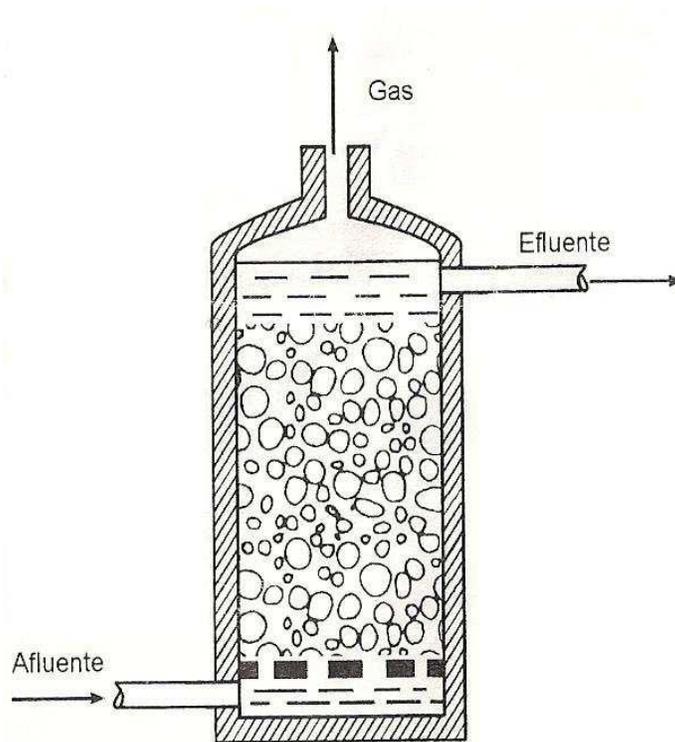


Figura 4.1 Filtro Anaeróbico. Fuente: Romero (2004)

El proceso no utiliza recirculación ni calentamiento y produce una cantidad mínima de lodo; las pérdidas de energía a través del lecho son mínimas. El filtro anaerobio usa como medio de soporte de crecimiento piedras, anillos de plástico o bioanillos plásticos, colocados al azar. La mayor parte de la biomasa se acumula en los vacíos intersticiales existentes entre el medio. La acumulación de biomasa y de sólidos inertes puede causar canalización y cortocircuito. El medio permanece sumergido en el agua residual, permitiendo una concentración de biomasa alta y un efluente clarificado; el proceso se ha usado a bajas temperaturas, pero preferiblemente la temperatura debe ser mayor de 25 °C. El espesor observado de biopelícula sobre diferentes medios plásticos es de 1 a 3 mm. El residuo debe contener alcalinidad suficiente para mantener un pH, en la zona de lodos, mayor de 6.5; Sin embargo, el amonio liberado en la hidrólisis de las proteínas puede reducir la alcalinidad requerida de fuentes externas.

El arranque de un proceso de crecimiento adherido puede ser más lento que el de un proceso de crecimiento suspendido, puede demorar unos seis meses en aguas residuales de baja concentración y de temperatura baja. Sin embargo, el filtro anaerobio es poco sensible a variaciones de carga hidráulica y a la operación discontinua pues el medio retiene los sólidos y la biomasa formada en él. En estudios hechos en Brasil se indica que estos filtros logran remociones de DBO del 80%, con lechos de piedra de 4 a 7 mm y altura de 1.20 m. Otros estudios con residuo de DQO igual a 12000 mg/l, carga orgánica volumétrica menor de 4 Kg

DQO/m³ d, tiempo de retención hidráulica de 1 día, edad de los lodos de 56 días y temperaturas de 20 a 25 °C, indicaron remociones del 88 % de DQO.

Es destacable el uso actual de los sistemas anaeróbicos en zonas rurales y comunidades dispersas, dado que precisan de menor suministro de energía externa y, eventualmente, podrían obtenerse subproductos de utilidad como el caso del biogás (ver cuadro 2), (Castaño, 2003).

Tabla 4.1 Ventajas y desventajas del proceso anaerobio

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Tasa baja de síntesis celular y, por consiguiente, poca producción de lodos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El lodo producido es razonablemente estable y puede secarse y disponerse por métodos convencionales. - No requiere oxígeno. Por tanto, usa poca energía eléctrica y es especialmente adaptable a aguas residuales de alta concentración orgánica. - Produce metano, el cual puede ser útil como energético - Tiene requerimientos nutricionales bajos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Para obtener grados altos de tratamiento requiere temperaturas altas. - El medio es corrosivo. - Tiene riesgos de salud por H₂S. - Exige un intervalo de operación de pH bastante restringido. - Requiere concentraciones altas de alcalinidad. - Es sensible a la contaminación con oxígeno. - Puede presentar olores desagradables por H₂S, ácidos grasos y amidas.

Fuente: Romero, 2004

Para el diseño de la planta de tratamiento se empleo un programa en Excel, realizado por el Sr. Ing. Vinicio Andrade, cuyo nombre es TRATAR, y se emplea en ETAPA (Empresa de Transporte Agua Potable y Alcantarillado-Cuenca), en el que para el diseño de la rejilla emplea la parte teórica del Ing. Lothar Hess, para

el cajón de distribución y cajón de salida emplea el marco teórico del Manual de Mecánica de Fluidos del Sr. Ing. Silva Milton, en lo referente a la fosa séptica emplea Pacheco-Arruda; para la ejecución del programa TRATAR debemos introducir los datos que se presenta a continuación:

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
T R A T A R

DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR
Población futura	P	hab.	486
Dotación final periodo de diseño	Dot	lt/hab/dia	200,00
Aporte de aguas servidas	k	adim.	75%
Producción aguas residuales x persona	Dar	lt/hab/dia	150,00
Caudal de diseño	Q	m ³ /dia	102,82
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/lt	120,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno última	DBOu	mg/lt	176,00
Carga Orgánica por habitante	CO_h	grDBO/dia	45,00
Carga Orgánica Total	CO_T	kgDBO ₅	21,87
Carga orgánica volumétrica	L_v	kgDBO/m ³ xdia	0,30
Sólidos en suspensión totales	SST	mg/lt	141,00
Coliformes Fecales	CF	NMP	6,00E+07
Contribución de lodos frescos	L_f	lt/hab*día	1,00

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Para el proyecto la dotación media futura que se adoptara será de 200 litros/habitante/día. Por ser una zona rural-agrícola donde el promedio de consumo de la población es de 100 litros/habitante/día y el resto utilizan para otras actividades.

Con los estudios del proyecto del Alcantarillado combinado se mejorará las condiciones de vida de los moradores de la comunidad de Santa Inés, permitiendo una correcta evacuación tanto de aguas servidas, como de aguas de tipo pluvial.

Para desarrollar el diseño del sistema de alcantarillado combinado para la comunidad en mención, se realizó un análisis de las características físicas, ambientales, naturales, socio – económicas que permitieron tomar decisiones adecuadas en cuanto a la elección del sistema. El 100% de las Comunidad de Santa Inés son nativos Shuaras de la zona, la misma que es netamente agrícola y ganadera. Además el 42% de la población presentan cuadros de parasitosis, el 14% presenta parasitosis y gripe como enfermedades más comunes en la zona

El 94% de las personas que viven en Santa Inés tienen vivienda propia y el 6% arriendan, siendo el 58% de estas casas construidas por el MIDUVI, y el 42% lo realizaron con otros recursos.

El 45% de las viviendas cuentan con baño fuera de la vivienda, el 33% de las viviendas tiene el baño dentro de la casa y el 22% no tiene baño así

mismo el 72% de las viviendas no cuenta con pozo séptico, solamente el 28% cuenta con pozo séptico.

El 97% de las personas encuestadas no hierven el agua que toman, solamente el 3% hierven el agua antes de beber, afianzando así el resultado de que más del 50% de las personas que viven en esta comunidad sufren de parasitosis.

Luego de realizarse la encuesta a los moradores del sector se obtuvo que la población actual es de 201 personas.

El sistema de alcantarillado diseñado es de tipo combinado, tomando en cuenta los Parámetros de Diseño de Alcantarillado de la EMAAP-Q, ya que la Municipalidad del Cantón Pablo Sexto no cuenta con parámetros para el Diseño de alcantarillados.

La construcción del Alcantarillado Sanitario Combinado y sistema de tratamiento beneficiará a la población ya que les permitirá tener un método adecuado de disposición de sus aguas residuales.

La topografía del sector es adecuada para la implementación de este proyecto.

El sistema de filtros no es eficiente para la remoción de sólidos suspendidos totales y de los nutrientes nitrógeno y fósforo. Se confirma el buen funcionamiento de la guadua como medio de soporte.

El impacto ambiental es mínimo, siendo la etapa de construcción la más perjudicial, por lo cual el constructor del proyecto tiene que tomar en cuenta las recomendaciones dadas en el capítulo respectivo.

La capacidad portante del suelo es buena está alrededor de 10.0 kg/cm² por lo que se recomienda solo realizar un mejoramiento de suelo en el lugar donde se van a construir las estructuras como tanques enterrados y pozo separador de caudales.

5.2.- RECOMENDACIONES

La recolección de basura es únicamente el día lunes, afectando a la salud de los habitantes de la comunidad, facilitando la propagación de insectos y moscas es recomendable que se realiza dos días a la semana la recolección de desechos sólidos.

Se debe realizar un mantenimiento a la red del alcantarillado sanitario, consistiendo en que, desde el pozo en dificultad proveer un caudal de agua a presión cada mes no necesariamente para este mantenimiento se necesita algún tipo de maquinaria específica sino que consiste en levantar la tapa de los pozos especificados en el análisis de cada tramo y con baldes de 20 litros llenos de agua proceder a vaciarlos con la presión necesaria de la fuerza del cuerpo humano, por los conductos de las tuberías con fin de mantenerlos limpias para que su funcionamiento sea el óptimo.

Como complemento del sistema de alcantarillado sanitario se recomienda a las autoridades de la municipalidad la construcción del sistema de tratamiento para reducir al mínimo la contaminación del río Namakin.

En el momento en que la Municipalidad ejecute el proyecto, tome en consideración lo estipulado en el estudio, así como también que sea aplicado de forma que no pierda vigencia.

Se debe realizar un adecuado mantenimiento del sistema de tratamiento del alcantarillado combinado para que este pueda cumplir perfectamente sus funciones de descontaminar las aguas servidas para ser desembocadas en

el río Namakim y mediante su mantenimiento pueda cumplir con su periodo para el que fue diseñado.

Para la operación y mantenimiento el Municipio del cantón Pablo Sexto debe proveer de personal calificado o con suficientes conocimientos en el cuidado y limpieza del sistema de tratamiento; o a su vez capacitar a las personas del sector para que estas puedan dar mantenimiento permanente al sistema.

La realización del proyecto del sistema de alcantarillado es urgente para mejorar las condiciones ambientales y sanitarias, ya que además de la disminución de los índices de enfermedades gastrointestinales.

Se debe realizar una fuerte campaña de salud a fin de incentivar a hervir el agua antes del consumo.