



GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN MORONA



PROYECTO

CONSTRUCCIÓN DEL SUBSISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO S5 Y S6 DE LA CIUDAD DE MACAS, CANTÓN MORONA

Mgs. Francisco Andramuño
ALCALDE DEL CANTÓN MORONA

Monto Total

\$ 5.017.494,65 sin IVA

JULIO 2024



ÍNDICE

1.	ASPECTOS GENERALES E INFORMACIÓN BÁSICA	6
1.1	NOMBRE DEL PROYECTO	6
1.2	ENTIDAD EJECUTORA	6
1.3	ANTECEDENTES.....	6
1.4	ALCANCE DEL ESTUDIO	7
1.5	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	8
1.5.1	OBJETIVO GENERAL.....	8
1.5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.6	UBICACIÓN.....	8
1.6.1	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	10
1.6.2	DIVISIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA	11
1.6.3	SUPERFICIE	12
1.7	SUPERFICIE ACTUAL DEL ÁREA POBLADA Y SUPERFICIE TOTAL FUTURA CUBIERTA POR EL DISEÑO	12
1.8	POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	12
1.9	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES	13
1.9.2	MEDIO GEOGRÁFICO	14
1.9.2.1	Altitud.....	14
1.9.2.2	Orografía	15
1.9.3	ASPECTOS AMBIENTALES.....	15
1.9.3.1	RECURSOS NATURALES	16
1.9.3.2	FAUNA.....	16
1.9.3.3	FLORA.....	16
1.9.3.4	RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES	16
1.9.3.5	RECURSOS MINERALES, PÉTREOS Y COMBUSTIBLES FÓSILES.....	16
1.9.3.6	CLIMA.....	17
1.9.3.7	PRECIPITACIÓN.....	17
1.9.4	ASPECTO SOCIO - ECONÓMICOS	18
1.9.4.1	EDUCACIÓN	19
1.9.4.2	VIVIENDA.....	20
1.9.4.3	VÍAS DE ACCESO Y COMUNICACIÓN	21
1.10	SERVICIOS BÁSICOS.....	22
1.10.1	TELEFONÍA.....	22
1.10.2	SALUD.....	22
1.10.2.1	Cobertura de Salud	23
1.10.3	ENERGÍA ELÉCTRICA	24
1.10.4	AGUA POTABLE.....	24
1.10.5	ALCANTARILLADO.....	25
1.10.6	RECOLECCIÓN DE BASURA	26
2.	ANÁLISIS (DIAGNÓSTICO O EVALUACIÓN) DE SISTEMAS EXISTENTES. ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD, FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS.....	26
2.1	JUSTIFICACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PUVIAL Y PLANTA DE TRATAMIENTO.....	27
2.2	ALTERNATIVAS DE DISEÑO.....	28
1.	Alcantarillado Combinado	30
2.	Alcantarillado Sanitario.....	30
3.	Alcantarillado Adoptado	31
2.4.1	ALTERNATIVA 1.....	32
2.4.2	ALTERNATIVA 2.....	32
2.4.3	ALTERNATIVA RECOMENDADA.....	33
2.3	COBERTURA.....	33
2.4	PLAZO DE EJECUCIÓN	33



2.5	SECTOR Y TIPO DE PROYECTO	33
2.6	LÍNEA BASE DEL PROYECTO.....	33
2.7	ANÁLISIS DE OFERTA Y DEMANDA.....	34
2.8	ETAPAS DE PRE- FACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	35
3.	ESTUDIOS DEFINITIVOS.....	36
3.1	VIABILIDAD TÉCNICA.....	36
3.2	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	36
3.3	ESTUDIO VIAL.....	37
a.	Diseño horizontal	37
b.	Diseño vertical.....	39
	ESTRUCTURA DE LA VÍA.....	39
	ANCHOS DE VÍAS Y VEREDAS	39
3.4	ESTUDIO DE HIDROMETEREOLÓGICO.....	42
3.4.1	INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DISPONIBLE	42
3.4.2	CURVAS DE INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA	42
3.5	ESTUDIO DE TRATABILIDAD.....	43
	Objetivo del Tratamiento	43
•	Parámetros de Calidad a observarse en la depuración del Agua Residual	43
•	Procesos de tratamiento y grado de remoción.....	44
•	Caracterización de las Aguas Residuales	45
•	Caudal de Ingreso a la Planta de Tratamiento.....	45
•	Tratamiento de las Aguas Residuales.....	46
•	Criterios de diseño	46
4	DISEÑOS DEFINITIVOS	47
4.1	DISEÑO HIDRÁULICO.....	47
4.1.1	Población de Diseño	48
4.1.1.1	Método Geométrico.....	48
4.1.1.2	Método Aritmético	49
4.1.1.3	Método de Curva Exponencial	50
4.1.1.4	Comparación de población método Geométrico – Aritmético – Curva exponencial	51
4.1.1.5	Población Flotante.....	52
4.1.2	Dotaciones	52
4.1.3	Dotación de agua	52
4.1.4	Consideraciones de Diseño.	53
4.1.4.1	Diámetro y/o Secciones de las Tuberías.....	53
4.1.4.2	Pendientes.....	53
4.1.4.3	Profundidades.....	53
4.1.4.4	Pozos de revisión	54
4.1.4.5	Criterio del trazado de redes	54
4.1.4.6	Determinación de Áreas de Aporte	54
4.1.4.7	Cálculo Hidráulico de la Red Sanitaria	54
4.2.1	Diseño Hidráulico.	55
	Área de Drenaje	55
4.2.2	Caudales De Diseño.	55
4.2.2.1	Alcantarillado Sanitario.	55
4.2.2.2	Caudal Medio de Aguas Residuales.	55
4.2.2.3	Factor de Retorno.	56
4.2.2.4	Factor de mayoración.	56
4.2.2.5	Caudal de infiltración.....	59
4.2.2.6	Caudal de Aguas Ilícitas o Conexiones Erradas. (Q.Ili).....	61
4.2.2.6	Caudales de diseño de escorrentía pluvial.....	62
4.2.2.7	Coeficiente de Escurrimiento o Escorrentía.....	62
4.2.2.8	Curvas de Intensidad-Duración y Frecuencia	64



4.2.2.9	Intensidad de lluvia	64
4.2.2.10	Periodo de Retorno de la Lluvia.....	66
4.2.2.11	Tiempo de Concentración Inicial	68
4.2.2.12	Tiempo de recorrido	68
4.2.3	Criterios de Diseño de los Colectores.	68
4.2.3.1	Hidráulica de los Conductos.	69
4.2.3.2	Consideraciones de Diseño.	69
4.2.3.3	Velocidad y Capacidad de las Tuberías.	69
4.2.3.4	Coefficiente de Rugosidad.	71
4.2.3.5	Velocidad mínima	72
4.2.3.6	Velocidad máxima	73
4.2.3.7	Diámetro interno mínimo	74
4.2.3.8	Pendientes.	74
4.2.3.9	Profundidades.	74
4.2.3.10	Pozos de revisión.	75
4.2.4	Criterio de trazado de redes.....	76
4.2.4.1	Criterios de Diseño.....	76
	<i>Ecuación De Manning</i>	76
	<i>Ecuación de Continuidad</i>	77
	<i>Sección llena</i>	77
	<i>Sección Parcialmente Llena</i>	78
	<i>Relaciones de Tirantes, Velocidades y Caudales</i>	78
4.2.4.2	Metodología empleada para el dimensionamiento de los colectores	79
4.2.5	Resultados esperados.....	81
4.2.6	Sumideros para el sistema de alcantarillado pluvial.....	81
4.2.7	Tratamiento de las aguas residuales	83
4.2.7.1	Objetivo del Tratamiento	83
4.2.7.2	Parámetros de calidad para observarse en la depuración del Agua Residual	83
4.2.7.3	Procesos de tratamiento y grado de remoción.....	84
5	PLAN DE DESARROLLO COMUNITARIO Y PARTICIPACIÓN SOCIAL	85
5.1	ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD.	85
6	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA.....	86
7	MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	86
7.1	PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO	86
7.2	OBJETIVOS DE LA OPERACIÓN	87
7.3	PARÁMETROS DE CONTROL DE OPERACIÓN	87
8	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	87
9	ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL	87
10	GESTIÓN DE RIESGOS Y VULNERABILIDAD DEL SISTEMA.....	87
10.1	PRESUPUESTO TOTAL REFERENCIAL	87
11	ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN.	87
12	ARREGLOS INSTITUCIONALES Y MODALIDAD DE EJECUCION	88
13	CRONOGRAMA VALORADO POR COMPONENTE Y ACTIVIDADES	88
14	ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN.....	88
14.1	MONITOREO DE LA EJECUCIÓN	88
14.2	EVALUACIÓN DE RESULTADOS E IMPACTOS	89
15	ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO	89
15.1	VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA	89
15.2	METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE LA INVERSIÓN TOTAL, COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, INGRESOS Y BENEFICIOS	90



16	PLANOS EN AUTOCAD	90
17	RESUMEN EJECUTIVO	90
18	ACTUALIZACIÓN DE LÍNEA BASE	90

“CONSTRUCCIÓN DEL SUBSISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO S5 Y S6 DE LA CIUDAD DE MACAS, CANTÓN MORONA.”

1. ASPECTOS GENERALES E INFORMACIÓN BÁSICA

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

“CONSTRUCCIÓN DEL SUBSISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO S5 Y S6 DE LA CIUDAD DE MACAS, CANTÓN MORONA.”

1.2 ENTIDAD EJECUTORA

Gobierno Municipal del Cantón Morona

Dirección: Calle Bolívar, entre 24 de mayo y 9 de octubre, frente al parque central.

PBX (593) 07 2700 040- ALCALDÍA

PBX (593) 07 2700 143/ fax, extensión 107

Teléfono de la Dirección de Obras Sanitarias: (593) 07 2700 143, extensión 171/172

Email: mmorona@macas.gob.ec.

Página WEB: www.macas.gob.ec

1.3 ANTECEDENTES

Yambas y Naranjal son barrios de la ciudad de Macas que es una de las nueve parroquias que conforman el cantón Morona en la provincia de Morona Santiago y capital provincial, los barrios está constituida por una planificación rectangular es decir por manzanas. La población servida es de 902 habitantes, con 301 viviendas, en un área de cobertura de 56.55 ha.

La ciudad de Macas cuenta con un sistema de alcantarillado que necesita ser renovado debido al crecimiento poblacional que se ha presentado en la misma, considerando además que las estructuras que son parte de dicho sistema han cumplido con un ciclo de vida útil y es importante que se proyecte no solamente a mejorar las condiciones de vida de la población actual sino también que pueda cumplir con las condiciones necesarias para satisfacer las necesidades de la población futura.

La zona en estudio que comprenden los subsistemas S5 y S6 tiene una cobertura de agua potable del 100 %.

Los estudios han sido realizados en base de las Normas de diseño dadas por el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), entidad rectora en esta área, con la NORMA CO 10.07-602 “NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1,000 HABITANTES.”

1.4 ALCANCE DEL ESTUDIO

El proyecto en mención cumplirá con lo requerido por el gobierno municipal del cantón Morona, en el cual se detallarán los estudios e investigaciones para el desarrollo de la presente consultoría de alcantarillado pluvial, sanitario, con el visto bueno de los entes rectores en esta área.

El gobierno municipal del cantón Morona, interesado por optimizar las condiciones de vida de la población de los barrios Yambas y Naranjal, ha considerado prioritario la elaboración de este proyecto, resolviendo los problemas de alcantarillado cuyo alcance será un área de 56.55 ha.

La presente consultoría detalla el análisis y diseños definitivos de los distintos componentes que conforman la “CONSTRUCCIÓN DEL SUBSISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO S5 Y S6 DE LA CIUDAD DE MACAS, CANTÓN MORONA ”, tales como: red de alcantarillado, tomando en cuenta los distintos aspectos que intervienen en sus diseños.

Los resultados esperados con la presente consultoría se resumen en el listado señalado a continuación.

Fase I:

- Información básica sobre el área del proyecto.
- Datos generales.
- Salud pública.
- Aspectos económicos y sociales.
- Servicios públicos.
- Propiedad y derechos de uso de suelo.
- Recopilación, evaluación y diagnóstico de datos de los sistemas existentes.
- Bases de diseño del proyecto.
- Período de diseño.
- Áreas de servicio.
- Estudios demográficos.
- Demanda futura del servicio de alcantarillado sanitario.
- Demanda futura del servicio de alcantarillado pluvial.
- Comparación entre la oferta y la demanda.
- Estudio del cuerpo receptor.
- Levantamiento de información socioeconómica.
- Estudios topográficos y geológicos
- Planteamiento de alternativas de red de recolección..

Fase II:

- Análisis de viabilidad de la alternativa seleccionada.
- Viabilidad técnica.
- Viabilidad ambiental.
- Viabilidad comunitaria o ciudadana.
- Viabilidad institucional y gestión de servicios.
- Viabilidad económica.

- Viabilidad financiera.
- Estudios y diseños definitivos.

Todos estos parámetros se desarrollan en la presente memoria y en los documentos y capítulos anexos que acompañan al presente informe.

1.5 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar el estudio para la Construcción Del Subsistema De Alcantarillado Separado S5 Y S6 De La Ciudad De Macas, Cantón Morona

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la mejor alternativa de diseño para la construcción de la obra.
- Realizar los estudios y diseños definitivos de las obras que permitan mejorar los sistemas de alcantarillado sanitario, pluvial.
- Elaborar un manual para la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario, pluvial.
- Entregar en medios impresos, digitales los estudios adaptados a la realidad de la zona de influencia del proyecto.

1.6 UBICACIÓN

El área de influencia del proyecto corresponde a los barrios Yambas y Naranjal los mismos que corresponden a los subsistemas S5 y S6 respectivamente del cantón Morona, provincia de Morona Santiago, tiene aproximadamente un área de cobertura de 56.55 ha, con 902 habitantes y 301 viviendas.

Gráfico Nro. 1: Área de Cobertura del Proyecto.



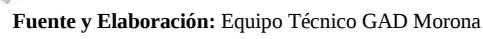


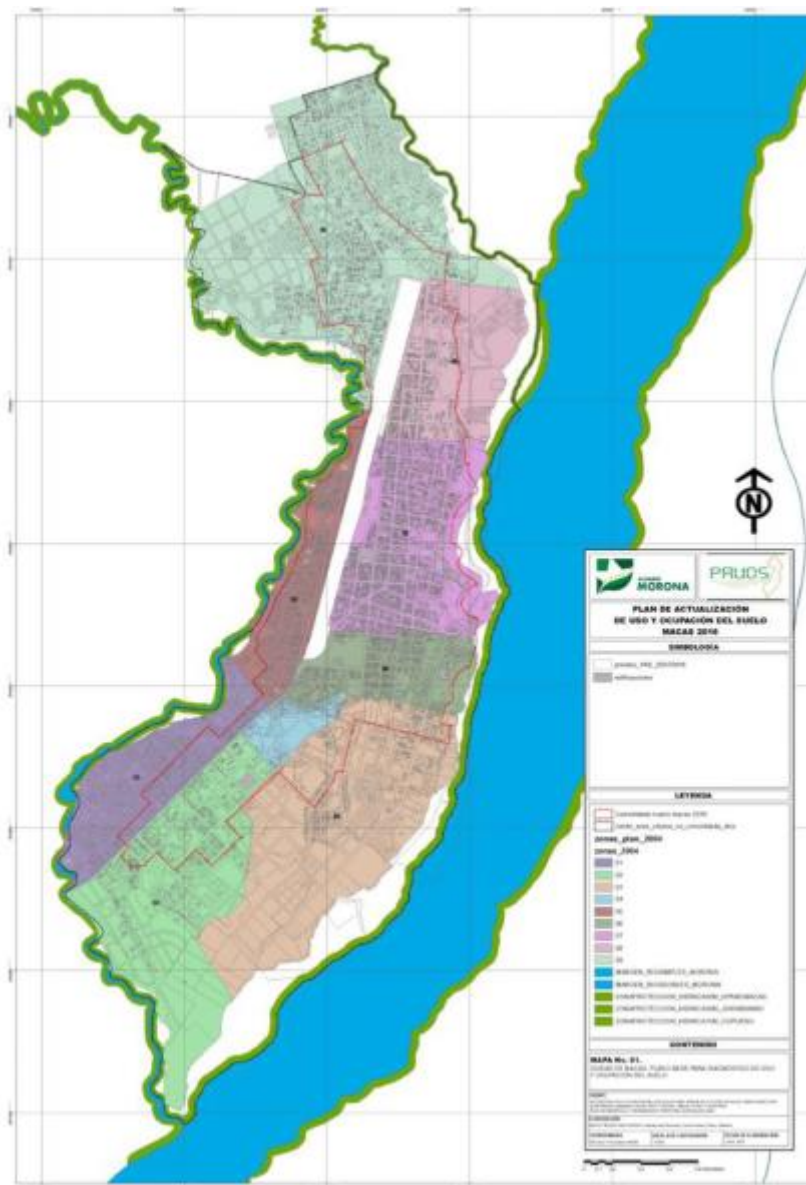
Gráfico Nro. 2: Mapa de uso de suelo en el cantón Morona.



En la cabecera cantonal, Macas está conformando como una zona comercial, con viviendas consolidadas, en específico en los barrios Yambas y Naranjal sobre la zona de estudio. Los terrenos y viviendas poseen escrituras.

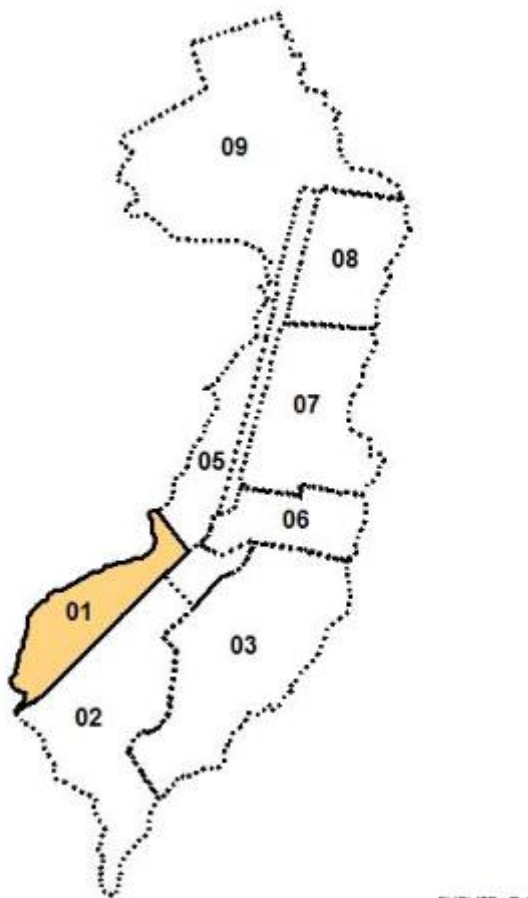
1.6.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Gráfico Nro. 3: Mapa Base de la ciudad de Macas



Fuente: PAUOS Macas 2016
Elaboracion: Equipo Tecnico GAD Morona

Gráfico Nro. 4: Zona de Planificación de la ciudad de Macas



Fuente: PAUOS Macas 2016
Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

La zona de estudio se encuentra en la zona de planificación 1 del plano base de la ciudad de Macas, La Zona 1 es aquella que se encuentra al Sur de la ciudad de Macas, donde predomina el uso de la vivienda, en ella se encuentran las actividades vinculadas al comercio y equipamiento urbano-mayor, tales como el Camal Municipal, sus límites están establecidos de la siguiente manera:

1.6.1.1 Límites de la zona de Estudio

NORTE: Con la Calle Dionicio Velin
SUR: Con la Calle Catalina Rivadeneira
ESTE: Con la Av. 29 de Mayo
OESTE: Con el río Jurumbaino

1.6.2 DIVISIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA

La parroquia Macas, cabecera cantonal del cantón Morona políticamente se encuentra dividido en nueve zonas de planificación según lo indicado en el Gráfico Nro. 4.

La población del presente estudio para la construcción del subsistema de alcantarillado separado S5 y S6 es de 902 habitantes al año presente del estudio.

1.6.3 SUPERFICIE

El proyecto se va a implementar en la cabecera cantonal de Macas, tiene un área aproximada de 56.55 ha. El relieve topográfico representa las formas del terreno en sus tres dimensiones, como si lo viéramos desde arriba. En el cantón Morona se han identificado 5 unidades geomorfológicas (Gráfico Nro. 2), predominando la UG Cordillera con una superficie de 287,357.62 ha. que representan el 61.72 %.

Tabla Nro. 1: Relieve de la zona en estudio.

Nro.	RELIEVE (UG)	DESCRIPCIÓN	ÁREA (ha.)	PORCENTAJE (%)
1	LLANURA	Con abanico aluvial, terrazas.	10,736.86	2.31
2	PIEDEMONTES PERIANDINO	Con chevrones, colinas medianas, vertientes, terrazas.	68,376.43	14.69
3	PIEDEMONTES	Con colinas altas, mesetas, colinas medianas, terrazas, vertientes.	91,007.67	19.55
4	VALLE GLACIAR	Con llanura subglaciar, terrazas, terrazas de crioplanación.	8,092.49	1.74
5	CORDILLERA	Con edificios volcánicos, colinas altas, vertientes, relieves montañosos.	287,357.62	61.72
TOTAL			465,571.07	100.00

Fuente: Relieve - Unidades Geomorfológicas, SENPLADES-Zona 6 del SIN

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona.

1.7 SUPERFICIE ACTUAL DEL ÁREA POBLADA Y SUPERFICIE TOTAL FUTURA CUBIERTA POR EL DISEÑO

El área de influencia del proyecto corresponde a los barrios Yambas y Naranjal, de los subsistemas S5 y S6 de la ciudad de Macas, tiene aproximadamente un área de cobertura de 56.55 ha, con 902 habitantes y 301 viviendas.

Tabla Nro. 2: Área de influencia actual y futura.

Nro.	Año	Área (ha)	Población	Cobertura (%)
1	2022	56.55	902	0
2	2047	56.55	2,139	100

Fuente y elaboración: Equipo Técnico GAD Morona.

1.8 POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Con el censo del año 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en la parroquia Macas, nos indica que en el año 2001 la población era de 14,054 habitantes, y en el año 2010 se incrementó a 19,176 habitantes, con lo que se obtiene un incremento en porcentaje de 36.45% y 3.51 % de Tasa de crecimiento anual (tasa geométrica).

De las encuestas socioeconómicas que se realizaron en la zona de estudio, donde se pudo constatar que hasta el año 2022 su población aproximada es de 902 habitantes, para el año 2047, se proyecta una población de 2,139 habitantes.

1.9 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

1.9.1 ASPECTOS FÍSICOS

HIDROGRAFÍA

Los principales sistemas hídricos que abarcan el cantón Morona pertenecen a 3 cuencas que son:

La cuenca del río Pastaza

Tiene una longitud total de 256 Km cubriendo una superficie de 560,814 ha, corta la Cordillera Real formando una estrecha garganta y al salir a la llanura amazónica drena sus aguas con una dirección NE-SE, marcando a la vez el límite provincial entre Pastaza y Morona Santiago.

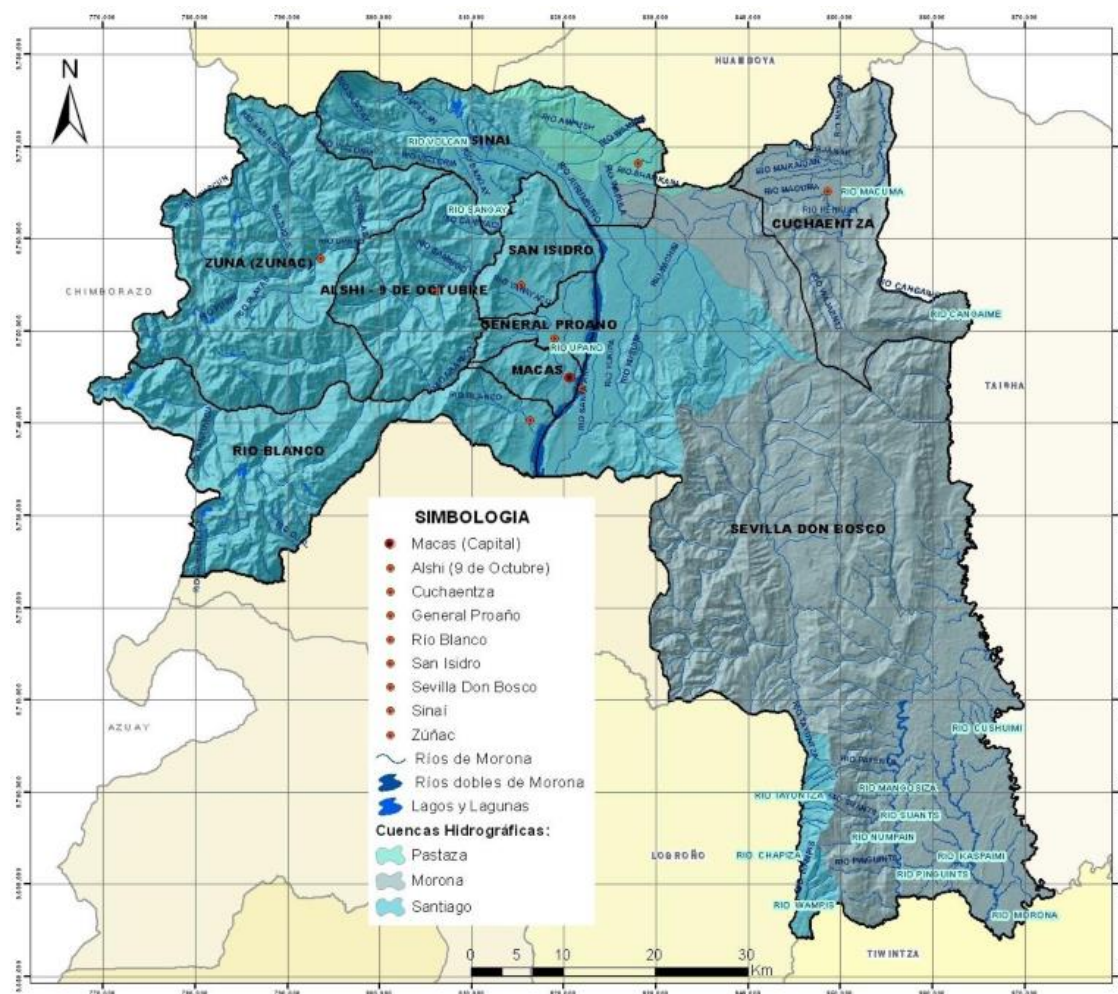
La cuenca del río Morona

Se ubica en la parte centro-oriental de la provincia y drena a los territorios correspondientes de la Cordillera del Cutucú y de la llanura amazónica, recorre una longitud total de 279,924 Km. cubriendo una superficie de 645,335 ha. Está conformada por las subcuencas de los ríos: Mangosiza, Cushuimi-Rakpaimain-Wawani-Wichin, Cangaime, Macuma, Morona-Wichimi-Pumpuentza.

La cuenca del río Santiago

Cubre la mayor parte del cantón con una superficie total de 1,152,808 ha y se forma bajo el aporte principal de los ríos Upano-Namangoza-Paute y Zamora. Esta cuenca hidrográfica está constituida por las subcuencas de los ríos: Yaupi, Upano, Paute-Negro, Namangoza, Zamora, Changos, Drenaje al río Santiago, Bomboiza, Chuchumbleza (margen izquierdo), Machinaza-Quimi. (curso superior río Quimi). El Río Santiago recorre la provincia en una longitud de 58 Km.

Gráfico Nro. 5: Microcuencas existentes del Cantón Morona.



Fuente: PCDOT Morona, 2012

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

1.9.2 MEDIO GEOGRÁFICO

1.9.2.1 Altitud

En el cantón Morona se han identificado alturas que van desde los 150 m.s.n.m. hasta los 5,250 m.s.n.m, predominando la elevación piemontano que va desde los 600 a los 1,300 m.s.n.m. con una superficie de 218,999.02 ha que representan el 47.04 % del territorio cantonal.

Tabla Nro. 3: Elevaciones - Alturas (MDE).

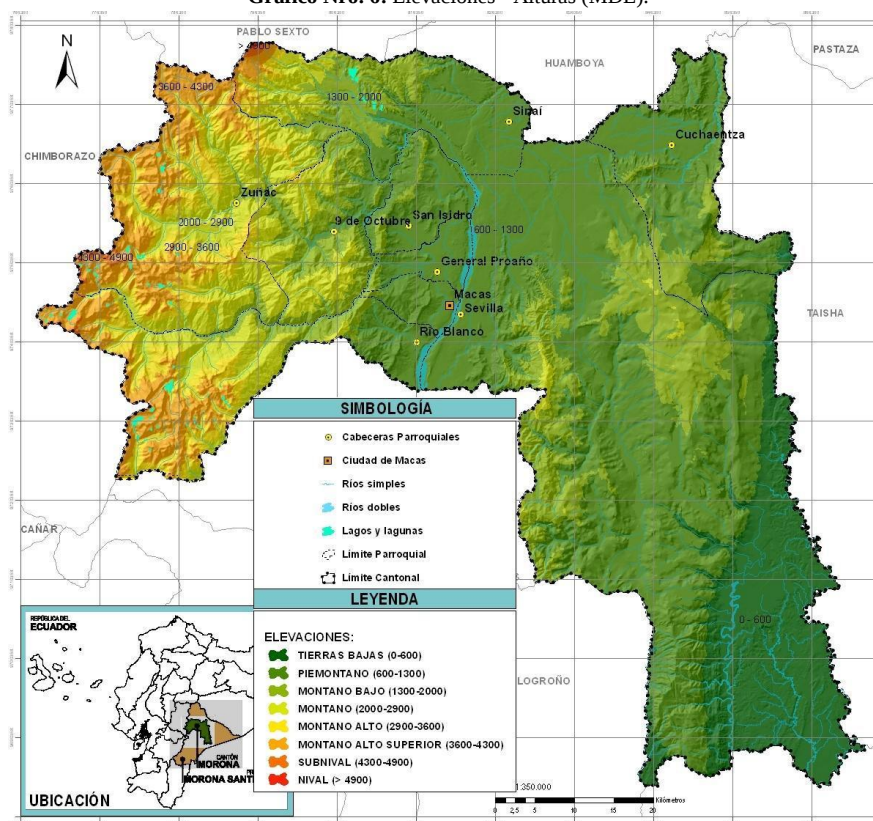
Nro.	RELIEVE (UG)	ALTURA (msnm)	ÁREA (Ha.)	PORCENTAJE (%)
1	TIERRAS BAJAS	0 - 600	58,405.22	12.54
2	PIEMONTANO	600 - 1300	218,999.02	47.04
3	MONTANO BAJO	1,300 – 2,000	73,522.81	15.79
4	MONTANO	2,000 – 2,900	49,541.19	10.64
5	MONTANO ALTO	2,900 – 3,600	28,568.79	6.14

6	MONTANO ALTO SUPERIOR	3,600 – 4,300	35,297.95	7.58
7	SUBNIVAL	4,300 – 4,900	1,187.71	0.26
8	NIVAL	> 4,900	48.41	0.01
TOTAL			465,571.10	100.00

Fuente: Elevaciones - Pisos Bioclimáticos (MDE), SENPLADES-Zona 6 del SIN (2013)

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona .

Gráfico Nro. 6: Elevaciones - Alturas (MDE).



Fuente: Elevaciones - Pisos bioclimáticos (MDE), SENPLADES-Zona 6 del SIN (2013)

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

1.9.2.2 Orografía

La ordillera central de los Andes, sirve de límite con la provincia de Chimborazo. Sus elevaciones de mayor altura son: El volcán Sangay con 5,230 m.s.n.m, el cerro Galgalán con 4,386 m.s.n.m y el cerro Ayapungo con 4,630 m.s.n.m. De las estribaciones de esta cordillera se desprende un ramal denominado cordillera del Yungallí que rodea la parroquia de San Isidro. Frente a la ciudad de Macas se levanta el cerro Quílamo. Al este, la cordillera del Cutucú conocida también como tercera cordillera, de la que se desprenden pequeños ramales que se dirigen a la llanura amazónica. Entre la cordillera del Cutucú y la cordillera Central de los Andes se encuentra el valle del Upano en donde se asienta la ciudad de Macas. Al este de la cordillera del Cutucú se halla la llanura Amazónica.

1.9.3 ASPECTOS AMBIENTALES

El Ministerio del Ambiente mediante los oficios respectivos, ha determinado que el proyecto no intercepta con el Sistema de Áreas Protegidas, Bosques Protectores y Patrimonio Forestal del Estado, además se lo ha definido como categoría B (Moderado Riesgo Ambiental), este tipo de proyectos

requieren de un Estudio de Impacto Ambiental de Nivel Intermedio y un Plan de Manejo Ambiental que contemplen dentro de su contenido los términos de referencia aprobados y los requisitos complementarios que se han solicitado por la entidad reguladora.

Cabe recalcar que ya existe una licencia ambiental de los Subsistemas del 1 al 14, se adjunta la en los Anexos.

1.9.3.1 RECURSOS NATURALES

Según acuerdo ministerial de fecha 26 de julio de 1979, se establece al Parque Nacional Sangay una superficie de 517,765 ha que están inmersas las jurisdicciones territoriales de las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Morona Santiago. La UNESCO declara al Parque Nacional Sangay como patrimonio natural de la humanidad, en el año de 1983.

1.9.3.2 FAUNA

En la fauna según se indica en el PCDOT MORONA, 2012, se indica que la Fauna para la parroquia Macas, nos encontramos con especies domesticas en el ecosistema antropico, a su ve en el ecosistema Bosque de Neblina se encuentra con la fauna de Oso de antejojo, quilico, guatusa. Se debe recalcar que en el área de estudio en su gran mayoría es zona urbana poblada, sin embargo se hace estas consideraciones por la rivera del rio Jurumbaino que el limite Oeste de los subsistemas S5 y S6

1.9.3.3 FLORA

La región Amazónica del Ecuador es espesa, un jardín exuberante con una infinita variedad de musgos, vides, bromelias, helechos, orquídeas, palmas, lirios, y plantas de hojas grandes que absorben gran parte de luz solar.

En la flora según se indica en el PCDOT MORONA, 2012, se indica que la flora para la parroquia Macas, nos encontramos con pastos y cultivos en el ecosistema antropico, a su ve en el ecosistema Bosque de Neblina se encuentra con la flora de palma, guarumbo, cedro, cascarilla, romerillo, nogal. Se debe recalcar que en el área de estudio en su gran mayoría es zona urbana poblada, sin embargo se hace estas consideraciones por la rivera del rio Jurumbaino que el limite Oeste de los subsistemas S5 y S6

1.9.3.4 RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

Los recursos no renovables son insumos naturales que no puede ser generados, cultivados o producidos, se utilizan en cantidades estableces o son agotadas mucho más rápido de lo que la naturaleza puede recrearlos.

1.9.3.5 RECURSOS MINERALES, PÉTREOS Y COMBUSTIBLES FÓSILES

El Consorcio de Municipios Amazónicos y Galápagos (COMAGA) en el año 2007, informó que en el cantón Morona existen 13 minerales con 32 yacimientos, que se encuentran ubicados en el área protegida del Parque Nacional Sangay, y los bosques protectores del Abanico y Cutucú-Shaimi.

Tabla Nro. 4: Recursos minerales

RECURSOS MINERALES			YACIMIENTOS	
Nro.	SÍMBOLO	MINERAL	Nro.	MINERAL
1	Sb	Antimonio	1	Antimonio
2	As	Arsénico	2	Arsénico
3	Cu-Py	Cobre-Pirita	3	Arsénico
4	Cu	Cobre	4	Cobre-Pirita
5	Cu-Pb-Zn	Cobre-Plomo-Zinc	5	Cobre
			6	Cobre
			7	Cobre-Plomo-Zinc
			8	Cobre-Plomo-Zinc
6	Cr	Cromo	9	Cobre-Plomo-Zinc
7	Fe	Hierro	10	Cobre-Plomo-Zinc
			11	Cromo
			12	Hierro
			13	Hierro
8	Mo	Molibdeno	14	Hierro
9	Mo-W-As	Molibdeno-Tungsteno-Arsénico	15	Hierro
10	Au	Oro	16	Molibdeno
			17	Molibdeno-Tungsteno-Arsénico
			18	Oro
			19	Oro
			20	Oro
			21	Oro
			22	Oro
			23	Oro
11	Au-Fe-Pb	Oro-Hierro-Plomo	24	Oro
12	Au-Ag-Pt-Cu	Oro-Plata-Platino-Cobre	25	Oro
13	Py	Pirita	26	Oro-Hierro-Plomo
			27	Oro-Plata-Platino-Cobre
			28	Pirita
			29	Pirita
			30	Pirita
			31	Pirita
			32	Pirita

Fuente: Inventario de Recursos Naturales No Renovables, COMAGA, 2007

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

Los recursos naturales no metálicos destacan 6 pétreos con 16 yacimientos de carbón, caolín, talco, arena-grava, yeso y arcilla; y la explotación de pétreos (arena, grava, piedra) a lo largo de las playas del río Upano.

1.9.3.6 CLIMA

La ciudad de Macas, presenta 4 climas: húmedo subtropical, muy húmedo subtropical, húmedo tropical, lluvioso temperado, el rango promedio de temperatura oscila 18 a 28 °C.

1.9.3.7 PRECIPITACIÓN

La precipitación es considerada como la cantidad de agua en milímetros que cae sobre la superficie terrestre, equivale al espesor de la lámina de agua que se forma, a causa de la precipitación, sobre una superficie plana e impermeable de un metro cuadrado, el rango promedio anual de precipitación es de 2,545 mm.

Tabla Nro. 7: Tipos de clima

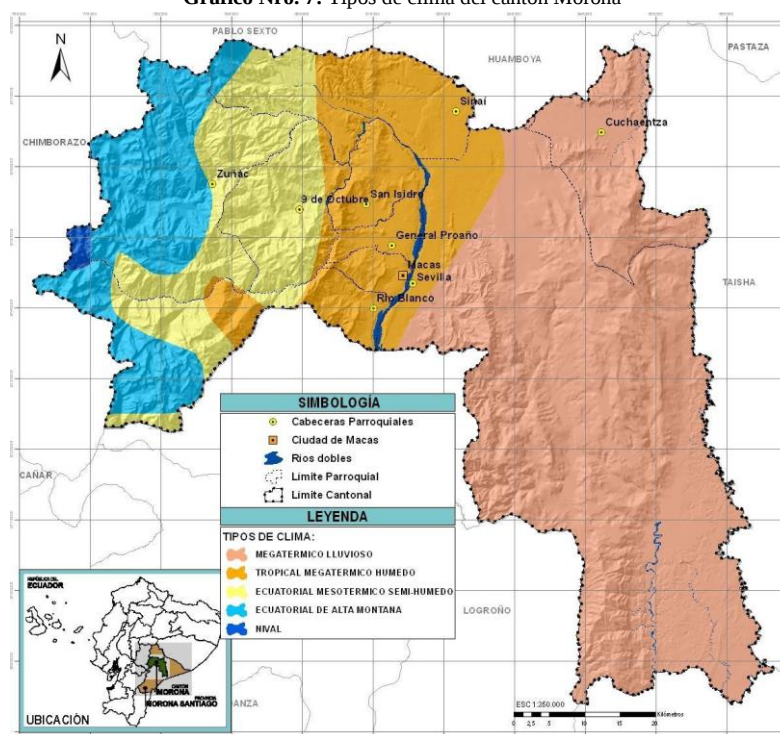
CÓDIGO	TIPO DE CLIMA	RANGO TEMPERATURA (° C)	RANGO PRECIPITACIÓN (mm)	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE (%)
Af	MEGATÉRMICO LLUVIOSO	20-28	2,000-4,000	246,546.59	52.96
Aw	TROPICAL MEGATÉRMICO HÚMEDO	14-24	1,750-4,000	87,923.74	18.89
Ch	ECUATORIAL MESOTÉRMICO SEMI-HÚMEDO	6-18	1,250-4,000	70,817.40	15.21
Pf	ECUATORIAL DE LATA MONTAÑA	4-12	750-3,000	58,251.17	12.51
N	NIVAL	2-8	750-1,250	2,032.18	0.44
TOTAL				465,571.08	100.00

Fuente: Tipos de clima - MAGAP, 2002

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

En la parroquia Macas se ha identificado que el clima predominante es el tropical megatermico humedo.

Gráfico Nro. 7: Tipos de clima del cantón Morona



Fuente: Elevaciones - Pisos bioclimáticos (MDE), SENPLADES-Zona 6 del SIN (2013)

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

1.9.4 ASPECTO SOCIO - ECONÓMICOS

Este mecanismo analiza cuál es la calidad y cobertura de los servicios sociales, vinculados con: educación, salud, inclusión económica, seguridad, entre otros.

1.9.4.1 EDUCACIÓN

Educación Básica

En el último censo de población y vivienda se identificó el tipo de establecimiento de educación regular al que asiste la población, para el grupo de 5 años de edad, al cual corresponde el primer año de educación básica se obtiene una cobertura en Macas del 94.61%.

Tabla Nro. 8: Educación, cobertura a población de 5 años, por parroquia

PARROQUIA	ESTABLECIMIENTO DE ENSEÑANZA REGULAR				TOTAL	POBLACIÓN 5 AÑOS	% COBERTURA
	FISCAL	PARTICULAR	FISCOMISIONAL	MUNICIPAL			
ALSHI (9 DE OCTUBRE)	4	0	0	0	4	4	100.00
CUCHAENTZA	55	0	3	1	59	64	92.19
GENERAL PROAÑO	47	6	24	0	77	82	93.90
MACAS	197	49	139	1	386	408	94.61
RÍO BLANCO	51	2	9	0	62	65	95.38
SAN ISIDRO	7	0	6	0	13	13	100.00
SEVILLA DON BOSCO	324	4	73	2	403	450	89.56
SINAI	19	1	2	0	22	23	95.65
ZUÑAC	2	0	0	0	2	2	100.00
TOTAL	706	62	256	4	1,028	1,111	95.70

Fuente: INEC, censo de población y vivienda, 2010

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

Bachillerato

El grupo estudiantil entre 15 y 17 años del bachillerato, tiene una cobertura cantonal que desciende al 85.74%; es decir, que el 14.26 % de adolescentes, están excluidos del bachillerato. La media nacional es de 75.53 %. En Macas tiene la cobertura más alta a la media nacional.

Tabla Nro. 9: Educación, cobertura a población de 15 a 17 años, por parroquia

PARROQUIA	ESTABLECIMIENTO DE ENSEÑANZA REGULAR				TOTAL	POBLACIÓN 15 AÑOS	% COBERTURA
	FISCAL	PARTICULAR	FISCOMISIONAL	MUNICIPAL			
ALSHI (9 DE OCTUBRE)	5	1	7	2	15	20	75.00
CUCHAENTZA	60	6	20	1	87	120	72.50
GENERAL PROAÑO	70	9	56	0	135	188	71.81
MACAS	435	164	530	7	1,136	1,325	85.74
RÍO BLANCO	59	8	51	0	118	144	81.94
SAN ISIDRO	37	4	10	0	51	67	76.12
SEVILLA DON BOSCO	348	32	291	1	672	953	70.51
SINAI	32	0	16	0	48	64	75.00
ZUÑAC	3	3	9	0	15	20	75.00
TOTAL	1,049	227	990	11	2,277	2,901	75.96

Fuente: INEC, censo de población y vivienda, 2010

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

Educación Superior

La mayor parte de profesionales con tercer nivel en la parroquia Macas, corresponden a la carrera de ciencias de la educación, tecnólogos en las ciencias agropecuarias y agroindustrial, se evidencia que es su mayoría son de sexo masculino.

Tabla Nro. 10: Título superior o postgrado

Título superior o postgrado	Hombres	Mujeres
Maestros de enseñanza primaria	20	13.41
Licenciados en ciencias de la educación (administración educativa)	14.38	8.54
Licenciados en ciencias de la educación (ciencias sociales)	10.	6.10
Técnicos, tecnólogos y licenciados no clasificados bajo otros epígrafes	8.13	7.32
Técnicos y tecnólogos en agropecuaria y agroindustrial	8.13	3.66
Ingenieros no clasificados bajo otros epígrafes	0.63	7.32
Profesores de enseñanza secundaria	1.25	2.44
Contables	1.88	1.22
Técnicos y tecnólogos en sistemas	1.88	1.22
Veterinarios	1.88	0.00
Ph-magister-masterado (sin especificación)	1.25	1.22
Agrónomos y afines	1.25	0.00
Licenciados en ciencias de la educación (ciencias naturales y exactas)	1.25	0.00
Licenciados en ciencias de la educación (salud, psicología y afines)	0.63	1.22
Técnicos y tecnólogos en educación	1.25	0.00
Licenciados en políticas y servicios de personal y afines	1.25	0.00
Químicos	0.00	1.22
Ingenieros industriales y de producción	0.00	1.22
Ingenieros civiles	0.63	0.00
Ingenieros medio ambientales	0.00	1.22
Ingenieros electrónicos	0.63	0.00
Licenciados de enfermería	0.00	1.22
Licenciados en ciencias de la educación (artes y afines)	0.00	1.22
Otros licenciados en ciencias de la educación	0.63	0.00
Técnicos y tecnólogos contables	0.63	0.00
Licenciados contables	0.63	0.00
Técnicos y tecnólogos en administración, gerencia y liderazgo	0.00	1.22
Técnicos y tecnólogos de la publicidad y la comercialización	0.63	0.00
Técnicos y tecnólogos en informática y computación	0.00	1.22
Secretarios administrativos y ejecutivos	0.00	1.22
Licenciados en economía	0.63	0.00
Licenciados en psicología	0.00	1.22
Diplomado (sin especificación)	0.00	1.22
Se ignora	20.63	34.15
Total	100	100

Fuente: INEC, censo de población y vivienda, 2010

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

1.9.4.2 VIVIENDA

En el cantón Morona existe un total de 9,638 viviendas, distribuidas en las 9 parroquias Macas, Sevilla Don Bosco, General Proaño, Río Blanco, Cuchaentza, San Isidro, Sinaí, Alshi 9 de Octubre y Zúñac.

Tabla Nro. 11: Número de viviendas y hogares según parroquias

PARROQUIA	VIVIENDAS		HOGARES	
	Nro.	%	Nro.	%
MACAS	4,999	51.87	5,124	52.31

SEVILLA DON BOSCO	2,617	27.15	2,629	26.84
GENERAL PROAÑO	635	6.59	643	6.56
RÍO BLANCO	480	4.98	481	4.91
CUCHAENTZA	361	3.75	361	3.69
SAN ISIDRO	203	2.11	205	2.09
SINAI	188	1.95	189	1.93
ALSHI	102	1.06	109	1.11
ZÚÑAC	53	0.55	54	0.55
TOTAL	9,638	100.00	9,795	100.00

Fuente: INEC, censo de población y vivienda, 2010

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

La parroquia de Macas cuenta con 4,999 viviendas, que es equivalente al 51,87%. La zona de estudio corresponde a 301 viviendas.

1.9.4.3 VÍAS DE ACCESO Y COMUNICACIÓN.

El sistema vial de Macas, establece que las principales irregularidades en el funcionamiento de la infraestructura vial, se deben principalmente a las características geométricas de las vías (falta de jerarquización de las diferentes vías según necesidades), y las condiciones físicas que actualmente padecen, en contraste con las ideas de desarrollo que se orientan para el futuro de la ciudad tanto de los habitantes como del equipo planificador y la institución municipal.

El proceso de crecimiento, urbanización que se ha dado de manera polarizada en los sectores Norte y Sur ha motivado la apertura de una serie de vías y caminos, a las mismas que se les deberá dar las secciones de calzada óptima, un diseño apropiado para cada sector o tramo dependiendo de las características del lugar, como también un mayor mantenimiento de esta infraestructura.

La falta de homogeneidad en la cobertura de la red vial sobre el suelo urbano es otro aspecto que caracteriza al conjunto de vías de los sectores no céntricos de la ciudad, que demandan accesibilidad al predio urbano.

Vías expresas.- Son vías que permiten o sirven para largos trayectos a velocidades máximas, permiten la salida y el ingreso a la ciudad. Estas vías se caracterizan por tener intersecciones a grandes distancias (400-600m) y con velocidades comprendidas entre 60-80 km/h. La normativa ecuatoriana permite hasta 90 km/h.

Por lo expuesto, este sistema de vías constituye el nexo entre el resto del sistema urbano con las vías interurbanas. Adicionalmente, estas vías tienen por función unir zonas de la ciudad entre sí.

En esta categoría tenemos la Vía 29 de Mayo que permite velocidades de 80 km/h y soporta un flujo vehicular relativo a los 3000 vehículos por día, la Av. 13 de abril que da acceso a la ciudad desde la parroquia Proaño, que en un futuro será la vía que conecte Macas con Guamote y La vía al Puyo que corresponden a carreteras de TIPO I o TIPO II según las categorías establecidas por el MOP. Son vías interprovincial que posee características geométricas aceptables para esta función.

Vías arteriales.- Son vías que tienen por objeto comunicar a las distintas zonas de la ciudad a una velocidad comprendida entre 40-50 km/h. Tienen intersecciones comprendidas entre 200 y 300 m de distancia de tramo. Generalmente constituyen calles o avenidas que sirven para trayectos relativamente largos. Al igual que para las vías expresas, el acceso vehicular directo de estas vías a los predios adyacentes está prohibido.

Vías colectoras.- Son aquellas que tienen por función conectar vías arteriales entre sí, absorber el tráfico de las vías locales y englobar áreas o zonas de uso definido. Las velocidades permitidas para estas vías están entre 30 y 40 km/h., y las longitudes de tramo entre 100 y 200m.

En esta categoría encontramos a las siguientes vías: 12 de febrero, Av. Luís Felipe Jaramillo, 24 de mayo, Amazonas, Soasti, Cáp. José Villanueva Maldonado, Juan de la Cruz, Don Bosco, Riobamba, Luisa Jaramillo, Av. la Ciudad, entre otras.

Vías locales vehiculares.- Tienen por función primordial dar acceso vehicular a los predios adyacentes, función que en el caso de las vías colectoras es complementaria. La longitud de tramo para estas vías está entre 60 y 100m, y las velocidades entre 20 y 30 km/h, en esta clasificación encontramos a la mayoría de vías de la ciudad.

Vías locales peatonales.- Tienen por función primordial es el tránsito peatonal y además da acceso peatonal a los predios adyacentes. No debe permitir el tránsito de vehículos y estacionamientos, excepto en caso de emergencia.

En esta categoría encontramos las siguientes vías peatonales: Soasti, Los Canelos, General Proaño, La Guayusa, La Randimpa.

Es preciso aclarar que, en la ciudad de Macas, debido a la escala urbana, no existen vías arteriales. No obstante, se ha podido identificar categorías similares por sus funciones y orden de importancia, constituyendo la principal determinación para las intervenciones futuras en el diseño de la ciudad.

1.10 SERVICIOS BÁSICOS

El análisis de la situación actual de la parroquia Macas en cuanto al acceso de los servicios básicos es fundamental para determinar los posibles déficits en la cobertura y las ampliaciones futuras en función del crecimiento poblacional.

1.10.1 TELEFONÍA

El servicio telefónico lo proporciona la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), la cobertura en ciudad es de 31,62%. En el cantón Morona existen 3 operadoras de telefonía móvil: Claro, Movistar y CNT. Las empresas mencionadas han planificado programas de incremento de cobertura que se implementarán en el corto plazo.

1.10.2 SALUD

Tasa de mortalidad

Según el último Censo de Población y Vivienda, la parroquia Macas presenta 15.12 muertes por cada mil niños y niñas menores de un año, valor muy superior a la tasa de mortalidad infantil del país la cual es 9.75 por mil.

Tabla Nro. 12: Mortalidad infantil

PARROQUIAS	NACIDOS ÚLTIMO AÑO	FALLECIDOS MENORES DE UN AÑO	MORTALIDAD INFANTIL POR MIL NACIDOS VIVOS
ALSHI (9 DE OCTUBRE)	7	0	0.00
CUCHAENTZA	50	1	20.00

GENERAL PROAÑO	65	1	15.38
MACAS	463	7	15.12
RÍO BLANCO	43	1	23.26
SAN ISIDRO	20	0	0.00
SEVILLA DON BOSCO	415	7	16.87
SINAI	13	0	0.00
ZUÑAC	5	0	0.00
TOTAL	1,081	17	10.07

Fuente: INEC, censo de población y vivienda, 2010

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

1.10.2.1 Cobertura de Salud

En el Cantón Morona existen 22 establecimientos públicos y 2 clínicas que ofertan servicios de salud, sin contar con los consultorios médicos y odontológicos privados. La mayoría de estos servicios se ubican en la cabecera cantonal, Macas, en la ciudad se encuentran: el Hospital General, con capacidad de 70 camas, el Hospital del IESS, con capacidad de 22 camas, la clínica privada Santa Lucía con capacidad de 5 camas, 2 centros de salud urbanos, 1 subcentro de salud urbano, 1 subcentro de la Policía Nacional, un dispensario de la Cruz Roja, un dispensario Municipal y un dispensario del Consejo Provincial.

Tabla Nro. 13: Servicios de salud en Morona

Nro.	NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	INSTITUCIÓN	TIPO	Nro. CAMAS	PARROQUIA	LOCALIDAD
1	MACAS	MSP	H. GENERAL	70	MACAS	MACAS
2	UNIDAD MÓVIL TERRESTRE	MSP	UMSE	1	MACAS	MACAS
3	27 DE FEBRERO	MSP	SCU	1	MACAS	MACAS
4	LUXEMBURGO	MSP	CS	1	MACAS	MACAS
5	INNFA (LA LOMA)	MSP	CS 24 HORAS	1	MACAS	MACAS
6	COMANDO PROVINCIAL DE POLICÍA Nro. 17	MG (POLICÍA)	SCS	1	MACAS	MACAS
7	CRUZ ROJA	CRUZ ROJA	DISPENSARIO	1	MACAS	MACAS
8	HOSPITAL DEL IESS MACAS	IESS	H 24 HORAS	22	MACAS	MACAS
9	PATRONATO DE ACCIÓN SOCIAL MUNICIPAL	GAD MUNICIPAL	DISPENSARIO	1	MACAS	MACAS
10	PATRONATO DE SERVICIO SOCIAL MORONA SANTIAGO	GAD PROVINCIAL	DISPENSARIO	1	MACAS	MACAS
11	SANTA FE	PRIVADO	CLÍNICA	10	MACAS	MACAS
12	SANTA LUCÍA	PRIVADO	CLÍNICA	5	MACAS	MACAS
13	SAN ISIDRO	SEGURO SOCIAL CAMPESINO	DISPENSARIO		SAN ISIDRO	SAN ISIDRO
14	RÍO BLANCO	MSP	PS		RÍO BLANCO	RÍO BLANCO
15	NUEVE DE OCTUBRE	MSP	PS		ALSHI	9 DE OCTUBRE
16	SEVILLA DON BOSCO	MSP	SCR		SEVILLA DON BOSCO	SEVILLA DON BOSCO
17	SEVILLA DON BOSCO	IESS	DISPENSARIO		SEVILLA DON BOSCO	SEVILLA DON BOSCO
18	SANTA ROSA	MSP	SCR		SEVILLA DON BOSCO	SANTA ROSA
19	SAN LUIS DE IÑINKIS	MSP	PS		SEVILLA DON BOSCO	SAN LUIS DE IÑINKIS
20	KUSUIMI	MSP	PS		SEVILLA DON BOSCO	KUSUIMI

21	MAZAL (MANKUNSAS)	MSP	SCR		SEVILLA DON BOSCO	MAZAL
22	SINAI	MSP	SCR		SINAI	SINAI
23	EBENEZER	MSP	SCR		CUCHAENTZA	EBENEZER
24	CUCHAENTZA	MSP	PS		CUCHAENTZA	CUCHAENTZA

Fuente: Información 2010 de la Dirección Provincial de Salud

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

1.10.3 ENERGÍA ELÉCTRICA

En función al Censo de Población y Vivienda 2010, se tiene que en Macas es la segunda parroquia con mayor porcentaje del servicio de energía eléctrica, ya que posee el 98.60 % de cobertura.

Tabla Nro. 14: Dotación de energía eléctrica mediante red de empresa eléctrica de servicio público, por parroquias

PARROQUIAS	RED DE EMPRESA ELÉCTRICA DE SERVICIO PÚBLICO	%	OTRA FORMA DE PROCEDENCIA DE LUZ ELÉCTRICA	%	TOTAL
ALSHI (9 DE OCTUBRE)	98	96.08	4.00	3.92	102
CUCHAENTZA	232	64.27	129.00	35.73	361
GENERAL PROAÑO	540	85.04	95.00	14.96	635
MACAS	4,929	98.60	70.00	1.40	4,999
RÍO BLANCO	395	82.29	85.00	17.71	480
SAN ISIDRO	171	84.24	32.00	15.76	203
SEVILLA DON BOSCO	1,737	66.37	880.00	33.63	2,617
SINAI	172	91.49	16.00	8.51	188
ZUÑAC	53	100.00	0.00	0.00	53
TOTAL	8,327	85.38	1,311	14.62	9,638

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010.

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

1.10.4 AGUA POTABLE

Teniendo como fuente el censo de población y vivienda INEC 2010, la principal forma de abastecimiento de agua de las viviendas del cantón Morona, se realiza de las siguientes formas:

- Red pública
- De pozo
- De río, vertiente, acequia o canal.
- De carro repartidor
- De agua lluvia o albarrada

La parroquia Macas cuenta con una cobertura de agua para consumo humano del 97.70 %, mediante red pública.

Tabla Nro. 15: Cobertura de dotación de agua para consumo mediante red pública por parroquias

PARROQUIAS	DE RED PÚBLICA	%	DE OTRAS FORMAS	%	TOTAL
ALSHI (9 DE OCTUBRE)	73	71.57	29.00	28.43	102
CUCHAENTZA	173	47.92	188.00	52.08	361
GENERAL PROAÑO	474	74.65	161.00	25.35	635
MACAS	4,884	97.70	115.00	2.60	4,999
RÍO BLANCO	274	57.08	206.00	42.92	480
SAN ISIDRO	164	80.79	39.00	19.21	203
SEVILLA DON BOSCO	1,018	38.90	1,599.00	61.10	2,617
SINAI	150	79.79	38.00	20.21	188

ZUÑAC	25	47.17	28.00	52.83	53
TOTAL	7,235	75.07	2,403	24.93	9,638

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010.

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

Basados en los datos realizados a la población mediante las encuestas tenemos que en los barrios correspondientes al subsistema S5 y S6 la cobertura del sistema de agua potable que en la actualidad es administrado por el municipio del cantón Morona; el 100 % de la población se conecta a la red pública de agua potable y tiene un control de consumo a través de un medidor.

Hay que tener presente que el municipio del Cantón Morona, a través de su Departamento de Agua Potable y Alcantarillado, ejerce un papel crucial como prestador de servicios de agua potable en el Cantón. Actualmente la Ordenanza para la Administración y Regulación del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado, establece una estructura tarifaria que regula las tasas de servicio de acuerdo a los parámetros y necesidades del. Esta estructura tarifaria, reflejada en la siguiente tabla correspondiente, permite la fijación de tarifas que consideran diversos factores del consumo de agua:

CATEGORIA	RANGOS DE CONSUMO	CARGO FIJO	CARGO VARIABLE x mt3	CARGO FIJO RESIDUOS SOLIDOS
RESIDENCIAL	0-10	1,50		2,50
	>10-35	1,50	0,18	3,50
	>35-50	1,50	0,21	4,50
	>50- EN ADELANTE	1,50	0,24	5,50
COMERCIAL	0-10	1,50		2,50
	>10-35	1,50	0,18	3,50
	>35-50	1,50	0,21	4,50
	>50- EN ADELANTE	1,50	0,24	5,50
ESPECIAL	De 0 en adelante	0,75	0,10	2,25
INDUSTRIAL	De 0 en adelante	4,00	0,24	7,50
OFICIAL	De 0 en adelante	4,00	0,24	3,25

El costo de producción del agua potable que sé que produce en las 2 plantas tanto de San Isidro como de Jimbitono se sitúa en 35 centavos por metro cúbico. Este dato es esencial para determinar la viabilidad y sostenibilidad del servicio. Además, el índice de recaudación, que alcanza un 74%, ofrece una evaluación clave en cuanto a la gestión de ingresos. Este índice no solo refleja la efectividad en el proceso de facturación, sino también la eficiencia en la recaudación por parte del prestador de servicios, lo que contribuye a la continuidad y calidad del suministro de agua potable en Macas.

Actualmente, el municipio del Cantón Morona se encuentra trabajando para realizar la actualización del pliego Tarifario.

1.10.5 ALCANTARILLADO

Las formas de eliminación de excretas en el cantón actualmente son las siguientes:

- Conectado a red pública de alcantarillado
- Conectado a pozo séptico
- Conectado a pozo ciego
- Con descarga directa al mar, río, lago o quebrada
- Letrina
- No tiene

El municipio del Cantón Morona, a través de su Departamento de Agua Potable y Alcantarillado, desempeña un papel fundamental como prestador de servicios públicos en el Cantón. En este contexto, se ha realizado un estudio que ha permitido determinar que el área de cobertura del sistema de alcantarillado de la ciudad de Macas abarca aproximadamente el 61 % de la población atendida. Estos datos se sustentan y respaldan con base en la información contenida en la hoja de cálculo titulada "Indicadores de Prestador de Servicio", la cual se encuentra adjunta en este estudio. Este valor del 61 % refleja el alcance de la infraestructura de alcantarillado y es fundamental para evaluar el impacto y la calidad de los servicios brindados a la comunidad, así como para planificar futuras expansiones y mejoras en la cobertura de alcantarillado en el Cantón Morona.

1.10.6 RECOLECCIÓN DE BASURA

Considerando los parámetros del Censo INEC, se tienen varias formas de eliminación de basura, a saber:

- Por carro recolector
- La arrojan en terreno baldío o quebrada
- La queman
- La entierran
- La arrojan al río, acequia o canal
- Otra forma

La zona de estudio cuenta con el 100% de servicio de recolección de basura.

2. ANÁLISIS (DIAGNÓSTICO O EVALUACIÓN) DE SISTEMAS EXISTENTES. ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD, FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS

El municipio del Cantón Morona, específicamente en la ciudad de Macas, ha llevado a cabo un proceso de planificación integral para el diseño y construcción de un sistema de alcantarillado es decir se diseñaron los Planes Maestros de Alcantarillado para esta ciudad.

En base a los planes maestros, el sistema se ha dividido en zonas llamadas "subsistemas" con el propósito de facilitar la construcción por etapas y optimizar la eficiencia del tratamiento de aguas residuales. La división de la ciudad en subsistemas se basó principalmente en las características topográficas de la zona.

En total, se han identificado 14 subsistemas que comprenden áreas específicas de la ciudad. Para el tratamiento de las aguas residuales generadas en estos subsistemas, se construyó una planta de tratamiento de agua residual. Esta planta está compuesta por lagunas facultativas y de maduración, que son componentes clave para purificar y descontaminar las aguas residuales antes de su vertido seguro al medio ambiente.

Sin embargo, debido a las particularidades topográficas de la zona, los subsistemas 11 y 14 no pueden conectarse directamente a esta planta de tratamiento central. Por lo tanto, se ha diseñado unidades de tratamiento individuales, es decir, plantas de tratamiento de menor escala para estos dos subsistemas. Estas plantas de tratamiento más pequeñas están diseñadas para abordar específicamente las necesidades de purificación de las aguas residuales en las áreas donde se encuentran los subsistemas

12 y 14, en el ANEXO 12 MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, se da a conocer parámetros para realizar la operación correcta de estas unidades individuales de tratamiento así como para que se realice el mantenimiento correspondiente.

Hay que tener en cuenta, que los Subsistemas de Alcantarillado Sanitario S5 y S6, tiene como finalidad conectares al Interceptor 1ª, el mismo que transportará las Aguas Sanitarias hacia la planta de tratamiento que cuenta actualmente la ciudad de Macas.

2.1 JUSTIFICACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PUVIAL Y PLANTA DE TRATAMIENTO

El **SUBSISTEMA S5** hace referencia al Barrio Yambas y parte del Barrio 27 de Febrero, el cual cuenta con pozos sépticos hecho por los habitantes que residen en los mismos; por lo tanto, dentro de los trabajos que se pretende realizar es la colocación de tuberías de alcantarillado separado para la descarga Pluvial hacia el rio Jurumbaino y la descarga Sanitaria hacia el interceptor IA, para posteriormente ser tratado en las plantas de tratamiento

Cabe destacar que en esta área se ubica Unidad educativas, Coliseo, Multicanchas, Mini market, abarrotes, talleres automotrices, Asistencia Veterinaria y viviendas habitadas en todas las vías principales y secundarias.

El **SUBSISTEMA S66** comprende el Barrio Naranjal el cual actualmente posee pozos sépticos para las viviendas realizado por los residentes y ciertos tramos de alcantarillado existente de construcciones de los años 90.

Estado de Sistema Actual de Pozos Sépticos

La zona del Vergel y Naranjal, actualmente, enfrenta un desafío importante en cuanto a la gestión de aguas residuales. En la actualidad, esta área no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, lo que significa que las viviendas y negocios dependen en gran medida de los pozos sépticos para el tratamiento de sus aguas residuales. Sin embargo, debido al uso prolongado y a la falta de mantenimiento adecuado, muchos de estos pozos sépticos se encuentran en un estado de deterioro avanzado.

Los deterioros se ha podido identificar y están afectando a los pozos sépticos son los siguientes:

Colapso estructural: Con el tiempo, la estructura del pozo séptico se han debilitado debido a la corrosión, la erosión o la falta de mantenimiento. Esto dio como resultado grietas, fisuras e incluso se puede producir el colapso total de las paredes del pozo.

Acumulación de lodo y sólidos: Los pozo séptico no se están bombeando y limpiando regularmente, la acumulación de lodo y sólidos está cobertura produciendo la obstrucción de las tuberías reduciendo la capacidad de tratamiento del sistema. Esto está provocando llevar a un funcionamiento deficiente y a problemas de respaldo en las instalaciones.

Infiltración de raíces: Las raíces de los árboles y arbustos cercanos se están infiltrado en las juntas y grietas de los pozos sépticos, causando obstrucciones y daños en las tuberías y la estructura.

Filtración de aguas residuales: Las fugas en las tuberías de entrada y salida de los pozos sépticos están permitiendo que las aguas residuales no tratadas se filtren al suelo circundante, contaminando las aguas subterráneas y el entorno.

Los problemas causados por el deterioro de los pozos sépticos incluyen:

Contaminación del suelo y aguas subterráneas: Los pozos sépticos en mal estado pueden liberar aguas residuales contaminadas con patógenos y sustancias químicas al suelo, lo que representa un riesgo para la calidad del agua subterránea y la salud pública.

Riesgos para la salud: Las fugas de aguas residuales y el mal funcionamiento de los pozos sépticos pueden dar lugar a la proliferación de enfermedades transmitidas por el agua y al aumento de la exposición a contaminantes.

Daño ambiental: La contaminación del suelo y las aguas subterráneas puede afectar a los ecosistemas locales y a la vida silvestre, alterando el equilibrio natural.

Necesidad de reparaciones costosas: La rehabilitación o el reemplazo de pozos sépticos en mal estado puede ser costoso y suponer una carga financiera para los propietarios.

La falta de un sistema de alcantarillado sanitario y el deterioro de los pozos sépticos son problemas significativos que deben abordarse de manera urgente. Un proyecto de alcantarillado sanitario como el que se está proponiendo en este estudio podría ser una solución efectiva para garantizar una gestión adecuada de las aguas residuales y prevenir problemas de salud pública y ambiental en la zona de los Barrios Vergel y Naranjal, de la Ciudad de Macas.

Descripción de las redes y las áreas de servicio

El área contribuyente se encuentra plenamente definida, por lo que no se considera futuras ampliaciones que influyan en el comportamiento hidráulico de la red existente.

Conclusiones y recomendaciones

En general las condiciones de operación del sistema garantizan en un amplio margen las demandas exigidas, sin embargo, es menester controlar las interconexiones de las aguas de lluvia, que pueden afectar la capacidad real de las tuberías instaladas.

Se recomienda que en sectores que evidencian características de consolidación importantes, y/o sistemas nuevos prever la recolección de aguas pluviales mediante un sistema de tipo separado.

Los tramos que presentan cierto nivel de desgaste deberán ser de intervención inmediata, debido a los graves problemas que atrae el colapso de estos: infiltración y contaminación de los terrenos adyacentes, hundimientos, etc.

La construcción del Sistema de Alcantarillado Separado S5 y S6 representa un hito significativo en el Cantón Morona. Con este proyecto, se garantiza un impacto positivo para el 100% de los habitantes que residen en el área de cobertura, lo que mejora sustancialmente su calidad de vida al proporcionar acceso al sistema de alcantarillado. Además, se destaca el compromiso de dotar de alcantarillado a predios que, aunque aún no están habitados, se benefician de esta infraestructura fundamental para

el futuro desarrollo sostenible de la comunidad, demostrando una visión a largo plazo en la gestión de servicios públicos.

2.2 ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos: convencionales o no convencionales. En General, los convencionales han sido ampliamente utilizados, estudiados y estandarizados. Son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema necesarios debido en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros, que definen el caudal: densidad de población y su estimación futura, a un sistema de mantenimiento inadecuado o insuficiente, que con lleva una mayor exigencia de las normas y por lo tanto unos costos mayores, Los sistemas no convencionales surgen como respuesta de saneamiento básico de poblaciones con recursos económicos limitados, pero son sistemas poco flexibles que requieren una mayor definición y control de caudales, de un mantenimiento intensivo y, más importante aunque la parte tecnológica, necesitan una cultura de la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones que estos pueden tener

Los sistemas de alcantarillado convencionales se clasifican así, según el tipo de agua que conduzcan:

❖ Alcantarillado separado

Un sistema de alcantarillado separado es aquel en el cual se independizan la evacuación de las aguas residuales y lluvias. Se tiene entonces:

- *Alcantarillado sanitario.* Que es el sistema de recolección diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domesticas e industriales.
- *Alcantarillado pluvial.* Es el sistema de evacuación de las escorrentías superficiales producidas por las precipitaciones.

❖ Alcantarillado Combinado

Es un alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales (Domesticas e Industriales) y las aguas lluvias.

Los sistemas de alcantarillado no convencionales se clasifican según el tipo de tecnología aplicada y en general se limitan a la evacuación de las aguas residuales, se tiene entonces:

- *Alcantarillado simplificado.* Un sistema de alcantarillado sanitario simplificado se diseña con los mismos lineamientos de un alcantarillado convencional, pero teniendo en cuenta la posibilidad de reducir diámetros y disminuir distancias entre pozos al disponer de equipos de mejores, equipamientos para el mantenimiento del mismo.
- *Alcantarillado condominiales.* Son los alcantarillados que recogen las aguas residuales de un pequeño grupo de viviendas (≤ 1 hectárea) y las conducen a un sistema de alcantarillado convencional.
- *Alcantarillado sin arrastre de sólidos.* También conocido como alcantarillados a presión, son sistemas en los cuales se eliminan los sólidos de los efluentes de la vivienda por medio de un tanque interceptor. El agua se transportada luego a una planta de tratamiento o sistemas de alcantarillado convencional a través de tuberías de diámetro pequeños que no tienen que seguir una gradiente de energía uniforme y que por tanto pueden trabajar a presión en algunos tramos.

El tipo de alcantarillado que se dé a usar depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto. Por lo tanto, por las condiciones topográficas se podría pensar en sistema de alcantarillado sanitario inicial, dejando correr las aguas lluvias por las calzadas de las calles. Lo que permitiría aplazar la construcción del sistema de alcantarillado pluvial hasta que el problema de las aguas lluvias sea de alguna consideración.

Unir las aguas residuales con las aguas lluvias, es decir, un alcantarillado combinado, es una solución económica inicial desde el punto de vista de recolección, pero no lo será tanto cuando se piense en la solución global de saneamiento que incluye la planta de tratamiento de aguas residuales, ya que este caudal combinado es muy variable en cantidad y calidad, lo cual genera perjuicios en los procesos de tratamientos. Se deberá procurar entonces hasta donde sea posible una solución separada al problema de la conducción de agua residuales y aguas lluvias.

En la fase de pre-dimensionamiento del proyecto se analizó la posibilidad de emplazar un alcantarillado combinado o uno sanitario para la zona del proyecto.

A continuación, se elabora las opciones:

1. Alcantarillado Combinado

Considerando que los caudales de aguas residuales corresponden a una fracción muy pequeña comparados con los caudales de escorrentía pluvial, la capacidad de los colectores de un sistema combinado es fundamentalmente la misma que la de un sistema pluvial, por lo tanto, la implementación de un sistema combinado es siempre más económica que la de un sistema separado.

Un sistema combinado debe prever adecuadas estructuras de derivación de las aguas residuales hacia el sistema de depuración, permitiendo el desborde de la escorrentía pluvial hacia la corriente superficial receptora. Con esto se busca minimizar los efectos negativos de la descarga de aguas residuales al cuerpo receptor durante la ocurrencia de caudales de agua lluvia.

Las actividades de limpieza, operación y mantenimiento de colectores de un sistema combinado son más fáciles y económicas que al efectuarlas en sistemas separados, dadas las facilidades que presentan para este efecto los colectores de mayor diámetro, al ser menos susceptibles a taponamientos ya que son periódicamente autolimpiados durante la ocurrencia de lluvias con precipitación de moderada a fuerte. En resumen, las tareas de operación y mantenimiento se minimizan en los alcantarillados combinados en relación con los separados.

2. Alcantarillado Sanitario

Los sistemas separados tienen como ventaja desde el punto de vista sanitario, el hecho de que al independizar el agua residual de la pluvial se facilita su conducción hasta los sistemas de depuración, y, por otra parte, se minimiza el riesgo de polución de los cursos superficiales por eventuales descargas a través de las estructuras de alivio.

Estas ventajas tienen validez siempre que, en primera instancia, las redes de alcantarillado intradomiciliarias, consideran sistemas independientes para la evacuación de las aguas residuales y las aguas de origen pluvial recolectadas en cubiertas y patios.

Para estos sistemas se requiere implementar un estricto control en la construcción de las conexiones domiciliarias, para evitar conexiones erradas o cruzadas, que produzcan la descarga de aguas residuales en la red pluvial y viceversa originando por un lado una permanente polución de los cuerpos receptores al tener los sistemas pluviales descargas directas en aquellos; o por otro, la colmatación hidráulica de los colectores del sistema sanitario al recibir descargas domiciliarias de escorrentía pluvial (caudales muy elevados).

Según estudios realizados, algunos centros poblados, como es el caso de las cabeceras parroquiales, según estudios realizados se han verificado problemas de deterioro de vías, afectación de predios y molestias al tránsito peatonal y vehicular motivado por la falta de drenaje superficial de la escorrentía pluvial. Es evidente que estos problemas se verán intensificado en la medida que se continúe con el proceso de apertura de vías y densificación habitacional, puesto que al incrementarse la población y consolidarse los núcleos urbanos, se incrementan las zonas duras y las superficies impermeables (vías asfaltadas, cubiertas de viviendas, patios hormigonados). Por la ubicación de la mayoría de los centros parroquiales, es posible dimensionar dichos alcantarillados de forma racional para que siempre estos crezcan de manera radial de adentro hacia fuera, y en dirección a los cursos de agua naturales más próximos. Se debe dar total prioridad a la conservación de los cursos de agua dado el alto costo que estos representan desde el punto de vista ambiental y estético. Por lo expuesto, en las condiciones expresadas, es recomendable dotar a estos sectores con sistemas de alcantarillado para drenaje de la escorrentía pluvial.

Para el caso de centros poblados no pavimentados y que no cuentan con programas de pavimentación a corto plazo, se considera procedente la implementación secuencial en el tiempo de los sistemas de alcantarillado, en primera instancia el alcantarillado sanitario y en una etapa posterior el pluvial, reduciendo así los montos de inversión inicial. Para que estos sistemas tengan éxito deben ser acompañados de campañas educativas que concienticen a la población sobre el correcto uso del servicio y de los tipos de conexión. De lo contrario el sistema tiende a fracasar al convertirse los dos sistemas en combinados.

3. Alcantarillado Adoptado

En base a los criterios expuestos anteriormente, se selecciona como la alternativa la construcción de alcantarillado sanitario y pluvial, debido a que es la única con la que se puede cumplir con la normativa vigente, es decir se cumple con la ley de recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua en la Sección cuarta Servicios Públicos, donde en el Art.37 de los Servicios públicos básicos. Menciona que “.....El saneamiento ambiental en relación con el agua comprende las siguientes actividades: 1. Alcantarillado sanitario: recolección y conducción, tratamiento y disposición final de aguas residuales y derivados del proceso de depuración; y, 2. Alcantarillado pluvial: recolección, conducción y disposición final de aguas lluvia.” también menciona que **“El alcantarillado pluvial y el sanitario constituyen sistemas independientes sin interconexión posible, los gobiernos autónomos descentralizados municipales exigirán la implementación de estos sistemas en la infraestructura urbanística”**, es decir no se puede ejecutar sistemas de Alcantarillado Combinado.

Para el sistema proyectado, la elección del tipo de alcantarillado se fundamenta principalmente en los siguientes aspectos: la densidad poblacional; a que parte del área de estudio corresponde a parcelas y bosque remanente; a que existen pendientes que permiten el desalojo natural de los caudales pluviales, debido a la característica de que a lo largo del trazado del proyecto, las vías no están pavimentadas y ya que la PTAR está diseñada para el aporte de caudal sanitario y de

infiltración, solamente. Se recomienda la conformación de cunetas en dichas vías (a nivel de lastre), para drenar caudal pluvial. Para las ampliaciones a los sistemas sanitarios existentes, la elección de tipo de alcantarillado es obvia.

Las viviendas en su mayoría se encuentran junto a las vías; si bien no son de tipo adosadas, se encuentran acorta distancia una de otra de manera que desde el punto de vista técnico y económico, es factible y conveniente una solución colectiva de recolección y evacuación de aguas residuales, es decir a través de un sistema de alcantarillado sanitario.

Con relación a la escorrentía superficial de origen pluvial, se constató que ésta no causa problemas a las viviendas ni a las vías (las cuales se encuentran pavimentadas) en este sector, puesto que por pendientes y por la existencia de cuerpos de agua como río, quebradas, cunetas, en las cuales es fácilmente drenada la escorrentía superficial.

Por lo analizado se concluye que la mejor alternativa desde todos los puntos de vista es instalar a lo largos de las vías un sistema de alcantarillado sanitario para la recolección de aguas residuales domésticas y un alcantarillado pluvial para drenar caudales pluviales, y adicionalmente en las zonas donde ya existe las prolongaciones de los alcantarillados combinados que ya se encuentran contruidos se deberá proceder a empatar dichos tramos para drenar de la mejor manera caudales pluviales y sanitarios.

2.4.1 ALTERNATIVA 1

Esta alternativa es la sustitución de tramos de alcantarillado existente por tuberías de mejor calidad y/o material con la finalidad de recuperar secciones de tubería y tramos que se encuentran actualmente fuera de servicio o trabajando a sección llena, la construcción de pozos de revisión domiciliar inexistentes.

La construcción de sistemas de tratamiento en el punto de descarga actual y la construcción de dos sistemas independientes de aguas servidas que cubrirán las zonas donde no existe actualmente el servicio de alcantarillado sanitario, con sus respectivos sistemas de tratamiento. Por los caudales y la población existente se realizarán con tuberías de 200 mm. Para las zonas donde no existen sistemas de alcantarillado y este no den las condiciones técnicas para anexar al sistema actual se propondrá la construcción de sistemas individuales con la construcción de una unidad sanitaria con fosa séptica.

2.4.2 ALTERNATIVA 2

Esta alternativa se considera la profundización de tramos, el cambio de pendientes y dirección de flujos, el cambio de tipo de material de las matrices, así como de las acometidas domiciliarias, se definieron tres zonas de evacuación de aguas servidas y sus respectivos sistemas de tratamiento. Con esta alternativa se asegurará los valores mínimos de pendientes, velocidades mínimas de arrastre y valores de rugosidad.

Los nuevos materiales con los que se proyecta construir el nuevo sistema tienen una garantía tanto en la vida útil del material, así como de la calidad de la misma cumpliendo normas INEN y normas

internacionales. Las tuberías propuestas tanto para las matrices como para las acometidas domiciliarias serán de PVC.

En esta alternativa se realiza el anexo de zonas donde no existe alcantarillado sanitario y podrá ser incluido al nuevo sistema reduciendo de manera considerable el número de usuarios que no pueden contar con el servicio de alcantarillado.

2.4.3 ALTERNATIVA RECOMENDADA

En función de las comparaciones realizadas a las alternativas propuestas, se ha definido el realizar la alternativa # 2, es decir el instalar tuberías de PVC en los recorridos del sistema de alcantarillado, con el fin de dar solución a los inconvenientes suscitados en periodos anteriores, así como el problema de olores y contaminación, se ha optado por esta alternativa si bien no existe una diferencia marcada en valores de las obras, lo hay en las condiciones de los procesos constructivos los cuales hacen que se alarguen los plazos de ejecución, por lo tanto también las molestias causadas debido a los trabajos. Se podrá coordinar con los diferentes departamentos municipales para optar a la construcción, sabiendo que al contar con la facilidad de no paralizar el sistema se podrá ejecutar de esta manera, Es decir, la opción más ventajosa para los intereses de la institución es la alternativa # 2.

2.3 COBERTURA

El área de influencia del proyecto corresponde a los barrios Yambas y Naranjal correspondientes a los subsistemas S5 y S6 que pertenece a la parroquia Macas del cantón Morona de la provincia de Morona Santiago, en la región Oriental Ecuatoriana. La población servida es de 902 habitantes, con 301 viviendas, en un área de cobertura de 56.55 ha.

2.4 PLAZO DE EJECUCIÓN

La duración de la construcción de las obras civiles es de 450 días, de acuerdo al cronograma valorado de trabajos.

El estudio estima una vida útil del proyecto de 25 años. (Norma CO 10.07-601, OCTAVA PARTE SISTEMA DE ALCANTARILLADO, 5.1. Bases de diseño).

2.5 SECTOR Y TIPO DE PROYECTO

Sector 3:	Saneamiento ambiental
Subsector 3.1:	Alcantarillado sanitario.
Tipo de inversión:	Construcción.

2.6 LÍNEA BASE DEL PROYECTO.

1. Número de habitantes sin acceso a alcantarillado:
902 habitantes o 301 familias un promedio aproximado por familia de 3 habitantes.
2. Origen del agua para uso doméstico:

- Agua potable: 902 habitantes.
3. Forma de abastecimiento:
Redes y acometidas domiciliarias
4. Edificaciones que necesitan el servicio de agua potable:
Edificaciones 301 viviendas
5. Disposición final de excretas:
Alcantarillado, 20% Fosas Sépticas o Biodigestor:
80% de habitantes usa un método de disposición final de excretas Fosas Septicas o Biodigestor
6. Hábitos de Higiene:
Frecuencia en el aseo corporal: 1 vez por día
Se lavan las manos antes de tomar los alimentos: Frecuente.

2.7 ANÁLISIS DE OFERTA Y DEMANDA

DEMANDA

Población de referencia:

El estudio de la población de diseño para el alcantarillado para la zona de estudio, proviene de datos realizados en las encuestas, los datos de campo tabulados dan como resultado una población de 902 habitantes. La tasa de crecimiento parroquial para el período interesal es del 3.51 %.

OFERTA

La única entidad con capacidad económica, y técnica para construir los subsistemas de alcantarillado S5 y S6 en el área de influencia del proyecto es el gobierno autónomo descentralizado de Morona y que además cuenta con las competencias otorgadas por la constitución vigente en la República del Ecuador.

Migración y Distribución espacial de la población.

Los habitantes de Macas que migran a otras ciudades son principalmente los jóvenes, salen de la comunidad en algunos casos para completar su educación superior y en otras ocasiones en busca de mejores oportunidades de trabajo.

Pobreza y Desigualdad.

La pobreza hace referencia a la privación de las personas u hogares en la satisfacción de sus necesidades básicas, en particular las necesidades materiales y la ausencia de ciertas capacidades individuales y colectivas (PNUD, 1997).

Los indicadores que maneja el INEC no reflejan las inequidades y desigualdades reales existentes en el territorio, pues no considera factores locales como la cosmovisión de las comunidades Shuar que tienen un modo de vida muy diferente al hispanohablante o mestizo por consiguiente los indicadores deben ser elaborados considerando la forma de vida de cada grupo y no generalizando. Los gobiernos locales deben establecer los mecanismos adecuados para determinar los indicadores propios de su territorio en coordinación con el INEC.

La parroquia urbana de Macas tiene la menor incidencia de pobreza y extrema pobreza con el 0.29 % y 0.08 % respectivamente, le siguen las parroquias de San Isidro con el 0.75 % y Proaño con el 0.77 %; Sinaí, 9 de Octubre, Zuñac y Río Blanco están en el rango de 0.80 % al 0.89; Sevilla y Cuchaentza tienen el más alto índice 0.89 % cada uno.

Tabla Nro. 17: Índice de pobreza y desigualdad por parroquias

PARROQUIA	POBREZA Y DESIGUALDAD		
	INCIDENCIA POBREZA	INCIDENCIA POBREZA EXTREMA	COEFICIENTE GINI
MACAS	0.29	0.08	0.36
9 DE OCTUBRE	0.87	0.58	0.30
PROAÑO	0.77	0.48	0.37
SAN ISIDRO	0.75	0.40	0.34
SEVILLA	0.95	0.81	0.39
SINAI	0.80	0.51	0.37
ZUÑAC	0.89	0.63	0.29
CUCHAENTZA	0.95	0.81	0.36
RÍO BLANCO	0.89	0.67	0.36
MORONA	0.64	0.45	0.51

Fuente: SIISE-STMCDS, 2006

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

En conclusión, los indicadores de pobreza y desigualdad por consumo muestran que el 69 % de la población cantonal se encuentra por debajo de la línea de pobreza con un coeficiente GINI del 0,50 y la tasa de desempleo en la región amazónica se mantiene en 3,3 % /ENEMDUR 2006.

Actividad económica.

Tradicionalmente la economía de la provincia de Morona Santiago está sustentada en la ganadería, sin embargo, en la actualidad se puede observar que esta actividad ha disminuido. La actividad agrícola se orienta, en la actualidad esencialmente a la producción de yuca, plátanos y papaya, y se desarrollan otras actividades preferentemente acuícolas tales como el cultivo de tilapia, cachama y caracoles.

Se destaca en la comunidad la actividad comercial, siendo un centro nodal en el comercio de la zona. También tiene mucha importancia dentro de las actividades económicas de la población la prestación de servicios y el empleo público y privado.

2.8 ETAPAS DE PRE- FACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD

Conforme ha sido descrito en las secciones precedentes, el presente proyecto, representa una inversión ajustable al beneficio que proporcionara el sistema de alcantarillado tanto sanitario como pluvial y su necesidad es evidente, con la finalidad de solucionar la recolección, transporte y tratamiento del agua residuales de la población de los barrios Yambas y Naranjal de la ciudad de Macas. Adicionalmente de acuerdo al análisis presentado es indispensable que una red de alcantarillado sanitario y una red de alcantarillado pluvial tal como se ha propuesto representan la opción más adecuada para la solución de este problema de salud pública, por estas razones se continua con la siguiente fase de diseño del proyecto.

Los criterios expuestos cuentan además con el respaldo de la Norma de control interno de la Contraloría General del Estado, las cuales en su artículo 408-04 relativo a " Perfil del Proyecto" Indica lo siguiente: "En los casos de proyectos que requieran inversiones pequeñas o al tratarse de necesidades colectivas evidentes, para los cuales el perfil muestra con un grado aceptable de certidumbre, la convivencia de llevarlos a cabo, se deberá avanzar de inmediato al diseño del anteproyecto sin pasar por las otras fases de estudio...". Para proyectos de mayor magnitud y complejidad donde las soluciones resulten menos evidentes, resultaría necesario desarrollar las fases de perfectibilidad y factibilidad como se justifican en las referidas Normas, según artículo 408-05 y 408-06, respectivamente.

3. ESTUDIOS DEFINITIVOS

3.1 VIABILIDAD TÉCNICA

El proyecto consiste en abastecer sin interrupciones de forma continua y permanente el servicio de alcantarillado sanitario, pluvial hasta su tratamiento final para 2,139 personas para el año 2047.

3.2 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

De acuerdo a los trabajos que deben ser ejecutados en el proyecto de construcción del alcantarillado del subsistema de alcantarillado separado S5 y S6, se requiere del análisis de los materiales de sub estrato en los sectores adyacentes a las calles Dionicio Velin, Catalina Rivadeneira, 12 de Febrero, y Av. 29 de Mayo, sobre lo cual se desarrollan los siguientes puntos relacionados con los parámetros del suelo, que determinan la calidad y el uso de las capas de sub estrato.

Donde se especifica que las limitaciones económicas imponen la utilización del material de sitio disponible como parte de la materia prima fundamental en la construcción de rellenos y de las capas de material de esta actividad.

La incorporación de agregados de río, cantera o los obtenidos del procesamiento de áridos en planta toman la denominación de materiales seleccionados, como es el caso del mejoramiento, sub bases u otros productos, constituyen una buena estrategia para lograr materiales adecuados de acuerdo a las necesidades. El rubro de excavación de zanjas está vinculado con el uso de mezclas que se obtienen con la incorporación de materiales seleccionados. Sin embargo, al tratarse de zanjas de profundidad mayor a 1.20 m, se puede establecer rellenos de zanjas con la reutilización de materiales extraídos del sitio, en virtud de disminuir considerablemente los costos del rubro en mención, lo que requiere de un seguimiento permanente, así como del control de calidad de la obra. Para obtener el mayor desempeño de los materiales utilizados se deben realizar pruebas de laboratorio, en los que se proyecta llegar al cumplimiento de la normativa de aplicación en el empleo de estos materiales:

Para zanjas de ancho indefinido y de profundidad hasta 1.20 m se estima conveniente rellenar los espacios vacíos con material seleccionado compactado, especialmente si el área intervenida se ubica dentro de la calzada de vías, ya que en esta sección ocurren fuerzas externas originadas por el tráfico medio y pesado.

Para zanjas de mayor profundidad sobre 1.50 m se establece el uso exclusivo de material de sitio o mezclado con material seleccionado que cumpla con un índice de plasticidad menor a 20 y un límite líquido máximo de 40. En el presente caso el uso del material de sitio es restringido (ver anexo de

estratigrafía P11 a P15), sin embargo, se pueden usar las mezclas señaladas anteriormente de tal manera que se mejore la granulometría y la plasticidad del material de la excavación, trabajos que se pueden realizar en la obra con la ayuda de equipos mecánicos (bobcat, retroexcavadora, etc), para lo que se recomienda la aplicación de ***dosificaciones del orden de 3 a 5 volúmenes de material de sitio (o mayor), por 1 volumen de material granular seleccionado***. La mezcla definitiva dependerá de la mezcla final obtenida, la que debe ser aprobada por la Fiscalización.

Donde se especifica claramente que las dosificaciones deberán ser ***del orden de 3 a 5 volúmenes de material de sitio (o mayor), por 1 volumen de material granular seleccionado***, Donde se puede evidenciar que se puede realizar la reutilización del material de sitio donde especifica que se puede realizar mediante la ayuda de equipos mecánicos y realizando una mezcla definitiva o final que debe ser aprobada por la fiscalización, esto conlleva a realizar el traslado de material extraído a una zona previa establecida para colocación de este material y posterior mezcla, donde la fiscalización velara por que se cumpla con la condición con el índice de plasticidad menor a 20 y un límite máximo de 40, donde se puede dar una saturación del suelo por la constate presencia de lluvias que existe en la zona y presencia de agua subterránea lo cual provocaría una dificultad al momento de cumplir las condiciones limitantes establecidas en el estudio de mecánica de suelos, además se generaría rubros adicionales para la mezcla del material y establecer un terreno donde se proceda a realizar estos trabajos y un incremento en la cantidad de transporte y carga de material para ser colocado nuevamente en obra., además el desperdicio generado tendría que ser nuevamente trasladado a la escombrera autorizada por la municipalidad.

Con estos antecedentes y al existir una alta presencia de lluvia en zona se establece que la mejor condición para proceder con los rellenos de zanjas es el cambio total del material excavado por material de mejoramiento evitando de esta manera problemas en la construcción y evitar fallas en las vías como hundimientos y desgastes donde se evidenciara de manera clara el deterioro de la superficie de rodadura, este desgaste puede ocasionar afecciones en los demás elementos de la vía inclusive a la obra de alcantarillado, de igual forma los usuarios tendrán un gran dificultad para transitar, esto hace que la capacidad de la vía se vea reducida y afectada.

3.3 ESTUDIO VIAL

Las vías representan un pilar fundamental en el desarrollo de los pueblos ya que además de ser un medio de comunicación, fomentan el desarrollo social y económico. El mejoramiento o construcción de una vía influye en el estándar de vida de las poblaciones directa e indirectamente beneficiadas por el proyecto, ya que estas constituyen una obra de infraestructura básica para otros servicios tales como alcantarillado y agua potable.

Enmarcados en este aspecto, el de mejorar la calidad de vida de las personas, el Gobierno Municipal del Cantón Morona ha contratado realizado el estudio “CONSTRUCCION DEL SUBSISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO S5 Y S6 DE LA CIUDAD DE MACAS, CANTÓN MORONA”.

Es así que este proyecto en busca de garantizar la correcta concepción técnica del sistema de alcantarillado se ha visto en la necesidad de proponer, a través de este documento y sus anexos, diseños verticales de las diferentes calles que se encuentran planificadas, y se encuentran a nivel de lastre.

a. Diseño horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y curvas, estas pueden ser circulares, compuestas, inversas y espirales. En este caso el diseño horizontal de las vías fue previamente establecido a través del Gobierno Municipal del Cantón Morona a través

- Curvas horizontales

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. Para enlazar dos rectas finitas con distinta dirección se pueden trazar un gran número de arcos circulares cuyo radio varía desde cero metros hasta un valor tal que dicho arco elimine el tramo en tangente correspondiente a la recta más corta. Estas se pueden clasificar en curvas circulares o de transición, se las utiliza dependiendo de la necesidad de diseño.

Para este caso no existen curvas horizontales, son calles rectas transversales entre si.

- Tasa de sobreelevación o peralte

Zona urbana, no se considera este parámetro.

- Radio mínimo de curvas horizontales

El radio mínimo para una curva circular es un valor límite para una velocidad de diseño dado y se lo determina mediante el empleo del peralte máximo admisible y el coeficiente de fricción lateral. Es radio mínimo de curvatura utilizado con el peralte máximo admisible, contrarresta la fuerza centrífuga que aparece cuando el vehículo recorre una trayectoria circular y que tiende a desestabilizarlo, la cual se indica en la siguiente expresión:

$$R_{\min} = \frac{v^2}{127 * (e + f)}$$

Dónde:

e: tasa de sobreelevación en fracción decimal. (< 0.12)

f: factor de fricción lateral, depende de la velocidad del vehículo, tipo y condición de la superficie de deslizamiento y llantas. Se lo expresa de la siguiente manera:

El grado de curva o de curvatura (G_c) es el ángulo sustentado en el centro de un círculo de radio R por un arco de 20 m.

$$G_c = \frac{1145.92}{R}$$

Se establecen radios mínimos y grados máximos de curvas horizontales que deberán ser tomados en cuenta para la verificación del diseño.

- Sobre anchos en curvas.

Zona urbana, no requiere este parámetro.

b. Diseño vertical

Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas, están serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad en una distancia igual a la visibilidad mínima de parada. Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará al Índice de Curvatura K. La longitud de la curva será igual a al Índice K multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A):

$$L = K * A$$

Donde:

A: Diferencia Algebraica de las pendientes

Los valores de K están en función de la velocidad de diseño y el tipo de curva:

Los valores de K están en función de la velocidad de diseño

Existen dos tipos de curvas verticales, las convexas y las cóncavas

a) Curvas verticales convexas

En el diseño de las curvas verticales convexas predomina el factor de distancia de visibilidad de parada y rebasamiento, así como seguridad y comodidad en el tráfico.

b) Curvas verticales cóncavas.

En este tipo de curvas el diseño de la longitud está basado en la distancia de alcance de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad de parada.

• Pendientes

Se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente estos se encuentran en función de la orografía del terreno donde se emplazará el proyecto y la velocidad.

Al ser una zona urbana se aceptan pendientes superiores a las establecidas en la presente norma, al no encontrarse definido nada al respecto.

ESTRUCTURA DE LA VÍA

Como el determinar la capacidad (estructura) de la vía no es objeto de la presente estudio se adquiere los requerimientos adoptados por el departamento de control Urbano y Planificación del gobierno municipal del cantón Morona.

ANCHOS DE VÍAS Y VEREDAS

La correcta planificación y diseño de un subsistema de alcantarillado en la ciudad de Macas requiere una profunda comprensión de la infraestructura vial existente. En este sentido, es fundamental conocer los anchos de las vías y veredas que atraviesan la zona en la que se planea implementar el

alcantarillado. En la ciudad de Macas, Cantón Morona, se ha realizado un estudio detallado de las calles que serán intervenidas para la construcción del subsistema de alcantarillado separado S5 y S6.

A continuación, se presenta un resumen de las dimensiones de las vías y veredas de las calles en cuestión:

ANCHOS DE VÍA Y VEREDAS				
CALLE	ANCHO TOTAL	ANCHO VÍA	VEREDA DERECHA	VEREDA IZQUIERDA
12 DE FEBRERO	17.00	10.00	3.50	3.50
INCA ATAHUALPA	12.00	8.00	2.00	2.00
ELIAS REVELO	9.00	6.00	1.50	1.50
GENERAL RUMIÑAHUI	12.00	8.00	2.00	2.00
MARTHA ZABALA	9.00	6.00	1.50	1.50
JULIO SANCHEZ CELI	17.00	10.00	3.50	3.50
AGUSTIN MEDINA	17.00	10.00	3.50	3.50
BENJAMIN DELGADO	17.00	10.00	3.50	3.50
VICTOR JARAMILLO	17.00	10.00	3.50	3.50
CAPITAN EDUARDO ZEAS	17.00	10.00	3.50	3.50
CAPITAN FRANKLIN VEGA	17.00	10.00	3.50	3.50
CASIMIRA RIVADENEIRA	14.00	10.00	2.00	2.00
MODESTA RIVADENEIRA	12.00	8.00	2.00	2.00
ISABEL RIVADENEIRA	12.00	8.00	2.00	2.00
PEDRO NOLASCO JARAMILLO	12.00	8.00	2.00	2.00
ELA RIVADENEIRA	12.00	8.00	2.00	2.00
DIONICIO VELIN	17.00	10.00	3.50	3.50
FERNANDA RIVADENEIRA	17.00	10.00	3.50	3.50
CATALINA RIVADENEIRA	14.00	10.00	2.00	2.00

El propósito de este estudio es asegurar que las dimensiones de las vías y veredas sean adecuadas para la implementación del subsistema de alcantarillado, evitando así futuros problemas estructurales o de congestión vial. Además, es importante garantizar la seguridad y comodidad de los peatones que transitan por estas zonas.

Las calles más anchas, como "12 de Febrero", "Julio Sánchez Celi", "Agustín Medina", entre otras, cuentan con un ancho total de 17.00 m, lo cual ofrece un espacio considerable para la implementación de infraestructuras subterráneas sin afectar la movilidad en superficie.

Por otro lado, calles con dimensiones más reducidas, como "Elías Revelo" o "Martha Zabala", presentan un reto adicional debido a su menor ancho total, lo que podría requerir soluciones de diseño más específicas.

Es esencial que, durante la fase de construcción del subsistema de alcantarillado, se realicen las adecuaciones necesarias en las vías y veredas para minimizar las molestias a los ciudadanos y garantizar una movilidad fluida. Una vez finalizadas las obras, es fundamental restaurar las áreas afectadas a su estado original o mejorarlo, de ser posible.

En conclusión, la correcta implementación del subsistema de alcantarillado separado S5 y S6 en la ciudad de Macas, Cantón Morona, requiere una planificación detallada y un diseño meticuloso, considerando las características y dimensiones de las vías y veredas existentes. Con un enfoque adecuado, se garantizará la eficiencia del nuevo sistema y el bienestar de la comunidad local.

3.4 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Se ha tomado como base la información topográfica que contaba el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Cantón Morona que consistía en planos con las referencias emplazadas para la planificación de las vías además de un detalle de las estructuras existentes. Y es a partir de esta documentación que se determinó la necesidad de complementar la topografía con el aumento de la densidad de puntos.

Para los ESTUDIO Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO SEPARADO S5 Y S6, fue necesario conocer las condiciones y características topográficas de la zona de implantación del proyecto, para lo cual se contó con la participación de un equipo con experiencia en el tema equipado con herramientas tecnológicas como es una Estación Total de última generación marca SOKKIA 30 RK con una precisión de 2", un GPS diferencial Marca COMNAV N5.

Se procedió a realizar el levantamiento topográfico tomando como referencia los puntos de control BM”S que se encuentran ubicados en las calles Manuel Moncayo y Marina Madero, donde se encuentra ubicado dos punto denominados MACAS-3 y Macas-4. A continuación se muestra la ubicación de estos puntos de referencia.





En total se tomaron 20.711 puntos, cuyo detalle se encuentra en las tablas de la libreta topográfica, utilizando así para realizar los diseños correspondientes.

3.5 ESTUDIO DE HIDROMETEREOLÓGICO

El principal objetivo del estudio, es la determinación de los caudales de crecida previo al diseño de estructuras de drenaje mayor dentro del marco del proyecto “CONSTRUCCION DEL SUBSISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO S5 Y S6 DE LA CIUDAD DE MACAS, CANTÓN MORONA.”

3.5.1 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DISPONIBLE

Para el desarrollo del presente estudio se ha contado con la información obtenida de la “Actualización del Estudio de Lluvias Intensas, QUITO- ECUADOR 2015 Versión (2) 2019” publicado por el INAMHI. Dicha información ha sido procesada y validada con las publicaciones de dicho informe para ser utilizadas en este estudio.

3.5.2 CURVAS DE INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA

Como punto inicial y siguiendo las recomendaciones establecidas en la Norma CO 10.7 – 601 Abastecimiento de Agua Potable y Eliminación de Aguas Residuales en el Área Urbana, en cuanto a lo referente a la obtención de las curvas IDF cuando no exista en el área de estudio registros pluviográficos se ha procedido a utilizar la información del registro de lluvias máximas de 24 horas correspondientes a la estación meteorológica ubicada en el aeropuerto de la ciudad de Macas, que viene a ser la más cercana.

Los datos concernientes a aquel la estación son los siguientes:

Código:	M0062
Nombre:	Macas – Aeropuerto
Coordenadas:	WGS84 UTM 820331E – 9445702S

Altitud: 995 msnm
Serie datos: 1990 – 2010

3.6 ESTUDIO DE TRATABILIDAD

Objetivo del Tratamiento

El objetivo primordial para la depuración del agua residual es evitar la contaminación de las aguas del cuerpo receptor de forma que puedan ser utilizadas con seguridad para otras actividades que se verifican en la zona aguas abajo de los puntos de descarga.

- **Parámetros de Calidad a observarse en la depuración del Agua Residual**

El objetivo primordial para la depuración del agua residual es evitar la contaminación de las aguas del cuerpo receptor de forma que puedan ser utilizadas con seguridad para las actividades benéficas que se verifican en la zona aguas abajo de los puntos de descarga.

El agua residual de tipo doméstica tiene básicamente los siguientes potenciales efectos contaminantes:

- Incremento de materiales sólidos flotantes que desmejoran la calidad estética y paisajística.
- Su contenido de materia orgánica (caracterizada por la demanda bioquímica de oxígeno: DBO), que al ser descargada origina la disminución de los niveles de oxígeno disuelto en el agua del cuerpo receptor, pudiendo en caso extremo afectar el normal desarrollo de la flora y fauna acuática. Es importante indicar que normalmente este problema no es de magnitud considerable debido al gran potencial de re aeración de las corrientes superficiales.
- El aspecto de mayor importancia consiste en el elevado riesgo microbiológico que tiene este tipo de aguas residuales puesto que a través del agua de la corriente en la que son descargadas pueden transmitir una amplia variedad de enfermedades.

Por lo expuesto, el diseño de los sistemas de tratamiento tiene como objetivo básico la remoción de sólidos gruesos, disminución de la carga orgánica y microbiológica del agua residual hasta niveles que no produzcan efectos contaminantes en el cuerpo receptor.

El Texto Unificado de Legislación Ambiental, en el Libro VI: Normas de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua. Tabla No.12, Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, establece entre otros aspectos, los siguientes requerimientos de depuración mínima del agua residual a ser descargada en cuerpos hídricos superficiales:

Tabla 18. Requisitos de depuración mínima del agua residual a ser descargada en cuerpos de agua

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite permisible
Potencial Hidrógeno	PH	----	5-9
Materia Flotante	Material visible	----	Ausencia
Sólidos suspendidos	-----	mg/l	100

Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO		250
Coliformes fecales	NMP/100ml	mg/l	Remoción mayor al 99.9%

Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS). Libro VI: Normas de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua.

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

- **Procesos de tratamiento y grado de remoción**

Para la selección de los procesos de tratamiento de las aguas residuales se usará como guía los valores de la Tabla 18, en la cual se presenta bajo la columna de helminto, la remoción de huevos de nematodos intestinales de los diferentes procesos, en unidades de ciclos logarítmicos (base 10):

Tabla 1. Procesos de tratamiento y grados de remoción.

PROCESO DE TRATAMIENTO	REMOCION, %		REM,ciclos log ₁₀	
	DBO	Sólidos S.	Bacteria	Helminto
Sedimentación primaria	25-40	40-70	0-1	0-1
Lodos activados (a)	55-95	55-95	0-2	0-1
Filtros percoladores (a)	50-95	50-92	0-2	0-1
Lagunas aereadas (b)	80-90	(c)	01-feb	0-1
Zanjas de oxidación (d)	90-98	80-95	01-feb	0-1
Lagunas de estabilización. (e)	70-85	(c)	01-jun	01-abr

Fuente: Departamento de Gestión Agua Potable y Alcantarillado, GMCM.

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

- (a) Precedidos y seguidos de sedimentación
- (b) Incluye laguna secundaria
- (c) Dependiente del tipo de lagunas
- (d) Seguidas de sedimentación
- (e) Dependiendo del número de lagunas y otros factores como: Temperatura, período de retención y formas.

- **Caracterización de las Aguas Residuales**

La composición de las aguas residuales de tipo doméstico en lo relativo a carga orgánica y microbiológica tiene ligeras variaciones dentro de una misma región, puesto que dependen básicamente de las dotaciones de agua, los hábitos alimenticios y las condiciones de salud de la población, factores que se presentan similares en una zona.

Como información de referencia, se recopiló la correspondiente a la calidad del agua residual de la ciudad de Macas. La información de los parámetros más relevantes se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 19. Características de las aguas residuales de la ciudad de Macas

Parámetros	Valores medidos	Bibliografía		
		Débil	Media	Fuerte
Calcio (mg/l)				
Conductividad (µS/cm)	373			
	8.73	12	25	50
N. Orgánico (mg/l)	6.72	8	15	35
NO ₂ +NO ₃ (mg/l)	1.28			
DBO ₅ (mg/l)	113	110	220	400
DQO (mg/l)	248	250	500	1
PH	7.4			
Sólidos totales (mg/l)	507	350	720	1.2
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	96	100	220	350
Sólidos disueltos totales (mg/l)	411	250	500	850
Sólidos sedimentables (ml/l)	2	5	10	20
Coliformes totales (NMP/100ml)	1.20E+08			
Coliformes fecales (NMP/100ml)	4.50E+07	1.0E+6-	1.0E+7-	1.0E+7-1.0E+9
Turbiedad (UT)	74	50	100	150
Temperatura (OC)	26			

uente: Departamento de Gestión Agua Potable y Alcantarillado, GMCM.

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

En cuanto al cumplimiento de la norma de vertido, se ha verificado que la planta de tratamiento de agua residual que actualmente cuenta el Cantón Morona, cumple con la norma de vertido vigente, esto se demuestra en la caracterización de agua residual donde se muestra el informe de los resultados físicos, químicos y microbiológicos de la descarga. Archivo que se encuentra adjunto al proyecto denominado Caracterización cuerpo receptor.

- **Caudal de Ingreso a la Planta de Tratamiento Subsistemas S5 y S6**

El caudal que ingresara a la Planta de Tratamiento es igual al caudal promedio de aguas servidas domésticas, todos calculados al final del periodo de diseño.

Caudal medio de aguas servidas domésticas:

Tabla 20. Datos de caudal de ingreso a planta de tratamiento.

DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR
Población futura	P	hab.	2,139
Dotación final periodo diseño	Dot.	l/hab/día	240.00
Aporte de aguas servidas	k	%	80%

Fuente: Departamento de Gestión Agua Potable y Alcantarillado, GMCM.

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

$$Q_m = 2,139 \times 240 \times 0.80 / 86,400$$

$$Q_m = 4.75 \text{ L/s}$$

Mientras que el Caudal de Diseño del proyecto considerando el Caudal Sanitario, Caudal de Aguas Ilícitas y Caudal de Infiltración tiene un valor de 17,45 ls.

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{ar}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ilic}}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 17,45 \text{ l/s}$$

Hay que tener en cuenta que el Caudal de diseño de 17,45 l/s, es el caudal al final del periodo de diseño es decir al año 2047.

- Tratamiento de las Aguas Residuales

El tratamiento de las aguas residuales actualmente se la realiza mediante, una laguna facultativa o de estabilización, seguida por otra de maduración. Este número de lagunas fue determinado por la disponibilidad del terreno. Se dispone de dos series de lagunas en paralelo las misma que fueron construidas en base a la demanda de la población de la ciudad de Macas, y el primer requisito, para proceder a implementar los nuevos subsistemas era construir la planta de tratamiento de agua residuales con los interceptores. Para poder depurar de la mejor manera las aguas servidas.

- Criterios de diseño

La planta depuradora de aguas residuales para Macas está ubicada en un terreno municipal de aproximadamente 5 ha. de extensión, ubicado en la parte sur de la ciudad, cercano al actual relleno sanitario.

Los parámetros de diseño que se exponen a continuación:

- Período de diseño: año 2029
- Población servida: 23.366 habitantes
- Dotación de agua potable: 240 litros por habitante y día
- Coeficiente de retorno del agua al alcantarillado: 0.8

- Factor de mayoración para las aguas residuales: 2.58
- Caudal de aguas ilícitas: 80 litros por habitante y día
- Caudal de aguas de infiltración: 0,15 litros por segundo por kilómetro de red

Estos valores determinan los siguientes parámetros que fueron utilizados para el dimensionamiento del sistema de lagunas:

- Caudal medio diario de aguas residuales: 3.925 m³/día
- Caudal de aguas ilícitas: 1.869 m³/día
- Caudal de aguas de infiltración: 1.065 m³/días
- **CAUDAL DE DISEÑO DE LA PLANTA: 6.859 m³/día**

Los parámetros relacionados con la calidad de las aguas residuales, determinados en los estudios de caracterización, son los siguientes:

- Temperatura media: 26° C
- Concentración de la demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días: 113 gramos por metro cúbico
- Concentración de los sólidos suspendidos totales: 95 gramos por metro cúbico
- Concentración de las bacterias Coliformes fecales: 4.5 E+07 como número más probable en 100 mililitros de agua residual concentración bacteriana: 99.9 %

Hay que tener en cuenta que el caudal de diseño de la planta de tratamiento es de **79.387 l/s**, actualmente el caudal que se está tratando la planta es de **60,25 l/s**, considerando que los sistemas de alcantarillado que están conectados a esta planta son de tipo combinados.

Como se puede observar el caudal de diseño de la planta de tratamiento es de **79,387 l/s** y el subsistema cinco y seis aportará con **17,45 l/s al final del periodo de diseño**, bajo estas consideraciones el caudal de ingreso sumado los subsistemas s5 y s6 a la planta de tratamiento es de **77,65 l/s** por tal razón no existe ningún inconveniente en proceder a descargar las agua residuales, en la planta existente, adicionalmente el S5 y S6, se encuentra considerado dentro del diseño original de las lagunas Facultativas. Hay que tener en cuenta que el periodo de diseño de la planta de tratamiento esta por fenecer por lo que el municipio del cantón Morona bajo esta consideración está trabajando para ejecutar una Actualización de los Planes Maestros y repotenciación y ampliación de la planta de tratamiento, cabe destacar que la consultoría se encuentra dentro del PLAN ANUAL DE CONTRATACIÓN para el año 2024.

4 DISEÑOS DEFINITIVOS

4.1 DISEÑO HIDRÁULICO

Para determinación de las bases de diseño se han utilizado las recomendaciones que constan en la Norma Para El Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Disposición De Aguas Residuales Co 10.07-601.

Luego de la evaluación del sector de la ciudad a beneficiarse con el nuevo sistema de alcantarillado, se observó que presenta características de población urbana por su emplazamiento y tipo de vivienda y por ser cabecera cantonal.

4.1.1 Población de Diseño

La determinación del número de habitantes para los cuales ha de diseñarse el alcantarillado es un parámetro básico en el cálculo del caudal de diseño para la comunidad. Con el fin de poder estimar la población futura es necesario estudiar las características sociales, culturales y económicas de sus habitantes en el pasado y en el presente, y hacer predicciones sobre su futuro desarrollo, especialmente en lo concerniente a turismo y desarrollo industrial y comercial.

Los barrios Yambas y Naranjal es un ente dinámico, cuyo número de habitantes crece por nacimientos e inmigraciones y decrece por muertes y emigraciones.

Para la proyección de la población al final del periodo de diseño se utilizaron los métodos geométricos, aritméticos y curvos exponenciales; sin embargo, se tomó sólo los valores del método geométrico ya que es la que mejor se ajusta para el proyecto de la norma CO 10.7-601.

La población beneficiada para el proyecto al 2047 es de 2,139 habitantes, dentro del área del proyecto.

NOTA: La tasa de crecimiento se toma de la Tabla de INEC que es de 3.51%, la misma que será adoptada para la elaboración de las proyecciones de la población.

Métodos de estimación de la población futura.

Los censos son la base de cualquier tipo de proyección de población. En la zona de estudio se dispone actualmente de las encuestas realizadas a la población. Esta recopilación de datos se encuentra en

Existen varias metodologías para la proyección de población; sin embargo, se eligió los métodos cuya aplicación es más generalizada y donde se dan los datos más exactos, los mismos se describen a continuación:

4.1.1.1 Método Geométrico

Este método supone que el crecimiento de la población es proporcional a la población existente en un momento dado.

$$Pf = Pa(1 + r)^{(n)}$$

Donde:

Pf = Población futura al año proyectado

Po = Población a proyectar

n = Número de años proyectados

r = Tasa anual de crecimiento geométrico

Tabla Nro. 21: Proyección de la población con el método geométrico.

Nro	Año	Población Proyectada
0	2022	902
1	2023	934
2	2024	967
3	2025	1001
4	2026	1036
5	2027	1072
6	2028	1110
7	2029	1149
8	2030	1189
9	2031	1231
10	2032	1274
11	2033	1319
12	2034	1366
13	2035	1414
14	2036	1463
15	2037	1515
16	2038	1568
17	2039	1623
18	2040	1680
19	2041	1739
20	2042	1800
21	2043	1863
22	2044	1928
23	2045	1996
24	2046	2066
25	2047	2139

Fuente y Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

4.1.1.2 Método Aritmético

Se plantea este método con el objetivo de ilustrar el crecimiento poblacional.

Dentro del método aritmético tenemos:

$$Pf = Pa * (1 + \frac{r * n}{100})$$

Donde:

Pf = Población Futura al Año Proyectado

Pa = Población actual

n = Periodo de Tiempo de Proyección

r = Tasa de Crecimiento Poblacional

Se presenta una tabla de crecimiento dentro del periodo de diseño del proyecto.

Tabla Nro. 22: Proyección de la población método aritmético.

Nro	Año	Población Proyectada
0	2022	902
1	2023	939
2	2024	975
3	2025	1012
4	2026	1048
5	2027	1085
6	2028	1121

7	2029	1158
8	2030	1194
9	2031	1231
10	2032	1267
11	2033	1304
12	2034	1340
13	2035	1377
14	2036	1413
15	2037	1450
16	2038	1486
17	2039	1523
18	2040	1559
19	2041	1596
20	2042	1633
21	2043	1669
22	2044	1706
23	2045	1742
24	2046	1779
25	2047	1815

Fuente y Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

4.1.1.3 Método de Curva Exponencial

Para determinar la población mediante el método de curva exponencial se requieren como valores iniciales los valores de población inicial, la tasa de crecimiento de población y el periodo de tiempo en años a partir del último censo con tales datos se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$Pf = Po * e^{r*n}$$

Donde:

Pf = Población final para el periodo de tiempo que se está analizando

Po = Población inicial, correspondiente al último censo

e = Base de logaritmos neperianos

r = Tasa de crecimiento para el periodo de tiempo estudiado

n = Periodo de tiempo en años a partir del último censo para hallar Pf

Se presenta una tabla de crecimiento dentro del periodo de diseño del proyecto.

Tabla Nro. 23: Proyección de la población método curva exponencial.

Nro	Año	Población Proyectada
0	2022	902
1	2023	912
2	2024	921
3	2025	930
4	2026	939
5	2027	949
6	2028	958
7	2029	968
8	2030	978
9	2031	987
10	2032	997
11	2033	1007
12	2034	1018
13	2035	1028

14	2036	1038
15	2037	1048
16	2038	1059
17	2039	1070
18	2040	1080
19	2041	1091
20	2042	1102
21	2043	1113
22	2044	1124
23	2045	1136
24	2046	1147
25	2047	1159

Fuente y Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

4.1.1.4 Comparación de población método Geométrico – Aritmético – Curva exponencial

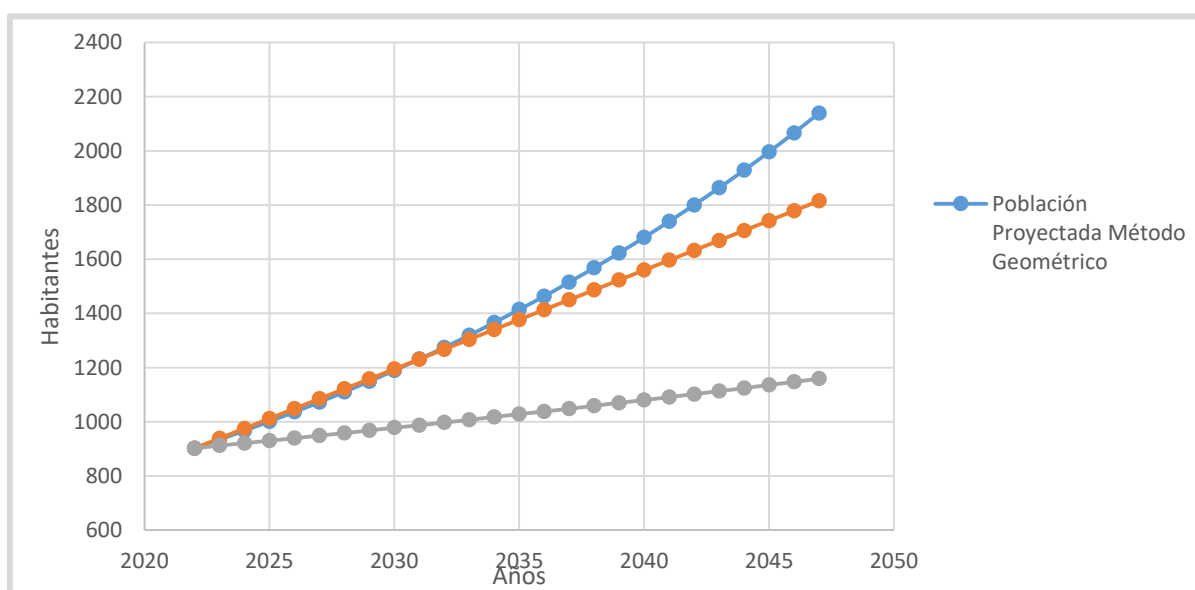
Como se muestra a continuación, el crecimiento poblacional aritmético es menor que el geométrico. Para cada cinco años.

Tabla Nro. 24: Comparación poblacional.

Nro	Año	Población Proyectada Método Geométrico	Población Proyectada Método Aritmético	Poblacion Proyectada Método de Curva Exponencial
0	2022	902	902	902
5	2027	1072	1085	949
10	2032	1274	1267	997
15	2037	1515	1450	1048
20	2042	1800	1633	1102
25	2047	2139	1815	1159

Fuente y Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

Gráfico Nro. 8: Gráfica de crecimiento poblacional método geométrico vs aritmético vs curva exponencial.



Fuente y Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

Evidentemente el método geométrico es el que mejor se adapta a las exigencias del proyecto, mientras que el método aritmético y curva exponencial, plantea una población menor, por esta razón para el presente estudio se tomara el método geométrico como población de diseño. Es decir, correspondiendo a una población final de 2,139 habitantes para el año 2047 para toda la zona de estudio del Subsistema S5 y S6.

4.1.1.5 Población Flotante

Se toma como población flotante, según las normas, cuando las localidades tengan establecimientos educacionales, se considerará un 15 % del alumnado total como habitantes adicionales a la población actual.

En este análisis no se consideró la población flotante porque existen datos reales levantados por el equipo técnico.

4.1.2 Dotaciones

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se considera una dotación media futura de 240 l/hab/día; que corresponde a análisis de Planes Maestros de la ciudad de Macas.

4.1.3 Dotación de agua

El consumo o dotación neta es la cantidad de agua usada efectivamente en cada una de las actividades que se realizan en una comunidad.

Los rangos establecidos por la Norma CO 10.07-601 del Código Ecuatoriano para el diseño de la construcción de obras hidrosanitarias son los siguientes:

Tabla 25. Dotación de agua según norma.

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
5000 a 50000	Frío	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
Más de 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Fuente: Código Ecuatoriano: Norma CO 10.07-601

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se considera una dotación media futura de 240 l/hab/día; que corresponde a análisis de Planes Maestros de la ciudad de Macas.

4.1.4 Consideraciones de Diseño.

4.1.4.1 Diámetro y/o Secciones de las Tuberías

Las tuberías a usarse en el proyecto serán de PVC, y que tengan un diámetro mínimo de 200 mm para la red de alcantarillado sanitario convencional. Con respecto al cálculo de los diámetros del proyecto se emplearon unas tablas de cálculos hidráulicos en EXCEL obteniéndose como resultado tuberías de 250 mm mínimo de diámetro interno para alcantarillado pluvial. (Ver CAP 12. Anexos, Anexo 10 Cálculos hidráulicos).

Diámetros mínimos

- 200 mm para colectores de alcantarillado sanitario
- 160 mm para conexiones domiciliarias de los sistemas sanitarios

4.1.4.2 Pendientes

Las mínimas pendientes en domiciliarias del proyecto estarán determinadas por las condiciones de trabajo de la tubería en flujo parcial y la facilidad constructiva en la instalación de las tuberías, procurando seguir las pendientes naturales del terreno, a fin de que funcionen como canales. Se ha establecido una pendiente mínima del 1 %.

4.1.4.3 Profundidades

Para el diseño de las redes de alcantarillado se ha previsto que las tuberías tengan la pendiente suficiente, de manera que permitan desalojar a gravedad las aguas servidas y asegurar también un relleno adecuado que garantice la protección de la tubería a la acción de cargas propias del relleno y sobrecargas vivas. Por lo que se considerará como profundidad mínima sobre la clave de la tubería 1.20 m.

Se tomará en cuenta la ubicación de las tuberías respecto de la red de agua potable, estableciendo que las redes de alcantarillado sanitario se encuentran a 0.30 m por debajo cuando sean paralelas entre sí y 0.20 m cuando se crucen, o en su defecto por las profundidades dadas en el diseño.

En los tramos críticos las tuberías deberán quedar protegidas mínimo con 0.90 m de relleno compactado de acuerdo a los niveles de construcción de los sistemas de alcantarillado proyectados; para así asegurar el normal funcionamiento de las mismas.

La profundidad máxima se fijó de acuerdo a consideraciones de economía de la comunidad, tipo de material, pendiente del terreno y cargas actuantes sobre la tubería; pero fundamentalmente se tomó en cuenta que todo el sistema funcione a gravedad.

4.1.4.4 Pozos de revisión

En los sistemas de alcantarillado los pozos de revisión se colocarán en todos los cambios de pendientes, cambios de dirección, exceptuando el caso de alcantarillas curvas, y en las confluencias de los colectores. La máxima distancia entre pozos de revisión será de 100 m para diámetros menores de 350 mm, excepto cuando la pendiente sea mayor al 10 %, en cuyo caso la máxima distancia entre pozos será de 80 m; 150 m para diámetros comprendidos entre 400 mm y 800 mm; y, 200 m para diámetros mayores que 800 mm. Para todos los diámetros de colectores, los pozos podrán colocarse a distancias mayores, dependiendo de las características topográficas y urbanísticas del proyecto, considerando siempre que la longitud máxima de separación entre los pozos no deberá exceder a la permitida por los equipos de limpieza.

Los pozos de salto se diseñarán cuando el desnivel entre la tubería de llegada y de salida tenga valores iguales o superiores a 0.60 m. Para cuando se presenten condiciones especiales se diseñarán estructuras especiales, justificando su óptimo funcionamiento hidráulico y una fácil operación y mantenimiento.

Los pozos de revisión en general tendrán las siguientes características:

- Estructura de hormigón simple.
- Forma cilíndrica cuyo diámetro interior igual a 1 m y paredes de espesor igual a 0.20 m.
- Tapa de hormigón armado, cuyo diámetro es igual a 0.60 m, la cual irá sujeta al cerco metálico de hierro.
- La profundidad mínima de los pozos de cabeza será de 1.20 m.

4.1.4.5 Criterio del trazado de redes

Se observan los siguientes criterios básicos aplicables a estos sistemas:

- En general los colectores seguirán la pendiente de las vías para minimizar los cortes.
- El enlace de tramos de colector en los cambios de alineación, pendiente o unión de varios tramos se efectuará a través de pozos convencionales, los cuales brindan mayores facilidades para la operación del sistema.

4.1.4.6 Determinación de Áreas de Aporte

A base de la información topográfica, se ha definido las áreas de aporte a cada uno de los ramales de colector, éstos sirven para el cálculo de la población y caudales aportantes a cada tramo de colector.

4.1.4.7 Cálculo Hidráulico de la Red Sanitaria

Se determina basándose en la información topográfica de la zona, los perfiles de los ejes viales y los criterios y parámetros de diseño expuestos.

Para la determinación de caudales y cálculo de los colectores, se considera las variaciones de ciertos parámetros de las áreas aportantes como: densidad, dotación, material, así como la configuración de las redes de recolección que integran colectores sanitarios.

Para encontrar la velocidad y caudal a sección llena se emplea la ecuación de Manning.

4.2 CÁLCULOS HIDRÁULICOS

4.2.1 Diseño Hidráulico.

Área de Drenaje

Las áreas de aporte o drenaje son determinadas por medición directa y su delimitación debe seguir verdaderas líneas de drenaje, definidas por los puntos de máxima pendiente correspondientes a las líneas de división de aguas, cuidando que el agua proveniente de la precipitación pueda llegar al mismo punto de captación, los límites también están fijados por las pendientes de los prados, jardines, vías y otras alteraciones de drenaje natural.

4.2.2 Caudales De Diseño.

4.2.2.1 Alcantarillado Sanitario.

El caudal que transporta cada una de las tuberías de la red de recolección, está constituido por la sumatoria de los caudales de aguas servidas domésticas, aguas de infiltración y aguas ilícitas de acuerdo con la siguiente expresión:

$$q_d = q_{ar} + q_{inf} + q_{ilic}$$

Donde:

- q_d** : Caudal de diseño (l/s)
- q_{ar}** : Caudal de aguas residuales domésticas (l/s)
- q_{inf}** : Caudal de infiltración (l/s)
- q_{ilic}** : Caudal de aguas ilícitas (l/s)

En cualquier caso (especialmente en los tramos de cabecera), se adopta un caudal mínimo de diseño de 1.50 l/s, correspondiente al que se produce por la descarga de un inodoro, como se indica en el libro elementos de diseño para acueductos y alcantarillado de López Cualla)

La determinación de estos caudales se describe a continuación:

4.2.2.2 Caudal Medio de Aguas Residuales.

El caudal medio de aguas residuales se calculará con la ecuación:

$$q_{ar} = \frac{k * P * D}{86.4}$$

Donde:

- q_{ar}**: Caudal medio de aguas residuales (l/s)
- K**: Factor de retorno del agua de abastecimiento a las redes de alcantarillado (adim)
- P**: Población aportante (hab)

D: Dotación per cápita de agua potable (l/hab/día)

4.2.2.3 Factor de Retorno.

El coeficiente de retorno es la fracción de agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Este caudal se determina basándose en la dotación de agua potable y la población que aportará a la red de alcantarillado.

El factor de retorno del agua de abastecimiento a las redes de alcantarillado, adoptado representa un valor de $K = 0.80$. Dicho valor está en el rango normalmente recomendado en las normas y en la bibliografía técnica: 0.70 a 0.80.

Tabla 3. Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0.70 - 0.80
Medio alto y alto	0.80 - 0.85

Fuente: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para EMAAP-Q (4.2.3.1 Coeficientes de retorno)

Elaboración: Equipo Técnico GAD Morona

4.2.2.4 Factor de mayoración.

En toda red de alcantarillado sanitario, se producen instantes en que circulan máximos caudales, generalmente coincidentes con la curva de máximo consumo de agua potable. Este caudal constituye el caudal máximo instantáneo y se obtiene afectando al caudal medio diario por un coeficiente de mayoración K .

A continuación, se citan algunas de ellas, tomadas de la siguiente bibliografía:

- Harold E. Babbitt, *Alcantarillado y tratamiento de Aguas Negras*
- Metcalf & Eddy *Wastewater engineering, collection and pumping of wastewater*
- Ricardo López Cualla *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*
- Ecuación de Babbitt. Para poblaciones menores de 1000 habitantes

$$M = \frac{5}{P^{0.2}}$$

Siendo P la población en miles

- Ecuación de Harmon. para poblaciones entre 1,000 y 1,000,000 de habitantes

$$M = 1 + \frac{14}{4 + P^{0.5}} = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Siendo P la población en miles

- Ecuación de Flores

$$M = \frac{7}{P^{0.10}}$$

Siendo P la población total

- Ecuación de “Los Angeles”. Para caudales entre 2.80 l/s y 28.30 m3/s

$$M = \frac{3.53}{Q_{ar}^{0.0914}}$$

La ecuación de los Ángeles no está desarrollada para nuestro medio y, además da valores muy elevados del coeficiente de mayoración que no concuerdan con algunas medidas efectuadas en la ciudad.

Siendo Qar el caudal medio de aguas residuales en m3/s

- Ecuación de Metcalf & Eddy

$$M = \frac{2.228}{Q_{ar}^{0.073325}}$$

Siendo Qar el caudal medio de aguas residuales en m3/s

Para caudales medios diarios comprendidos entre 0.004 m3/s y 5 m3/s.

Esta última ecuación es la que se indica en las Normas de Diseño de Sistemas de Agua Potable y Eliminación de Residuos Líquidos (1986).

Con respecto a las ecuaciones señaladas se hacen los siguientes comentarios:

Las ecuaciones de Harmon y de Flores dan valores más cercanos a los medidos que el de las anteriores ecuaciones.

La ecuación de Metcalf & Eddy es la que mejor se ajusta al presente proyecto.

El gráfico muestra una comparación de los valores del factor de mayoración para las ecuaciones de Babbitt, Harmon y Metcalf & Eddy.

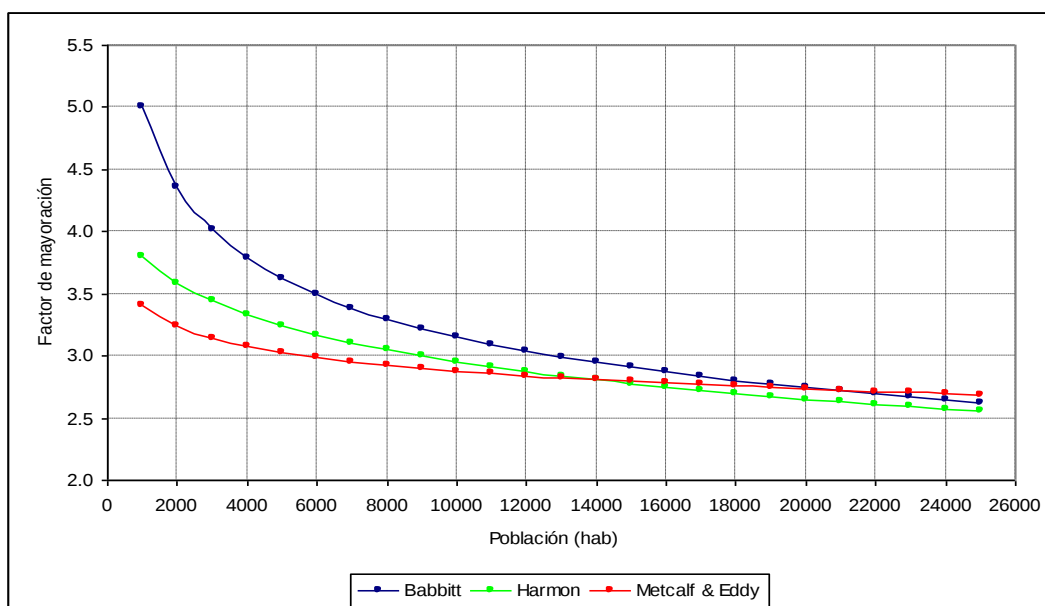


Gráfico 9. Factores de mayoración según Babbitt, Harmon y Metcalf & Eddy

En toda red de alcantarillado sanitario, se producen instantes en que circulan máximos caudales, generalmente coincidentes con la curva de máximo consumo de agua potable. Este caudal constituye el caudal máximo instantáneo y se obtiene afectando al caudal medio diario por un coeficiente de mayoración M .

De acuerdo con las normas el coeficiente mayoración para caudales medios diarios comprendidos entre 0.004 m³/s y 5 m³/s se calcularán por la fórmula:

$$M = \frac{3.72.228}{Q_{MD}^{0.0733}}$$

Donde:

M = Coeficiente de mayoración

Q = Caudal medio diario

Se recomienda utilizar un coeficiente de mayoración debe ser mayor o igual a 1.40.

$$Q_{ar} = k * q_{ar}$$

Caudal de aguas residuales:

$$Q_{ar} = \frac{M * k * P * D}{86400}$$

Según el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para EMAAP-Q (4.2.6.a Caudales de diseño).

Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1.50 l/s, debe adoptarse este valor como caudal de diseño.

Por lo que adoptamos este criterio para el diseño de los colectores sanitarios.

4.2.2.5 Caudal de infiltración.

El caudal de infiltración es producido por la entrada del agua que se encuentra por debajo del nivel freático del suelo a través de las uniones entre tramos de tuberías, de fisuras en el tubo y en la unión con las estructuras de conexión como los pozos de revisión.

Debido a la naturaleza de los conductos por donde circulan las aguas servidas, lo cual no garantiza una impermeabilidad absoluta, por lo tanto, habrá una cierta cantidad de agua proveniente del subsuelo que se infiltra en la tubería incrementando el caudal circulante. Este caudal varía con la permeabilidad del terreno, el nivel freático, el tipo y diámetro de la tubería, el tipo de juntas o uniones, la profundidad y métodos constructivos.

La infiltración de agua del suelo hacia los colectores depende tanto del contenido de agua del suelo como del material de dichos colectores.

Las normas de diseño de sistemas de Agua potable y Eliminación de Residuos Líquidos, (1986), recomendaba valores que se indican en la siguiente Tabla:

Tabla 27. Caudales de Infiltración.

CAUDAL DE INFILTRACIÓN	
a.- Para sistemas de alcantarillado existentes, con juntas mortero cemento y contacto con aguas freáticas.	
A < 10 ha	$Q_{inf} = 48.50 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día} \text{ \{ constante \}}$
A = 10 - 5000 ha	$Q_{inf} = 67.34 * A^{-(0.1425)}$
b.- Sistemas nuevos de alcantarillado o sistemas existentes, con juntas resistentes a la infiltración.	
A < 40.50 ha	$Q_{inf} = 14.00 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día} \text{ \{ constante \}}$
A = 40.50 - 5000 ha	$Q_{inf} = 42.51 * A^{-(0.30)}$

Fuente: Las Normas de Diseño de Sistemas de Agua potable y Eliminación de Residuos Líquidos, (1986).

En la actualidad el código ecuatoriano para el diseño de la construcción de obras sanitarias, no presenta valores de aguas de infiltración, por lo que podemos basarnos en la literatura técnica existente al respecto.

Las normas del instituto nacional de obras sanitarias de Venezuela (Cloacas y Drenajes de Simón Arrocha), contemplan que el gasto máximo de infiltración a considerar en un sistema de alcantarillado de aguas servidas, será de 20 l/Km/día, es decir 0.23 l (s/Km).

Según el Reglamento de Agua potable y Saneamiento de Colombia (RAS 2000), El aporte adicional de aguas de infiltración puede calcularse por metro lineal de tubería o por su equivalente en hectáreas de área drenada:

Tabla 48. Aportes de infiltración por tramo de tubería.

CONDICIONES	INFILTRACIÓN (l/s/Km)		
	ALTA	MEDIA	BAJA
Tuberías existentes	4.00	3.00	2.00
Tuberías nuevas con unión de:			
Cemento	3.00	2.00	1.00
Caucho	1.50	1.00	0.50

Fuente: Estudio de Diseño para Acueductos y Alcantarillado: Lopez-Cuella.

Tabla 29. Aporte de infiltración por área drenada

Infiltración (l/s/ha)		
ALTA	MEDIA	BAJA
0.15 - 0.40	0.10 - 0.30	0.05 - 0.20

Fuente: RAS Colombia 2000

Las tasas de infiltración propuestas se enmarcarán en lo establecido en el documento “Criterios y Parámetros de diseño de los sistemas de agua potable y alcantarillado, Numeral 5.6 Caudal de infiltración, 5.6.4 Conclusiones y Recomendaciones e Ilustración No.1”, de los “Estudios y Diseños Finales de los Planes Maestros de Agua Potable y Saneamiento para la ciudad de Cuenca, II Etapa”:

Tabla 30. Aporte de infiltración por km

Infiltración (l/s*km)		
ALTA	MEDIA	BAJA
0.50-1.00	0.15-0.50	0.00-0.15

Fuente: Planes Maestro Cuenca II Etapa

En el presente estudio se adopta un caudal de infiltración igual a 1.00 l/s/km

4.2.2.6 Caudal de Aguas Ilícitas o Conexiones Erradas. (Q.lli)

El aporte de caudal por conexiones erradas en un alcantarillado sanitario proviene en especial de las conexiones que equivocadamente se hacen de las aguas lluvias domiciliarias y de conexiones clandestinas.

La bibliografía establece que cuando existe red de alcantarillado pluvial el valor puede variar de 0.10 hasta 0.2 l/s/ha. y, caso de no existir alcantarillado pluvial, el valor puede alcanzar hasta 2 l/s/ha.

Tabla 31. Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (l/s/ha)
Bajo y medio	0.20
Medio alto y alto	0.10

Aportes máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (l/s/ha)
Bajo y medio	2.00
Medio alto y alto	2.00

Fuente: RAS Colombia 2000

Este tipo de caudal se produce por la eventual introducción al alcantarillado sanitario de aguas lluvias, especialmente en las zonas que carecen de alcantarillado pluvial, cuyo valor se debe exclusivamente a: conexiones ilícitas de aguas que escurren por techos, patios y drenajes de sótanos, con sumideros de aguas lluvias conectados al alcantarillado sanitario por ignorancia o equivocación, conexiones con viviendas abandonadas.

El caudal de aguas lluvias que se introduce en las alcantarillas es muy variable, y en muchos casos esta aportación debe ser tomada muy en cuenta dado su valor elevado. La subestimación de este parámetro puede traer consecuencias sanitarias a la población, especialmente cuando se presentan precipitaciones extremas que sobrepase la capacidad de transporte del colector y las aguas residuales diluidas salgan a la superficie a través de los pozos o de las mismas conexiones domiciliarias.

Según las normas de diseño de Sistemas de Agua Potable y Eliminación de Residuos Líquidos (1986), recomienda utilizar un valor de 80 l/hab/día, empleando la siguiente expresión:

$$q. \text{ilic} = \frac{80 * P}{86400}$$

Donde:

q.ilic = Caudal de aguas ilícitas o lluvias (l/s)

P = Población de diseño (hab)

4.2.2.6 Caudales de diseño de escorrentía pluvial

Para la estimación del caudal de diseño puede utilizarse el método racional, el cual calcula el caudal pico de aguas lluvias con base en la intensidad media del evento de precipitación con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de escorrentía.

El aporte de aguas lluvias se determinará mediante el Método Racional, cuya fórmula es:

$$Q = \frac{C * I * A}{0.36}$$

Donde:

- Q:** Caudal de escorrentía de aguas lluvias (l/s)
- C:** Coeficiente de escurrimiento o escorrentía (adim)
- I:** Intensidad de lluvia (mm/hora)
- A:** Área de aporte (ha)

De acuerdo con el método racional, el caudal pico ocurre cuando toda el área de drenaje está contribuyendo, y éste es una fracción de la precipitación media bajo las siguientes suposiciones:

1. El caudal pico en cualquier punto es una función directa de la intensidad (I) de la lluvia, durante el tiempo de concentración para ese punto.
2. La frecuencia del caudal pico es la misma que la frecuencia media de la precipitación.
3. El tiempo de concentración está implícito en la determinación de la intensidad media de la lluvia por la relación anotada en el punto 1 anterior.

4.2.2.7 Coeficiente de Escurrimiento o Escorrentía

El coeficiente de escorrentía, C, es función del tipo de suelo, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y otros factores que determinan la fracción de la precipitación que se convierte en escorrentía.

Para áreas de drenaje que incluyan subáreas con coeficientes de escorrentía diferentes, el valor de C representativo del área debe calcularse como el promedio ponderado con las respectivas áreas.

$$C = \frac{\sum C * A}{A}$$

Complementariamente, se calcula para cada zona urbanística los coeficientes de escorrentía (“C”), contemplados en el método racional, con miras a que sean considerados en la evaluación de las redes que van emplear dicho método de cálculo de caudales. Para este efecto, se adoptan los coeficientes parciales correspondientes a áreas impermeables y permeables recomendados en las normas y que se resumen en el siguiente cuadro.

Tabla 32. Valores de C para diferentes tipos de superficie.

TIPO DE SUPERFICIE	C
--------------------	---

Cubierta metálica o teja vidriada	0.95
Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0.90
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0.85 a 0.90
Pavimentos de hormigón	0.80 a 0.85
Empedrados (juntas pequeñas)	0.75 a 0.80
Empedrados (juntas ordinarias)	0.40 a 0.50
Pavimentos de macadam	0.25 a 0.60
Superficies no pavimentadas	0.10 a 0.30
Parques y jardines	0.05 a 0.25

Fuente: Código Ecuatoriano: Norma CO 10.07-601

Tabla 53. Valores del Coeficiente de escurrimiento

TIPO DE ZONA	C
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas	0.70 - 0.90
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0.70
Zonas residenciales medianamente pobladas	0.55 - 0.65
Zonas residenciales con baja densidad	0.35 - 0.55
Parques, campos de deportes	0.10 - 0.20

Fuente: Código Ecuatoriano: Norma CO 10.07-601

Del agua lluvia que cae sobre la superficie de la tierra, una parte corre inmediatamente sobre la superficie en forma de avenidas (escorrentía), otra parte se evapora en el suelo, otra parte denominada interceptada permanece en las hojas de las plantas y se evapora, y otra parte denominada infiltración penetra en el suelo.

Este parámetro está definido básicamente por el tipo de cobertura superficial del terreno y su declive natural; por tanto, el análisis se realiza considerando la zonificación urbanística del área del proyecto, así como sus características topográficas. Por lo tanto, el coeficiente de escurrimiento se define como el coeficiente del caudal que discurre por la superficie en relación con el caudal total precipitado.

$$C = \frac{QE}{QT}$$

El escurrimiento será variable a lo largo del tiempo dependiendo de la saturación del suelo. Este coeficiente es un factor en el que inciden varias consideraciones como:

- Permeabilidad del suelo
- Retención
- Retardación
- Tipo de calzada

- Tipo de zonas
- Características del terreno

Considerando la topografía de la zona, la intensidad de lluvia de diseño, que las calles y patios de las viviendas no tienen ningún acabado que permita que el agua escurra con facilidad, y además que el sector posee una baja densidad poblacional.

Los coeficientes de rugosidad adoptados son los siguientes:

Tabla 34. Coeficientes de rugosidad por tipo de superficie.

TIPO DE SUPERFICIE O ZONA	C
Parques y jardines	0.1
Superficies no pavimentadas	0.3
Zona residencial	0.5

Fuente: Código Ecuatoriano: Norma CO 10.07-601

En el presente estudio se utiliza $C=0.35$, Zonas residenciales con baja densidad, según las Normas CO 10.07-601.

4.2.2.8 Curvas de Intensidad-Duración y Frecuencia

Las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) constituyen la base climatológica para la estimación de los caudales de diseño. Estas curvas sintetizan las características de los eventos extremos máximos de precipitación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con periodos de retorno específicos.

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) constituyen la base hidrológica para la estimación de los caudales de diseño.

Estas curvas sintetizan las características de los eventos extremos máximos de precipitación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con periodos de retorno específicos. Se debe verificar la existencia de curvas IDF para la localidad. Si existen, éstas deben analizarse para establecer su validez y confiabilidad para su aplicación al proyecto. Si no existen, es necesario obtenerlas a partir de información histórica de las lluvias.

La obtención de las curvas IDF debe realizarse con información pluviográfica de estaciones ubicadas en la localidad, derivando las curvas de frecuencia correspondientes mediante análisis puntuales de frecuencia de eventos extremos máximos.

4.2.2.9 Intensidad de lluvia

La norma C.O.10.07.601., establece en el artículo 5.1.5.1 el uso de los métodos Racional, Hidrograma unitario sintético, y Análisis estadístico para estimar los caudales pluviales desde parámetros meteorológico. El método Racional se usa en cuencas tributarias menores a 100 ha,

siendo este el caso del presente estudio. Según el artículo 5.1.5.5 se establece que el sistema de drenaje es inicial, por lo que la frecuencia de la lluvia de diseño se escoge un periodo de retorno $T=5$ años. El artículo 5.1.5.10 permite utilizar curvas IDF de áreas de características pluviográficas similares, en este proyecto se utiliza las curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia para la estación M0062 - Macas.

Tabla 6. Cuadro intensidad duración frecuencia estación M0062.

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones	R	R2
CÓDIGO	NOMBRE				
M0062	MACAS AEROPUERTO	5<30	$i = 125.5996 * T^{0.2276} * t^{-0.2881}$	0.9831	0.9666
		30<120	$i = 513.621 * T^{0.2112} * t^{-0.6962}$	0.994	0.988
		120<1440	$i = 1116.631 * T^{0.1747} * t^{-0.8301}$	0.9965	0.9931

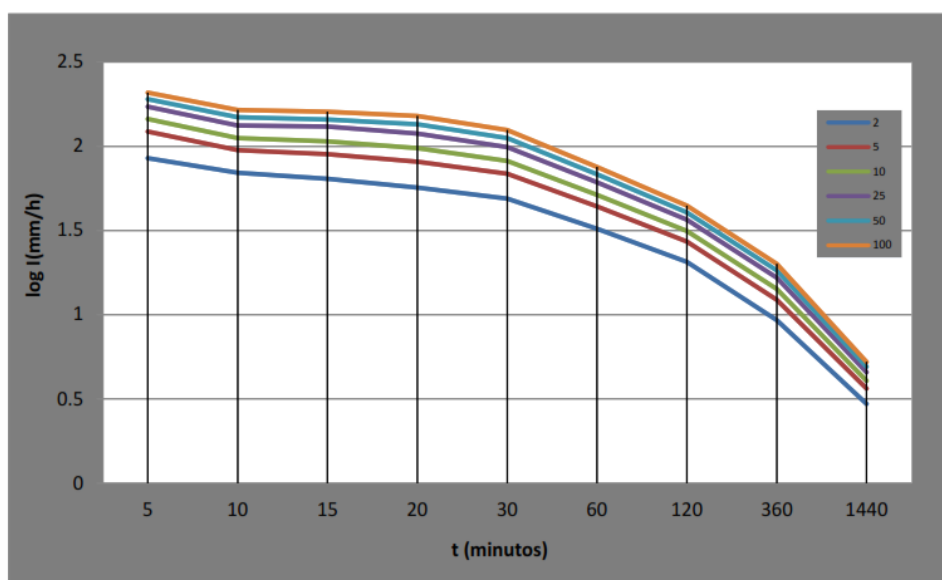


Gráfico 10. Factores Curvas Intensidad, Duración y Frecuencia estación M0062 - Macas

Tabla36. Intensidad máxima (mm/hora)

	periodo de retorno T (Años)
--	-----------------------------

Duración t (min)	2	5	10	25	50	100
5	92.5	113.9	133.4	164.4	192.4	225.3
10	75.8	93.3	109.3	134.6	157.6	184.5
15	67.4	83	97.2	119.8	140.2	164.2
20	62	76.4	89.5	110.2	129.1	151.1
30	55.7	67.6	78.2	95	109.9	127.3
60	34.4	41.7	48.3	58.6	67.8	78.5
120	23.7	27.8	31.4	36.8	41.6	46.9
360	9.5	11.2	12.6	14.8	16.7	18.9
1,440	3	3.5	4	4.7	5.3	6

Fuente: Actualización del estudio de lluvias Intensas (INAMHI) Versión (2) 2019

4.2.2.10 Periodo de Retorno de la Lluvia

El período de retorno de diseño es un factor importante para la determinación de la capacidad de redes de alcantarillado pluvial y la prevención de inundaciones en vías, áreas urbanas y plazas, por los riesgos y daños a la propiedad, daños personales y al tráfico vehicular. La selección del periodo de retorno está asociada entonces con las características de protección e importancia del área de estudio y, por lo tanto, el valor adoptado debe estar justificado.

- a. Frecuencias de 1 año a 2 años

Se utilizan para redes de áreas urbanas y suburbanas.

- b. Frecuencias de 2 años a 5 años

Se utilizan para redes de áreas urbanas residenciales y comerciales.

- c. Frecuencias de 10 años

Para colectores de segundo orden como canalización de riachuelos.

- d. Frecuencias de 20 años a 50 años

Se adoptan para el diseño de obras especiales como emisarios (canalizaciones de primer orden)

- e. Frecuencias de 100 años

Se utilizan para ríos principales que constituyen el sistema de drenaje global de la cuenca.

En general la frecuencia de las precipitaciones debe ser balanceada entre inversión y riesgo. En este sentido, es necesario decidir con criterio las frecuencias elegidas, muchas veces dejando que los sistemas

pluviales se sobrecarguen en precipitaciones excepcionales, permitiendo así viabilizar su necesidad y financiamiento.

El período de retorno a emplear en los diseños estará en función de las áreas de aporte acumuladas que lleguen a un tramo determinado de colector, como se indica en la tabla:

Tabla 77. Periodos de retorno

Rangos de áreas aportantes (ha)	Periodo de retorno (años)
< 3	3
3 - 10	5
> 10	10

Fuente: Planes Maestros Cuenca II Etapa

El periodo de retorno de diseño debe determinarse de acuerdo con la importancia de las áreas y con los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los habitantes, tráfico vehicular, comercio, industria, etc. La selección del periodo de retorno está asociada entonces con las características de protección e importancia del área de estudio.

Tabla 88. Periodo de retorno en función del área de drenaje.

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores a 2 ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores a 2 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores de 1000 ha	10	25	25
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	25	25	50

Fuente: RAS Colombia 2000

Según la Norma CO 10.07-601, del Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias: El sistema de micro drenaje se dimensionará para el escurrimiento cuya ocurrencia tenga un período de retorno entre 2 y 10 años, seleccionándose la frecuencia de diseño en función de la importancia del sector y de los daños y molestias que puedan ocasionar las inundaciones periódicas. En el presente diseño se adopta un periodo de retorno igual a 5 años.

4.2.2.11 Tiempo de Concentración Inicial

Este parámetro depende básicamente de factores como: la distancia que debe recorrer el escurrimiento superficial hasta llegar a los colectores, el declive del terreno y su tipo de cobertura promedio, caracterizado por el coeficiente de escorrentía.

Para los colectores de drenaje pluvial el tiempo de concentración es igual a la suma del tiempo de llegada más el tiempo de escurrimiento por los colectores hasta el punto en consideración. El tiempo de escurrimiento se lo obtendrá a partir de las características hidráulicas de los colectores recorridos por el agua. El tiempo de llegada es el tiempo necesario para que el escurrimiento superficial llegue desde el punto más alejado hasta el primer sumidero. Este tiempo dependerá de la pendiente de la superficie, del almacenamiento en las depresiones, de la cobertura del suelo, de la lluvia antecedente, de la longitud del escurrimiento, etc.

El tiempo de concentración está compuesto por el tiempo de entrada (tiempo de concentración inicial) y el tiempo de recorrido en el colector, el tiempo de entrada corresponde al tiempo requerido para que la escorrentía llegue al sumidero del colector, mientras que el tiempo de recorrido se asocia con el tiempo de viaje o tránsito del agua dentro del colector.

$$t = t_e + t_r$$

Si dos o más colectores confluyen a la misma estructura de conexión, debe considerarse como tiempo de concentración en ese punto el mayor de los tiempos de concentración de los respectivos colectores. ***Para la evaluación se considera un tiempo de concentración promedio igual a 10 minutos.***

4.2.2.12 Tiempo de recorrido

En cuanto al tiempo de recorrido, este se irá determinando conforme se avance en el diseño de las redes y subredes, mediante la expresión:

$$t_r = \frac{1}{60} * \sum \frac{L_i}{V_i}$$

En donde:

Tr= tiempo de recorrido del agua (min)

Li= Longitud del colector (m)

Vi= Velocidad en el colector (m/s)

4.2.3 Criterios de Diseño de los Colectores.

En este capítulo se presenta las bases y parámetros de diseño adoptados para el dimensionamiento de los diferentes componentes del sistema, los mismos que se ajustan en su mayoría a lo establecido por el código ecuatoriano para el diseño de la construcción de obras hidrosanitarias.

4.2.3.1 Hidráulica de los Conductos.

4.2.3.2 Consideraciones de Diseño.

- Las tuberías del sistema de alcantarillado se diseñan a tubo parcialmente lleno, con el 80 % (relación q/Q) como máxima capacidad a ser utilizadas en condiciones de circulación a gravedad, evitando de esta manera que la tubería funcione llena y menos aún a presión, con lo que se garantiza la circulación del aire a través de los conductos.
- Se ha considerado que el flujo dentro de las tuberías entre los pozos de revisión es constante y deberá mantenerse ciertas velocidades de flujo para evitar sedimentación o erosiones de las mismas.
- La velocidad del líquido, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, no será menor que 0.45 m/s y preferiblemente sea mayor que 0.60 m/s, para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido.
- Además, se asume que la velocidad media del flujo es igual en cualquier instante del tiempo, por ello los tramos entre los pozos de revisión tienen pendiente uniforme (no menor al uno por ciento).
- La velocidad máxima debe limitarse según el material del conducto y del material transportado por el agua, con el objeto de evitar la erosión del conducto. Es necesario consultar los catálogos de la tubería para definir la velocidad máxima recomendada. En general, la tubería de PVC permite velocidades hasta de 5 m/s y la de concreto hasta de 4 m/s.

4.2.3.3 Velocidad y Capacidad de las Tuberías.

La ecuación de Manning se obtiene de la ecuación de Chezy:

$$v = C\sqrt{R \sin \theta}$$

Donde:

v = Velocidad media en el canal;

R = Radio hidráulico definido por la relación entre el área de la sección transversal (A) y el perímetro mojado (P): $R = A / P$;

θ = Ángulo que hace el fondo del canal con la horizontal.

Cuando el valor de θ es pequeño, como ocurre en la mayoría de los casos, el seno del ángulo se equipara con la tangente del mismo, es decir con la pendiente del fondo del canal, a la que designaremos como S_0 .

De esta manera la ecuación de Chezy quedaría de la forma:

$$v = C\sqrt{RS_0}$$

Las experiencias realizadas por Manning indican que el coeficiente C de Chezy no es constante, sino que depende del material del conducto y de la geometría de la sección mojada, a través del radio hidráulico R , de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

Siendo n el coeficiente de rugosidad de Manning, el mismo que ha sido ampliamente experimentado y cuyos valores se encuentran compilados en varios manuales de hidráulica y otros son suministrados por las casas fabricantes de las tuberías.

Sustituyendo la ecuación anterior en la de Chezy se obtiene:

$$v = \frac{R^{2/3} S_0^{1/2}}{n}$$

Aplicando la ecuación de la continuidad $Q = v.A$ e introduciendo un factor ϕ para el sistema de unidades:

$$Q = \frac{\phi A R^{2/3} S_0^{1/2}}{n} = \frac{\phi A^{5/3} S_0^{1/2}}{n P^{2/3}}$$

Para el sistema internacional $\phi = 1$; para el sistema inglés $\phi = 1.486$

La introducción del factor ϕ en la ecuación es de absoluta importancia, en vista de que la ecuación de Manning no es dimensionalmente homogénea. Si no se introduce este factor, los coeficientes de rugosidad de Manning no tendrían carácter universal, sino que presentarían valores diferentes según el sistema de unidades que se usen, esto llevaría a una gran confusión y permitiría errores en su aplicación si no se tiene un cuidado especial. Para sección llena:

$$A = \pi D^2 / 4$$

$$P = \pi D.$$

$$R = D / 4;$$

$$Q = 0.3117 \frac{\phi D^{8/3} S_0^{1/2}}{n}$$

$$D = 1.5483 \left(\frac{nQ}{\phi S_0^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Para el diseño de la tubería se utiliza la fórmula de Manning, cuya expresión es:

$$v = \frac{R^{2/3} S_0^{1/2}}{n}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s)

J = Pendiente de la tubería (%)

R = Radio hidráulico

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

4.2.3.4 Coeficiente de Rugosidad.

El coeficiente de rugosidad de Manning es estimado a partir de mediciones de laboratorio y de campo y depende en general del tipo de material del conducto. En el diseño de redes de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales, deben usarse valores de coeficientes de rugosidad que representen adecuadamente el efecto friccional en las condiciones de servicio que el colector experimentará durante su vida útil. Estas condiciones de servicio dependen de varios factores:

- Material del conducto
- Forma y tamaño del conducto
- Profundidad del flujo
- Tipo de uniones
- Número de uniones por unidad de longitud
- Desalineamiento horizontal del conducto
- Desalineamiento vertical del conducto por efecto de las uniones
- Depósito de material en el conducto
- Entrada de flujos laterales puntuales al conducto.
- Penetración de raíces
- Deformación del colector.

Tabla 39. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning

MATERIAL	n
CONDUCTOS CERRADOS	
Asbesto - cemento	0.011 - 0.015
Concreto prefabricado interior liso	0.011 - 0.015
Concreto prefabricado interior rugoso	0.015 - 0.017
Concreto fundido en sitio, formas lisas	0.012 - 0.015
Concreto fundido en sitio, formas rugosas	0.015 - 0.017
Gres vitrificado	0.011 - 0.015
Hierro dúctil revestido interiormente con cemento	0.011 - 0.015
PVC, polietileno y fibra de vidrio con interior liso	0.010 - 0.015
Metal corrugado	0.022 - 0.026
Coletores de ladrillo	0.013 - 0.017
CONDUCTOS ABIERTOS	
Canal revestido en ladrillo	0.012 - 0.018
Canal revestido en concreto	0.011 - 0.020
Canal excavado	0.018 - 0.050

Canal revestido rip-rap	0.020 - 0.035
-------------------------	---------------

Fuente: RAS Colombia 2000

El coeficiente de rugosidad de Manning (n) se adoptará los valores de la siguiente tabla:

Tabla 90. Coeficiente de rugosidad de Manning Norma CO 10.07-601

Material	Coeficiente de rugosidad
Hormigón simple	0.013
Con uniones de mortero	
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	
Asbesto cemento	0.011
Plástico	0.011

Fuente: Código Ecuatoriano: Norma CO 10.07-601

Las suposiciones básicas del método racional, con respecto a la relación entre la intensidad de lluvia de diseño, tiempo de concentración y el caudal de escorrentía, no justifican la corrección de C con el tiempo, por lo tanto, en la aplicación del método racional se utilizará un valor constante del coeficiente C.

Si bien el coeficiente varía con respecto al material, se podrá considerar un coeficiente uniforme debido a la película biológica producida por el paso del agua residual a través de la tubería.

El coeficiente de rugosidad en alcantarillados sanitarios puede tomar valores entre 0.009 y 0.013.

Para tubería de PVC se adopta un valor de $n=0.011$, y Hormigón Armado de $n=0.013$.

4.2.3.5 Velocidad mínima

Las aguas residuales fluyen por un periodo largo a bajas velocidades, los sólidos transportados pueden depositarse dentro de los colectores. En consecuencia, se debe disponer regularmente de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo. Para lograr este objetivo, se establece la velocidad mínima como criterio de diseño.

Según el código ecuatoriano para el diseño de la construcción de obras sanitarias, norma CO 10.07-601, la velocidad mínima en alcantarillado sanitario no debe ser menor a 0.60 m/s, y que preferiblemente sea mayor a 0.90 m/s, para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido.

La capacidad hidráulica del sistema debe ser suficiente para el caudal de diseño, con una velocidad de flujo que produzca autolimpieza.

Si la velocidad es menor que la mínima debido a la topografía, se diseñará un programa especial de limpieza y mantenimiento para los tramos afectados.

4.2.3.6 Velocidad máxima

Los valores máximos permisibles para la velocidad media en los colectores por gravedad dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión., para tuberías de Hormigón Armado la Vmax, será hasta de 10 m/s, debido a la gran cantidad de material que entra a la tubería en los eventos de alta pluviosidad, y es más resistente a la abrasión.

La Norma CO 10.07-601 recomienda los siguientes valores de velocidad máxima:

Tabla 101. Velocidades máximas a tubo lleno recomendadas

Material	Velocidad máxima (m/s)
Hormigón simple	4.00
Con uniones de mortero	
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	
Asbesto cemento	3.50 - 4.00
Plástico	4.50 - 5.00
	4.50

Fuente: Código Ecuatoriano: Norma CO 10.07-601

Para aguas con cantidades no significativas de sedimentos suspendidos, la velocidad máxima es función del material de la tubería. En la medida en que el tamaño de los sólidos aumenta, se debe reducir la velocidad a causa de la posible abrasión de la tubería, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 112. Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado, m/s

Material de la tubería	Agua con sedimentos coloidales (m/s)	Agua con fragmentos de arena y grava (m/s)
Ladrillo común	3	2
Ladrillo vitrificado y gres	5	3.3
Concreto (Kg/cm ²)		
140	3	2
210	5	3.3
250	6	4
280	6.5	4.3
315	7.5	5
Concreto reforzado mayor de 280 Kg/cm ² y curado al vapor	10	6.6
Cloruro de polivinilo (PVC)	10	10

Fuente: Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillado, López Cualla.

Tabla 123. Velocidades máximas permisibles

Tipo de material	V (m/s)
Ladrillo común	3.00
Ladrillo vitrificado y gres	5.00
Concreto	5.00
PVC	10.00

Fuente: RAS Colombia 2000

4.2.3.7 Diámetro interno mínimo

El diámetro interno mínimo en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales es de 200mm, con el fin de evitar obstrucciones de los conductos por objetos relativamente grandes introducidos al sistema.

En el Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias, indica los siguientes valores:

Tabla 134. Diámetro mínimo en sistemas de alcantarillado.

Sistema	Diámetro interno (mm)
Alcantarillado sanitario	200
Alcantarillado pluvial	250
Alcantarillado combinado	250

Fuente: Código Ecuatoriano: Norma CO 10.07-601

Las conexiones domiciliarias en alcantarillado tendrán un diámetro mínimo de 0.10 m para sistemas sanitarios y 0.15 m para sistemas pluviales y una pendiente mínima de 1 %.

4.2.3.8 Pendientes.

Las mínimas pendientes del proyecto estarán determinadas por las condiciones de trabajo de la tubería en flujo parcial y la facilidad constructiva en la instalación de las tuberías, procurando seguir las pendientes naturales del terreno, a fin de que funcionen como canales.

4.2.3.9 Profundidades.

Para el diseño de la red de alcantarillado se ha previsto que las tuberías tengan la pendiente suficiente, de manera que permitan desalojar a gravedad las aguas servidas y asegurar también un relleno

adecuado que garantice la protección de la tubería a la acción de cargas propias del relleno y sobrecargas vivas. Por lo que se considerará como profundidad mínima sobre la clave de la tubería 1.20 m.

Las profundidades de los pozos de alcantarillado condominial serán menores a 1.00 m

Se tomará en cuenta la ubicación de las tuberías respecto de la red de agua potable, estableciendo que la red de alcantarillado sanitario se encuentre a 0.30 m por debajo cuando sean paralelas entre sí y 0.20 m cuando se crucen, o en su defecto por la profundidad dada en el diseño.

En los tramos críticos las tuberías deberán quedar protegidas mínimo con 0.90 m de relleno compactado de acuerdo a los niveles de construcción de los sistemas de alcantarillado proyectados; para así asegurar el normal funcionamiento de las mismas.

La profundidad máxima se fijó de acuerdo a consideraciones de economía de la comunidad, tipo de material, pendiente del terreno y cargas actuantes sobre la tubería; pero fundamentalmente se tomó en cuenta que todo el sistema funcione a gravedad.

4.2.3.10 Pozos de revisión.

Los trabajos de nivelación de los ejes viales permitieron definir en campo los puntos de deflexión horizontal, en los cuales es necesario considerar pozos de revisión. El análisis de los perfiles verticales permitió a su vez definir la ubicación de pozos adicionales que permitan efectuar deflexiones verticales de los colectores, de manera que aquellos se ajusten al perfil del terreno, cuidando que su profundidad de instalación se encuentre en un rango de valores adecuados y que además permita recibir los aportes previstos a través de las conexiones domiciliarias, así como de colectores transversales.

Los pozos de revisión se proyectarán en los siguientes casos:

- Al inicio de los tramos de cabecera
- En los cambios de dirección
- En los cambios de diámetro en las tuberías
- En la intersección de varias tuberías
- Tramos mayores a 100 metros

Los pozos de salto se diseñarán cuando el desnivel entre la tubería de llegada y de salida tenga valores iguales o superiores a 0.60 m. Para cuando se presenten condiciones especiales se diseñarán estructuras especiales, justificando su óptimo funcionamiento hidráulico y una fácil operación y mantenimiento.

Los pozos de revisión en general tendrán las siguientes características:

- Estructura de Hormigón Simple
- Forma cilíndrica cuyo diámetro interior igual a 1.00 m y paredes de espesor igual a 0.20 m.
- Tapa de Hormigón Armado, cuyo diámetro es igual a 0.60 m, la cual ira sujeta al cerco metálico de hierro.

La distancia máxima entre pozos de revisión se indica en la siguiente tabla:

Tabla 145. Distancia entre pozos de revisión

Distancia máxima (m)	Diámetro de pozos
100	< 350 mm
150	400-800 mm
200	> 800 mm

Fuente: Código Ecuatoriano: Norma CO 10.07-601

Los diámetros recomendados de los pozos de revisión son los siguientes:

Tabla 156. Diámetros recomendados de pozos de revisión.

Diámetro de la tubería mm	Diámetro del pozo mm
menor e igual 550	0.9
mayor a 550	diseño especial

Fuente: Código Ecuatoriano: Norma CO 10.07-601

4.2.4 Criterio de trazado de redes

Se observan los siguientes criterios básicos aplicables a estos sistemas:

- En general los colectores seguirán la pendiente de las vías para minimizar los cortes.
- El enlace de tramos de colector en los cambios de alineación, pendiente o unión de varios tramos se efectuará a través de pozos convencionales, los cuales brindan mayores facilidades para la operación del sistema.

4.2.4.1 Criterios de Diseño

Durante el funcionamiento del sistema de alcantarillado, se debe cumplir la condición de autolimpieza para limitar la sedimentación de arena y otras sustancias sedimentables heces y otros productos de desecho) en los colectores.

La eliminación continua de sedimentos es costosa y en caso de falta de mantenimiento se pueden generar problemas de obstrucción taponamiento.

Para los cálculos hidráulicos, se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Ecuación De Manning

$$V = \frac{1}{n} \cdot R h^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V: Velocidad, en m/s

n: Coeficiente de rugosidad de Manning adimensional

RH: Radio hidráulico, en m

J: Pendiente, en m/m

Ecuación de Continuidad

$$Q = V \cdot A$$

Donde:

Q: Caudal, en m³/s

A: Área de la sección, en m²

V: Velocidad, en m/s

Los cálculos de las figuras de los sectores y segmentos circulares y relaciones trigonométricas, fueron obtenidos de la siguiente figura:

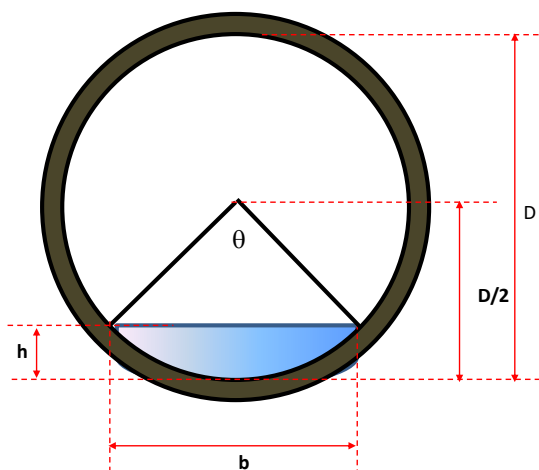


Grafico 11. Esquema sección transversal tubería. (Fuente: DGAPA)

Sección llena

Las relaciones geométricas para la sección circular son:

a. Área:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

b. Perímetro:

$$P = \pi \cdot D$$

c. Radio hidráulico:

$$Rh = \frac{D}{4}$$

d. Velocidad:

$$V = \frac{0.397}{n} \cdot D^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{2}{3}}$$

Sección Parcialmente Llena

a. Angulo Central

$$\theta = 2 \cdot \arccos\left(1 - \frac{2 \cdot h}{D}\right)$$

b. Radio Hidráulico

$$Rh = \frac{D}{4} \cdot \left(1 - \frac{360 \cdot \text{sen}\theta}{2\pi\theta}\right)$$

c. Velocidad

$$V = \frac{0.397 \cdot D^{\frac{2}{3}}}{n} \cdot \left(1 - \frac{360 \cdot \text{sen}\theta}{2\pi\theta}\right)^{\frac{5}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

d. Caudal

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257,15 \cdot n \cdot (2\pi\theta^{\frac{2}{3}})} \cdot (2\pi\theta - 360\text{sen}\theta)^{\frac{5}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

Relaciones de Tirantes, Velocidades y Caudales

a) Relación de tirantes:

$$\frac{h}{D} = \frac{1}{2} \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\right)$$

b) Relación de velocidades:

$$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{360 \cdot \text{sen}\theta}{2 \cdot \pi \cdot \theta}\right)^{\frac{2}{3}}$$

c) Relación de caudales:

$$\frac{q}{Q} = \left(\frac{\theta}{360} - \frac{\text{sen}\theta}{2\pi}\right) \cdot \left(1 - \frac{360 \cdot \text{sen}\theta}{2\pi\theta}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

D: Diámetro (m)

h: Tirante de agua, (m)

4.2.4.2 Metodología empleada para el dimensionamiento de los colectores

El diseño hidráulico de los conductos para la evacuación tanto de aguas provenientes de las lluvias, así como de aguas residuales domésticas, residuales industriales, residuales comerciales e institucionales, se basa fundamentalmente en la resolución de la ecuación de movimiento para conductos cerrados trabajando parcialmente llenos, es decir, con la presencia de una superficie en contacto con la atmósfera, llamada superficie libre.

De entre todas las ecuaciones que se han propuesto, la de Manning ha demostrado ser una de las más adecuadas en el sentido de que, para un gran rango de caudales, los valores calculados coinciden, dentro de una razonable precisión, con los valores medidos a través de numerosas experiencias. Por esta razón, para el diseño del alcantarillado en el presente estudio, se usará la ecuación de Manning.

Los colectores que formarán parte del sistema de alcantarillado se diseñarán con una relación: calado/diámetro interno ($Y/D \leq r$), siendo r un valor menor a la unidad (0.70-0.90) que depende del diámetro interior de la tubería, o de la relación entre el caudal transportado a sección parcialmente llena y el caudal a sección llena. De esta manera, se mantendrán siempre las condiciones de flujo a gravedad en los colectores.

Basados en la información topográfica de la zona, los perfiles de los ejes viales y los criterios y parámetros de diseño expuestos, se efectuaron los diseños hidráulicos de los nuevos colectores.

Para la determinación de caudales y cálculo de los colectores, se ha empleado una hoja de cálculo preparada en EXCEL, considera las variaciones de ciertos parámetros de las áreas aportantes como: densidad, dotación, material, así como la configuración de las redes de recolección que integran colectores.

Los planos correspondientes tanto en planta como en perfil, detallan las características geométricas de los colectores y sus correspondientes datos de operación hidráulica.

En el proceso de cálculo se establece el caudal acumulado en el respectivo tramo luego se asume el diámetro y la pendiente de la tubería.

Se determina la relación q/Q y luego se determina en el gráfico las relaciones d/D y v/V .

q	=	Caudal parcial	[l/s]
Q	=	Caudal a tubo lleno	[l/s]
v	=	Velocidad parcial	[m/s]
V	=	Velocidad a tubo lleno	[m/s]

Para encontrar la velocidad y caudal a sección llena se utiliza la ecuación de Manning.

En el programa de cálculo estas curvas se encuentran ajustadas a diferentes tipos de ecuaciones que se utilizan para obtener los valores respectivos.

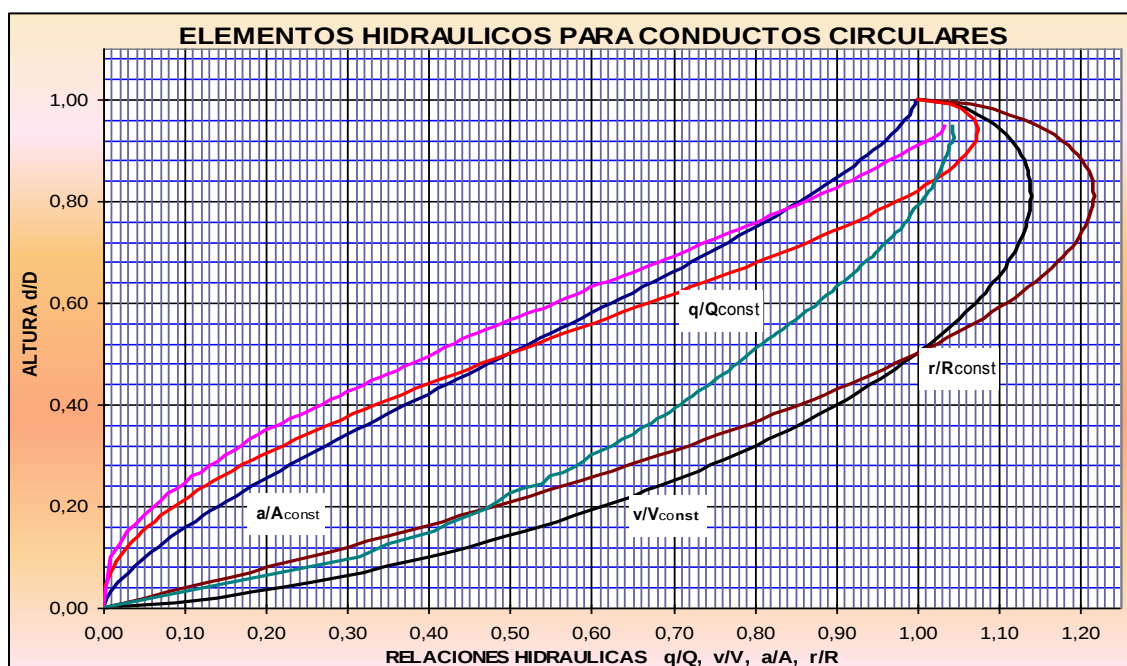
Tabla 167. Ecuaciones para la construcción de las curvas de relaciones hidráulicas

RELACIONES	FORMULAS
$\frac{h}{D}$	Ingresar valores que varíen de 0 a 1
θ	$\theta = 2 \arccos \left[1 - 2 \frac{h}{D} \right]$
$\frac{a}{A}$	$\frac{a}{A} = 0.15915494 [\theta - \text{Sen} \theta]$
$\frac{r}{R}$	$\frac{r}{R} = \left[1 - \frac{\text{Sen} \theta}{\theta} \right]$
$\frac{v}{V}$	$\frac{v}{V} = \left[1 - \frac{\text{Sen} \theta}{\theta} \right]$
$\frac{q}{Q}$	$\frac{q}{Q} = 0.15915494 \frac{[\theta - \text{Sen} \theta]^{5/3}}{\theta^{2/3}}$

Fuente: Código Ecuatoriano: Norma CO 10.07-601

Por consiguiente, el valor de θ depende de la relación y/D . Esto nos permite confeccionar, con la ayuda de las ecuaciones anteriores, curvas, que sirven para el diseño hidráulico de secciones circulares funcionando parcialmente llenas.

El valor de la relación y/D para caudal máximo es: $y/D = 0.93818$



4.2.5 Resultados esperados

Una vez concluida la ejecución del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario, se espera:

- Mejorar las condiciones de salubridad del sector.
- Dotar de un seguro y adecuado sistema de recolección de aguas servidas y pluviales.
- Reducir las enfermedades endémicas producidas por un inadecuado sistema de saneamiento.
- Mejorar la calidad de vida de los beneficiados.
- Permitir una rápida evacuación del agua pluvial de las vías públicas
- Evitar la formación de caudales excesivos en las calzadas
- Evitar la invasión de aguas pluviales a propiedades públicas y privadas
- Evitar la acumulación de aguas en vías de circulación
- Evitar la paralización del tráfico vehicular y peatonal durante una precipitación pluvial intensa
- Evitar las conexiones erradas del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales
- Mitigar efectos nocivos a cuerpos de agua receptores por contaminación de escurrimiento pluvial urbano

4.2.6 Sumideros para el sistema de alcantarillado pluvial

Para determinar el número y ubicación de los sumideros, se asume que se implementarán aquellos modelos estándar determinados por ETAPA, en cuanto a las dimensiones de las rejillas de hierro fundido para captación del escurrimiento (detalles en los planos correspondientes).

Considerando dichas dimensiones de las rejillas, a continuación, se determina la capacidad hidráulica de las mismas y en función de ello las separaciones máximas recomendadas entre sumideros, en función de las pendientes longitudinales de las vías.

Para el efecto, se considera la ecuación de Manning para sección triangular presentada en la bibliografía técnica:

$$Q = \frac{z}{n} * S^{0.5} * d^{8/3}$$

Donde:

- Q: Caudal total en la cuneta (m³/s)
- z: Inverso de la pendiente transversal de la cuneta. Siendo que la pendiente transversal es normalmente m= 0.10 (10%), z= 1/m= 10
- n: Rugosidad de Manning de las vías. (Para vías con pavimento, se adoptan=0.020)
- S: Pendiente longitudinal de la vía (m/m)
- d: Máximo calado de agua en la cuneta (junto al bordillo)

En el siguiente esquema se ilustran algunas dimensiones:

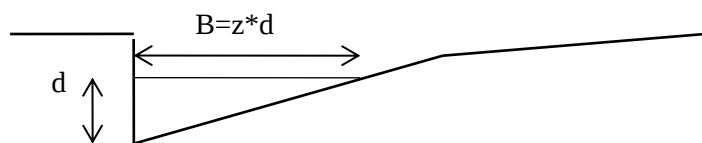


Gráfico 12. Sección transversal de la cuneta

De su parte, la capacidad de intercepción de flujo de un imbornal está dado por la ecuación:

$$Qs = \frac{L * B * d}{2 * M * \left(2 * \frac{d}{g}\right)^{0.5}}$$

Qs: Caudal captado por el sumidero (m3/s)

L: Longitud total de la rejilla del sumidero: L=0.55m

B: Ancho total de la rejilla del sumidero: B=0.40m

d: Calado de agua en la cuneta, junto al bordillo, aguas arriba del sumidero (m)

M: Factor relacionado con el porcentaje del área total ocupada por las rejillas del sumidero. Para el presente caso, en que las rejillas ocupan prácticamente el 50 % del área total, se tiene M= 4

g: Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

Si se trata de captar todo el caudal que llega al imbornal, el ancho de la sección del flujo en la cuneta debe ser igual a “B” es decir 0.40 m. Para este ancho se tiene un calado máximo:

$$d = B/z = 0.40/10 = 0.04 \text{ m}$$

Con este valor de calado “d” y las dimensiones del imbornal (L, B), su capacidad hidráulica resulta:

$$Qi = 0,0121 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$\approx Qi = 12 \text{ l/s}$$

Para que, con este caudal, la sección transversal del flujo en la cuneta tenga un ancho B=0.40 y el calado d= 0.04m, la pendiente longitudinal de la vía resulta:

$$S = 0.016 \text{ (1.6\%)}$$

Considerando que en general las vías del área del proyecto tienen pendientes superiores a la mínima requerida para utilizar la capacidad máxima de la rejilla, los anchos y calados del flujo en las cunetas serán menores a los calculados, con lo que la capacidad de los imbornales será en realidad mayor a la asumida de Qi= 12 l/s.

Considerando ahora la ecuación de intensidad de lluvia, un período de retorno de 3 años, un tiempo de concentración de t= 3 minutos, un coeficiente de escorrentía C=0.9 para las vías y un ancho de

vía máximo de $B_v = 10$ m, calculamos el caudal de escorrentía para cada cuneta en un tramo de $L_v = 100$ m de vía.

$$Q = \frac{C * I * \frac{L_v * B_v}{20000}}{0.36}$$

$I = 121$ mm/hora

$$Q = 15 \text{ l/s}$$

Con estos resultados, siendo que la capacidad del imbornal corresponde al 75 % del caudal de escorrentía producido en 100 m de vía, se define la necesidad de instalar sumideros a distancias no mayores de 75 m con lo cual se tiene un porcentaje de seguridad de captación adecuada de la escorrentía superficial.

Considerando que, en los sectores del estudio, las longitudes entre intersecciones viales en general son inferiores a 100 m, será suficiente colocar un sumidero a cada costado de las vías en cada tramo de las mismas.

En el conjunto de planos en planta de la red proyectada que clasifica los colectores según su nivel de prioridad de implementación, se presenta también el detalle de la ubicación propuesta para los sumideros a implementarse.

4.2.7 Tratamiento de las aguas residuales

4.2.7.1 Objetivo del Tratamiento

El objetivo primordial para la depuración del agua residual es evitar la contaminación de las aguas del cuerpo receptor de forma que puedan ser utilizadas con seguridad para otras actividades que se verifican en la zona aguas abajo de los puntos de descarga.

4.2.7.2 Parámetros de calidad para observarse en la depuración del Agua Residual

El objetivo primordial para la depuración del agua residual es evitar la contaminación de las aguas del cuerpo receptor de forma que puedan ser utilizadas con seguridad para las actividades benéficas que se verifican en la zona aguas abajo de los puntos de descarga.

El agua residual de tipo doméstica tiene básicamente los siguientes potenciales efectos contaminantes:

- Incremento de materiales sólidos flotantes que desmejoran la calidad estética y paisajística.
- Su contenido de materia orgánica (caracterizada por la demanda bioquímica de oxígeno: DBO), que al ser descargada origina la disminución de los niveles de oxígeno disuelto en el agua del cuerpo receptor, pudiendo en caso extremo afectar el normal desarrollo de la flora y fauna acuática. Es importante indicar que normalmente este problema no es de magnitud considerable debido al gran potencial de re-aeración de las corrientes superficiales.
- El aspecto de mayor importancia consiste en el elevado riesgo microbiológico que tiene este tipo de aguas residuales puesto que a través del agua de la corriente en la que son descargadas pueden transmitir una amplia variedad de enfermedades.

Por lo expuesto, el diseño de los sistemas de tratamiento tiene como objetivo básico la remoción de sólidos gruesos, disminución de la carga orgánica y microbiológica del agua residual hasta niveles que no produzcan efectos contaminantes en el cuerpo receptor.

El Texto Unificado de Legislación Ambiental, en el Libro VI: Normas de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua. Tabla No.12, Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, establece entre otros aspectos, los siguientes requerimientos de depuración mínima del agua residual a ser descargada en cuerpos hídricos superficiales:

Tabla 178. Requisitos de depuración mínima del agua residual a ser descargada en cuerpos de agua

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite permisible
Potencial Hidrógeno	PH	----	5-9
Materia Flotante	Material visible	----	Ausencia
Sólidos suspendidos			100
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO		250
Coliformes fecales	NMP/100ml	mg/l	Remoción mayor al 99.9 %

Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS). Libro VI: Normas de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua.

4.2.7.3 Procesos de tratamiento y grado de remoción

Para la selección de los procesos de tratamiento de las aguas residuales se usará como guía los valores de la Tabla 49, en la cual se presenta bajo la columna de helminto, la remoción de huevos de nematodos intestinales de los diferentes procesos, en unidades de ciclos logarítmicos (base 10):

Tabla 18. Procesos de tratamiento y grados de remoción.

PROCESO DE TRATAMIENTO	REMOCION, %		REM,ciclos log ₁₀	
	DBO	Sólidos S.	Bacteria	Helminto
Sedimentación primaria	25-40	40-70	0-1	0-1
Lodos activados (a)	55-95	55-95	0-2	0-1

Filtros percoladores (a)	50-95	50-92	0-2	0-1
Lagunas aereadas (b)	80-90	(c)	1-2	0-1
Zanjas de oxidación (d)	90-98	80-95	1-2	0-1
Lagunas de estabilización. (e)	70-85	(c)	1-6	1-4

Fuente: CPE INEN 5 Parte 9-1, 1992

- (a) Precedidos y seguidos de sedimentación
- (b) Incluye laguna secundaria
- (c) Dependiente del tipo de lagunas
- (d) Seguidas de sedimentación
- (e) Dependiendo del número de lagunas y otros factores como: Temperatura, período de retención y formas.

5 PLAN DE DESARROLLO COMUNITARIO Y PARTICIPACIÓN SOCIAL

5.1 ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD.

La participación ciudadana es una parte importante para el desarrollo del proyecto, no solamente para la aceptación del mismo por la comunidad, también para que la gestión de la Municipalidad sea activa en el tema de seguimiento y vigilancia del servicio.

Para la inclusión de la ciudadanía se ha diseñado actividades a realizarse, considerando los derechos y obligaciones de la comunidad, a continuación, se presentan los ejes de acción:

- Aceptación del Proyecto
- Resolución de Conflictos
- Fortalecimiento de las Capacidades
- Organización y participación
- Promoción de la Salud y Educación Sanitaria
- Educación Ambiental

La comunidad se mantendrá en constante comunicación con el equipo que desarrolle el proyecto a través de reuniones comunitarias, que afianzarán las relaciones de respeto y confianza hacia la institución que prestará el servicio y participará activamente durante todas las etapas del proyecto.

A través de una activa participación de los usuarios, la construcción del Sistema de Alcantarillado Subsistema S5 y S6, busca dotar de alcantarillado Sanitario y Pluvial, permanente y en óptimas condiciones a todas las familias beneficiarias, se busca propender a la equidad y a la justicia social del área de influencia del proyecto.

Por estos motivos, es que definitivamente el Municipio de Morona se siente identificado con la ejecución del proyecto, pues a más de ello se cuenta con el completo apoyo por parte de los beneficiarios, ya que se encuentran completamente apersonados de esta obra, razón por la que su participación ha sido activa e incondicional.

6 TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA

El estudio al ser realizado por parte del equipo técnico de la municipalidad no aplica la transferencia de conocimiento y tecnología para el proyecto CONSTRUCCION DEL SUBSISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO S5 Y S6 DE LA CIUDAD DE MACAS, CANTÓN MORONA, razón por la cual el gobierno municipal del cantón Morona se encargará de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado separado.

De la misma manera el gobierno municipal del cantón Morona cuenta con el conocimiento y maquinaria para realizar las actividades operacionales.

7 MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Toda red de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, de cualquier característica tiene la necesidad innata de ser controlada por personal, ya sea para la planta propiamente dicha, como en cada uno de los componentes que tiene una red de alcantarillado pluvial y sanitario.

Los procesos de tratabilidad del agua residual, red de alcantarillado pluvial y sanitario y de todas las unidades que comprenden el sistema de alcantarillado son trabajos que se deben realizar diariamente. Es común dentro de la red de alcantarillado que se produzcan roturas, fugas o nuevas instalaciones que deben ser realizados por el personal. Dependiendo de cada uno de los trabajos a realizarse, corresponde los materiales que se debe utilizar y prever para una atención ágil y oportuna.

Es por tal motivo, que el presente documento, detallas los lineamientos y actividades que deben realizarse para la ejecución de acciones para operar y solventar cualquier problema que se presente.

7.1 PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento preventivo

Son conjuntos de actividades, recursos y ayudas programados para identificar o prevenir defectos, reemplazar rutinariamente elementos fungibles, registrar e informar daños mayores en la planta de tratamiento con la finalidad de conservarla, por lo menos durante su vida económicamente útil.

Mantenimiento correctivo

Conjunto de actividades, recursos y ayudas destinados a reparar defectos y daños mayores para restablecer el sistema de alcantarillado y planta de tratamiento.

Entre los principales factores por considerar para un mantenimiento satisfactorio se tienen los siguientes:

- Todas las actividades de mantenimiento preventivo deben ser planeadas y programadas.
- Debe existir un sistema de control y registro apropiado de las labores de mantenimiento.
- La responsabilidad del mantenimiento debe estar claramente definida y asignada a personal competente;
- Los recursos financieros deben estar claramente definidos y asegurada su disponibilidad oportuna;
- Se debe contar con el tipo y la cantidad de herramientas, repuestos y equipos apropiados para proveer el mantenimiento.

7.2 OBJETIVOS DE LA OPERACIÓN

Cuando se habla de la calidad del servicio, se plantea como objeto que le sistema cumpla básicamente con:

- Proteger la salud de la comunidad: brindando un servicio continuo e ininterrumpido, seguro, con una planta de tratamiento funcional que permita tratar las aguas servidas sin contaminar el medio ambiente.
- Proteger la propiedad del usuario: se refiere, en el caso de plantas municipales, a la necesidad de suministrar el servicio, con un costo mínimo.

7.3 PARÁMETROS DE CONTROL DE OPERACIÓN

Se adjunta en el Anexo

(Ver CAP 12. Manual de operación y mantenimiento).

8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

(Ver CAP 7. Especificaciones técnicas).

9 ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

(Ver CAP 5. Estudio ambiental).

10 GESTIÓN DE RIESGOS Y VULNERABILIDAD DEL SISTEMA

(Ver CAP 9. Estudio de gestión de riesgos).

10.1 PRESUPUESTO TOTAL REFERENCIAL.

(Ver CAP 16. Presupuesto y cronograma).

11 ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN.

ESTRUCTURA OPERATIVA.

Es esencial establecer una estructura operativa para la ejecución del proyecto tanto en su etapa de construcción, administración, operación y mantenimiento, como se detalla en el siguiente organigrama de funciones y responsabilidades.

Figura Nro 12: Organigrama de la estructura operativa y de responsabilidad para ejecución del proyecto



12 ARREGLOS INSTITUCIONALES Y MODALIDAD DE EJECUCION

Se detalla en el siguiente cuadro.

Tabla Nro. 60: Arreglos institucionales

Tipo de Intervención		Instituciones Involucradas
Directa (D) o Indirecta (I)	Tipo de arreglo	
D	Gobierno Municipal del cantón Morona	

Fuente y Elaboración: Equipo consultor

13 CRONOGRAMA VALORADO POR COMPONENTE Y ACTIVIDADES

(Ver CAP 16. Presupuesto y cronograma).

14 ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

14.1 MONITOREO DE LA EJECUCIÓN

El gobierno municipal del cantón Morona, ejecutará este proyecto para beneficio de esta zona de la provincia de Morona Santiago, y como supervisor de la construcción de la obra, realizará un exhaustivo control sobre el cronograma de ejecución presentado en el estudio. El monitoreo será realizado en base al cronograma con el debido seguimiento y supervisión.

El seguimiento, supervisión, evaluación y monitoreo del proyecto es función del personal técnico encargado en las respectivas instancias operativas designadas al momento de la contratación de la obra; esta actividad, se realizará semanal, mensual y anualmente y contará con un sistema de

monitoreo informático permanente y visitas técnicas continuas al proyecto, así mismo, se llevará un registro o memoria fotográfica del avance de la obra.

De la misma manera, con respecto a la utilización o ejecución del recurso presupuestario y en lo referente al plazo de cumplimiento que tiene la obra física, se lo podrá verificar por medio de las planillas que presenta el contratista, su revisión por la fiscalización y por su verificación a través de la supervisión.

14.2 EVALUACIÓN DE RESULTADOS E IMPACTOS

Con el propósito de determinar los productos y metas alcanzadas, en base a los indicadores establecidos en la matriz del marco lógico, al finalizar el proyecto se evaluarán los impactos, a través de visitas y pruebas técnicas a las que el sistema pueda ser sometido en el transcurso del tiempo de su funcionamiento. Para su correspondiente seguimiento se elaborarán los informes respectivos y se coordinarán acciones para tomar las medidas necesarias a tiempo y evitar que los posibles daños que sufra el sistema causen mayores efectos.

Los supervisores de la obra realizarán constantemente visitas al lugar, para constatar a través de visitas técnicas el avance del proyecto y realizar las pertinentes evaluaciones en cada semana y cada mes, durante los 15 meses de la ejecución del proyecto, hasta su entrega final con las respectivas actas de conformidad de entrega – recepción, provisionales y definitivas.

Por otra parte, debemos considerar nuestro segundo y tercer componente, siendo éstos la aplicación del plan de manejo ambiental y la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua, donde se contempla el fortalecimiento y desarrollo organizacional, la capacitación en el manejo del proyecto y del agua producida por este, y finalmente la protección y conservación de fuentes. La evaluación de los resultados de los componentes, así como el impacto generado en el sector, será evaluado a través de los registros de asistencia a los cursos y talleres, de acuerdo al manual general de administración, operación y mantenimiento del sistema.

15 ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO

15.1 VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA

Este proyecto busca mejorar la calidad de vida y especialmente mejorar las condiciones sanitarias de sus beneficiarios.

Por el hecho de ser un proyecto que incluye una inversión que no tendrá rentabilidad financiera para el inversionista (Estado); se puede hablar de un proyecto alineado básicamente a perseguir un beneficio de carácter social.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) son indicadores que determinan la rentabilidad financiera de un proyecto, y son utilizados para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Estos indicadores buscan medir el rendimiento financiero que va a tener el proyecto a futuro, sin embargo, al hablar de proyectos sociales, el Estado no va a recibir réditos por el efecto, sino únicamente el efecto de la inversión podrá ser reflejada ante el mejoramiento de la calidad de vida de los beneficiarios.

15.2 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE LA INVERSIÓN TOTAL, COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, INGRESOS Y BENEFICIOS

La metodología utilizada para el cálculo de la inversión total en obras civiles, los costos de operación y mantenimiento, y el plan de manejo ambiental, así como de beneficios del proyecto de saneamiento, se hicieron con la obtención de cantidades y precios unitarios para cada una de las actividades que se van a realizar en la ejecución del proyecto de acuerdo con lo establecido en el presente estudio.

Los beneficios de los proyectos están relacionados con la disminución de las enfermedades de origen hídrico por la disponibilidad de agua apta para el consumo humano, por tanto, los beneficios están asociados a la disminución de los costos que los habitantes de la zona y el Gobierno inviertan en el control de las enfermedades de origen hídrico.

(Ver CAP 15. Evaluación económica y financiera).

16 PLANOS EN AUTOCAD

(Ver CAP 13. Planos constructivos).

17 RESUMEN EJECUTIVO

(Ver CAP 1. Memoria Técnica).

18 ACTUALIZACIÓN DE LÍNEA BASE

Una vez se obtenga el financiamiento y se vaya a aprobar el proyecto, los técnicos de la institución ejecutora realizarán la actualización de la línea base oportunamente.

Elaborado por:

ING. JULIO CÉSAR MOROCHO JIMÉNEZ
Especialista en Agua Potable 1