



GOBIERNO MUNICIPAL
DEL CANTÓN MERA



DISEÑOS DEFINITIVOS

OBJETIVOS DEL PROYECTO Y DEL SERVICIO

Objetivos del Proyecto

Los objetivos del Proyecto son contar con los estudios y diseños integrales del sistema de agua potable para las parroquias de Mera, Shell y Madre Tierra.

Los Diseños Definitivos desarrollados para este proyecto, permitirán disponer de la documentación técnica necesaria para la contratación y ejecución de la obra y para la operación y mantenimiento del sistema.

El estudio integra los aspectos técnicos ambientales de ingeniería, así como la previsión de los recursos necesarios en los aspectos administrativos y operativos del servicio

Objetivos del Servicio

El objetivo final del servicio de agua potable, es mejorar la calidad de vida de la población beneficiaria.

Los beneficiarios del servicio son los habitantes de las ciudades de Mera, Shell y Madre Tierra, incluyendo asentamientos poblacionales cercanos

PROYECTO: Mejoramiento , ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable para el Cantón Mera . Captación Río Tigre



GOBIERNO MUNICIPAL
DEL CANTÓN MERA



1. ASPECTOS GENERALES

1.1 ANTECEDENTES

La municipalidad de Mera y la AME, suscribieron un convenio de cooperación técnica para la realización de los estudios para la provisión de agua potable a la ciudad de Mera, Shell, Moravia y Madre Tierra, pertenecientes al cantón Mera, provincia de Pastaza.

2. SITUACIÓN ACTUAL

Se realizó un recuento de las condiciones actuales referentes a temas generales que presenta las ciudades de Mera y Shell, las poblaciones La Moravia y Madre Tierra y la zona de influencia del Proyecto.

2.1 DATOS GENERALES DEL CANTÓN MERA

La ciudad de Mera, es la cabecera cantonal y se encuentra ubicada hacia el noroeste del Puyo, capital de la provincia de Pastaza aproximadamente a 15 Km. La parroquia Shell se encuentra ubicada a 5,90 km. de la ciudad de Mera en línea recta y la parroquia Madre Tierra se encuentra a una distancia aproximada de 4,4 Km. desde Shell igualmente en línea recta. Para llegar a esta parroquia se debe tomar una vía lastrada que parte desde la carretera Puyo-Mera y que se encuentra actualmente en construcción. Existen asentamientos poblacionales cercanos a la cabecera cantonal como son: Mangayacu, San Luís, Nuevo Mera, Pindo Mirador, Brisas del Alpayacu. La ciudad de Shell también ha generado asentamientos principalmente en sus áreas de expansión, como los barrios Luz Adriana Moral, Moravia, Nuevo Amanecer, 4 de Octubre entre otros. Madre Tierra por su parte concentra 16 comunidades indígenas pertenecientes a la Comuna San Jacinto.

Las viviendas existentes en Mera, Shell, y Madre Tierra son predominantemente construidas en hormigón armado, madera y mixtas. La población de Mera y Shell presentan una distribución ordenada en manzanas y las calles de Mera y Shell están en su mayoría adoquinadas o asfaltadas.

Las áreas urbanas de Mera y Shell son aproximadamente 50 y 76 ha respectivamente. Shell a pesar de ser una parroquia, tiene un mayor desarrollo urbanístico que la ciudad de Mera, cuenta con mejores obras de infraestructura física y un mejor equipamiento urbano (coliseo, mercado, parques, etc.), además actualmente se encuentra en proceso de adoquinado varias calles.

En Shell existe un aeropuerto para uso comercial y militar siendo este uno de los factores para el crecimiento de la ciudad. Existe también la presencia del fuerte militar Amazonas.

PROYECTO: Mejoramiento , ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable para el Cantón Mera . Captación Río Tigre



Población

Las poblaciones actuales de las ciudades involucradas en el proyecto son las siguientes:

POBLACION (AÑO 2015)	MERA	SHELL	MADRE TIERRA
(hab)	1.846	10.808	1.956

La población total del cantón Mera para el año 2015 es 14.610 hab.

2.2 ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

Las principales actividades económicas tienen que ver con el comercio, empleados públicos y privados, jornaleros, agricultura y ganadería. En Shell se encuentra asentada una Base Militar. En Mera y Shell, el Municipio ha construido balnearios en los ríos Tigre y Pindo, respectivamente los cuales generan un movimiento turístico y comercial especialmente los fines de semana y feriados.

La agricultura del cantón tiene relación con la producción a pequeña escala de naranjilla, tomate riñón y babaco.

La explotación de madera es otro rubro económico, así como la producción avícola en el sector de Madre Tierra y un turismo ecológico incipiente en el cantón.

Esta última actividad, en el cantón Mera puede convertirse en una potencial fuente de ingresos para los habitantes, sin embargo la carencia de servicios básicos adecuados y una buena infraestructura hotelera restringen un flujo de turistas nacionales e internacionales, quienes están únicamente de paso hacia las ciudades de Baños y Puyo.

2.2.1 Vías de comunicación

Mera y Shell se comunican por medio de la carretera Puyo - Baños, en buen estado, con ciudades importantes como son Puyo en la provincia de Pastaza y Baños en la provincia de Tungurahua.

La ciudad de Mera, es la cabecera cantonal y se encuentra ubicada a 15 Km. aproximadamente de la ciudad de Puyo, capital de la provincia de Pastaza. La parroquia Shell se encuentra ubicada a 5,90 km. de la ciudad de Mera y la parroquia Madre Tierra se encuentra a una distancia aproximada de 10.3 km. desde Mera, todas estas distancias consideradas en línea recta. Para llegar a Madre Tierra se debe tomar una vía asfaltada que parte desde la carretera Puyo-Mera.



GOBIERNO MUNICIPAL
DEL CANTÓN MERA



2.2.2 Transporte

Dentro del transporte público se encuentran las cooperativas de transporte urbano e interparroquial, entre las más representativas tenemos:

- Cooperativa de Taxis y Camionetas Shell
- Cooperativa de busetas Anaconda
- Cooperativa Trans Mera (Mera – Shell)
- Reina Cumandá (Puyo – Shell - Madre Tierra - Mera)
- Cooperativa Alpayán (Puyo – Shell – Mera – Madre Tierra)

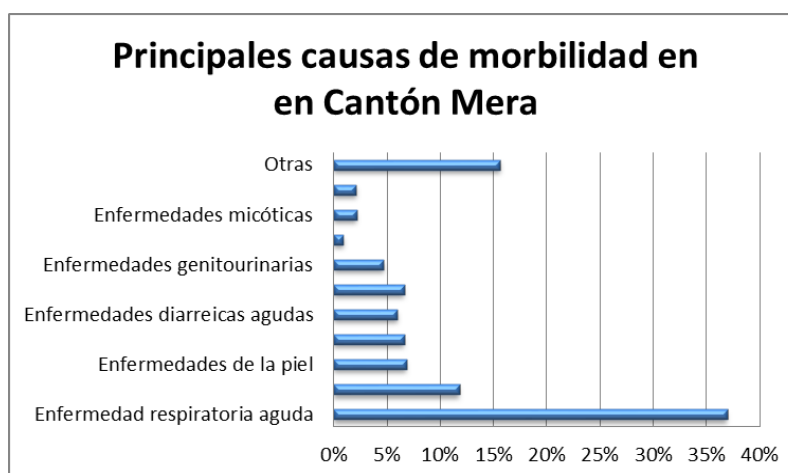
Las frecuencias de transporte en Madre Tierra son limitadas a horarios específicos.

2.2.3 Aspectos Educativos

Con un alfabetismo funcional del 10.89% y un nivel de escolaridad de 10.6 años, el cantón dispone de 24 establecimientos de enseñanza primaria y secundaria en las tres parroquias. Para la formación universitaria los estudiantes se trasladan a la ciudad de Puyo o a las provincias de la Sierra Centro, lo que incide en el acceso, siendo casi nulo en sectores como la parroquia Madre Tierra

2.2.4 Salud y salubridad

Con tres centros de salud distribuidos en las cabeceras parroquiales y un puesto de salud pública, los principales casos tratados en el año 2013, son:



Fuente: Dirección de salud de Pastaza

Elaborado por: Unidad de proyectos – GADMCM

Para atención especializada se acude a los hospitales de la ciudad de Puyo, siendo muy difícil el acceso a este servicio principalmente para los habitantes de las comunidades de Madre Tierra, debido a sus dificultades de movilización.

PROYECTO: Mejoramiento , ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable para el Cantón Mera . Captación Río Tigre



GOBIERNO MUNICIPAL
DEL CANTÓN MERA



2.2.5 Energía Eléctrica

Las cuatro poblaciones cuentan con el servicio eléctrico proveniente del Sistema Nacional Interconectado.

2.3 INFRAESTRUCTURA BÁSICA DEL CANTÓN (MERA, SHELL, MORAVIA Y MADRE TIERRA)

2.3.1 Agua Potable

Actualmente la provisión de agua se realiza mediante sistemas individuales para cada población, estos sistemas se han ampliando de acuerdo al crecimiento poblacional, incrementando su cobertura mediante la ampliación de las redes de distribución, aumentando el caudal de ingreso a las plantas de tratamiento, pero no incrementando su capacidad de procesamiento ni la calidad del agua distribuida, por lo que no garantizan la provisión del servicio a largo plazo.

Todos los sistemas, no reciben mantenimiento permanente, es decir ni siquiera se realiza la desinfección del agua.

2.3.2 Alcantarillado

Las cuatro poblaciones disponen del servicio de alcantarillado en forma precaria, existe red de recolección en las zonas concentradas de las poblaciones. Solo el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Shell cuenta con una planta de tratamiento para una parte del caudal generado. El costo que el Municipio cobra por este servicio es de USD 3.00 anuales por usuario.

2.3.3 Desechos sólidos

Las poblaciones cuentan con el servicio de recolección y disposición de los desechos sólidos, en las poblaciones de Mera, Shell y Madre Tierra. El costo que el Municipio cobra por este servicio es de USD 9.60 anuales por usuario.

3. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA OPTIMA

En la fase correspondiente a Estudio de Alternativas, se establecieron las ventajas y desventajas de las alternativas técnicas propuestas, los costos de inversión, operación y mantenimiento y el valor de las tarifas básicas a aplicar, así como la cuantificación de los impactos ambientales negativos que se produzcan, llegando a la conclusión que la mejor opción es la Alternativa 3.

Si bien estas alternativas se plantearon a inicios del estudio, en la actualidad se mantienen los parámetros de análisis dado que el escenario técnico no ha variado.

PROYECTO: Mejoramiento , ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable para el Cantón Mera . Captación Río Tigre



En función de esa definición se han efectuado los Diseños Definitivos de la Alternativa indicada.

4. BASES DE DISEÑO

Para la definición de las bases de diseño del Sistema de Agua Potable para Mera, Shell y Madre Tierra, se utilizará:

Los aforos realizados en las fuentes actuales y en el Río Tigre.

La información proporcionada por el Municipio de Mera, sobre las condiciones de la población, sobre el uso y consumo de agua y sobre el sistema.

Las Normas de Diseño para Sistemas de Abastecimiento, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Urbana, de la Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento Básico, NDSSA aprobadas por el INEN.

4.1 Período de Diseño

El período de diseño se define como el tiempo para el cual el sistema operará en forma eficiente, tanto por su capacidad para captar, procesar y conducir el caudal de agua requerido por la comunidad, así como por la resistencia física de las instalaciones y la calidad del servicio. En la definición del período de diseño intervienen varios factores como: la vida útil de las instalaciones, obras civiles, equipos, tuberías, facilidades de construcción, tendencias de crecimiento de la población, así como, la capacidad económica de las entidades que financiarían la construcción, especialmente la capacidad y voluntad de aporte de la Comunidad.

TABLA 2. Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable

COMPONENTE	VIDA ÚTIL (AÑOS)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	
De hierro dúctil	40 a 50
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	VARIABLES DE ACUERDO ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE

FUENTE: CPE INEN 5 Parte 9-1- CEC 1

Debido a factores como las condiciones climáticas, el tipo de suelo y la topografía del proyecto se han considerado un periodo de diseño de 20 años, que está dentro de los parámetros de la vida útil de los elementos de un sistema de agua potable.

PROYECTO: Mejoramiento , ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable para el Cantón Mera . Captación Río Tigre



Para el presente proyecto, en acuerdo con las Normas NDSSA y recomendaciones de la AME, se adopta un período de diseño de 20 años, además se ha considerando que el proyecto se construirá durante el año 2015 y que su funcionamiento pleno se iniciará a inicios del año 2016, el año horizonte del proyecto sería el año 2035.

4.2 Población actual

La población actual y futura se ha calculado con un índice de crecimiento definido con los datos censales existentes para el cantón Mera.

Los datos de población al año 2015 se resumen en el siguiente cuadro:

POBLACION (AÑO 2015)	NERA	SHELL	MADRE TIERRA
(hab)	1.846	10.808	1.956

4.3 Población futura

La población futura se ha proyectado con el método de crecimiento geométrico, los cálculos se presentan en los siguientes cuadros:

PROYECCION DE LA POBLACION POR PARROQUIAS

AÑO	NERA		SHELL		MADRE TIERRA		TOTAL (Hab.)	VIVIENDAS
	%	POBLACION	%	POBLACION	%	POBLACION		
2010	3,95	1521	4,31	8752	4,26	1588	11861	2771
2011	3,95	1581	4,31	9129	4,26	1656	12366	2889
2012	3,95	1644	4,31	9523	4,26	1726	12892	3012
2013	3,95	1708	4,31	9933	4,26	1800	13441	3140
2014	3,95	1776	4,31	10361	4,26	1876	14014	3274
2015	3,95	1846	4,31	10808	4,26	1956	14610	3414

Las proyecciones de población se basan en el censo INEC 2010, y a partir del año 2015 de ejecución del proyecto mantienen la siguiente evolución:

PROYECCION DE LA DEMANDA EFECTIVA POR PARROQUIAS

No.	AÑO	NERA		SHELL		MADRE TIERRA		CANTONAL (Hab.)	FAMILIAS RESIDENTES
		%	POBLACION	%	POBLACION	%	POBLACION		
0	2015	3,95	1846	4,31	10808	4,26	1956	14610	3414
1	2016	3,95	1919	4,31	11274	4,26	2040	15232	3559
2	2017	3,95	1995	4,31	11760	4,26	2127	15881	3710
3	2018	3,95	2074	4,31	12266	4,26	2217	16557	3868
4	2019	3,95	2156	4,31	12795	4,26	2312	17262	4033



5	2020	3,95	2241	4,31	13346	4,26	2410	17997	4205
6	2021	3,95	2329	4,31	13922	4,26	2513	18764	4384
7	2022	3,95	2421	4,31	14522	4,26	2620	19563	4571
8	2023	3,95	2517	4,31	15148	4,26	2731	20396	4765
9	2024	3,95	2616	4,31	15800	4,26	2848	21264	4968
10	2025	3,95	2720	4,31	16481	4,26	2969	22170	5180
11	2026	3,95	2827	4,31	17192	4,26	3096	23114	5401
12	2027	3,95	2939	4,31	17933	4,26	3227	24099	5631
13	2028	3,95	3055	4,31	18706	4,26	3365	25125	5870
14	2029	3,95	3175	4,31	19512	4,26	3508	26196	6120
15	2030	3,95	3301	4,31	20353	4,26	3658	27311	6381
16	2031	3,95	3431	4,31	21230	4,26	3813	28475	6653
17	2032	3,95	3567	4,31	22145	4,26	3976	29688	6936
18	2033	3,95	3708	4,31	23100	4,26	4145	30952	7232
19	2034	3,95	3854	4,31	24095	4,26	4322	32271	7540
20	2035	3,95	4006	4,31	25134	4,26	4506	33646	7861

4.4 Dotación de Agua Potable

Para la dotación de agua potable se tomó como referencia las sugerencias dadas por las Normas de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Urbana, de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, 1995 (ex IEOS).

Para el nivel de servicio en estudio y para el inicio del periodo de diseño (año 2016), se adopta un valor de 190 l/hab/día, valor que irá incrementándose hasta llegar al final del período de diseño a una dotación de 210 l/hab/día en el año 2035 (incrementando 1 l/hab/día por cada año).

TABLA 3. Dotaciones recomendadas

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: CPE INEN 5 Parte 9-1- CEC

PROYECTO: Mejoramiento , ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable para el Cantón Mera . Captación Río Tigre



GOBIERNO MUNICIPAL
DEL CANTÓN MERA



Esta dotación permitirá cubrir los requerimientos de los habitantes para actividades de aseo personal, consumo, usos sanitarios, limpieza, etc.

4.5 Proyección de la demanda de Agua Potable

La demanda de agua potable se ha determinado, para todo el período de diseño, en función de la población total a servir y de la dotación inicial. Por otro lado se ha estimado los factores de mayor ración de consumo máximo diario y máximo horario, respecto al caudal medio diario son de 1,30 y 2,0 respectivamente (según recomiendan las Normas de Diseño).

El coeficiente de variación del consumo máximo diario debe establecerse en base a estudios en sistemas existentes, y aplicar por analogía al proyecto en estudio. En caso contrario se recomienda utilizar los siguientes valores:

$$K_{\max.\text{día}} = 1,3 - 1,5 \quad (\text{CPE INEN 5 Parte 9-1:1992})$$

En el Anexo correspondiente a Cálculos Hidráulicos, se presenta el cuadro de la Proyección de Población y Demanda de Agua Potable.

4.6 Caudales de Diseño

a) Caudal de captación

Las unidades de captación se diseñarán con el caudal máximo diario más el mayorado en 20% por lo que el caudal a captar, será :

$$Q_{\text{captación}} = 1.20 \times \text{QMD.}$$

Es de anotar que se ha dimensionado la obra de captación directa (rejilla), para captar un caudal de aproximadamente 400 l/s, que permitiría abastecer una demanda mayor. El caudal a captarse para el presente proyecto será 100 l/s.

La determinación del caudal de 400 l/s está previsto para en el futuro, de ser el caso satisfacer la demanda de una ciudad importante como el Puyo, que actualmente capta prácticamente todo el caudal del río Pindo.

b) Caudal de tratamiento.

Para este caso el caudal de diseño del tratamiento será el 10% adicional al caudal máximo diario, es decir:

$$Q_{\text{tratamiento}} = 1.10 \times \text{QMD}$$

c) Para el dimensionamiento de las redes de distribución: se considera con el caudal máximo horario, es decir para:

PROYECTO: Mejoramiento , ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable para el Cantón Mera . Captación Río Tigre



GOBIERNO MUNICIPAL
DEL CANTÓN MERA



Qredes = QMH

Se ha considerado caudal para incendios, únicamente en la población de Shell, en las otras poblaciones por ser poblaciones menores a 5000 hab. no se ha considerado este caudal.

- d) El cálculo del volumen de reserva se ha estimado en un 25% del caudal medio diario, es decir se tiene:

$$V \text{ reserva} = 0.25 \times Q_{md}$$

Los cálculos para todas las poblaciones constan en los cuadros de Oferta y Demanda Anual de Agua Potable, los cuales se adjuntan en el Anexo de cálculos hidráulicos.

5. ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA

Los estudios de ingeniería básica realizados son los siguientes:

5.1 Estudios Geológicos

La ubicación de la captación, planta de tratamiento, líneas de conducción y redes de distribución es en la Formación Mera, caracterizada por la intercalación de abanicos, el mas grande que proviene del río Pastaza y consiste de conglomerados muy gruesos, areniscas y lentes de tobas y arcillas. Se extiende desde el pie de la cordillera hacia el oriente, descende en una serie de terrazas, que tienen niveles diferentes a cada lado del río Pastaza. La base de la formación es probablemente Plioceno Superior – Plioceno Inferior, con una historia de deposición en todo el Cuaternario.

Esta formación es geológicamente estable y no representa riesgo para la estabilidad de las diferentes obras, especialmente las de captación.

5.2 Estudios de suelos

Para conocer las características físico-mecánicas del subsuelo en los sitios destinados para la captación, planta de tratamiento, tanques de reserva y conducciones.

De los estudios realizados se puede concluir lo siguiente:

En el sitio destinado para la captación, las estructuras se cimentarán en el estrato de roca granodiorita existente en las dos márgenes del río Tigre. La captación se ubica en la margen derecha del río Tigre.

En el sitio destinado a la implantación de la planta de tratamiento, el suelo esta constituido por una capa de arena limosa gris blanquecina, con una capacidad portante de 20 t/m². Las estructuras deberán cimentarse a una profundidad de uno a dos metros.

PROYECTO: Mejoramiento , ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable para el Cantón Mera . Captación Río Tigre



GOBIERNO MUNICIPAL
DEL CANTÓN MERA



El nivel freático se ubica a 0.30 m. de profundidad. Se recomienda drenar la zona durante los trabajos de construcción de las unidades.

En los sitios en donde se ubicarán las líneas de conducción, las tuberías se asentarán en un estrato de limo gris blanquecino de consistencia variable, se recomienda colocarlas a una profundidad mínima de 1 m.

Para la implantación del tanque de reserva de 400 m³. a ubicarse en Shell, se recomienda cimentar la estructura a una profundidad de 3 m. en la cual se encuentra una capa de arena limosa gris con una capacidad portante de 6.2 t/m².

Los estribos del paso elevado a construirse para cruzar el río Motoso, se cimentarán en el estrato areno limoso compacto, el cual presenta una capacidad portante de 15 t/m². a partir de los 2 m. de profundidad.

El tanque elevado de 50 m³. a construirse en la vía Shell-Madre Tierra, deberá cimentarse a una profundidad de 3m. en un estrato de arena limosa con gravas con una capacidad portante de 15 t/m².

Los estudios respectivos constan en documento separado denominado “Estudio de Mecánica de Suelos del sistema de agua potable para Mera, Moravia, Shell y Madre Tierra”.

5.3 Topografía

Se realizó el levantamiento topográfico para la ubicación de la captación, planta de tratamiento, tanques de reserva, redes de distribución y líneas de conducción.

Los estudios topográficos constan en el Anexo respectivo.

5.4 Caudales máximos y mínimos

La información a base de la cual se determinó la cantidad de agua máxima para el diseño de la obra de captación y mínima para establecer el caudal firme de la fuente, son los Estudios de Lluvias Intensas elaborado por el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) y en las condiciones topográficas específicas del lugar de captación en donde se determinó el calado para condiciones mínimas de flujo.

La Estación más cercana al Proyecto, es la Estación Meteorológica Pastaza, código M-063. La Estación se ubica en el aeropuerto Militar, en las coordenadas 1° 30' 00" Latitud Norte y 78° 04' 00" Longitud Oeste, en la cota 1038 msnm.

Las ecuaciones previstas para determinar Precipitaciones máximas para diferentes períodos de retorno y distintos tiempos de duración de lluvias son las siguientes:
Duración (t) entre 5 y 120 min.

$$\text{Ecuación 1: } I_{TR} = 75.204 * I_{d_{TR}} * t^{-0.4828}$$

PROYECTO: Mejoramiento , ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable para el Cantón Mera . Captación Río Tigre



Duración (t) entre 120 y 1440 min.

$$\text{Ecuación 2: } I_{TR} = 371.89 * I_{dTR} * t^{-0.8152}$$

En función de la Ecuación 1, considerando un período de retorno de 25 años y para un tiempo de concentración de 27 min, se determina un caudal de crecida de: 27,32 m³/s, para el área de escurrimiento de aproximadamente 600 ha, y para los diferentes factores de la cuenca como factor de forma, de uso de suelo, de pendiente, que constan en los cálculos respectivos.

Para el caudal firme, de acuerdo al levantamiento topográfico realizado, se determinó aguas arriba del sitio seleccionado para la implantación de las obras de captación, “Ye”, y de acuerdo a las condiciones propias que presenta el río en este lugar, un caudal firme de 3,62 m³/s. Este cálculo está basado en el ancho que presenta el río en este sitio, la pendiente longitudinal, el factor n_{MANNING}, recomendado para este tipo de ríos de montaña y el área transversal, en la cual se considera un factor de reducción del 50% debido a la presencia de rocas que afloran en la superficie del río.

DETERMINACION DEL CAUDAL FIRME EN EL RIO TIGRE			
Q = V*A			
V = 1/n Rh ^{2/3} J ^{1/2}			Fórmula de Manning
n =	0.035	--	Rugosidad Manning para ríos de montaña
Ancho =	5.34	m	Según estudios topográficos
Calado =	0.50	m	Valor promedio determinado en las inspecciones al río
Pendiente =	0.029		Del levantamiento topográfico AA de la Y
V =	2.71	m/s	Calculado
% Obstruc. Area	50.00	%	Rocas en el cauce reducen el área neta
Area transversal total	2.67	m ²	
Area transversal neta	1.34	m ²	
Caudal =	3.62	m ³ /s	Calculado

5.5 Análisis de aguas y tipo de tratamiento de agua potable seleccionado

Se realizó el muestreo y análisis de las aguas para conocer las características físicas, químicas y bacteriológicas de las aguas, a fin de establecer el tratamiento adecuado para este tipo de aguas. Se realizaron también las pruebas de tratabilidad de acuerdo al contrato, para establecer la dosificación de productos químicos para el tratamiento de las aguas.

Los valores registrados de color y turbiedad de la muestra tomada el 2 de octubre del 2006, son: 62,50 Pt-Co y 220 UNT. Las pruebas de tratabilidad indican que la dosis óptima de coagulante es 80 mg/l. El coagulante a dosificar es: Sulfato de Aluminio tipo A. Para mejorar las características de tratabilidad, se recomienda la dosificación de cal, en una concentración de 5 mg/l, con lo que se obtiene una turbiedad final de 1 UNT.



Es de anotar que debido al corto tiempo del estudio, no se pudo realizar un monitoreo mas adecuado, como amerita un proyecto de esta naturaleza, por lo que se debió recurrir a obtener información de los pobladores asentados cerca del río Tigre, quienes manifiestan que cuando se producen lluvias fuertes se enturbia el agua.

También se realizó una comparación entre las características de cobertura de la cuenca del río Pindo, cuyas aguas abastecen al área periférica de la ciudad del Puyo, con la cuenca del río Tigre, que son aledañas y se ubican dentro de la misma zona geológica.

La cuenca del río Pindo, presenta una cobertura vegetal similar a la del río Tigre. Cuando se producen las lluvias, arrastran gran cantidad de material en suspensión, por lo que el agua es turbia. Las lluvias son frecuentes en estas cuencas, a lo largo del año.

El agua de río Pindo que se utiliza para abastecer a la zona periférica de Puyo, provoca el taponamiento inmediato de los filtros lentos, los cuales deben ser limpiados diariamente. La operación de los filtros lentos constituye un serio inconveniente, porque no retiran la capa superficial de arena como es lo adecuado, sino que proceden a realizar el retrolavado del filtro, con muy poca eficiencia en la remoción del material sólido depositado. Esta situación se evidencia en la generación de lodos y espumas putrefactas que a pesar de la limpieza diaria, afloran en la superficie. Por otra parte el retirar una cantidad aproximada de 3,60 m³ diariamente para lavar la arena de cada filtro lento y volver a colocarla es un serio inconveniente operativo.

Para el nuevo proyecto de agua potable de Mera, si se planteaba como tratamiento la filtración lenta, se requería además ocupar un área significativamente mayor para implantar unidades de filtración de grandes dimensiones, lo que conllevaba a disminuir la cota del sistema de tratamiento, porque en sitios mas bajos que el seleccionado si existe la disponibilidad de terrenos bastante planos.

El área requerida para filtrar el caudal de 87,5 l/s, para una tasa de 5 m³/m²/d, es de 1512 m². Si se considera que se dispondrían de 6 unidades de 252 m² cada una, el volumen de arena a retirar y reponer en cada proceso de limpieza si se limpia una capa únicamente de 2 cm de arena sería de 5.04 m³. El manejo manual de este volumen de arena diariamente sería un serio obstáculo para el funcionamiento normal de la planta y requeriría la utilización de más personal dedicado a esta actividad. Como se conoce, en el funcionamiento de un filtro lento operan al menos dos mecanismos, el uno, de tipo físico, mediante la detención de los sólidos en la capa superficial de arena (cernido); y el otro, de tipo biológico, mediante el desarrollo de una película en la superficie superior de la arena del filtro lento (SCHMUTZDECKE), que atrapa a los sólidos y a los microorganismos en un 98% (Manual de Referencia de la Ingeniería Ambiental). Esta capa requiere un tiempo adecuado para su desarrollo, aproximadamente de 15 a 30 días, lo cual no es factible si la limpieza es diaria.

En función de estos análisis y consideraciones, se planteó como la solución mas adecuada la utilización de una planta de tratamiento convencional, por la flexibilidad para el manejo de caudales grandes en espacios pequeños, la capacidad para tratar



aguas con turbiedades altas y bajas, la facilidad de limpieza mediante el accionamiento de válvulas únicamente y la eficiencia en la producción de agua potable.

Los análisis de aguas constan en el Anexo correspondiente.

6. DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

6.1 Descripción del nuevo sistema

El sistema de abastecimiento de agua potable para las poblaciones que forman parte de este estudio, consiste en el aprovechamiento del agua proveniente del río Tigre, que presenta un caudal firme de 3 a 4 m³/s en época de estiaje y la construcción de una planta de tratamiento convencional, para servicio de Mera, Shell y Madre Tierra, diseñada para 87,50 l/s.

Se integra en esta propuesta la rehabilitación de los diferentes componentes existentes que se detallan más adelante y la creación de una microempresa para el manejo eficiente de todos los sistemas, así como la capacitación permanente de los operadores.

A continuación se detallan los caudales de servicio en dos etapas de construcción y el total del proyecto:

EN PRIMERA ETAPA (Año 2016-2035)

CAUDALES DE SERVICIO	MERA	SHELL	MADRE TIERRA	TOTAL I ETAPA
(QMD + 10%)	5,10	39,80	6,10	51,00

EN SEGUNDA ETAPA (Año 2016-2035)

CAUDALES DE SERVICIO	MERA	SHELL Y MORAVIA	MADRE TIERRA	TOTAL II ETAPA
(QMD + 10%)	1,10	32,50	2,90	36,50

TOTAL PRIMERA Y SEGUNDA ETAPA

CAUDALES DE SERVICIO	MERA	SHELL Y MORAVIA	MADRE TIERRA	TOTAL I y II ETAPA
(QMD + 10%)	6,20	72,30	9,00	87,50



A continuación se describen los componentes del sistema:

6.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

En el siguiente cuadro se resumen los componentes del sistema de agua potable, de manera que se puede entender fácilmente cuales son los elementos componentes del sistema si se lee esta parte del documento.

6.2.1 Primera Etapa

COMPONENTES	UBICACIÓN / JUSTIFICATIVOS
Captación Cota: 1386 msnm	<p>Ubicada en el río Tigre, permite captar el agua requerida por las poblaciones de Mera (6,2 l/s), Shell y Moravia (72,3 l/s) y Madre Tierra (9,0 l/s). Las estructuras diseñadas en el sitio de captación son: un azud, una rejilla de fondo, un canal de excesos, un desripiador y un desarenador. Q cap.= 100 l/s. Se ha previsto el diseño de la rejilla para captar un caudal de 400 l/s el cual podría abastecer en el futuro a otras poblaciones de la provincia de Pastaza, como aquellas ubicadas cerca de la parroquia Madre Tierra.</p> <p>Aguas abajo del sitio seleccionado y en la margen izquierda, se ubican viviendas y pequeños cultivos, que limitaron mover la planta a una cota inferior, con el fin de evitar la potencial contaminación que generan las actividades humanas.</p> <p>El proyecto por otra parte considera brindar servicio hasta la población Madre Tierra, por lo que se requería ubicar la obra de captación en la cota seleccionada, para asegurar un servicio completamente a gravedad hasta ese sitio ubicado aproximadamente a 24 km de la captación.</p> <p>Finalmente, el caudal a captar permite que en el cauce se mantenga el caudal ecológico, es decir que la afectación a los ecosistemas, especialmente acuáticos, sufran una incidencia mínima.</p>
Línea de Conducción Captación – Planta de Tratamiento	<p>Longitud = 468.50 m</p> <p>Tramo 1: Tub.acero recubierta D=10” L=182.27 m, se considera tubería de acero debido a que su contacto es directo con un suelo rocoso y para proteccion en caso de creciente del Rio Tigre ya que su conducción está cerca del margen derechos aguas abajo.</p> <p>Tramo 2: PVC-P 250 x 1.0 MPa L= 77.01 m.</p> <p>Tramo 3: PVC-P 200 x 1.0 MPa L= 205.80 m.</p> <p>Q cond = 87,50 l/s</p>



Planta de Tratamiento Convencional Caudal: 87,50 l/s Cota: 1364 msnm	<p>En función de los análisis de aguas realizados el mes de octubre del 2006, se determinó la necesidad de incluir una planta de tratamiento tipo convencional que permita remover la turbiedad y el color. Los valores registrados de color y turbiedad de la muestra tomada el 2 de octubre del 2006, son: 62,50 Pt-Co y 220 UNT. Las pruebas de tratabilidad indican que la dosis óptima de coagulante es 80 mg/l. El coagulante a dosificar es: Sulfato de Aluminio tipo A. Además como ayudante de coagulación se dosificará cal.</p> <p>Las recomendaciones para turbiedades superiores a 150 UNF, es la utilización de plantas convencionales.</p>
	<p>Casa de Químicos Area para Oficina y Laboratorio Area para dosificadores de sulfato Baño Bodega</p>
	<p>Tanque de ingreso y Mezcla rápida GH = 1601 s^{-1} Q_{diseño} = 87.5 l/s</p>
	<p>Gradiente Hidráulico (GH)</p>
	<p>Floculador Vertical Número de zonas = 3 Longitud de recorrido = 308.37 m Número de unidades = 1</p>
	<p>Sedimentador de Placas Tasa de aplicación = $162.91 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ Número de placas = 205 Dimensión de las placas = 0.006x1.20x2.40 m Espacio entre Placas = 7.5 cm Ancho de placas = 2.40 m Número de unidades = 2</p>
<p>Filtro rápido descendente, tasa declinante, autolavante Tasa de aplicación = $233 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ Area de filtracion = 32.47 m^2 Altura de arena = 0.80 m Altura de grava = 0.38 m Número de unidades = 4</p>	



	<p>Desinfección mediante Cloro Gas Se ha previsto la instalación de un sistema de desinfección mediante cloro gas, para lo cual se proveerá el equipo necesario para la inyección del cloro a la tubería de salida del agua tratada en la planta de tratamiento. Tipo de desinfectante = Cloro gas Dosis de aplicación = 2.0 mg/l</p> <p>Lecho de secado de lodos Se construirán tres lechos de secado, los cuales están conformados por capas de arena y grava y de un sistema de drenaje, estos lechos son cubiertos. Los sólidos desecados serán retirados manualmente de los lechos y llevados al sitio que establezcan el Director de Obras Públicas Municipales y el Gerente de la Empresa de Agua Potable.</p> <p>Casa de Guardián y Tanque Séptico Se construirá una casa para vivienda de un guardián y un tanque séptico para tratamiento de las aguas servidas provenientes de la casa de químicos y vivienda del guardián.</p>
Línea de Conducción Planta de Tratamiento RIO TIGRE – T.Repartidor caudales No.1	<p>Longitud = 1859 m Diámetro: 200 mm, 1,00 Mpa L= 1690 m. Diámetro: 250 mm, 1.00 Mpa L=168.52 m. Qcond = 87.50 l/s</p>
Tanque Repartidor de caudales No.1 Cota: 1269.90 msnm.	<p>Construcción de 1 tanque repartidor de caudales que cumplirá también las funciones de rompedores, para repartir el caudal que requiere la población de Mera Q=6.2 l/s Q=81.30 l/s para el resto de las poblaciones.</p>
Tanque de reserva para Mera V= 85 m ³ Cota: 1266,50 msnm.	<p>Construcción de 1 tanque de reserva de ferrocemento de 85 m³ de capacidad.</p>
Línea de aducción Mera T.Reserva 85 m ³ – Red de distribución Mera	<p>Longitud = 2008.84 m Diámetro: 110 mm, 1.0 Mpa L=545.20 m. Diámetro: 90 mm, 1.0 Mpa L=1.463,64 m. Qcond = 7.60 l/s Se conduce el QMH</p>
MERA: Red de distribución y Conexiones domiciliarias	<p>Utilización de la red existente, y sustitución de tuberías de acuerdo al siguiente detalle: Tubería de 110 mm, 1.0 Mpa L = 1452.78 m Tubería de 63 mm, 1.0 Mpa L = 793.10 m Dotación de 4 nuevas bocas de fuego. 256 conexiones domiciliarias nuevas, provistas de medidor.</p>



Línea de Conducción desde TRP No.1 (1271.90 msnm) – TRP No.2 (1235.87 msnm)	Longitud = 5722 m Diámetro: 355 mm, 1.00 Mpa L= 753.09 m. Diámetro: 315 mm, 1.25 Mpa L= 680.85 m. Diámetro: 315 mm, 1.00 Mpa L= 3959.71 m. Diámetro: 250 mm, 1.00 Mpa L= 328.85 m. Qcond = 81.30 l/s
SHELL Red de distribución y Conexiones domiciliarias	Utilización de la red existente, y sustitución de tuberías de acuerdo al siguiente detalle: Tubería de 160 mm, 1.0 Mpa L = 1237 m Tubería de 110 mm, 1.0 Mpa L = 1409 m Dotación de 8 nuevas bocas de fuego 1416 nuevas conexiones domiciliarias en Primera Etapa, provistas de medidor.
Línea de Conducción T.Repartidor de caudales No.2 (1235.87 msnm) – T.Repartidor caudales No.3 (1184.48 msnm)	Longitud = 4915.86 m Diámetro: 250 mm, 1.00 MPa. L= 868.46 m. Diámetro: 200 mm, 1,25 MPa. L= 1800.56 m. Diámetro: 200 mm, 1.00 MPa. L= 1319.22 m. Diámetro: 160 mm, 1,25 MPa. L= 319.78 m. Diámetro: 160 mm, 1,00 MPa. L= 607.84 m. Q = 30,70 l/s
Tanque de reserva antiguo de 350 m ³	Rehabilitación del tanque existente Volumen = 350 m ³ Características: circular, de hormigón Rehabilitación interna y externa de la obra civil. Escalera de acceso y boca de visita Sustitución de tuberías y accesorios de entrada y salida.
Conducción desde T.Repartidor de caudales No.3 - Red Madre Tierra	Longitud = 11879. 85m Diámetro: 110 mm, 1,00 MPa, L= 2718.91 m Diámetro: 110 mm, 1,25 MPa, L= 6036.87 m Diámetro: 90 mm, 1,25 MPa, L= 595.97 m Diámetro: 90 mm, 1,00 MPa, L= 1617.48 m Caudal cond. = 9,00 l/s
Tanque de reserva existente en Madre Tierra	Rehabilitación del Tanque de Reserva existente de 80 m ³ Arreglo de filtraciones existentes, sustitución de tuberías y accesorios, construcción de cerramiento de malla y puerta de acceso.
MADRE TIERRA Red de distribución y Conexiones domiciliarias	Nueva red de distribución. Diámetro:63 mm x 1.0 Mpa, L = 2822.46 m. (en la parte concentrada). Diámetro: 110 mm x 1.0 Mpa, L = 2380 m. (desde el T.R.80m3. hasta la red) Bocas de fuego (2 u) Instalación de 245 nuevas conexiones.
Nuevo Tanque de reserva para Madre Tierra Cota: 1092 msnm	Construcción de 1 tanque de reserva de 50 m ³ elevado para Madre Tierra, el cual estará ubicado en la cota 1092.00 msnm



Administración, Operación y Mantenimiento	<p>Constitución de una microempresa</p> <p>Personal:</p> <p>1 Gerente 1 Técnico 1 Secretaria – Contadora y Recaudadora. 3 Operadores para la Planta de Tratamiento. 2 Operadores para los tanques de reserva, líneas de conducción y redes de distribución. 1 Encargado de mediciones y entrega de facturas.</p>
	<p>Equipos:</p> <p>3 computadores 3 escritorios 2 motos 1 archivador 1 línea telefónica 5 equipos de plomería 1 adquisición de software específico</p>

6.2.2 Segunda Etapa

COMPONENTES	UBICACIÓN / JUSTIFICATIVOS
Nuevo Tanque de reserva de 410 m ³ para Shell Cota: 1222.42 msnm.	Construcción de 1 tanque de reserva de 410 m ³ para Shell, de hormigón, ubicado junto al TR existente de 400 m ³ .
Línea de Conducción desde nuevo TR 410 m ³ hasta la red de Shell	Línea nueva paralela a la existente. Tubería PVC-P U/Z D = 200 mm x 1.0 Mpa L=690.97m. Tubería PVC-P U/Z D = 250 mm x 1.0 Mpa L=3944.87m Caudal cond = 33,37 l/s
SHELL Red de distribución y Conexiones domiciliarias	Ampliación de red en áreas de expansión: Tubería de 90 mm, 1.0 Mpa L = 580m Tubería de 63 m 1.0 Mpa L = 1099 m Instalación de 2 nuevas bocas de fuego. Instalación de 1963 nuevas conexiones domiciliarias, provistas de medidor.
MERA Red de distribución y Conexiones domiciliarias	Ampliación de red en áreas de expansión: Tubería de 160 mm, 1.0 Mpa L = 20.45 m Tubería de 110 mm, 1.0 Mpa L = 2293.54 m Tubería de 90 mm, 1.0 Mpa L = 1759.61 m Tubería de 63 mm, 1.0 Mpa L = 5032 m Tubería de 50 mm, 1.0 Mpa L = 252 m Dotación de 2 nuevas bocas de fuego. 56 conexiones domiciliarias nuevas, con medidor.



MADRE TIERRA Red de distribución y Conexiones domiciliarias	Ampliación de red en áreas de expansión: Tubería de 110 mm, 1.0 Mpa L = 3832.51 m Tubería de 90 mm, 1.0 Mpa L = 396.13 m Tubería de 90 mm, 1.25 Mpa L = 903.93 m Instalación de 2 nuevas bocas de fuego. Instalación de 175 nuevas conexiones domiciliarias, provistas de medidor.
--	--

7. COSTOS DE INVERSIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y MEDIDAS AMBIENTALES

7.1 Costos de inversión

El presupuesto se ha realizado por componentes de inversión, con la debida justificación de la utilización de materiales de la localidad e importados.

Para la preparación del presupuesto se realizó un análisis y averiguaciones de los costos de materiales, de transporte, de alquiler de equipos, de mano de obra y de otros insumos requeridos por el proyecto, en el sector de análisis.

El costo de inversión para la ejecución de las obras civiles, se resume en el siguiente cuadro:

DESCRIPCION	TOTAL
INFRAESTRUCTURA FISICA	3.732.851,12

El detalle de los precios unitarios para cada uno de los rubros que conforman el presupuesto de ejecución del sistema de agua potable se presenta en el tomo correspondiente a presupuestos.

7.2 Costos de Administración, Operación y Mantenimiento

Se recomienda la conformación de una unidad administrativa independiente o una microempresa para la administración, operación y mantenimiento del servicio de agua potable, lo cual demanda los siguientes gastos:

- Pago al personal técnico, administrativo y operativo
- Gastos operativos de la unidad o microempresa.
- Costos anuales de medidas ambientales.
- Fondo para amortizar y/o gastos de reparación de equipos o componentes del sistema
- Costos por consumo de productos químicos (sulfato de aluminio, cal y cloro)
- Costos por consumo de energía eléctrica (en la planta de tratamiento y en la vivienda del guardián).



Los costos se incrementan cada año, durante la vida útil de proyecto, en función de la demanda y producción de agua.

Para el proyecto en análisis se ha determinado el valor de los gastos indicados, durante los 20 años de vida útil del proyecto.

GASTOS ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

REMUNERACIONES	HERRAMIENTAS, MATERIALES E INSUMOS	GASTOS GENERALES	TOTAL
US\$	US\$	US\$	
79330	102309,90	8926,00	190565,65

En el VOLUMEN 1: Proyecto en formato SENPLADES, se presenta los detalles de los cálculos de los gastos de operación y mantenimiento de la alternativa seleccionada para el sistema de agua potable de Mera, Moravia, Shell y Madre Tierra, para cada año de la vida útil del proyecto y en función del manual de mantenimiento y operación

7.3 Medidas Ambientales

Las medidas ambientales a tomarse en la construcción se incluyen en los costos indirectos del presupuesto de obra y se reforzarán con el plan de manejo ambiental en proceso de aprobación en el MAE, y con un presupuesto de USD.7.000,00 dólares.

8. CÁLCULO DE TARIFAS

Las tarifas a aplicar tiene como objetivo brindar la capacidad financiera a la Unidad o Microempresa Administradora de Agua Potable, a fin de que sea autosuficiente, para cubrir los costos administrativos, de operación y mantenimiento, así como para contar en la medida de lo posible, con un fondo de capitalización, para gastos de reparaciones y mejoras del sistema.

Como se había indicado el consumo debe ser racionalizado en función de la aplicación y cobro de las tarifas en forma oportuna. La tarifa prevista será en función del consumo que cada usuario realice mensualmente.

En el análisis tarifario se toma en cuenta los siguientes aspectos:

- Ingresos estimados de las familias
- Costos de mantenimiento del sistema
- Costos de reparación y restituciones para el buen funcionamiento del sistema
- Costo de administración del sistema por la Unidad o Microempresa de Agua Potable



GOBIERNO MUNICIPAL
DEL CANTÓN MERA



En estos no se consideran los costos de inversión del sistema para su recuperación, es decir se incluyen únicamente los gastos administrativos, de operación y de mantenimiento del servicio.

Para los siguientes años, es necesario verificar que los ingresos por cobro del consumo de agua potable, siempre superen los gastos que demanda la administración y operación del servicio, es decir la tarifa básica debe ser mayor o igual al costo de producción. Este análisis se debe hacer y ajustar en función de los costos reales del momento.

El valor de la tarifa mínima calculada para el presente proyecto es de USD.4.46 para un consumo básico de 23.94 m³/mes y asciende a una tarifa promedio de USD.9.31 mes en función de los incrementos de consumo.

En el anexo correspondiente en el VOLUMEN 1: Proyecto en formato SENPLADES, se detalla el cálculo de la tarifa.