



1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

AREA JURÍDICA SOCIAL Y ADMINISTRATIVA

NIVEL DE POSTGRADO

ESPECIALIDAD EN “PROYECTOS DE CONSULTORIA”

(ESPROC)

**OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA
CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS
REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA**

**Tesis de Postgrado previa a la
obtención del título de Especialista en
Proyectos de consultoría**

AUTOR:

Ing. Christian Fernando León Celi

DIRECTOR:

Ing. Rafael González González

**Loja-Ecuador
Julio 2013**

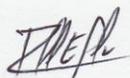
Ingeniero
Rafael Gozález González
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que la Tesis "**Optimización de la red de distribución de agua potable de la ciudad de Loja mediante el diseño y modelación de válvulas reguladoras de caudal en los tanques de reserva**", de autoría del Ing. Christian Fernando León Celi, se encuentra revisada y cumple con las normas establecidas por la Universidad Nacional de Loja, por lo que se encuentra en condiciones para que se continúe con los trámites correspondientes a la aprobación final.

Autoriza al interesado para que el presente certificado haga uso en lo que creyere conveniente.

Loja, 22 de Julio del 2013



Ing. Rafael González González.
DIRECTOR

DATOS COMPLEMENTARIOS

DIRECTOR DE TESIS: Ing. Rafael González

MEMBROS DE GRADO:

Ing. María Leticia Yáñez (Presidente)

Ing. Juan Toral (Vocal)

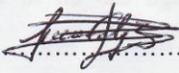
Ing. Juan Gómez (Vocal)

AUTORÍA

Yo Christian Fernando León Celi declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el repositorio Institucional-biblioteca Virtual.

AUTORA: Christian Fernando León Celi

FIRMA: 

CÉDULA: 1104214059

FECHA: Loja, Julio de 2013


Ing. Rafael González González
DIRECTOR

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

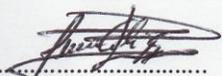
Yo, Christian Fernando León Celi declaro ser autor de la Tesis titulada: **OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA.** Como requisito para optar al Grado de: **ESPECIALISTA EN PROYECTOS DE CONSULTORÍA:** autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la Tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 22 días del mes de julio del dos mil trece, firma el autor.

FIRMA:



AUTORA: Christian Fernando León Celi

CÉDULA: 1104214059

DIRECCIÓN: Loja, Sector El Valle, Esmeraldas y Juan de Velasco

CORREO ELECTRÓNICO: clnival@yahoo.es

TELÉFONO: CÉLULAR: 0993597564

DATOS COMPLEMENTARIOS

DIRECTOR DE TESIS: Ing. Rafael González

TRIBUNAL DE GRADO:

Ing. Melva Lucía Valverde (Presidente)

Ing. Rocío Toral (Vocal)

Ing. Oscar Gómez (Vocal)

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi familia, mis padres y hermanos, que con su ejemplo y apoyo han sabido inculcar en mí valores de perseverancia y responsabilidad.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento sincero al Ing. Rafael González González, por el tiempo dedicado y el apoyo brindado para la culminación del presente trabajo investigativo.

A mis amigos profesionales del GAD Municipal de Loja, que colaboraron desinteresadamente con sus conocimientos y experiencias.

1. TÍTULO

**OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA
CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS
REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA**

2. RESUMEN

El presente tema de tesis se efectuó por la necesidad de mejorar la gestión de los recursos hídricos en las redes de distribución de agua potable en la Ciudad de Loja, debido principalmente a un alto índice de fugas de alrededor del 50% que presenta la ciudad, así como la sobredemanda existente en los sectores periféricos en donde se suele utilizar el agua potable con fines distintos a los del consumo humano como son: lavado de autos, riego entre otros.

Los objetivos planteados son: Objetivo General. Optimización de la red de distribución de agua potable de la ciudad de Loja mediante el diseño y modelación de válvulas reguladoras de caudal en los tanques de reserva.

Objetivos específicos: a) Sectorizar la Red de Agua Potable de la Ciudad de Loja, mediante la creación de distritos hidrométricos, en función de las áreas urbanas a las que abastecen cada uno de los tanques de reserva existentes; b) Calcular la densidad poblacional de cada uno de los sectores hidrométricos; c) Determinar el caudal teórico, que correspondería a cada sector, en función de la población perteneciente a cada uno de ellos; d) Reducir las demandas de agua en cada sector, por uso del recurso vital, para actividades diferentes a las consumo humano, como riego de huertas, jardines, lavado de vehículos, entre otras; e) Diseñar válvulas reguladoras de caudal, para cada uno de los sectores a crearse, en función del caudal requerido y f) Realizar un modelo hidráulico, que permita estabilizar y mejorar la distribución de caudales hacia las diferentes zonas de la Ciudad de Loja.

Para su desarrollo, se consideró 33 sectores de la ciudad, abastecidos por las líneas de transmisión de agua potable provenientes de la Planta de tratamiento de Carigán.

La determinación de caudales de cada sector, se realizó en base a la información censal del 2010 realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos así como con la dotación recomendada por el Ministerio de Vivienda de 200 l/hab/día.

El análisis del modelo hidráulico se hizo a través de los software: EPANET y WATERGEMS. El dimensionamiento de válvulas de cada sector se hizo en base al software de Bermad, del cual se obtuvo que para controlar hasta 37 l/s, se necesitan

válvulas en el rango de hasta 200 mm de diámetro. Las válvulas consideradas son de tipo diafragma con V-Port, lo que permite un mejor control del flujo del caudal.

Se complementó el estudio técnico con un análisis de impacto ambiental y un análisis de impacto socio-económico.

El impacto ambiental refleja que el proyecto no genera destrucción del ambiente, y que ayuda a la generación de empleo. Por otra parte el estudio socio-económico indica que es factible realizar inversión en dispositivos de control que ayuden a disminuir gastos por mantenimiento y reparación de daños por mala operación del sistema.

El costo total del proyecto es de \$ 232626.30 dólares de los Estados Unidos de América, valor que incluye el plan de manejo ambiental y costos de operación y mantenimiento.

Como principales conclusiones se dan: 1) La implementación de válvulas reguladoras de caudal es necesaria frente a una reducción del % de fugas por lo tanto conlleva menos construcción de obras de infraestructura para la captación de agua cruda; 2) La instalación de válvulas reguladoras de caudal es de bajo costo frente a los beneficios que puede prestar con respecto a la distribución del servicio de agua potable; 3) Los impactos ambientales negativos son reversibles y temporales, por el contrario existen impactos positivos como la generación de empleo, que añaden otros beneficios a la ejecución de la obra; 4) La inversión es recuperable, y produce ganancia que puede ser reinvertida en la gestión de redes de agua potable urbanas y 5) En comparación de las dimensiones de las válvulas y las dimensiones de las tuberías del sistema, se puede notar que el sistema se encuentra sobredimensionado a las necesidades actuales, por lo que es importante se produzca la regulación de caudales a través de válvulas o cualquier dispositivo de control adicional.

ABSTRACT

This thesis topic was performed by the need to improve the management of water resources in the distribution networks of drinking water on the Loja city, mainly due to a high rate of leakage about 50%, and the overdemand on peripheral areas where drinking water is often

used for different purposes than human consumption, such as car washing, watering and more.

The objectives are: General purpose. Optimizacion of the water distribution network on Loja city, through the desing and modeling of flow control valves on the storage tanks. Specific objectives: a) Sectorize water network distribution on Loja city, by creating hydrometric districts, acording to each storage tanks, b) Calculate the population density for each hydrometric sector, c) Determine the theoretical flow, corresponding to each sector, depending on the population belonging to each of them, d) Decrease of water demand in each sector by the use of the vital resource for activities like irrigation of orchards, gardens, car washing, among others, e) Sizing of flow control valves for each of the sectors to be created, according to the required flow f) Perform a hydraulic model would to stabilize and to improve the flow distribution on the different areas of the city.

For its development, it was considered 33 areas served by transmission lines from the drinking water treatment plant Carigán. The determination of flow rates in each sector was based on the 2010 census data by the National Institute of Statistics and Censuses as well as the dotation recommended by the Ministry of Housing of 200 l / person / day.

The hydraulic model analysis was done through the softwares: EPANET and WaterGEMS. Valve sizing was made through the Zizing Bermand Software. It was found that to control up to 37 l/s, valves are needed in the range up to 200 mm diameter. Diaphragm valves were considered with V-Port, allowing better control of the flow stream.

This technical research was complemented by an enviromental impact analysis and a socio-economic analysis.

The enviromental impact analysis reflects that the Project does not is dangerous for the nature, and helps to creat jobs. Moreover, the socio-economic study indicates that investment in control devices is feasible as a result of the decrease in operating and maintenance costs.

The main conclusions are: 1) The implementation of flow control valves is necessary because it reduces leakage rates and reduces the need to build infrastructure for the raw water intake, 2) Installation of flow control valves is inexpensive compared to the benefits

it can provide with respect to the distribution of drinking water, 3) Negative environmental impacts are reversible and temporary, however there are positive impacts such as job creation that make the Project attractive, 4) Investing is recoverable, and produces profits that can be reinvested in the management of urban water networks and 5) a comparison between valves and pipes dimensions give the conclusion that the system needs flow regulations valves or any additional control device.

3. INTRODUCCIÓN

El sistema de distribución de la ciudad de Loja fue diseñado en sus inicios por el Servicio Cooperativo Interamericano de Salud Pública (S.C.I.S.P.) en 1956 para un caudal de 75 l/s, y que consistía de una captación en la quebrada Mendieta o Pizarros, una conducción de 4.5 km con tuberías de asbesto cemento, de diámetro entre 250 y 350mm, una planta de tratamiento a base de aeración, sedimentación simple, filtración lenta y desinfección y dos tanques de reserva de 600m³ cada uno.

Posteriormente, en 1964, el mismo S.C.I.S.P. diseñó un nuevo sistema para 265 l/s, el mismo que fue construido por el IEOS en 1969. Este sistema incluyó captaciones en las quebradas el Carmen y San Simón, de las que parten las líneas de conducción con tuberías de asbesto cemento de 400 y 200-250mm de diámetro respectivamente, las mismas que se unen y forman una sola línea de conducción de 400mm. El sistema se complementó con tanques de almacenamiento que representan una reserva de 5400m³ y una red de distribución dividida en tres partes (Red Alta, Red Media y Red Baja).

En 1980, la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Loja (EMAAL) contrató a la Consultora Ingeniería Ambiental (INAM), la misma que realizó el diseño de las ampliaciones del sistema de agua potable del año 1969. Estas ampliaciones se construyeron a partir de 1982, aumentando su capacidad a 395 l/s con una nueva captación en el río Jipiro, con una conducción de 7.9 Km de tubería de asbesto de 300 mm de diámetro y con varias modificaciones a la planta de tratamiento de filtros rápidos, a la reserva existente y a la red de distribución, la misma que se amplió en su capacidad para servir hasta el año 2000.

En resumen existen cuatro captaciones: El Carmen, San Simón, Jipiro y Pizarros, que abastecen a la ciudad que se ubican en las quebradas Grande, Chiquita, Mendieta y el Volcán respectivamente y se conforman de un azud de represamiento con toma lateral, todas son fuentes del sector oriental de la ciudad. Una quinta captación la constituye Curitroje, ubicada en la quebrada del mismo nombre y es conformada por un azud de represamiento con toma de fondo lateral, esta fuente abastece al sector suroccidental alto de la ciudad sector Chontacruz.

Los caudales considerados para esas captaciones son los siguientes:

El Carmen	270 Lit/seg
San Simón	67 Lit/seg
Jipiro	120 Lit/seg
Pizarros	75 Lit/seg

En el año 1989, la Asociación OTECO INGECONSULT inició los estudios de los denominados Planes Maestros de Agua Potable y Alcantarillado de Loja.

El Plan Maestro en sus inicios fue concebido en dos etapas:

- La primera o plan a mediano plazo que cubre el período comprendido entre los años 2000 y 2013, con una población total de 237200 habitantes y un caudal máximo diario de 766 l/s; no obstante en la actualidad aporta alrededor de 220 l/s, sin embargo, del análisis realizado se calcula que el sistema de Carigán abastece un total de 90420 habitantes, necesitando para ello un total de 242,89 l/s, por lo que se puede observar que el índice de crecimiento ha sido mucho menor al proyectado, y que los 766 l/s no son necesarios; sin embargo, si existe la necesidad de aumentar el caudal tratado en 20 l/s, para evitar racionamientos.
- La segunda o plan a largo plazo que cubre el período comprendido entre los años 2013 y 2023, con una población total de 349200 habitantes y un caudal máximo diario de 1192 l/s. Cabe recalcar que en base a las estadísticas y censos desde 1950 hasta el 2010 la tasa de crecimiento es del 1.22%¹, si realizamos una proyección suponiendo que la tasa de crecimiento se conserva constante obtenemos que:

$$P_{i+n} = P_i(1 + Tc)^n$$

En donde;

P_i : Es la población existente al iniciar el periodo de tiempo i .

P_{i+n} : Población que habrá “ n ” periodos después de tiempo “ i ”. Es decir para el mes, año, ciclo o temporada $i + n$.

¹ Informe de Coyuntura Económica N°9. Dinámica poblacional comparativa de la provincia de Loja. Universidad Técnica Particular de Loja 2012.
<http://www.utpl.edu.ec/comunicacion/wp-content/uploads/2012/12/utpl-Informe-de-coyuntura-economica-N-9-ano-2012.pdf>

Tc: Tasa de crecimiento promedio entre cada par de periodos consecutivos.

N: número de periodos que hay entre P_i y P_{i+n} .

Por lo tanto:

$$P_{i+n} = 90.420 (1 + 0,0122)^{10}$$

$$P_{i+n} = 102077 \text{ habitantes}$$

Por lo que se puede observar que para un periodo de 10 años el crecimiento del área de cobertura alcanzaría 102077 por lo que se puede ver no se cumpliría ni siquiera con la proyección de la primera etapa.

El sistema de agua potable de la ciudad de Loja fue concebido en sus inicios mediante la creación de redes malladas que interconectaban todo el sistema, de tal forma que al ser una red pequeña, no había necesidad de sectorizar ni de crear circuitos para garantizar la adecuada distribución del agua potable.

Actualmente de datos tomados de UMAPAL (Unidad Municipal de Agua Potable) del mes de enero del 2011, los caudales tratados y distribuidos de agua potable de los sistemas que se encuentran en funcionamiento se resumen en la siguiente tabla:

Cuadro 1. Cuadro de caudales de agua potable de la ciudad de Loja.

CAUDALES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LOJA		CAUDALES NORMALES l/s			CAUDALES DE ESTIAJE	
PLANTAS DE TRATAMIENTO	CAPTACIONES	DE INGRESO	TRATADOS	EVACUADOS	DE INGRESO	TRATADOS
PUCARA	Quebradas del Carmen y San Simón	340	340	-	80-130	80-130
	Qda Pizarros	75	75	-	40- 50	40-50
	Río Jipiro	120	25	95	80-110	80-110
		535	440	95	200-290	200-290
CURITROJE	Qda Curitroje	48	48	0	35	35
CARIGAN	Qda de Shucos	220	220	0	160	160
	TOTAL	803	708	95	395-485	395-485

Fuente: Departamento de Comercialización UMAPAL, 2011.

El departamento de comercialización ha proporcionado la siguiente tabla (de julio del 2013), que indica cuáles son los caudales promedios emitidos, tarifados, el caudal necesario y el factor de pérdidas que tenemos mensualmente de acuerdo a los usuarios registrados en el GAD Municipal de Loja.

CONSUMO MENSUAL PROMEDIO EMITIDO M ³	CONSUMO MENSUAL PROMEDIO TARIFADO M ³	NUMERO DE ABONADOS	PROMEDIO DE HABITANTES	DOTACION L/h/d	CAUDAL NECESARIO	CONSUMO PROMEDIO REAL	FACTOR DE PERDIDAS
938000	814063	38533	154132	200	356.79	1835136	51 %

Cuadro 2. Caudales tarifados.

Fuente: Departamento de Comercialización UMAPAL, 2013.

De lo que se puede observar, sabemos que actualmente se potabiliza mucha más agua de la que ese necesita, esto agravado por el alto índice de pérdidas de alrededor del 51% que posee el sistema de distribución, (explicado de otra forma, por cada 100 litros producidos se pierden aproximadamente la mitad), lo que indica que con un adecuado manejo del sistema de agua potable no deberían producirse racionamientos, como los que ocurren en épocas de sequía. Los datos del cuadro presentado anteriormente son de la época de estiaje, por tanto aumentan considerablemente en época de lluvias. Pese a ello, ha sido necesario realizar racionamientos de agua por periodos extendidos en las épocas de estiaje, aunque ello no afectó a todas los sectores de la ciudad, en vista de que hubo habitantes que sufrieron carencia del recurso por periodos más largos.

Para la solución de la carencia del agua potable el Ilustre Municipio de Loja, por medio de la UMAPAL ha planteado las siguientes alternativas:

- 1. Incremento de caudales.-** Se trata de incrementar el caudal captado por la ciudad de Loja, mediante la construcción de una nueva captación la cual aportará 300 l/s a corto plazo y a futuro 500 l/s, esto a través de la subcuenca hidrográfica del río el Bunque.
- 2. Estabilización de la conducción Shucos-Carigán.-** Referente a los constantes daños que ocurren en la conducción de agua potable proveniente de Shucos, debido a la inestabilidad de los taludes en épocas invernales, y que provocan el desabastecimiento de agua de la ciudad de Loja.
- 3. Proyecto Jipiro.-** Consiste en la construcción de una nueva planta de tratamiento, con la finalidad de no desperdiciar los 120 l/s que se captan por la misma, cuando la planta del Pucará sobrepasa su capacidad.

4. Modernización del sistema.- Se refiere esta alternativa a la sectorización, equipamiento de válvulas modernas, modelación hidráulica y automatización de todo el sistema, proyecto que se ejecutará por etapas en función del inventario detallado de lo actualmente existente y del flujo de recursos. Se trata de una propuesta a mediano y largo plazo, que disminuirá tangiblemente las pérdidas actuales e incrementará los caudales disponibles para enfrentar el crecimiento urbanístico y poblacional.

Esta alternativa tuvo un primer avance a través de la modelación del distrito hidrométrico denominado la Tebaida, a través de un convenio entre el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja y la Universidad Técnica Particular de Loja, no obstante, no se han emprendido nuevos esfuerzos por continuar, a razón de la falta de recursos.

5. Quebradas del sur.- Se trata de captar los caudales provenientes de las quebradas Namanda, Mónica y Santa Urcu, con lo cual se incorporará al sistema actual un caudal de 120 L/s.

De los antecedentes mencionados, se puede notar que todas las obras realizadas para aumentar la cantidad, calidad y cobertura de las redes de agua potable obedecen a la regla principal, a mayor cantidad de habitantes mayor cantidad de agua, sin embargo, el índice actual de pérdidas del líquido vital de la ciudad de Loja, se encuentra alrededor del 49%, por lo que es necesario enfocarse en la gestión adecuada de los recursos hídricos, es decir, realizar la adecuada distribución del agua en base a la población existente en las diferentes zonas de la ciudad, lo que implica la instalación y automatización de valvulería que permita regular la correcta distribución del agua hacia cada uno de los sectores de la ciudad, lo cual conlleva a una fuerte inversión económica, ya que la instalación y automatización de cada punto bordea los 200.000 dólares, haciendo un gran total de treinta millones de dólares, que implicaría la sectorización y control por zonas de toda la ciudad de Loja, por lo que a mediano plazo no sería factible; no obstante, el presente proyecto pretende determinar cuál es el caudal requerido para cada una de las zonas de la ciudad de Loja, además del diseño de válvulas reguladoras de caudal, a instalarse en cada tanque de reserva, lo que resultará en la compensación del sistema de redes de distribución y un correcto uso del líquido vital. Se sabe que a pesar de que existe menor población en la periferia de la ciudad, según datos

de consumo del departamento de comercialización de UMAPAL, el gasto de agua casi es equivalente al del centro de la ciudad en el cual la densidad poblacional es mayor, lo que da a suponer que el agua potable se está destinando a otros fines como el riego de huertas, entre otros, lo que se evitaría con la instalación de los equipos mencionados. A futuro se deberá continuar con el control y monitoreo de toda la ciudad hasta conseguir obtener un sistema automático de control centralizado (SCADA) que permitirá optimizar, técnica y económicamente, el funcionamiento del sistema, ofreciendo a los usuarios un mejor servicio y ahorrando al Municipio pérdidas de agua debido a la falta de instrumentos de control.

3.1 OBJETIVOS

3.1.1 Objetivo General

“Optimización de la red de distribución de agua potable de la ciudad de Loja mediante el diseño y modelación de válvulas reguladoras de caudal en los tanques de reserva.”

3.1.2 Objetivos Específicos

- Sectorizar la Red de Agua Potable de la Ciudad de Loja, mediante la creación de distritos hidrométricos, en función de las áreas urbanas a las que abastecen cada uno de los tanques de reserva existentes.
- Calcular la densidad poblacional de cada uno de los sectores hidrométricos.
- Determinar el caudal teórico, que correspondería a cada sector, en función de la población perteneciente a cada uno de ellos.
- Reducir las demandas de agua en cada sector, por uso del recurso vital, para actividades diferentes a las consumo humano, como riego de huertas, jardines, lavado de vehículos, entre otras.
- Diseñar válvulas reguladoras de caudal, para cada uno de los sectores a crearse, en función del caudal requerido.
- Realizar un modelo hidráulico, que permita estabilizar y mejorar la distribución de caudales hacia las diferentes zonas de la Ciudad de Loja.

4 REVISIÓN DE LA LITERATURA

Hoy en día, el agua se ha convertido en un bien muypreciado y frágil, no solo vital para la supervivencia, sino que además necesario para el desarrollo social y económico. Por ende, es necesario controlar dos aspectos de gran importancia, la cantidad y calidad del líquido vital, no solo por parte de la entidad encargada del abastecimiento, sino también por parte del beneficiario del servicio.

Las redes de distribución del agua potable, por lo general constan de los siguientes elementos: captación, conducción, planta de tratamiento, tanques de reserva o cabecera, y redes de distribución, todos ellos diseñados con la finalidad de llevar agua desde las fuentes de abastecimiento hasta el usuario. Todos esos elementos están condicionados a sufrir pérdidas del líquido vital, que resulta de la diferencia entre el agua captada y el agua entregada o facturada, sin embargo, se debe mantener un adecuado nivel de eficiencia, que permita controlar esas pérdidas adecuadamente, captando lo menos posible, y satisfaciendo todas las necesidades básicas de las personas, evitando el desperdicio del agua potable en riego, lavado de carros, limpieza de veredas, entre otras, pues para ello se deberá utilizar agua de otra calidad y en menor cantidad, incentivando de esta manera el ahorro de tanpreciado bien.

Con frecuencia, el agua se observa desde la perspectiva de herramienta para el desarrollo económico, por ende debe ser barato, lo que suele lograrse normalmente invirtiendo recursos en captar nuevas fuentes de recursos hídricos, sin embargo, no se ha tenido en cuenta que “el agua es un elemento frágil y limitado, cuya disponibilidad, tanto en cantidad como en calidad, depende del funcionamiento del ciclo hidrológico y de los ecosistemas que lo conforman”².

El antiguo modelo de gestión del agua, no toma en cuenta la alteración del ciclo hidrológico de la misma, que se ha visto afectado por la construcción de presas, trasvases, embalses, que son obras construidas con el único fin de captar más agua.

² La gestión de la demanda del agua: ¡mejor con menos!. Los planes integrales de gestión de la demanda urbana del agua. Graciela Ferrer. Bakeaz, 2011. Agencia Vasca del agua. http://pdf.bakeaz.efaber.net/publication/full_text/251/La_gestion_de_la_demanda_de_agua__PIGDA_.pdf

“Así, este modelo de gestión basado únicamente en incrementar la oferta de agua ha generado un círculo vicioso de insostenibilidad que no solo afecta a la naturaleza sino también a nuestra calidad de vida y la de las generaciones futuras”³.

El incremento de la explotación de ríos y acuíferos con la intención de aumentar la provisión de agua para las ciudades nos ha hecho olvidar que el agua también es importante para el resto de los seres vivos; no hemos tomado en cuenta que el agua es un recurso frágil y limitado que depende mucho del ecosistema de donde proviene, el mismo que se ha visto afectado, y por ende la cantidad y calidad de agua dulce se ha visto disminuida. Esto se ha convertido en círculo vicioso insostenible, que afecta la naturaleza al mismo tiempo que nuestra calidad de vida, y la de generaciones futuras.

“Es cierto que el agua involucra muchos de los aspectos de nuestra vida cotidiana, es por eso que su manejo y administración debe estar dirigido a la prevención del deterioro, responsabilidad y equidad con las generaciones actuales, las futuras y el resto de los seres vivos. Es decir se trata de gestionar la demanda del agua”⁴

4.1 ¿EN QUÉ CONSISTE LA GESTIÓN DE LA DEMANDA?

La gestión de la demanda del agua se refiere a mejorar la eficiencia en el uso del agua, de tal forma que se puedan reducir y limitar los requerimientos del agua para los distintos usos.

Desde un punto de vista hidráulico hay que tomar en cuenta que abastecer de agua no significa simplemente garantizar la provisión del servicio de agua, sino que además se debe considerar la calidad, y la cantidad, que de una forma técnica estos dos factores están dados en función de las necesidades y cultura de la población (alimentación, aseo, lavado, limpieza, riego, refrigeración industrial, etc.)

³ La gestión de la demanda del agua: ¡mejor con menos!. Los planes integrales de gestión de la demanda urbana del agua. Graciela Ferrer. Bakeaz, 2011. Agencia Vasca del agua. http://pdf.bakeaz.efaber.net/publication/full_text/251/La_gestion_de_la_demanda_de_agua__PIGDA_.pdf

⁴ La gestión de la demanda del agua: ¡mejor con menos!. Los planes integrales de gestión de la demanda urbana del agua. Graciela Ferrer. Bakeaz, 2011. Agencia Vasca del agua. http://pdf.bakeaz.efaber.net/publication/full_text/251/La_gestion_de_la_demanda_de_agua__PIGDA_.pdf

La correcta gestión técnica del agua implica el conocer con exactitud el destino final de toda el agua que circula por el sistema y que proviene de los distintos puntos de abastecimiento de la red.

La pérdida de agua, o agua fugada suele repercutir directamente sobre el precio de la misma, ya que el sistema que posea un menor rendimiento será más costoso en función del costo del agua fugada que se deja de percibir. Para que un sistema de agua potable sea considerado como de alto rendimiento, debe presentar las siguientes características.

- a) Buena calidad en el suministro de agua. Cuando un sistema posee un elevado porcentaje de pérdidas, el sistema deja de ser estanco, e implica que el agua potable se mezcle con agua contaminada, como resultado de la infiltración en las zonas donde existen fugas.
- b) Tener el control del sistema, es decir, no recurrir a los cortes de agua en épocas de sequía, lo cual resulta en inconvenientes para el beneficiario.
- c) Ahorro del agua. Gastar únicamente lo necesario.

Dentro de una red de agua potable, existen algunos tipos de caudales que los podemos distinguir de la siguiente forma:

- a) Caudales consumidos por los usuarios, que pueden encontrarse facturados por la empresa de comercialización, o que pueden ser incontrolados por falta de medición, en cuyo caso son ponderados.
- b) Los caudales incontrolados corresponden al agua que no se factura por falta de medición, o porque realmente se pierde, debido a las fugas, para lo cual se debe considerar el estado de la red, y de las acometidas domiciliarias.
- c) Los caudales incontrolados, se refieren no solo a la falta de medición, sino también al caso de que esta sea incorrecta, por ende se debe atender la calidad y cantidad de contadores del sistema.
- d) Los caudales incontrolados pueden ser autorizados o ilícitos, y obedecen al control de las acometidas domiciliarias.
- e) Los caudales provenientes de las pérdidas en las aducciones, depósitos de cabecera, plantas potabilizadoras, entre otros.

4.2 CICLO DEL AGUA

El ciclo del agua es el grupo de actividades mediante las cuales obtenemos el agua del medio natural.

Figura 1. Ciclo del agua.



Fuente: *La gestión de la demanda de agua: mejor con menos.*

El mantener un elevado nivel de eficiencia en la distribución del agua requiere principalmente de la buena conservación de las redes de distribución, y de la realización de algunas actividades como:

- Control de presiones.

- Sectorización de las redes.
- Detección y reparación de fugas.
- Micro y macro-medición de caudales.
- Entre otras.

4.3 INCREMENTAR EL USO EFICIENTE DEL AGUA

El uso eficiente del agua tiene que ver con los hábitos y la tecnología que aplicamos en ella. En el área urbana el uso del agua tiene que ver mucho con las condiciones demográficas del sector, por ejemplo en el caso de Loja, existen muchas áreas verdes que suelen utilizarse con fines agrícolas, o ganaderos, por lo que es necesario establecer medidas que reduzcan el consumo del agua potable.

“Para mejorar la eficiencia en el uso del agua es preciso aplicar un enfoque sectorial e, incluso, sub sectorial, identificando las particularidades y necesidades de cada uso y las medidas para minimizar el uso del agua (especialmente, de agua potable) y estableciendo metas concretas para cada tipo de uso.”⁵

La política mundial se enfoca principalmente en abastecer de agua potable a la población o “agua necesaria” para los usos domésticos interiores, en relación a otros usos como piscinas, riego de jardines, huertas, incluso dotación de inodoros entre otras; en cuyo caso se solicita al usuario a hacer uso de otros tipos de agua como son las destinadas precisamente para riego, o incluso la captación de aguas lluvias, que son de menor coste y representan menor presión a los sistemas naturales de abastecimiento como son las cuencas hidrográficas para ello el siguiente cuadro indica cuáles son los usos a los que debe estar destinada el agua potable:

Cuadro 3. Condiciones de utilización de los diferentes recursos hídricos

⁵ La gestión de la demanda del agua: ¡mejor con menos!. Los planes integrales de gestión de la demanda urbana del agua. Graciela Ferrer. Bakeaz, 2011. Agencia Vasca del agua. http://pdf.bakeaz.efaber.net/publication/full_text/251/La_gestion_de_la_demanda_de_agua__PIGDA_.pdf

	UNIFAMILIAR	EDIF. MULTIFAMILIAR	URBANIZACIÓN
POTABLES	Usos interiores	Usos interiores	Usos interiores
Usos permitidos	Sólo con cisterna especial	No aplicable	No aplicable
Producción.	Contrato Ent. Abast. (EA)	Contrato EA	EA (en baja o sólo en alta)
Modo de gestión:			
PLUVIALES	Riegos, piscinas, inodoros	Riegos, Piscinas, Inodoros	No aplicable
Usos permitidos	Sólo para uso propio	Producción uso Comunidad.	
Producción	Individual s/Normas.	Comunidad. s/Normas	
Modo de gestión:			
POZOS	Riegos, piscinas, inodoros	Riegos, piscinas, inodoros	Riegos, piscinas,
Usos permitidos	Sólo para uso propio	Producción uso Comunidad	inodoros
Producción	Individual con aut. admva..	Comunidad con aut. admva..	UGL productor/distribuidor
Modo de gestión:			UGL con Aut. Admva..
GRISES	Riegos, inodoros	No recomendable en	No recomendable en
Usos permitidos	Sólo para uso propio	tipología multifamiliar	tipología multifamiliar
Producción	Indiv. s/NormasL		
Modo de gestión:			
RECICLADAS	Riegos, inodoros	Riegos, inodoros	Riegos, inodoros, otros.
Usos permitidos	No aplicable	Producción uso Comunidad	UGL Productor/Distribuidor
Producción	Contrato Suministro UGL.	Comunidad o Contrato UGL.	Gestor sistema
Modo de gestión:			

Fuente. Libro verde de sostenibilidad urbana y local en la era de la información. ⁶

4.4 SECTORIZACIÓN.

Tomando como finalidad el mejorar la gestión del agua muchos gestores han tomado como opción la conformación de sectores hidrométricos, también denominados DMA (Distric Metered Area) con unas entradas y salidas de agua controladas.

La sectorización como tal, permite reducir el área de inspección, logrando de esta manera y un mejor control en las redes de distribución en cuanto a control de fugas, presiones, abastecimiento y otras más se refiere.

⁶ Libro verde de sostenibilidad urbana y local en la era de la información. Centro de Publicaciones P^º Infanta Isabel, 1 - 28014 Madrid. Gobierno de España. Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente. Madrid 2012.

“Muchas veces el tamaño de los sectores se ve condicionado a algunos factores como longitudes de tubería, presiones mínimas, números de usuario, áreas de cobertura, no obstante siempre estará definida por el factor hidráulico, económico y práctico serán los que finalmente condicionen el tamaño de las redes.

4.4.1 Tipologías de redes de distribución de agua según su uso.

Se entiende por una red de distribución un conjunto de elementos interconectados adecuadamente entre sí que permiten transportar el líquido vital desde los puntos de purificación hasta los puntos de consumo como pueden ser: viviendas, edificios, comercios, industrias entre otros.

Una red está conformada por diferentes tipos de elementos como: válvulas, tuberías, hidrantes, elementos de medición, estaciones de bombeo, depósitos, entre otros tantos que condicionan su diseño.

4.4.1.1 Según su uso

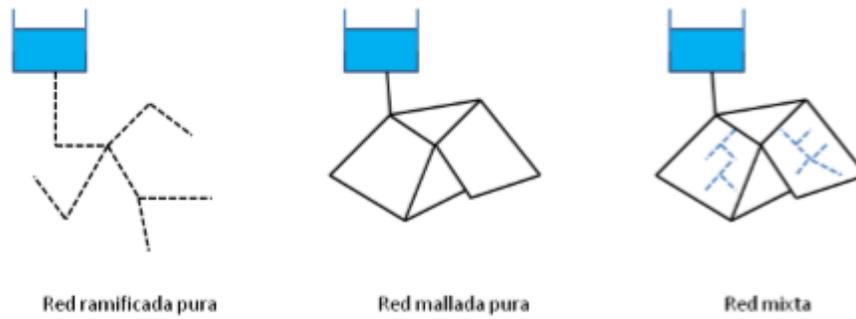
Son aquellas que están relacionadas con el uso urbano, servicio de polígonos industriales, riego, extinción de incendios, e incluso dependiendo de una calidad del agua inferior para distintos usos diferentes al del agua potable.

4.4.1.2 Según su topología

Se dividen principalmente en tres: ramificadas, malladas o mixtas. Una red mallada es más segura en cuanto a abastecimiento se refiere en el caso de corte de agua de una conducción, no obstante su operación es compleja en vista de toda la valvulería necesaria para controlar el agua proveniente de diversas fuentes.

Las redes ramificadas es posible controlar de mejor manera las presiones y las fugas, no obstante en cuanto a problemas sanitarios es preferible mallar la red pues se evita el estancamiento de agua durante periodos prolongados de tiempo.

Figura 2. Tipos de redes según topología

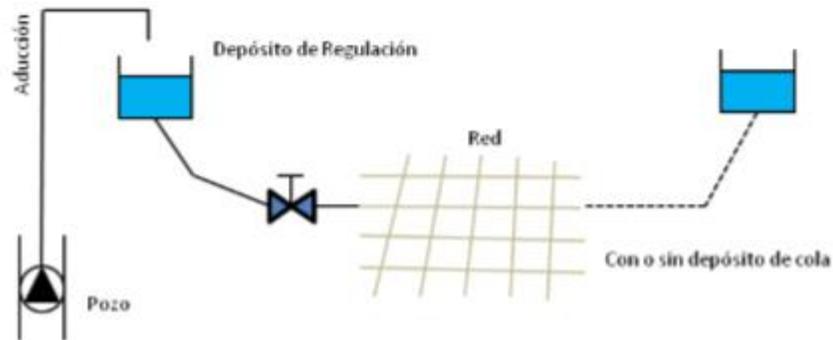


Fuente: Oscar T. Vegas Niño. 2012

4.4.1.3 Según el sistema de alimentación

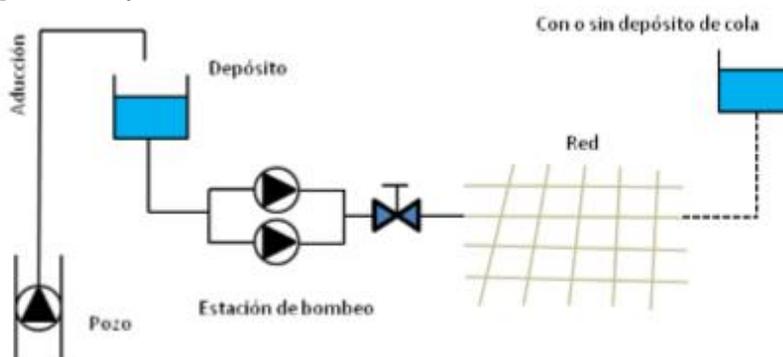
Puede ser de dos formas: mediante depósitos a presión atmosférica y mediante inyección directa a la red mediante sistemas de bombeo.

Figura 3. Alimentación desde depósito



Fuente: Oscar T. Vegas Niño. 2012

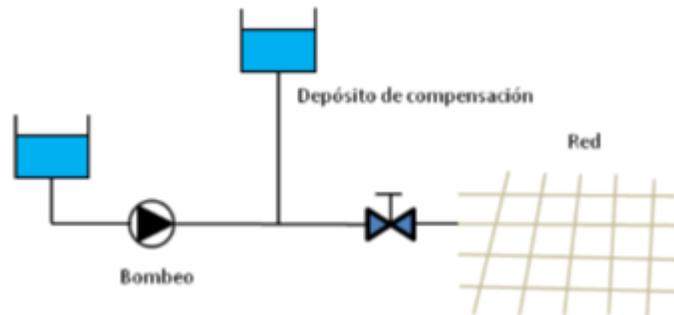
Figura 4. Inyección directa a red



Fuente: Oscar T. Vegas Niño. 2012

Depósitos de compensación y de cola.- Los depósitos de cola permiten regular las presiones mínimas de servicio en las horas pico, y deben ser reabastecidos en las horas valle. Los depósitos de compensación permiten que los sistemas de bombeo no trabajen de forma continua.

Figura 5. Inyección directa con depósito de compensación

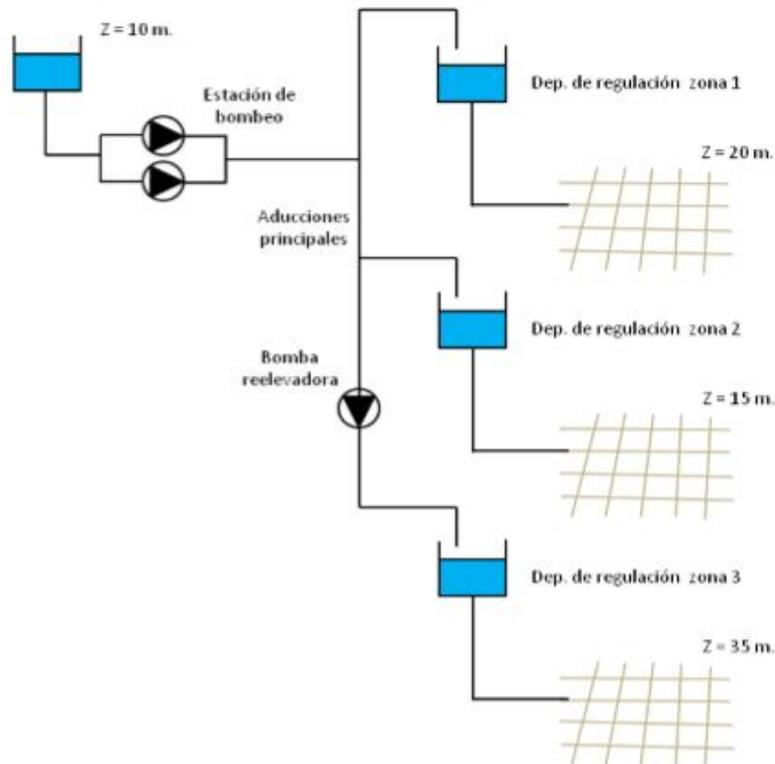


Fuente: Oscar T. Vegas Niño. 2012

4.4.1.4 Utilización de depósitos zonales:

A partir de una misma fuente de suministro se abastecen zonas alejadas entre sí y con desniveles diferenciados.

Figura 6. Inyección directa a depósitos reguladores zonales.

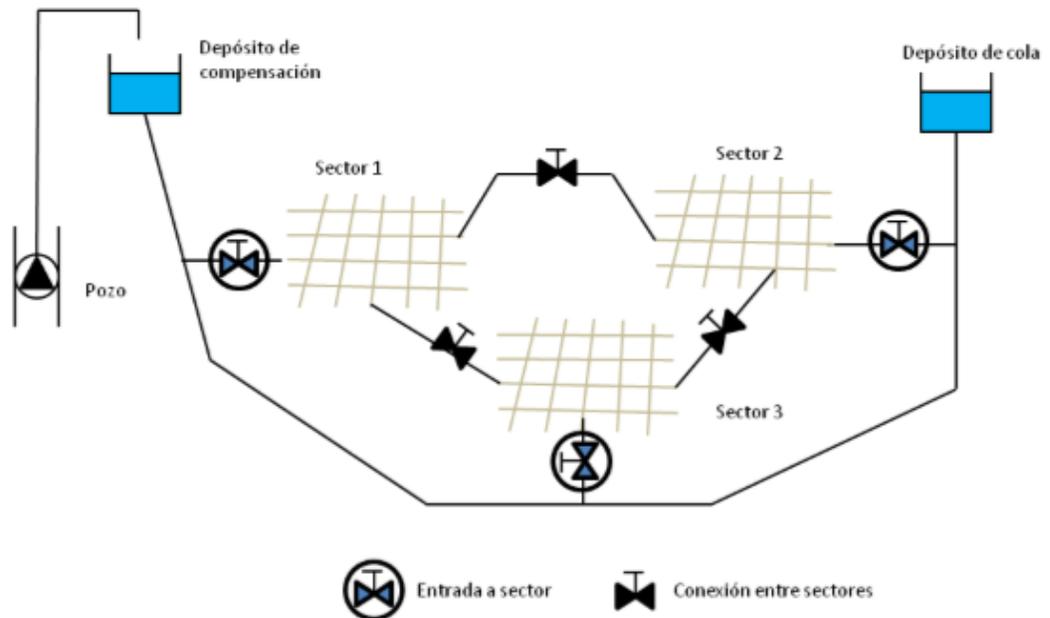


Fuente: Oscar T. Vegas Niño. 2012

4.4.1.5 Sistemas de distribución sectorizados y escalonados

Que busca encontrar un número mínimo de sectores que garanticen el funcionamiento de la red tanto operacionalmente como técnicamente, que permite con mayor facilidad realizar un balance hídrico por zonas posibilitando en mayor medida el control de fugas.

Figura 7. Inyección desde depósito con sectorización de red.



Fuente: Oscar T. Vegas Niño. 2012

4.5 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN UN MODELO SOBRE EPANET

Para lo cual haremos una distinción entre los elementos que configuran un sistema de abastecimiento: elementos de producción y almacenamiento, elementos de transporte, elementos de regulación y puntos de consumo.

Los puntos de producción y almacenamiento: Epanet considera fuentes continuas de agua como lagos, embalses o cursos de agua fluyente. Adicionalmente distingue además depósitos que dependen tanto de los caudales entrantes como de los salientes.

Puntos de consumo: también conocidos como nudos de demanda con caudal entrante o saliente conocido y que a su vez devuelve la presión del nudo.

Elementos de transporte: Considerados como tuberías, que se definen en función del diámetro, la longitud y el material (rugosidad), en función del cálculo de pérdidas de carga. Según el tipo de conducción y el tamaño de la red se puede clasificar las tuberías de la siguiente manera:

- Aducciones: Que transportan el agua cruda desde las captaciones hasta las plantas de tratamiento y/o hasta los depósitos de regulación o estaciones de bombeo. También enlazan depósitos de regulación con la propia red.
- Conducciones principales o arterias: Son arterias principales de distribución de mayor diámetro que suministran a las secundarias.
- Conductos secundarios: Transportan el agua desde las arterias principales hasta las tuberías de distribución.
- Tuberías de distribución o tuberías de servicio: Estas sirven para conectar las acometidas a los usuarios y que obtengan el servicio de agua potable.
- Acometidas: Son el conjunto de tuberías, accesorios y válvulas que llevan el agua hacia el interior de los edificios.

En cuanto materiales en nuestro medio podemos encontrar tubería de pvc, polietileno, polipropileno, fundición dúctil, fibrocemento, pvc orientado, PRFV (poliéster reforzado con fibra de vidrio), acero entre otras.

Los elementos de regulación: Epanet considera válvulas como elementos pasivos disipadores de energía, y bombas como elementos activos que aportan energía.

Las válvulas dependiendo del tipo de función podemos mencionar: válvulas de seccionamiento, control, retención, regulación, ventosas, protección, control de depósitos, etc.; no obstante debido a que el presente estudio hace referencia a las válvulas de regulación de caudal se profundizará sobre el tema más adelante.

Las bombas también pueden ser simuladas en EPANET mediante sus curvas de comportamiento, lo único que no toma en consideración el software es la cavitación, lo cual queda a responsabilidad del usuario en función del NPSH.

Los elementos de control y medida: estos elementos no pueden ser modelados en EPANET, no obstante en la realidad sirven para controlar algunas variables como: nivel,

caudal, cloro, presión, volumen, calidad del agua, entre otras que nos permitan conocer el estado de la red.

4.6 ECUACIONES FUNDAMENTALES

4.6.1 Ecuación de energía. Ecuación de Euler.

La energía específica de un fluido puede expresarse de la siguiente forma:

$$E = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

- z : Altura geométrica del elemento fluido.
- $\frac{p}{\gamma}$: Altura de presión del fluido
- $v^2/2g$: Altura cinética
- γ : Peso específico del fluido (agua = 9810 N/m³)
- g : Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

Dicha energía específica se representa como energía por unidad de peso en metros de columna del fluido que se está analizando.

En una conducción entre dos puntos cualesquiera, la ecuación de Euler se establece como:

$$E_1 + H_b = E_2 + h_{1-2}$$

El término de la ecuación está referido al aporte de energía en términos de altura manométrica por una bomba (H_b) y a las pérdidas de energía que pueden ser de dos tipos: Pérdidas por fricción (h_f) y localizadas (h_m). La primera deriva del rozamiento

viscoso de las diferentes capas del fluido entre sí, y la segunda por las discontinuidades localizadas de la conducción.

4.6.2 Las pérdidas de carga

Por pérdida de carga se hace referencia a las pérdidas de energía existentes entre dos puntos del sistema de flujo como resultado de la fricción.

Se pueden distinguir entre pérdidas menores y pérdidas por longitud, siendo las primeras debido a cambios de sección, uso de accesorios, válvulas, ingresos de caudal entre otras.

Las pérdidas de carga nos sirven para determinar los caudales circulantes en una red debido a las diferencias de altura disponibles, en función del diámetro y su rugosidad.

4.6.2.1 Pérdidas de carga continuas

Se pueden calcular utilizando tres fórmulas diferentes: Hazen-Williams, Darcy-Wisbach y Chezy-Manning. Todas las fórmulas tienen la misma forma básica para el cálculo de pérdidas:

$$h_f = A \cdot q^B$$

Donde:

h_f : Pérdida de energía por fricción (ft, m)

A : Coeficiente de resistencia

q : Caudal (unidad volumen/tiempo)

B : Exponente del caudal

En el cuadro a continuación se presentan cada uno de los términos correspondientes al coeficiente de resistencia y el exponente del caudal.

Cuadro 4. Fórmulas de pérdidas de carga soportadas por EPANET

Fórmula	Coeficiente de Resistencia (A)		Exponente (B)
Hazen Williams	SI	$10,674 \cdot C^{-1,852} \cdot d^{-4,871} \cdot L$	1,852
	US	$4,727 \cdot C^{-1,852} \cdot d^{-4,871} \cdot L$	
Darcy Weisbach	SI	$0,0827 \cdot f(e, d, q) \cdot d^{-5} \cdot L$	2
	US	$0,0252 \cdot f(e, d, q) \cdot d^{-5} \cdot L$	
Chezy Manning	SI	$10,294 \cdot n^2 \cdot d^{-5,33} \cdot L$	2
	US	$4,66 \cdot n^2 \cdot d^{-5,33} \cdot L$	
Donde:	<i>C</i> : Coeficiente de Hazen-Williams <i>e</i> : Coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach (mf,m) <i>f</i> : Factor de fricción (en función de e, d, q) <i>n</i> : Coeficiente rugosidad de Manning <i>d</i> : Diámetro de la tubería (ft, m) <i>L</i> : Longitud de la tubería (ft, m) <i>q</i> : Caudal (ft^3/s , m^3/s)		

Fuente: Oscar T. Vegas Niño. 2012

La fórmula de Darcy-Wisbach permite mayor exactitud, ya que el coeficiente de fricción “f” considera aspectos como la temperatura del fluido, rugosidad de la pared del conducto, diámetro y velocidad.

El número de Reynolds, es la relación entre la velocidad, el diámetro y la viscosidad cinemática ($1,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ para agua a 20°C)

$$Re = \frac{v \cdot D}{\vartheta}$$

Donde:

D: Diámetro de la tubería (*ft, m*)

v: Velocidad del fluido (*ft/s , m/s*)

ϑ: Viscosidad Cinemática ($ft^2/s, m^2/s$)

El número de Reynolds permite identificar tres tipos de flujos:

Cuadro 5. Números de Reynolds según régimen

Régimen de Flujo	Número de Reynolds (Re)
Laminar	< 2000
Transición	2000-4000
Turbulento	> 4000

Fuente: Oscar T. Vegas Niño. 2012

Ecuación de Poiseuille, que sirve para determinar el factor de fricción de Darcy-Weisbach en flujo laminar, válida para tubos lisos y rugosos:

$$f = \frac{64}{Re}$$

Ecuación de Dunlop, que permite calcular la pérdida de energía en la zona de transición.

$$f = (X1 + R(X2 + R(X3 + X4)))$$

$$R = \frac{Re}{2000}$$

$$X1 = 7FA - FB$$

$$X2 = 0,128 - 17FA + 2,5FB$$

$$X3 = -0,128 + 13FA - 2FB$$

$$X4 = R(0,032 - 3FA + 0,5FB)$$

$$FA = (Y3)^{-2}$$

$$FB = FA \left(2 - \frac{0,00514215}{Y2 * Y3} \right)$$

$$Y2 = \frac{\varepsilon}{3,7 \cdot d} + \frac{5,74}{Re^{0,9}}$$

$$Y3 = -0,86859 \cdot \ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot d} + \frac{5,74}{4000^{0,9}} \right)$$

Donde ε es la rugosidad de la tubería y d el diámetro de la tubería

Ecuación de Colebrook-White, que permite calcular el factor de fricción de forma iterativa.

$$f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot d} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right) \right]^2}$$

Ecuación de Swamme-Jain, descubierta a partir de la ecuación de Colebrook-White que permite calcular de forma directa.

$$f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot d} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Cuya precisión es de $\pm 1\%$ del valor de f con respecto a la de Colebrook, dentro del intervalo de rugosidad relativa $1 \cdot 10^{-6} \leq \varepsilon/d \leq 1 \cdot 10^{-2}$ y número de Reynolds $4 \cdot 10^3 \leq Re \leq 1 \cdot 10^8$

Pérdidas menores o localizadas, que se deben principalmente a los cambios de velocidad en el flujo debido a pequeños cambios de dirección principalmente localizados en accesorios. Su inclusión depende del tipo de red modelada. Se calcula a través de un coeficiente de pérdidas menores por la altura dinámica de la tubería.

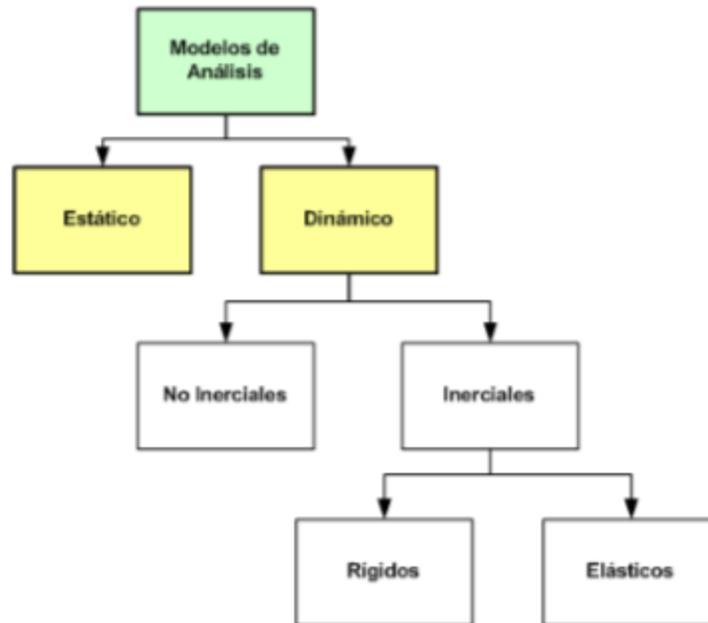
$$h_l = k \cdot \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Donde, k es el coeficiente de pérdidas menores

4.7 MODELOS DE ANÁLISIS DE REDES DE ABASTECIMIENTO

Considerando el valor temporal podemos hablar básicamente de dos tipos de modelos: los estáticos y los dinámicos.

Figura 8. Modelo de análisis de redes de abastecimiento.



Fuente: Oscar T. Vegas Niño. 2012

4.7.1 Modelos de análisis estático

Son modelos que analizan todas las variables en un tiempo determinado, por lo tanto los parámetros y las variables son fijas (demandas, niveles, etc.), sin tomar en cuenta variaciones que se puedan producir a lo largo del tiempo.

4.7.2 Modelos de análisis dinámico

Conocidos también como modelos de régimen transitorio en donde se induce a la variación temporal de los elementos de la red. Estos modelos a su vez se dividen en inerciales y no inerciales.

4.7.2.1 Modelos inerciales

Son modelos que consideran cambios bruscos en la velocidad del sistema derivados de maniobras rápidas en elementos de regulación, arranque y paradas en grupos de bombeo,

roturas de conducciones principales y algunos otros. Estos a su vez se dividen en modelos rígidos y elásticos.

Los modelos rígidos no consideran la elasticidad del fluido y de las conducciones. Son bastante precisos siempre y cuando no aparezcan cambios bruscos en el sistema.

Contrario a los modelos rígidos los modelos elásticos toman en cuenta la elasticidad del fluido y la conducción permitiendo analizar fenómenos de tipo transitorios como el golpe de ariete.

4.7.2.2 Modelos no inerciales

También llamados modelos cuasi estáticos o en periodo extendido (Ej: EPANET), donde se desprecia la inercia del flujo, donde las variaciones vienen dados por la actualización de parámetros entre un instante y otro.

4.8 ETAPAS QUE COMPONEN LA ELABORACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO

Un modelo matemático de una red de abastecimiento se constituye fundamentalmente en un conjunto de elementos de tipo hidráulico, geométrico y de configuración que caracterizan a los diferentes componentes de una red, interrelacionados por un conjunto de ecuaciones que permiten simular de un sistema bajo diferentes condiciones y que pueden ser utilizados para planificación y gestión de la red. Se puede decir que un modelo matemático es una representación simplificada de un sistema real.

Las etapas para elaborar un modelo son básicamente dos: La primera es conseguir el modelo sin validar: recopilación de información, esqueletización de la red, análisis y asignación de consumos registrados y no registrados; y el segundo procesos es el obtener un modelo calibrado, cuyas medidas de presión y caudal servirán para ajustar y corregir los parámetros de la red.

Una vez obtenido el modelo calibrado se puede hacer un análisis del comportamiento de la red, con lo que se podría proseguir con la sectorización de la misma. Una forma de realizar un análisis ordenado de una red se traduce a través de los siguientes pasos:

1. Análisis de la topografía del terreno.
2. Análisis del sistema de producción.
3. Análisis del sistema de abastecimiento.
4. Análisis de la red de transporte en alta.
5. Balance de caudales producción-demanda.
6. Análisis de red arterial y su trazado.
7. Análisis de la red en hora punta-hora valle, y
8. Análisis del comportamiento global de la red.

4.9 EL SOFTWARE EPANET

Es un programa que permite determinar el comportamiento hidráulico de una red de distribución de agua en estado cuasi-estático o en periodo extendido, a través de definir una serie de elementos que involucran, tuberías (tres opciones para el cálculo de pérdidas), bombas de velocidad fija y variable, válvulas de estrangulación, reductoras, sostenedoras, controladoras de caudal, rotura de carga, depósitos de nivel fijo o variables, leyes de control temporales o por consignas de presión o nivel, curvas de modulación, etc. Por otro lado permite hacer un análisis de la calidad de agua que circula por las redes analizando factores como: la reacción de los constituyentes en el seno del agua, la reacción con las paredes de la tubería, y el transporte de masa entre las paredes y el fluido trasegado. Admite contaminantes reactivos y no reactivos, cálculo de concentraciones, procedencias y tiempos de permanencia.

Fue desarrollado en el idioma inglés por la EPA (Environmental Protection Agency), no obstante se ha traducido a varios idiomas, siendo la más popular en Latinoamérica la versión desarrollada por la Universidad Politécnica de Valencia.

Para el desarrollo del modelo EPANET requiere que se definan tanto los elementos físicos como los no físicos. Entendiéndose por modelos físicos a los elementos de la red: tuberías, nudos, demandas, alturas, entre otros; y los componente no físicos son los que corresponden a las leyes de control, curvas de modulación de la demanda, curvas características de las bombas, etc., es decir, todos aquellos parámetros que permitan entender la manera de funcionamiento de sistema.

4.9.1 Capacidades de Epanet

Podemos distinguir entre las capacidades como modelos hidráulicos y como Modelado de la Calidad del Agua.

Capacidades del modelo hidráulico:

- No existe límite en el tamaño de la red que se desea analizar.
- Calcula las pérdidas por fricción en las conducciones mediante las expresiones de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach o Chezy-Manning.
- Incluye pérdidas menores en elementos como codos, acoplamientos, etc.
- Modela bombas funcionando tanto a velocidad de giro constante como a velocidades de giro variables.
- Calcula la energía consumida y el coste de bombeo de las estaciones.
- Modela diferentes tipos de válvulas, incluyendo válvulas de regulación, válvulas de retención, válvulas de aislamiento, válvulas reductoras de presión, válvulas de control de caudal, etc.
- Permite el almacenamiento de agua en tanques que presenten cualquier geometría (sección del tanque variable con la altura del mismo).
- Posibilidad de establecer diferentes categorías de consumo en los nudos, cada una de ellas con su propia curva de modulación.
- Modela consumos dependientes de la presión que salen al exterior del sistema a través de emisores (rociadores, aspersores, fugas).
- Permite utilizar controles de tiempo o sistemas de regulación más complejos mediante consignas.

Capacidades de Modelado de la Calidad del Agua:

- Seguimiento en el tiempo de sustancias no reactivas que se encuentran en la red.
- Modelación del comportamiento de una sustancia reactiva a lo largo del tiempo.
- Modelación del tiempo de permanencia del agua en red (edad del agua).
- Seguimiento del porcentaje de fluido procedente de un nudo (procedencia del agua).
- Modelación de reacciones cinéticas: o Reacciones en el seno de fluido mediante ecuaciones de orden n . o Reacciones con la pared interior de la tubería mediante reacciones de orden 0 ó 1.
- Considera las limitaciones de transferencia de masa cuando modela reacciones en la pared de tubería.
- Permite reacciones de crecimiento o decaimiento de una sustancia hasta alcanzar una concentración límite.
- Permite correlacionar los coeficientes de reacción en la pared de la tubería con la rugosidad de la misma.
- Permite la adición de sustancias en forma de concentración o de caudal másico variables a lo largo del tiempo en cualquier punto de la instalación.
- Modela los depósitos como cuatro tipos distintos de reactores: de mezcla completa, de flujo en pistón (FIFO), en cortocircuito (LIFO) o con dos compartimentos de mezcla.
- Capacidades de estudio de fenómenos de calidad: a) Mezclado de aguas de diferentes fuentes; b) Edad o tiempo de permanencia del agua en el sistema; c) Disminución del cloro residual; d) Crecimiento de los subproductos de la desinfección; e) Seguimiento de posibles situaciones de propagación de sustancias contaminantes.

4.9.2 Limitaciones de EPANET.

Se puede decir que EPANET permite modelar condiciones en donde no existen cambios bruscos en la red. Lo dicho, es aplicable a todas las redes, puesto que los consumos no son simultáneos al cien por ciento, y las tuberías tienen una gran resistencia a los cambios; no obstante, no se pueden considerar los denominados fenómenos transitorios como el golpe de ariete, que puede ser causado ya sea por una rotura, un cierre brusco de una válvula, el inicio o parada de una bomba, etc.

Vale mencionar que no cuenta con herramientas para la simplificación, sectorización, calibración, análisis de conectividad, comparación entre diversos escenarios, etc.

Otra de las deficiencias de EPANET, es que no considera fugas en la red, por lo que el caudal inyectado siempre es igual al caudal demandado, debiendo incluir las modificaciones necesarias para poder considerarlas.

4.10 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los sistemas de información geográfica son grandes gestores de información de tipo espacial, que a su vez puede ser geo referenciada. Como tal el software SIG es muy útil en la toma de decisiones porque permite la planificación y gestión de información, por ende sería incorrecto definirlo meramente como un programa netamente cartográfico o de dibujo.

Existen dos formas de almacenar datos en un SIG: raster y vectorial. Por raster podemos entender cualquier tipo de imagen representada en pixeles; mientras que datos de tipo vectorial son aquellos que pueden ser representados por una línea, punto o polígono.

Algunas de las funcionalidades para el manejo de información geográfica se pueden citar como:

1. Entrada y captura de datos, ya sea manualmente o a través de otros dispositivos como gps, tabletas digitalizadoras entre otras.
2. Administración y organización informática de archivos de geodatos.
3. Edición, corrección, integración y geo procesamiento de datos: Modificación de la geometría, coordenadas, tablas de datos temáticos, generación de nuevas unidades espaciales (pixeles, polígonos, etc.), normalización de datos dispersos, etc.,
4. Búsquedas o selecciones: consultas simples y complejas con criterios espaciales, temáticos o mixtos.
5. Obtención de datos derivados: ejecución de cálculos (simples o complejos) y medidas con los datos disponibles.

6. Análisis: aplicación de técnicas diversas de estadística convencional (univariada, bivariada y multivariante) y espacial, métodos de optimización, evaluación multicriterio, etc.
7. Modelado: reconstrucción de aspectos de la realidad a partir de muestras o datos incompletos, obtención de simulaciones de sistemas, predicciones, estimaciones, etc.
8. Elaboración y visualización de mapas bidimensionales y tridimensionales, imágenes, gráficos y tablas, “vuelos” virtuales, etc.
9. Servicio remoto de información geográfica bajo demanda de los usuarios.
10. Impresión y exportación de mapas, gráficos, datos y realidad virtual del territorio.”⁷

4.10.1 Software Arc Gis

Agrupación de aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica.

“Una vez que se cuenta con la información necesaria, el software podrá ser capaz de llevar a cabo una serie de tareas. El ArcGis es un sistema complejo, sin embargo dentro de sus aplicaciones cuenta con herramientas como el ArcReader, ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcScene y ArcGlobe, además de diversas extensiones.

- **ArcMap:** Permite visualizar y manipular datos geográficos.
- **ArcCatalog:** Permite gestionar los archivos a utilizar. Imprescindible para mantener nuestros datos en orden.
- **ArcToolBox:** Sirve para operaciones como: análisis de datos espaciales, conversión de formatos, gestión de datos entre otras funcionalidades.
- **ArcScene:** Permite la visualización de datos en 3D.”⁸

⁷ Herramientas de ayuda a la sectorización de redes de abastecimiento de agua basadas en la teoría de grafos aplicando distintos criterios. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Valencia. Tesina de Máster. Autor: Oscar T. Vegas Niño. Valencia, Septiembre 2012. http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18008/Tesina_Master_OscarVegas.pdf?sequence=1

⁸ Tutorial (nivel básico) para la elaboración de mapas con ArcGIS. Universidad Autónoma de Madrid Diciembre 2011. http://biblioteca.uam.es/cartoteca/documentos/CURSO_SIG_BASICO_I.pdf

4.10.2 Aplicación de los SIG en redes de distribución de agua potable.

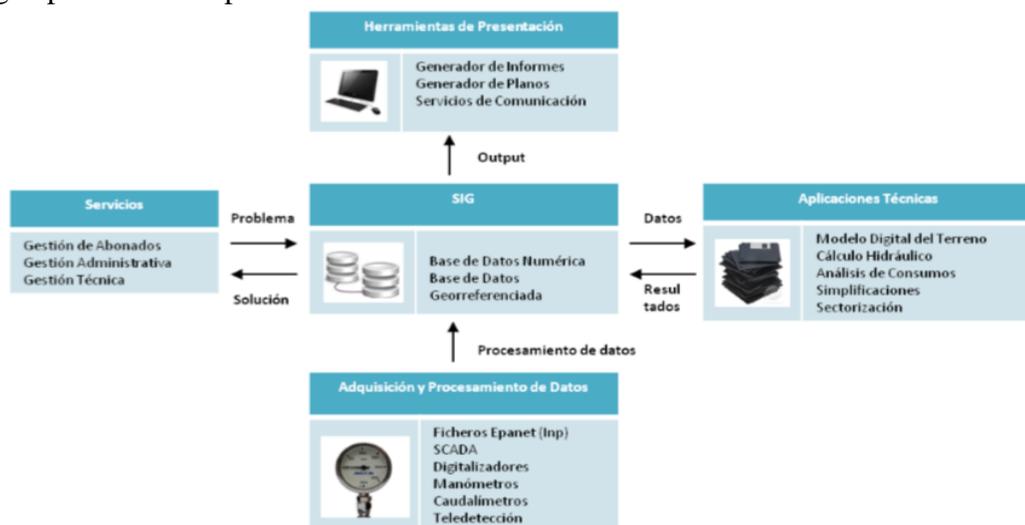
Tradicionalmente la gestión de redes se hace de forma manual, mediante la creación de planos en CAD, o mediante reportes de los técnicos que se ocupan de ampliar el área de cobertura, lo cual resulta en un desentendimiento total entre los modelos hidráulicos de la red, y los catastros de la misma, así como dificulta la actualización del sistema, y la gestión de información.

Hoy en día, los SIG, juegan un papel muy importante en el control de redes, puesto que permiten a la vez que realizar un mayor control de la información de los usuarios, tener una base de datos confiable para la toma de decisiones.

Se puede decir que los SIG permiten tres opciones en cuanto al control de redes: a) Gestión de abonados b) administrativa y c) técnica, a la vez hoy en día existen software adicionales que permiten incluir el análisis hidráulico de la información colocada en los SIG.

Para efectos del presente proyecto, el SIG, servirá para establecer el área de cobertura de los diferentes tanques de reserva de la Ciudad de Loja, a la vez, que relacionar esas áreas de cobertura, con el número de predios existentes en cada zona, esto comando como base la ortofoto de la ciudad de Loja, tomada en el año 2010. Para mayor entendimiento de lo que se puede lograr con un SIG, podemos observar la figura siguiente:

Figura 9. Esquema de un SIG utilizado para la Gestión de un Abastecimiento de agua potable a una población.



Fuente: Oscar T. Vegas Niño. 2012

4.11 SECTORIZACIÓN

En la actualidad la mayoría de problemas asociados con las redes de distribución de agua están asociadas a redes existentes, en las que se pretende mejorar su eficiencia, ya sea porque fueron mal concebidas desde un inicio, o aunque hayan sido concebidas con criterios óptimos, no obstante, un cambio poblacional o urbanístico hizo que se presentaran problemas en el funcionamiento de la red.

Para una correcta gestión de la red, se tienen dos alternativas: a) gestión por presione; b) mejorar la respuesta de la red a través de la determinación de sus elementos más débiles.

La gestión a través de presiones, necesita de la sectorización de redes, de tal forma que sea posible controlar las presiones de la red a través de válvulas reguladoras de presión, y de esta manera poder reducir el nivel de fugas, no obstante, una de las dificultades que esto conlleva es que la respuesta de la red se vuelve más vulnerable.

En el presente estudio no se realizará la sectorización de redes, sino que en vez de eso, se analizará los sectores hidráulicos construidos en función de los tanques de abastecimiento de cada zona en particular, tratando de encontrar el caudal de demanda de cada sector, para de esta manera lograr una mejor distribución de líquido vital.

4.11.1 Modelo computacional

Para analizar las ventajas de colocar válvulas reguladoras de caudal en cada uno de los tanques de abastecimiento, se necesita de la implementación de un modelo computacional, que para efectos de la presente será teórico, y que deberá ser calibrado en un futuro en función de las medidas de campo que se puedan realizar, ya sean estas de caudal, presión, etc.

Con este modelo se ubicará los depósitos y las líneas de alimentación hacia los diferentes sectores de la ciudad de Loja, siendo posible de esta forma realizar un análisis de presiones y de caudales.

El resultado estará definido en función de los caudales de consumo de las áreas de cobertura que cubre cada uno de los tanques de abastecimiento.

Existe la posibilidad de que los tanques de abastecimiento no sean suficientes en algunos de los sectores, o que el área de cobertura sea demasiado grande o pequeña, no obstante eso deberá ser parte de un análisis más profundo que no se podrá abordar en el presente estudio.

4.11.2 Ventajas e inconvenientes de la sectorización

De entre las ventajas se puede destacar:

- Mejorar la gestión de las redes de distribución y su eficiencia hidráulica.
- Permite realizar balances hídricos periódicamente
- Facilita la evaluación del caudal circulante por cada sector, y por ende del nivel de fugas.
- Se reduce el área de inspección para la detección y localización de anomalías.
- Permite una mejor gestión de sectores aislados.

Entre las desventajas están:

- Disminuye la garantía de suministro respecto de las redes totalmente malladas, ya que en el caso de una eventual rotura de los puntos de abastecimiento, el sector se quedaría sin servicio, para lo cual es recomendable que existan otras conexiones de abastecimiento, que en condiciones normales permanezcan cerradas.
- Se disminuye el aspecto de la calidad del agua, ya que la red se vuelve más ramificada, por ende, aumenta el recorrido del agua hasta el consumidor final, aumentando de igual forma el tiempo de permanencia en la red.
- Requiere de fuerte inversión inicial, ya que además de instalar válvulas y caudalímetros es necesario reforzar las líneas de abastecimiento con la intención de garantizar el suministro.

4.11.3 Etapas para sectorizar una red

Normalmente la sectorización de una red se realiza a través de válvulas de corte, o cortes de tramos, o a través de la instalación de nueva tubería que permita redistribuir el caudal. Se debe tomar en consideración que una mala sectorización puede acarrear problemas de abastecimiento y de calidad.

Como etapas a seguir podemos citar:

1. Implementar un modelo computacional que permita realizar un diagnóstico del funcionamiento de la red actual.
2. Proponer la ubicación de caudalímetros y válvulas de corte. Un distrito hidrométrico deberá tener el menor número de entradas y salidas.
3. Revisar el cumplimiento de las demandas y las presiones, cuidando de que sean suficientes para brindar un buen servicio, y no tan altas como para causar daños y aumentar las fugas.
4. Si no se cumple la propuesta inicial se realizarán modificaciones en la localización de las válvulas de corte.
5. Se debe tomar en consideración factores como: mantenimiento, fallos, etc., de tal manera que sea posible abastecer de forma parcial o total al sector afectado, aunque no se puedan garantizar óptimas condiciones de servicio.
6. De la aplicación en la realidad, se deberán realizar medidas en situ, que permitan conocer el comportamiento del distrito hidrométrico efectuando mediciones en puntos estratégicos.

4.11.4 Criterios de sectorización

Los criterios que se deben tomar en consideración para realizar la sectorización de una red, están ligados a la topografía del terreno, influencia de los tanques de abastecimiento respecto de su localización, zonas de presión y divisiones naturales de la red, como avenidas, ríos, barrancos, geometría de la red, y políticas de operación.

Algunos criterios se relacionan con la parte económica, tomando en consideración la relación entre el ahorro del agua con el costo de las obras de sectorización; otros son de tipo social.

Los criterios utilizados para el presente trabajo obedecen principalmente a la influencia de los tanques de abastecimiento, así como las líneas de transmisión que abastecen los mismos; por otro lado se podría decir que está ligado de cierta manera a la parte social, pues se espera que la demanda de caudales sea menor en la parte periférica de la ciudad, ya que es una zona en donde aún no se ha consolidado del todo.

4.12 VÁLVULAS

“Las válvulas se pueden clasificar de acuerdo a las funciones que prestan normalmente, de la siguiente manera:

- a) Servicio On-off
- b) Limitación o control de flujo
- c) Prevención de flujo inverso
- d) Control de presión
- e) Control de flujo direccional
- f) Muestreo
- g) Limitante de flujo”⁹

Dependiendo de funciones específicas la mayoría de válvulas se encuentran agrupadas dentro de las categorías mencionadas anteriormente

Para el presente estudio nos enfocaremos principalmente en las denominadas válvulas reguladoras de caudal.

⁹ DICKENSON, Christopher. Valves, Piping and Pipelines Handbook. Third Edition. Elsevier advanced technology. 1999. Great Britain.

4.12.1 Válvulas reguladoras de caudal

Conocidas también como válvulas limitadoras de caudal, definen un caudal fijo, esto a través de una estrangulación de la sección creando una pérdida a través de la misma.

Se seleccionan de acuerdo a la facilidad que proporcionan para el control del caudal. Las válvulas de cierre hacia abajo se prestan para esta tarea debido a la relación directamente proporcional entre el tamaño de la abertura del asiento y el recorrido del elemento de cierre. Las válvulas rotatorias y de cuerpo flexible también ofrecen un buen control de regulación, pero normalmente se restringe a un determinado rango.

Las válvulas de compuerta se usan normalmente abiertas o cerradas totalmente, por lo que no se usan comúnmente para esta tarea.

“De acuerdo al método de regulación los tipos de válvulas se pueden agrupar de la siguiente manera:

Cuadro 6. Grupos de válvulas según método de regulación

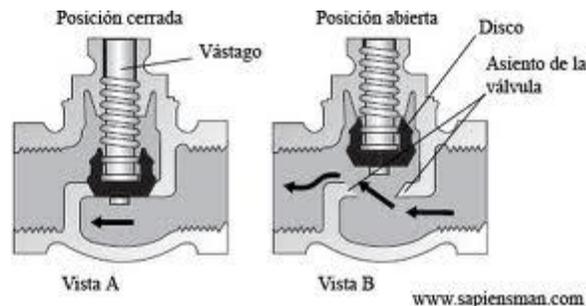
Grupos de Válvulas de acuerdo al método de regulación de flujo	Tipos de Válvulas
De asiento	Válvula de globo Válvula de pistón
Válvula deslizante	Válvula de compuerta paralela Válvula de cuña
Rotación	Válvula de tapón Válvula de bola Válvula de mariposa
De cuerpo flexible	Válvula de pinza Válvula de diafragma

Fuente: SMITH, Peter. 2004.

Válvulas de globo: Válvula cuya construcción se distingue por el control del flujo mediante un movimiento lineal, con uno o más pasajes de fluido y que normalmente tiene una forma globular a la altura de dichos pasajes. Por costumbre dado que en las primeras válvulas el cierre en cada pasaje de fluido se realizaba mediante un obturador macho que

cerraba sobre un asiento hembra a los pasajes se les dice también asientos. Válvula de simple asiento, doble asiento etc. Hay que tener en cuenta que debido a los cambios e de dirección que se producen internamente en la válvula, tiene un grado alto de pérdidas de carga.

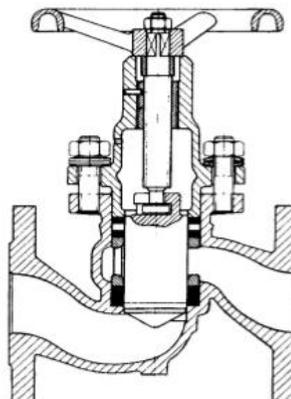
Figura 10. Válvula de Globo



Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica30.htm

Válvulas de pistón: A diferencia de la válvula de globo, esta se puede instalar de forma vertical. El cierre de la válvula se produce por un elemento en forma de pistón que se introduce en el orificio del asiento. Cuando la válvula empieza a salir, el flujo no se produce hasta que el pistón sea completamente retirado. El pistón tiende a limpiar cualquier sólido que se pudiera haber depositado en el asiento. En caso de que se dañase el pistón, este puede ser reemplazado en sitio sin ningún problema.

Figura 11. Válvula de pistón.

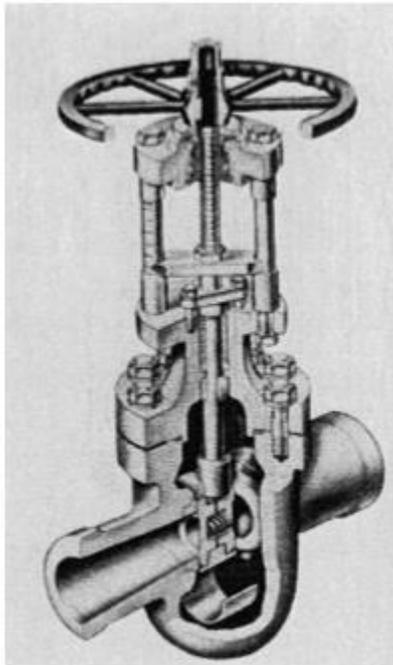


Fuente: SMITH, Peter. 2004.

Válvula de compuerta paralela: El elemento de cierre está constituido por un disco o dos. La fuerza que presiona el disco contra el asiento es controlado por la presión del fluido, actuando sobre un disco flotante o sobre un asiento flotante.

Una de las ventajas de las válvulas de compuerta paralelas es que causa pocas pérdidas de presión debido al paso lineal del flujo. Debido a lo deslizante de los discos, se puede usar también para líquidos con sólidos en suspensión. Algunas de las desventajas de este tipo de válvulas es que no permiten un control preciso del caudal, por lo que solo se suelen usar abiertas o cerradas totalmente.

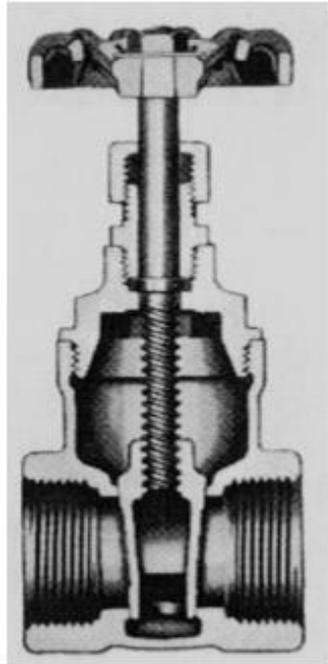
Figura 12. Válvula de compuerta paralela



Fuente: SMITH, Peter. 2004.

Válvula de cuña: Estas difieren de las válvulas de compuerta por que el miembro de cierre tiene forma de cuña. El propósito de esta forma es introducir una carga suplementaria alta que posibilita un asiento de seguridad no solo contra altas sino también contra bajas presiones de los fluidos. Algunas de las desventajas que presenta, es que su cierre se puede ver afectado por la acumulación de sólidos en el sitio de la cuña; adicionalmente, una vez que la válvula ha sido llevada a su posición de cierre, se necesita de mucha fuerza para volverla a abrir acorde a la presión que se presente aguas arriba.

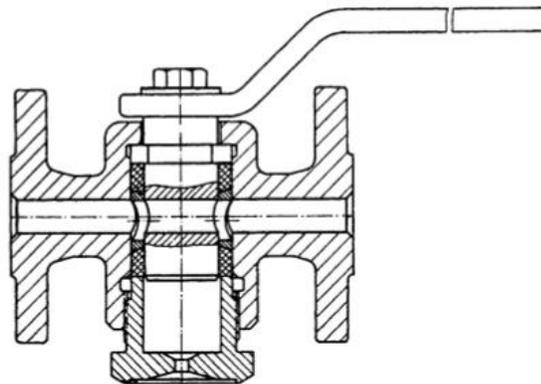
Figura 13. Válvula de cuña.



Fuente: SMITH, Peter. 2004.

Válvula de tapón: Son válvulas rotatorias en las cuales un cierre en forma de tapón rota en incrementos de noventa grados para activar o desactivar un portillo o agujeros en el conector con los puertos en el cuerpo de la válvula. La forma del tapón puede ser cilíndrico o cónico. Las Válvulas de tapón son más adecuados para detener e iniciar el flujo y la desviación del flujo, aunque también se utilizan en ocasiones para la regulación moderada en función de la naturaleza del servicio y de la resistencia a la erosión de los asientos. Las válvulas de tapón son capaces de manejar sólidos en suspensión.

Figura 14. Válvula de tapón

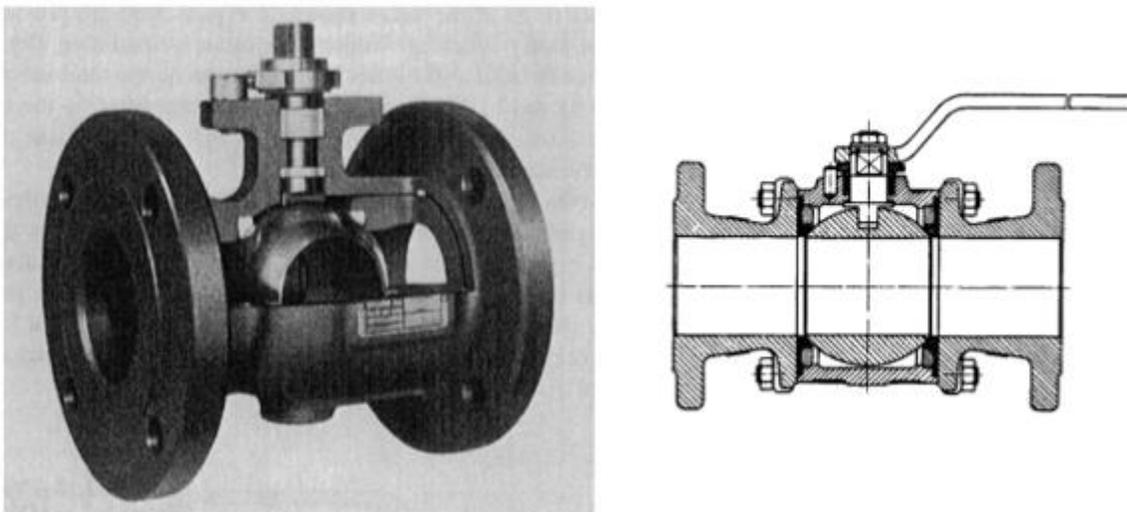


Fuente: SMITH, Peter. 2004.

Válvulas de bola: Las válvula de bola son una especie de válvulas de tapón que tienen un cierre en forma de bola. Desde el punto de vista del cierre, el concepto de la válvula es excelente.

La característica de control de flujo surge de un puerto redondo moviéndose a través de un asiento circular. Las válvulas de bola se usan normalmente para permitir o parar el flujo, así como para realizar un estrangulamiento moderado. Sin embargo, si la válvula se deja parcialmente abierta durante un periodo prolongado de tiempo en condiciones de una alta caída de presión, es posible que el asiento suave que suelen tener este tipo de válvulas, comience a fluir alrededor del borde del orificio de la válvula, bloqueando la bola en esta posición.

Figura 15. Válvula de bola.



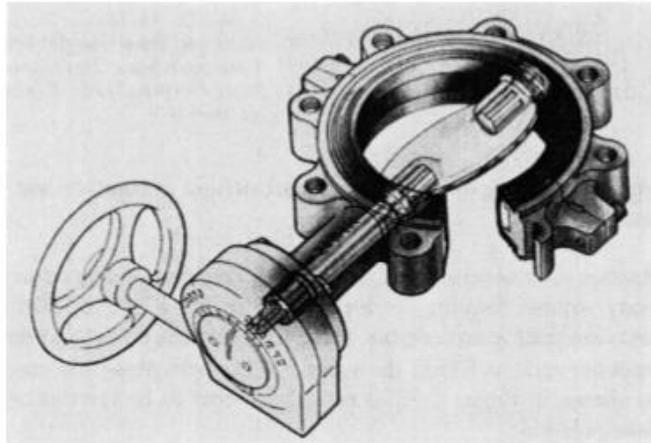
Fuente: SMITH, Peter. 2004.

Válvulas de mariposa: Son válvulas rotatorias en las cuales el cierre en forma de disco rota alrededor de 90° aproximadamente, para abrir o cerrar el paso del flujo.

Las válvulas de mariposa producen poca pérdida de carga cuando están totalmente abiertas y un control de flujo sensible cuando están abiertas entre 15° y 70°. La limitación severa del paso de los líquidos puede causar cavitación, dependiendo de la presión de vapor del líquido y de la presión aguas abajo. Cualquier tendencia a la cavitación como resultado del estrangulamiento puede ser combatido parcialmente dimensionando la válvula de mariposa

a un menor tamaño que el de la tubería, de tal forma que se produzca en la posición medio abierta de la válvula.

Figura 16. Válvula de Mariposa

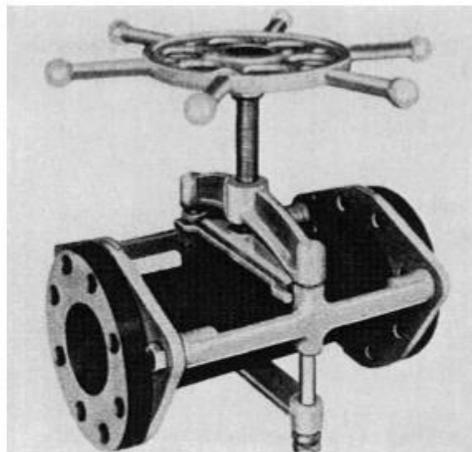


Fuente: SMITH, Peter. 2004.

Válvula de pinza: Las válvulas de pinza son válvulas de cuerpo flexible que consisten en un tubo flexible que es apretado ya sea de forma mecánica o a través de la presión externa de un fluido. Una de las principales ventajas del concepto de diseño es que el paso del flujo es recto sin piezas móviles. El cuerpo de la válvula también tiene la capacidad para sellar alrededor de sólidos atrapados.

Las válvulas de pinza dan poco control de flujo entre la válvula totalmente abierta y la posición de pinzado 50% a causa de las pérdidas despreciables en estas posiciones. Cualquier cierre adicional de la válvula da un buen control de flujo.

Figura 17. Válvula de pinza

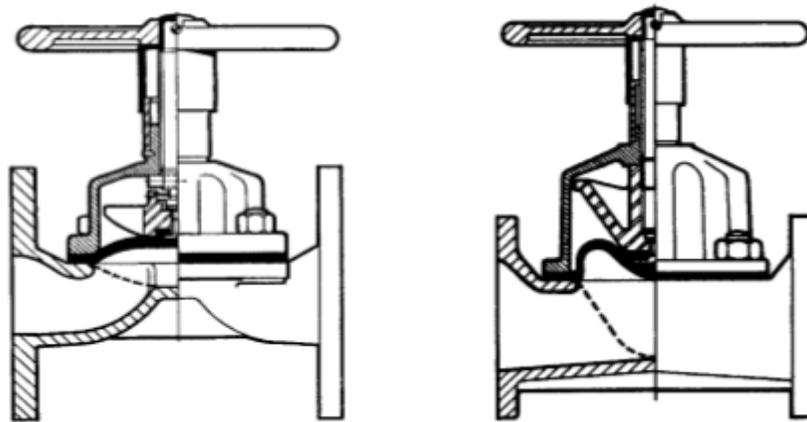


Fuente: Fuente: SMITH, Peter. 2004.

Válvula de diafragma: Es una válvula de cuerpo flexible en el cual el cuerpo de la válvula consiste en una sección rígida y en una sección flexible. La sección flexible del cuerpo es proporcionada por un diafragma, el cual en conexión con un compresor, conforman el elemento de cierre. El asiento es proporcionado por la parte rígida de la válvula.

Las válvulas de diafragma comparten las mismas ventajas que las válvulas de pinza, debido a que el paso del fluido no es obstruido por ninguna parte móvil.

Figura 18. Válvulas de diafragma



Fuente: SMITH, Peter. 2004.¹⁰

4.13 SOFTWARE PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE VÁLVULAS

El software que se usará para el dimensionamiento de las válvulas reguladoras de caudal será el proporcionado por la industria Bermad, que ha desarrollado en conjunto con los documentos técnicos que proporciona a sus usuarios un software para el dimensionamiento de válvulas tomando en consideración las especificaciones técnicas que en este caso son de BERMAD, debido principalmente a que dependiendo de cada proveedor cambian los coeficientes de cada válvula. Esto dificulta el trabajo, puesto que no es posible obtener la información técnica suficiente para poder comparar el diseño de las válvulas entre todos los fabricantes, sin embargo, para caso de estudio, se entenderá como suficiente hacer el análisis basándonos en los parámetros de diseño proporcionados por el software.

El software presenta su interfaz gráfica dividida en 6 partes:

¹⁰ SMITH, Peter. Valve Selection Handbook. Engineering Fundamentals for selecting the Right Valve Design for Every Industrial Flow Application. Elsevier, Inc. 2004 United States of America.

- a) Detalles de proyecto.
- b) Unidades y líquidos.
- c) Selección de Modelo.
- d) Dimensionamiento
- e) Presentación de resultados.

4.13.1 Detalles de proyecto.

La ventana correspondiente permite colocar información como el título del proyecto, fecha, usuario, nombre del cliente, país, tarea, y alguna observación.

Figura 19. Detalles del proyecto

Project Details	
Item	Description
Project	<input type="text"/>
Date	<input type="text"/>
User	<input type="text" value="Christian LeÃ³n"/>
Client Name	<input type="text"/>
Country	<input type="text"/> ▼
Tag	<input type="text"/>
Remarks	<input type="text"/>

Fuente: www.bermad.com

4.13.2 Unidades y líquidos.

Permite definir las unidades de medida a ser utilizadas en el software además del tipo de líquido para el que van a ser usadas las válvulas.

Figura 20. Unidades y característica de los líquidos

Units English/Metric		Liquids Characteristics	
Pressure:	meter	Liquid:	Water
Temperature:	Celcius	Relative Density:	1
Flow:	m3/hr	Liquid Temperature:	25
Flow Velocity:	m/sec	Kinematic Viscosity:	9.075E-07 m ² /sec
Valve Opening:	%		
Hydraulic Noise	dBA (at 3 m)		
Time to Overhaul	hours		
Diameter:	inch		

Fuente: www.bermad.com

4.13.3 Selección de Modelo.

La ventana de selección de modelo permite escoger entre una amplia gama de alternativas y de válvulas, aspecto que permitirá definir la válvula reguladora de caudal necesaria.

Figura 21. Selección de modelo

Model Selection			
Series Name	Series Type	Application	Valve Type
400	00	710 - Electric Control Valve	On/Off Valve 
700	ES	718 - Electronic Control Valve	
		720 - Pressure Reducing Valve	
		730 - Pressure Sustaining Valve	
		740 - Pump Control Valve	
		750-66 - Level Control Valve	
		770 - Flow Limiting Valve	
		790 - Anti Burst Valve	
		73Q - Pressure Relief Valve	
		735 - Surge Anticipating Valve	

Fuente: www.bermad.com

4.13.4 Dimensionamiento.

La ventana de dimensionamiento, nos permite definir los parámetros de diseño, a la vez que presenta los resultados en base a los datos de entrada.

Figura 22. Dimensionamiento

Sizing Calculations		
Valve Characteristics	Flow Conditions	
Valve Plug: Flat	Unit	
Valve Pattern: Y-Pattern	Percent of Working Time: 100	%
Pressure Rating: 16	Flow: 200	m ³ /hr
Body Material: Ductile Iron	Upstream Pressure: 60	meter
Flow Stem Adjustment: 100 %	Downstream Pressure: 20	meter
Messages and Errors	Calculate Size	
	Size: << 1.5 >>	inch
	Dp: 0	meter
	Min dp: 0	meter
	Flow Velocity: 0	m/sec
	Valve Opening: 0	%
	Hydraulic Noise: 0	dBA
	Choked Flow: 0	m ³ /hr
	Cavitation Damage: 0	
	Weighted Time to Overhaul: 0	Hours

Fuente: www.bermad.com

4.13.5 Presentación de resultados

Finalmente la tabla de resultados del diseño se puede ver en la última pestaña, así como los parámetros de diseño ingresados anteriormente, que pueden ser exportados en formato pdf.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 MATERIALES

Para la elaboración del proyecto se puede diferenciar entre material de oficina, equipos de campo y software de análisis.

5.1.1 Materiales de oficina

Dentro de los materiales de oficina se encuentran: lápiz, borrador, esfero, CD, carpetas, resmas de papel A4, calculadora, computadora, impresora, plotter, cuadernos de apuntes, flash memory, internet, libros, scanner, planos.

5.1.2 Equipos de campo

Como parte del equipo necesario para el trabajo de campo constan: GPS, cámara fotográfica, vehículo, barretas.

5.1.3 Software de análisis

Como software de análisis de la información del proyecto se lista a continuación: Autocad, Epanet, ArcGis, WaterGems, Watercad, Windows 8, Programa para el dimensionamiento de válvulas de Bermad.

5.2 METODOLOGÍA

Siguiendo la lógica del proyecto, la metodología aplicada se enmarca dentro del estudio técnico, estudio ambiental y estudio socioeconómico.

5.2.1 Estudio Técnico.

Para cumplir con el estudio técnico cuyo resultado final fue el dimensionamiento de las válvulas reguladoras de caudal, se procedió de la siguiente forma:

- Se recolectó la información existente en el GAD Municipal de Loja, en la Empresa de Agua y Alcantarillado de Loja (Emaalep), referente a los tanques de reserva existentes y las distintas redes de distribución, que abastecen del servicio vital a cada una de las viviendas pertenecientes al sector urbano.
- Posterior se determinó con precisión la ubicación de cada uno de los tanques de reserva de la red, por medio de coordenadas en el eje X,Y y Z, con la finalidad de poder hacer el modelo hidráulico. Adicionalmente, se obtuvo un plano catastral actualizado del área urbana de la ciudad de Loja.
- Luego de obtenida la información catastral y de redes de distribución con cada uno de los elementos necesarios para la modelación, se procedió a realizar una sectorización de la cobertura de las redes de agua potable a través de Sistemas de Información Geográfica, tomando en consideración los tanques de abastecimiento correspondientes.
- Una vez realizada la sectorización, y usando la información del censo del 2010 realizada por el INEC, se determinó la población existente en cada zona de abastecimiento.
- Como siguiente paso, se realizó el cálculo teórico del caudal necesario para cada una de las zonas consideradas, esto en función de las dotaciones de agua potable, que recomienda el Ministerio de Salud Pública.
- Siguiendo a la determinación de caudales, se continuó con la modelación hidráulica de las transmisiones que llegan hacia cada uno de los tanques de reserva, con la finalidad de determinar las presiones existentes en cada nodo.
- Finalmente con los datos de caudal y presión en cada nodo, se procedió al dimensionamiento de las válvulas reguladoras de caudal.

5.2.2 Estudio de impacto ambiental

Para la elaboración del estudio del impacto ambiental se procedió de la siguiente manera:

- Se realizó el análisis del Marco Legal correspondiente a las obras para el manejo y la administración de los recursos hídricos.
- Posteriormente se procedió a establecer las condiciones generales del proyecto como localización, zonificación, entre otras.
- Seguidamente se estableció la línea base del proyecto determinándose de esta manera el área de influencia directa correspondiente a 28.478 m², así como el área indirecta totalizada en 53.24 km². Adicionalmente se establecieron datos importantes relacionados al ambiente físico, biológico, socio-económico y cultural.
- Luego se identificó a través de la observación directa en los sitios correspondientes de las posibles afectaciones que conlleva el proyecto, determinándose de esta manera los impactos ambientales a través de la Matriz de Leopold.
- Finalmente se realizó el Plan de Manejo Ambiental.

5.2.3 Estudio Socio-Económico

Como parte del estudio socioeconómico se puede identificar las siguientes actividades:

- Involucró un análisis de mercado, identificando factores como: oferta, demanda, precio del agua potable.
- También se determinó factores como: Impacto social (impuestos, generación de ingresos, beneficios) y económico (inversiones y gastos relacionados).
- En adición se elaboró un análisis de inversión a través del presupuesto del proyecto y de su cronograma de ejecución, así como su horizonte de diseño.
- Finalmente se hizo un análisis financiero determinando los valores tanto del VAN, como del TIR.

6 RESULTADOS

6.1 ESTUDIO TÉCNICO

6.1.1 Puntos de tanques.

Como parte del proceso de recolección de información y mediante el uso de dos GPS, se procedió a levantar la información sobre la ubicación de los tanques de reserva existentes dentro del área urbana de la ciudad de Loja, para lo cual se utilizó el sistema de coordenadas UTM WGS84 Z17S:

Cuadro 7. Coordenadas de tanques de la ciudad de Loja

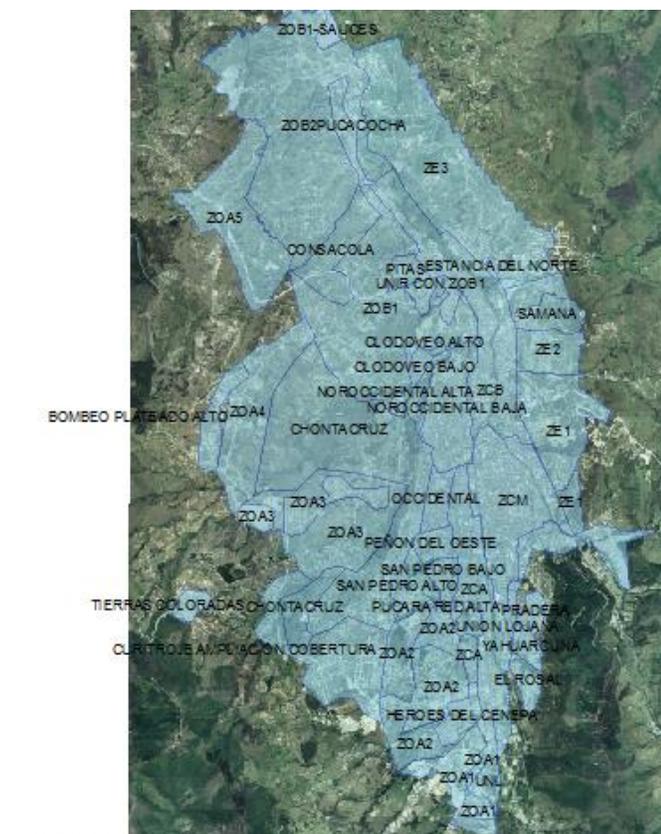
SECTOR	COORDENADAS		
	X	Y	Z
La Dolorosa-VIVEM (ZOA3)	696335	9557173	2282
	696336	9557175	2285
Sector Noroccidental	698477	9558765	2182
	698473	9558759	2196
	698507	9558660	2186
	698509	9558656	2189
Clodoveo Jaramillo	698427	9560057	2179
	698419	9560060	2168
Clodoveo Jaramillo	698420	9559910	2131
	698424	9559907	2136
Las Pitás	698153	9560700	2132
	698154	9560702	2123
Consacola	697146	9560777	2186
	697146	9560777	2182
Belén (ZOB1)	696220	9560029	2258
	696220	9560033	2254
Borja	696901	9563399	2101
El Plateado (ZOA4)	695525	9558873	2281
	695528	9558867	2284
Carigán (ZOA5)	695041	9561780	2282
	695043	9561769	2282
Motupe Alto (ZOB2)	695991	9563207	2200
	695990	9563208	2200

Motupe Bajo	696684	9564213	2098
	696684	9564213	2108
Sauces Norte	696903	9564333	2048
	696906	9564326	2051
Parque Industrial	698119	9563837	2066
	698119	9563837	2063
Chinguilanchi (ZE3)	699663	9562212	2243
	699664	9562213	2258
San Cayetano Bajo (ZE2)	700375	9560182	2186
	700374	9560188	2189
Samana	700790	9560212	2225
	700789	9560222	2226
UTPL	700185	9559016	2225
	700191	9559010	2160
Santa Rosa	700368	9558732	2174
	700367	9558724	2175
San Cayetano Alto	700843	9558736	2251
	700844	9558727	2245
Red Central Baja	700037	9558638	2125
	700037	9558632	2124
Red Central Alta	700191	9556877	2159
Red Central Media	699972	9556996	2131
	700004	9557049	2130
Colinas del Pucará	700475	9556593	2224
Pradera	700365	9556430	2192
Yahuarcuna	700228	9555749	2192
El Rosal	700289	9555074	2229
Clodoveo J.	698420	9559910	2131
	698424	9559307	2136
Plateado	695429	9559186	2323

Estos puntos pese a que tienen un error de 4 a 8 metros, sirven de referencia para ubicar los puntos reales a través del uso de la Ortofoto de la ciudad de Loja tomada en el año del 2010.

6.1.2 Delimitación de las áreas de cobertura de los tanques de abastecimiento.

Una vez ubicados los tanques de reserva en la ortofoto, fue necesario realizar la demarcación de las zonas de cobertura tal y como se muestra en la siguiente figura:

Figura 23. División de áreas de cobertura de tanques

De tal manera que la división de áreas de resume mediante el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Áreas de cobertura por sectores.

Id	ZONAS	Áreas Zonas (Ha)
1	ZOB1	331.54
2	ZOB1-SAUCES	12.23
3	ZOB2	505.68
4	PUCACOCHA	31.16
5	CONSACOLA	76.95
6	ZOA5	180.13
7	UNIR CON ZOB1	29.64
8	CLODOVEO ALTO	7.09
9	CLODOVEO BAJO	22.17
10	PITAS	20.4
11	ZCA	242
12	ZE3	394.25
13	SAMANA	39.39
14	ZE2	87.3
15	ZE1	135.02

16	ZE1	19.72
17	NOROCCIDENTAL BAJA	103.48
18	ESTANCIA DEL NORTE	4.56
19	ZOA3	48.83
20	BOMBEO PLATEADO ALTO	38.89
21	ZOA3	16.58
22	ZOA4	148.52
23	CURITROJE AMPLIACIËN COBERTURA	171.85
24	ZOA3	171.2
25	CHONTACRUZ	445.8
26	CHONTACRUZ	41.58
27	OCCIDENTAL	30.41
28	SAN PEDRO BAJO	21.31
29	PEÑÓN DEL OESTE	24.54
30	ZOA2	52.32
31	SAN PEDRO ALTO	42.79
32	UNION LOJANA	13.54
33	ZOA2	31.89
34	PUCARA RED ALTA	5.32
35	ZOA2	85.98
36	ZCA	14.15
37	YAHUARCUNA	19.4
38	PRADERA	16.24
39	EL ROSAL	23.48
40	ZOA1	23.14
41	ZOA2	46.51
42	UNL	19.34
43	ZOA1	64.52
44	ZOA1	9.08
45	HEROES DEL CENEP	31.88
46	TIERRAS COLORADAS	18.45
47	ZCB	231.11
48	ZCM	194.08
49	NOROCCIDENTAL ALTA	20.88

6.1.3 Subdivisión según densidades poblacionales.

A través de un mapa en formato .shp el cual contenía las densidades poblacionales en diferentes sectores de la ciudad de Loja, se procedió a hacer una nueva subdivisión, tomando como referencia las áreas de aporte de los tanques.

Como se puede observar en la figura subsiguiente, cada una de las áreas de cobertura de los tanques, se encuentre dividido en más áreas, cada una de las cuales posee una densidad poblacional diferente, resultado del censo del INEC del 2010, lo que permite lograr una mayor precisión en el cálculo de la población de servicio.



Figura 24. Subdivisión de áreas

6.1.4 Población por sectores

Usando el software ArcGis se facilita el procesar la información poblacional, ya que de otra manera sería inmanejable, como sucede en el momento de determinar la cantidad de habitantes que existen en cada zona de cobertura, no obstante una vez que se tiene la

información de las áreas y las densidades de cada una de ellas, mediante el producto correspondiente se obtiene la cantidad de usuarios que hay en cada zona.

6.1.5 Caudales por sectores.

Es importante subrayar que el presente análisis se enfoca solo en las transmisiones principales de la red de distribución, a pesar de que existen sectores que se abastecen de otras fuentes de agua cruda y que no han sido tomados en consideración.

Una vez que se obtuvo la información poblacional, y asumiendo como dotación el valor de 200 l/hab/día, se obtuvieron los caudales necesarios para el modelo hidráulico, en el cual según la denominación de nodos se asignaron los valores correspondientes:

Cuadro 9. Caudales por nodos

NUDOS	CAUDAL (Lt/s)
ZOA5	3.41
ZOB2	17.08
MOTUPE	
ZOB1-SAUCES	4.34
ZE4	
ZE3	15.32
ZOB1	20.94
CONSACOLA	3.16
PITAS	5.68
CLODOVEO JARAMILLO ALTO	0.98
ZE2	9.58
ZE1	7.92
CLODOVEO JARAMILLO BAJO	4.72
NOROCCIDENTAL ALTO	3.22
NOROCCIDENTAL BAJO	24.10
ZOA3	10.55
ZOA4	4.25
OCCIDENTAL ALTO	8.76
OCCIDENTAL BAJO	
SAN PEDRO DE BELLAVISTA ALTO	6.65

PUCACOCHA	3.48
ZCB	29.19
SANTA ROSA	0.74
EL PEÑON	8.59
SAN PEDRO DE BELLAVISTA BAJO	5.06
ZOA2	16.96
PUNZARA	8.28
UNL	0.19
ZOA1	4.32
UNIÓN LOJANA	3.41
PLANTA DE TRATAMIENTO PUCARÁ	
PRADERA	5.56
YAHUARCUNA	4.42
EL ROSAL	2.03
Q TOTAL:	242.8912037

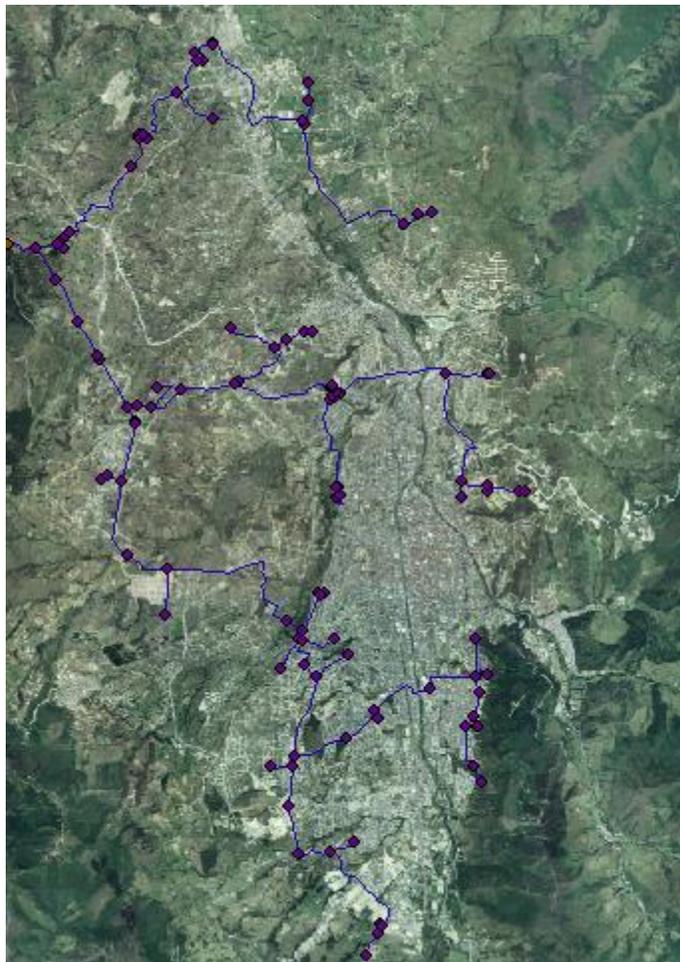
6.1.6 Modelo hidráulico

En base a la información obtenida de la Emaalep, se realizó la modelación hidráulica de las transmisiones de agua potable, utilizando los datos básicos como: diámetros, materiales, cotas de nodos, y ubicación de los tanques de abastecimiento, con la finalidad de obtener las presiones de servicio en cada uno de ellos.

Para el análisis de pérdidas de presión se utilizó la fórmula de Darcy-Weisbach. Los valores de la rugosidad se colocaron como 0.07 para el PVC y 0.15 tanto para la tubería de PRFV como para la de Fundición Dúctil. Estos valores pertenecen al modelo inicial realizado por la compañía ABENGOA para el denominado “Plan Maestro de Agua Potable”.

Los diámetros oscilan entre 795.6mm el más alto y 60 mm el más bajo.

Figura 25. Transmisiones de agua potable de la Ciudad de Loja



6.1.7 Presiones en los nudos.

Una vez ingresadas las características del modelo, a través de EPANET, obtenemos las presiones en cada uno de los nodos de interés.

Cuadro 10. Demandas, cotas y presiones en los nodos de interés.

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc ZOA5	3.41	2308.37	41.29
Junc ZOB2	17.08	2308.08	130.33
Junc MOTUPE	0	2307.64	223.49
Junc ZOB1-SAUCES	4.34	2306.76	279.65
Junc ZE4	0	2306.49	265.74

Junc ZE3	15.32	2305.17	71.03
Junc ZOB1	20.94	2307.73	65.25
Junc CONSACOLA	3.16	2283.18	122.22
Junc PITAS	5.68	2288.73	180.73
Junc CLODOVEOJARAMILLOALTO	0.98	2303.75	143.71
Junc ZE2	9.58	2291.88	125.63
Junc ZE1	7.92	2299.93	67.21
Junc CLODOVEOJARAMILLOBAJO	4.72	2301.92	193.54
Junc NOROCCIDENTALALTO	3.22	2274.42	97.67
Junc NOROCCIDENTALBAJO	24.1	2271.15	102.33
Junc ZOA3	10.55	2305.97	35.17
Junc ZOA4	4.25	2308.01	37.54
Junc OCCIDENTALALTO	4.38	2305.68	84.2
Junc OCCIDENTALBAJO	4.38	2305.45	99.87
Junc SANPEDRODEBELLAVISTAALTO	6.65	2306.97	45.65
Junc PUCACOCHA	3.48	2307.64	216.26
Junc ZCB	29.19	2299.16	191.77
Junc SANTAROSA	0.74	2299.9	142.12
Junc EL PEÑÓN	8.59	2288.29	98.84
Junc SANPEDRODEBELLAVISTABAJO	5.06	2307.05	121.52
Junc ZOA2	16.96	2306.55	55.32
Junc J-85	0	2306.28	101.15
Junc PUNZARA	8.28	2305.66	107.51
Junc UNL	0.19	2306.19	106.24
Junc ZOA1	4.32	2306.1	68.56
Junc UNIÓN LOJANA	3.41	2302.76	150.21
Junc PLANTADETRATAMIENTO	0	2306.56	150.68
Junc PRADERA	5.56	2304.27	117.21
Junc YAHUARCUNA	4.42	2305.79	118.7
Junc ELROSAL	2.03	2306.22	82.2
Resvr R-1	-242.89	2308.75	0

Fuente: Epanet

6.1.8 Dimensionamiento de Válvulas

Como parámetros de diseño para las válvulas se ha escogido las válvulas Bermad de diafragma en forma de “Y” con V-Port, debido a que permite un mayor control del flujo del agua. Todos los diseños se han realizado con las válvulas de las series 700 por ser las correspondientes al control de caudal.

Adicionalmente cabe indicar, que de acuerdo a la presión de los nodos se han escogido válvulas de 16 bares o 25 bares, fabricadas con un cuerpo de hierro dúctil. Cada uno de los diseños resultantes, se muestran en los anexos correspondientes.

El resumen del diseño se describe en el cuadro siguiente:

Cuadro 11. Tanques y diámetro de válvulas reguladoras de caudal.

Tanque	Diámetro de la válvula (mm)
ZOB1	200
ZOA2	200
Noroccidental Bajo	200
ZCB	200
ZOB2	150
ZE4	150
ZE3	150
ZOA3	150
ZE2	100
San Pedro de Bellavista Alto	100
El Peñon	100
San Pedro de Bellavista Bajo	100
Punzara	100
ZE1	100
Pitas	100
Pradera	100
ZOA4	75
Unión Lojana	75
Yahuarcoma	75
ZOA1	75
Pucacocha	75
Occidental alto	75
ZOA5	75
Noroccidental Alto	75
Clodoveo Jaramillo Bajo	75
Consacola	75
ZOB1-SAUCES	75

Occidental Bajo	75
Santa Rosa	75
El Rosal	75
UNL	75
Clodoveo Jaramillo Alto	75

6.2 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.2.1 Objetivo general del estudio de impacto ambiental

Realizar el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la “Optimización de la red de distribución de agua potable de la ciudad de Loja mediante el diseño y modelación de válvulas reguladoras de caudal en los tanques de reserva”, para asegurar que el desarrollo de las actividades previstas sean viables y sustentables en el corto, mediano y largo plazo, sin afectar significativamente al medio natural y social y dar cumplimiento a las leyes vigentes.

6.2.2 Objetivos específicos

- ✚ Elaborar la línea base en los aspectos físicos, bióticos y sociales presentes en el medio donde se implementará el proyecto mencionado.
- ✚ Identificar y evaluar los potenciales impactos ambientales inherentes a las actividades del proyecto.
- ✚ Recomendar y diseñar medidas orientadas a prevenir, mitigar o atenuar los impactos ambientales adversos.
- ✚ Establecer un Plan de Manejo Ambiental de conformidad a los que establece la Legislación Pertinente y de acuerdo a las políticas ambientales.

6.2.3 Marco legal

La Constitución Política de la República del Ecuador aprobada en Febrero del 2008.
TÍTULO II.

DERECHOS, Sección Segunda. Ambiente Sano; Art. 14. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

TÍTULO VII. RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR. Capítulo Segundo; Biodiversidad y Recursos Naturales. Sección Primera. Naturaleza y Ambiente. Art. 317, los recursos naturales no renovables pertenecen al patrimonio inalienable e imprescriptible del Estado. Art. 318, el agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado. Art. 396, el Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. Art. 397, en caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Art. 398.1 Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta. Art. 399.1 El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental. Sección Séptima de la biosfera, ecología urbana y energías alternativas, Art. 413, el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas. Art. 414, el Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Ley de Gestión Ambiental

Registro Oficial N° 245 de 30 de Julio de 1999; La Ley de Gestión Ambiental es la norma macro respecto a la política ambiental del Estado Ecuatoriano y todos los sujetos que ejecutan acciones relacionadas con el ambiente en general. Esta Ley, en el Título I, del

Ámbito y Principios de la ley, determina; en el Art.1 las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

Art.20. Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo. Art.21. Los Sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental, evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Según el título V, de la información y vigilancia ambiental en el Art. 39, las instituciones encargadas del control de la contaminación ambiental y protección del medio ambiente, establecerán programas de monitoreo del estado ambiental en las áreas de su competencia; esos datos serán remitidos al Ministerio del ramo para su sistematización esta información será pública.

Organismos Seccionales

Los Organismos Seccionales, Gobiernos Provinciales y Municipios, constituyen los entes ejecutores de las actividades directas e indirectas de Gestión Ambiental en su ámbito, son importantes sus elementos de responsabilidad relacionados con la regulación (normativa, control y supervisión) y en la planificación del uso de la tierra en sus respectivas jurisdicciones, considerándose como los entes de gestión con mayor capacidad operativa.

Municipios Cantonales

Es una entidad política autónoma subordinada de orden jurídico constitucional del Estado Ecuatoriano, cuya finalidad es el bien común local, la atención a las necesidades de la ciudad, del área metropolitana y de las parroquias rurales de la respectiva jurisdicción; con patrimonio propio y con capacidad de realizar actos jurídicos que fueren necesarios para el cumplimiento de sus fines, en la forma y condiciones que determinan la Constitución y la Ley, entre las atribuciones y deberes de los Municipios Cantonales es; Dirigir el desarrollo físico del Cantón y de la ordenación urbanística.

Gobierno Provincial

El Gobierno Provincial es una institución de derecho público que goza de autonomía y representa a la provincia; tiene personería jurídica, con capacidad para realizar actos que fueren necesarios para el cumplimiento de sus fines, en la forma y condiciones que determina la Constitución y Leyes del Ecuador. Su misión principal es el de impulsar el desarrollo económico, socio-cultural y material de la provincia y colaborar con el Estado y las Municipalidades de la respectiva jurisdicción para la realización armónica de los fines nacionales. En la zona de influencia del proyecto se encuentran en el Gobierno de la Provincia de Loja. La Constitución del 2008; indica en el Título V, Organización Territorial de Estado; Capítulo Cuarto, Régimen de Competencias. Los Gobiernos Provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley:

- Planificar el desarrollo provincial y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, cantonal y parroquial.
- Planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya las zonas urbanas.
- Ejecutar, en coordinación con el gobierno regional, obras en cuencas y micro cuencas.
- La Gestión Ambiental Provincial.
- Planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego.
- Fomentar la actividad agropecuaria.
- Fomentar las actividades productivas provinciales.
- Gestionar la cooperación internacional para el cumplimiento de sus competencias. En el ámbito de sus competencias y territorio, y en uso de sus facultades, expedirán ordenanzas provinciales.

Ley de Régimen Municipal

Publicada en el Registro Oficial en el No. 331 del 15 de Octubre de 1971 que define como autónomas a las corporaciones idílicas y le designan entre sus responsabilidades las de prever, dirigir, ordenar y estimular el desenvolvimiento del cantón en los órdenes social,

económico, físico y administrativo. También tiene por obligación elaborar programas y proyectos específicos a realizarse en el Cantón (Sección 2.a, Párrafo 1).. Según el Artículo 16, el Municipio debe “coordinar sus actividades” con otros entes, dentro del marco de referencia establecido en los planes nacionales y regionales de desarrollo que adopte el Estado.

Las funciones del Municipio con respecto a los aspectos ambientales están relacionadas con los estudios medioambientales dentro de los Planes de Desarrollo Urbano, Artículo 214. Otros artículos del Capítulo I de la Ley de Régimen Municipal que tienen relación con la conservación del medio ambiente son los siguientes:

- Artículo 212, Literal d: Análisis de estructuras físicas fundamentales, morfología, geología, naturaleza de los suelos, climatología, flora y fauna terrestre y acuática.
- Artículo 215: Ordenanzas y reglamentaciones sobre el uso del suelo, condiciones de seguridad, materiales, condiciones sanitarias y otras de naturaleza similar.
- Artículo 216: Define la posibilidad de realizar estudios parciales para la conservación y ordenamiento de ciudades o zonas de ciudad de gran valor artístico e histórico o protección del paisaje urbano.
- Artículo 164: Tiene relación con la salud y el saneamiento ambiental, ámbito dentro del cual el Municipio debe coordinar su actividad con otros entes públicos competentes, con los que actúa en forma compartida o excluyente, y en muchos de los casos, subordinado a dichos Organismos; establece:
- Literal a, inciso 1. “En materia de higiene y asistencia, la municipalidad coordinará su acción con la autoridad de salud, de acuerdo a lo dispuesto en el Título XIV del Código de la materia”.
- Literal j. Velar por el fiel cumplimiento de las normas legales sobre saneamiento ambiental y especialmente de las que tienen relación con ruidos, olores desagradables, humo, gases tóxicos, polvo atmosférico, emanaciones y demás factores que puedan afectar la salud y bienestar de la población”.

Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria. Publicado en el Registro Oficial No. 2. Edición Especial de Marzo del 2003 del Ministerio del Ambiente. Capítulo VI revisado y aprobado en enero del 2008.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 439 (colores, señales y símbolos de seguridad).

Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos

Para los establecimientos de salud de la República del Ecuador. Registro Oficial 106 de Enero 1997.

- Art. 30.- El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional la gestión integral de los residuos sólidos en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales que se determinan a continuación.
- Art. 31.- Se establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito de salud y ambiente las siguientes:
 - a. Prevención y minimización de los impactos de la gestión integral de residuos sólidos al ambiente y a la salud, con énfasis en la adecuada disposición final.
 - b. Impulso y aplicación de mecanismos que permitan tomar acciones de control y sanción, para quienes causen afectación al ambiente y la salud, por un inadecuado manejo de los residuos sólidos.
 - c. Armonización de los criterios ambientales y sanitarios en el proceso de evaluación de impacto ambiental y monitoreo de proyectos y servicios de gestión de residuos sólidos.
 - d. Desarrollo de sistemas de vigilancia epidemiológica en poblaciones y grupos de riesgo relacionados con la gestión integral de los desechos sólidos.
 - e. Promoción de la educación ambiental y sanitaria con preferencia a los grupos de riesgo.

Reglamento general de Riesgos de Trabajo

R. O. 579 de Diciembre de 1990 expedido mediante Resolución N° 741 del Consejo Superior del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social de Mayo 30 de 1990, Aplicable para personas que trabajan en procesos de operación.

Reglamento de Seguridad y Salud de Trabajadores y Mejoramiento del Ambiente de Trabajo

- Decreto Ejecutivo N° 2393 del 17 de Noviembre de 1986; En el Título I, de este Reglamento establece disposiciones de carácter general y específicas, aplicables a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo.
- De las Obligaciones de los Empleadores en el Art. 11, se definen las siguientes:
 - Cumplir las disposiciones de este reglamento y demás normas vigentes en materia de prevención de riesgos.
 - Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo.
- De las Obligaciones de los Trabajadores en el Art 13, se definen las siguientes:
 - Participar en el control de desastres, prevención de riesgos y mantenimiento de la higiene en los locales de trabajo cumpliendo las normas vigentes.
 - asistir a los cursos sobre control de desastres, prevención de riesgos, salvamento y socorrismo programados por la empresa u organismo especializados del sector público.

En el Código del Trabajo

El Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas, publicado en el Registro Oficial N° 259 de 09-02-98 (78 artículos), contempla los siguientes capítulos:

- Construcción y Trabajos de Altura,
- Excavaciones,
- Cimentaciones,
- Maquinaria Pesada de Obra,
- Máquinas de Elevación,
- Instalaciones Eléctricas Temporales,
- Señalización para Construcción o Reparación de Calles y Carreteras,
- Elementos de Protección Personal,
- Condiciones de Higiene y de Medicina Laboral Preventiva.

En el Código de Salud

En vigencia mediante Decreto Supremo N° 188, Registro Oficial N° 158 de 08-02-71, y rige de manera específica y relevante sobre las demás Leyes en materia de salud individual

y colectiva, y en lo que tenga relación con acciones sobre saneamiento ambiental. Los temas que se refieren al saneamiento ambiental, y donde se definen las atribuciones del Ministerio

de Salud, se encuentran en el Libro II -De las Acciones en el Campo de Protección de la salud-, Título I -Del Saneamiento Ambiental-, Capítulo I -Disposiciones Generales-, Artículos 8, 9 y 12,. En el Artículo 12 se establece que “Los reglamentos y disposiciones sobre molestias, tales como, ruidos, olores desagradables, humos, gases tóxicos, polvo atmosférico, emanaciones y otras, serán establecidas por la autoridad de salud”. Finalmente es importante destacar que el Artículo 204, inciso primero, establece que “La autoridad de salud puede delegar a las municipalidades la ejecución de las actividades que se prescribe en éste Código”.

Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

Promulgada por decreto N° 374 y publicado en el Registro Oficial N° 974 de 31-05-72, esta Ley junto con el Código de Salud, se encuentra bajo jurisdicción y competencia del Ministerio de Salud, que la aplica y ejecuta. La Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental tiene los siguientes Reglamentos relativos a la contaminación de los recursos agua, aire y suelo:

- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación en lo referente al recurso agua.

Promulgado en el Registro Oficial N° 204 del 5-06-89 y reformado en 1992, tiene como objetivo, según el artículo N° 7, “la prevención y control de la contaminación de las aguas tendientes a preservar y recuperar la calidad de los cuerpos de agua”. Adicionalmente el Artículo N° 83 establece la exigencia a “personas naturales o jurídicas responsables de las actividades que se determinan en el artículo siguiente, la presentación de un estudio ambiental, cuando ellas, pueden causar efectos nocivos para la salud o sean susceptibles de producir deterioro ambiental”. Reglamento sobre Normas de la Calidad del Aire y sus Métodos de Medición. Publicado en el Registro oficial N° 726 de 17-07-91, para prevenir la contaminación de la atmósfera por fuentes fijas y móviles.

Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental por Ruidos; publicado en el Registro Oficial N° 560 de 12-11-90, donde se definen las medidas para prevenir y controlar los niveles de ruidos generados por diversas fuentes en todo el territorio nacional.

Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación del Suelo. Vigente desde el 30-07-92, luego de su publicación en el Registro Oficial N° 989 que: “tiene por objeto determinar las medidas de control sobre las actividades que constituyan fuente de deterioro y contaminación del suelo.

Reglamento sobre la Contaminación de Desechos Sólidos. Publicada en el Registro Oficial N° 991 de 03-08-992, con el objeto de reglamentar la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos en el país.

Regulaciones para la Calificación de las maquinarias y equipos destinados a la Protección Ambiental y Recuperación Ecológica. Registro Oficial N° 559 de 03-08-992.

Políticas Básicas Ambientales del Ecuador

Promulgadas mediante Decreto Ejecutivo N° 1802 de 01-06-94, establece un Marco Legal Ambiental para el país, con el fin de asegurar la efectiva vinculación entre las entidades del sector gubernamental y privado. La Política N° 13 menciona que “El Estado Ecuatoriano establece como instrumento obligatorio previamente a la realización de actividades susceptibles de degradar o contaminar el ambiente, la preparación por parte de los interesados a efectuar estas actividades, de un “Estudio de Impacto Ambiental y del respectivo Programa de Mitigación Ambiental”. En las políticas se manifiesta la existencia de la pluralidad y dispersión de la legislación nacional ambiental y la duplicidad de competencias administrativas, lo que ha contribuido a la inaplicabilidad e ineficacia de la Ley, pero a su vez estima que la suficiencia de leyes y regulaciones existentes ambientales que deben ser aplicadas.

6.2.4 Actividades de construcción

Durante la implementación de las válvulas reguladoras de caudal se prevé las siguientes actividades:

- **Trabajos Preliminares**
 - Limpieza y desalojo escombros de vías de acceso.
 - Transporte de maquinaria y equipos.
 - Ubicación letreros
 - Remoción de la capa vegetal formada por pastos arbustos.
 - Desalojo de escombros
 - Replanteo y nivelación
- **Movimientos de Tierras**
 - Excavación a máquina sin clasificar
 - Excavación manual en material sin clasificar
 - Relleno compactado a máquina
 - Desalojo de material.
- **Trabajos de Plomería**
 - Tramo corto HF BL
 - Unión Gibault HF Simétrica
 - Válvula reguladora de caudal
 - Tubería perfilada de 160 mm para desagüe.
- **Obras de Albañilería**
 - Gravas
 - Encofrado y desencofrado
 - Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 - Hormigón simple $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - Tapa de boca de visita de TOL 1/16"
- **Obras Complementarias**
 - Instalaciones eléctricas
- **Abandono de la obra**
 - Desalojo de escombros, retiro de andamios, limpieza de obra, seguridad de obra.

6.2.5 Definición del área de influencia del proyecto.

No existe un método generalizado para determinar las áreas de influencia; sin embargo, en el presente estudio se determina bajo criterios de proximidad a elementos ambientales y del entorno a la ciudad de Loja y área de construcción, en la cual tienen lugar los impactos directos producidos como consecuencia de la construcción, instalación y operación del proyecto.

6.2.5.1 Área de Influencia Directa (AID)

Para definir el área de influencia directa nos referiremos al área de terreno donde se construirá el proyecto, áreas de stock de materiales de construcción, y las áreas necesarias de las vías de acceso, sitios de bote de escombros, cortes, rellenos, además del área circundante, para ello se indica mediante el siguiente cuadro los sectores a ser intervenidos (las coordenadas están en SIRGAS UTM Z17S):

Cuadro 12. Ubicación y áreas de influencia.

SECTOR	ÁREA (m ²)	X (m)	Y (m)
CARIGÁN	568.972	695049.671	9561775.172
MOTUPE ALTO	540.687	695980.421	9563197.129
PUCACOCHA	1928.077	696927.358	9563410.831
MOTUPE BAJO	94.438	696681.625	9564210.583
SAUCES NORTE	373.344	696913.307	9564320.645
PARQUE INDUSTRIAL	495.316	698121.559	9563850.027
CHINGUILANCHI	1123.362	699667.460	9562219.920
BELÉN	1720.938	696207.106	9560016.081
CONSACOLA	223.406	697139.616	9560778.614
LAS PITAS	213.757	698159.558	9560706.995
CLODOVEO JARAMILLO 1	395.975	698418.517	9560052.441
JULIO ORDÉÑEZ	1036.312	698856.323	9552897.836
UNL	567.265	699014.420	9553283.489
HÉROES DEL CENEP	890.817	698690.359	9554306.386

NUEVO AMANECER	1002.186	697640.667	9555256.894
SAN PEDRO 1	723.857	697783.950	9556503.128
CAPULÍ 1	1306.517	698246.117	9557449.685
CAPULI 2	964.291	698309.596	9557438.750
SAN PEDRO 2	271.813	698454.759	9556859.587
ÉPOCA	689.253	698612.279	9556666.672
UNIÓN LOJANA	208.161	698997.813	9555874.415
CIUDAD VICTORIA	1166.747	696324.973	9557157.357
NOROCCIDENTAL 1	881.417	698487.793	9558764.046
NOROCCIDENTAL 2	408.333	698514.594	9558660.891
CLODOVEO JARAMILLO 2	356.091	698434.865	9559904.104
EL PLATEADO	783.290	695523.130	9558859.564
SAN CAYETANO BAJO	408.693	700382.909	9560185.643
SANTA ROSA	77.612	700365.139	9558722.229
SAN CAYETANO ALTO	2642.525	700821.354	9558728.536
RED CENTRAL BAJA	2375.652	700025.727	9558654.157
RED CENTRAL ALTA	1689.728	700192.244	9556872.338
RED CENTRAL MEDIA	493.034	700012.000	9557039.344
PRADERA	487.730	700374.200	9556426.892
YAHUARCUNA	804.822	700240.466	9555749.327
EL ROSAL	563.921	700294.410	9555068.189
SUMATORIA TOTAL	28478.34		

Vale reflexionar, que pese el área de ocupación de los tanques equivale a un total de 28478.4 m², el área a ser intervenida será únicamente a nivel de líneas de abastecimiento, lo que se traduce en una caja promedio de (4*2) m, es decir 8 m², que multiplicados por los 35 sectores nos darían un total de 280 m².

6.2.5.2 Área de Influencia Indirecta (AII)

El área de Influencia Indirecta se determinó considerando el entorno físico, biológico y socioeconómico de la ciudad de Loja, para lo cual se ha considerado toda el área urbana que resulta en un total de 53.24 Km² según el censo realizado por INEC en 2010.

Cabe señalar que se ha determinado como área de influencia indirecta el beneficio social, que corresponde a la cobertura de servicios de agua potable destinada a mejorar la calidad de vida y contribución al desarrollo de la economía del sector con proveedores de servicios y productos que la nueva infraestructura hospitalaria atraerá.

6.2.6 Ambiente físico

6.2.6.1 Clima

El clima de Loja es temperado-ecuatorial subhúmedo. Con una temperatura media del aire de 16 °C. La oscilación anual de la temperatura lojana es de 1,5 °C, generalmente cálido durante el día y más frío y húmedo a menudo por la noche.

Junio y julio, trae una llovizna oriental con los vientos alisios, y se conoce como la "temporada de viento." Los meses de menor temperatura fluctúan entre junio y septiembre, siendo julio el mes más frío. De septiembre a diciembre se presentan las temperaturas medias más altas, sin embargo en esos mismos meses se han registrado las temperaturas extremas más bajas. Particularmente en el mes de noviembre se registra el 30% de las temperaturas más bajas del año.

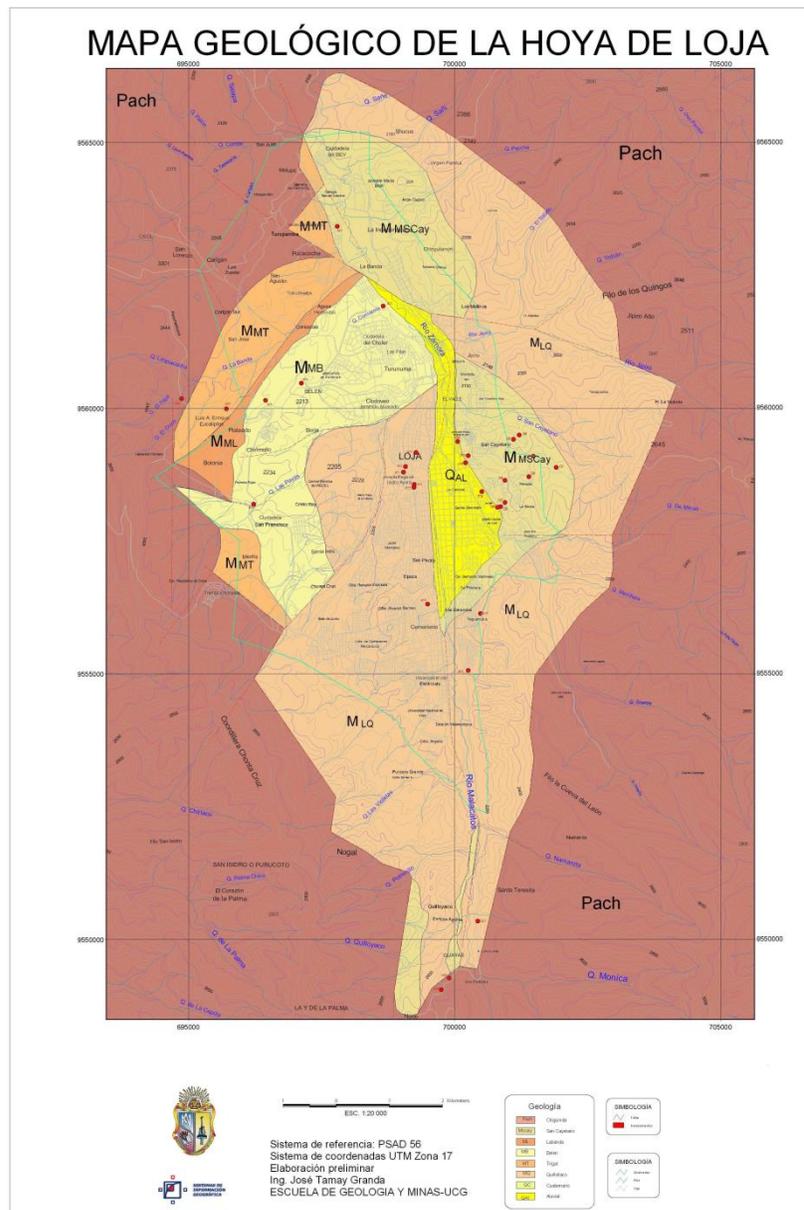
Según el estudio Geo-Loja, en los últimos cuarenta años, la temperatura de la ciudad se ha elevado en 0,7 °C, habiéndose registrado en los años 2003-2004 las temperaturas más altas, las cuales han llegado a 28 °C.

6.2.6.2 Geología

La geología de la hoya de Loja es muy variada, encontrándose mucho más formaciones al oeste de la hoya, todas estas formaciones se encuentra afectada por un sin número de fallas, los mismos que están controlando el contacto entre las formaciones litológicas tanto al Este

como al Oeste de la hoya, que iniciaron su activación durante la época Micénica terminando con su modelamiento en el cuaternario.

Figura 26. Mapa Geológico.



Fuente: Universidad Técnica Particular de Loja

6.2.6.3 Orografía

El relieve se presenta muy irregular y con altitudes que oscilan entre los 2100 metros sobre el nivel del mar. Los accidentes más representativos son las Cordilleras: del Bunque, San José, Tambo Blanco, De la Paz, del Salal, de los Altos, Los Guabos, y otras.

6.2.6.4 Hidrografía

La red hidrográfica es numerosa, representada por cursos de agua sencillos: Al sur-este de la carta se hallan los Ríos Zamora, San Francisco, Trapichillo, Tambo Blanco, de los Corazones, La Merced, Peñas Encantadas, Sordomoras, el Ingenio, etc.

6.2.7 Ambiente biológico

6.2.7.1 Flora y fauna

Los Andes Tropicales atraviesan los países de Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile, los cuales han sido reconocidos como un verdadero "enclave" de biodiversidad a nivel del mundo, apenas con el 2,3% de la superficie terrestre del planeta albergan el 75% de las especies amenazadas de aves, mamíferos, reptiles y anfibios. Recientes estudios arrojan que el 50% de las plantas vasculares y el 42% de los vertebrados terrestres existen exclusivamente en estas áreas críticas (Hotspots Andes Tropicales, CI).

El Ecuador con una superficie de tan solo 276.280km², posee 1.600 especies de aves lo cual representa el 17% del total mundial, así mismo se encuentran más de 400 especies de anfibios y unas 3.000 especies de orquídeas. Por otra parte posee más del 10 % de todas las especies de plantas que hay en el planeta. La diversidad climática ha dado lugar a más de

25 mil especies de árboles, en un área que apenas representa el 2% de la superficie total de la Tierra.

La Flora está representada por coníferas, helechos, orquídeas, sauces, la cascarilla, etc.

La fauna es muy diversa, existe ganado vacuno, lanar, porcino, equino, etc. en el Podocarpus existen: el oso de anteojos, tigrillo, danta, aves como el tucán, guajalito, colibrí, gavilanes.

6.2.8 Ambiente socio-económico y cultural

6.2.8.1 Demografía

El cantón Loja, se sitúa al sur del Ecuador, en la Región Interandina (Sierra), en el valle de Cuxibamba, a 2.100 msnm, a 4° de Latitud Sur y, ocupa el sector noreste de la provincia del mismo nombre. Cuenta con una superficie de 1.869 km²; limita: al norte con el cantón Saraguro, al sur y este con la provincia de Zamora Chinchipe, al oeste con parte de la provincia de El Oro y los cantones Catamayo, Gonzanamá y Quilanga.

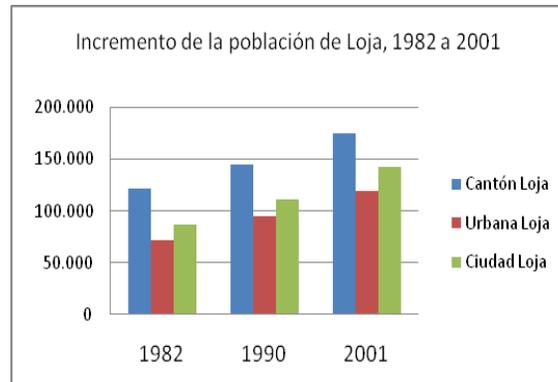
Políticamente, el cantón Loja está conformado por 4 parroquias urbanas: San Sebastián, El Sagrario, Sucre, El Valle; y, 13 parroquias rurales: Chantaco, Chuquiribamba, Gualiel, El Cisne, Taquil, San Lucas, Santiago, Jimbilla, Malacatos, Vilcabamba, San Pedro de Vilcabamba, Quinara y Yangana.

El estado de enclave del cantón Loja se remonta a la época de la Colonia, esta situación de

marginalidad, básicamente es producto de las condiciones físicas y económicas, a las que se suma, el marcado centralismo, cuya compleja estructura, más los procesos de descentralización del Estado, iniciados en años anteriores, han provocado un cambio importante de esta realidad.

La ciudad de Loja, como capital del cantón y de la provincia, se caracteriza por su posición de privilegio geopolítico, muy particular: su nominación tri - dimensional, que da nombre a la ciudad, cantón y provincia; el doble rango de capital, le da un estatus de principal ciudad, en cuanto a extensión, crecimiento demográfico y desarrollo económico, en el contexto provincial de la región sur del país e inclusive como referente internacional con el norte del Perú. La ciudad de Loja, desde la fundación española el 8 de diciembre de 1548, hasta la época actual (5 Siglos), prevalece en el tiempo por su persistente crecimiento y desarrollo en diversos ámbitos: cultural, económico, de infraestructura, aunque con un avance moderado; es el punto geográfico de tránsito y enlace, entre las regiones de Oriente, Sierra y Costa, entre el Sur país y el Norte del Perú.

Para ubicar a la población del cantón y la ciudad de Loja, en su etapa de mayor crecimiento, se ha tomado el período de registro intercensal 1982 – 2001. El período intercensal demuestra un incremento sostenido de la población, a causa de la posible influencia del factor “población urbana”, que corresponde a la ciudad de Loja; la barra de este indicador, es solo un poco inferior en importancia al indicador de población cantonal, y superior al total de la población urbana del cantón, según el gráfico siguiente.

Figura 27. Diagrama de población de Loja.

Fuente: INEC. Censos 82. 90. 2001 /SIISE 2008

Como se observa en el gráfico, el mayor peso de la población corresponde al área urbana de la ciudad de Loja, concentrada en un área muy inferior a la superficie del cantón; proporcionalmente el porcentaje de población de la ciudad representa el 81% con relación al cantón y el 31 % de la provincia.

Para un análisis de contexto, sobre la base de información del INEC y SIISE, se presenta un resumen comparativo del crecimiento de la población en la provincia, cantón y ciudad de Loja, desagregando segmentos de población del sector urbano – rural y por sexo, donde se observa la importancia que ocupa el rango numérico que corresponde a la población urbana de Loja, con relación a otros parámetros de población de la provincia, como se observa en el Cuadro N° 4.1 siguiente.

Cuadro 13. Crecimiento de la población de Loja, distribución y proyecciones

Crecimiento de población de Loja, 1980 - 2001/proyección				% Incremento		Proyección	
Ámbito	Población total	1982	1990	2001	82-2001	90-2001	2011
Provincia total		360.767	384.545	404.835	10,9	5,01	425.125
Loja Cantón		121.317	144.493	175.077	30,71	17,47	205.661
Urbana		71.475	94.305	118.532	39,70	20,44	142.759
	Mujeres	37.113	49.277	63.008	41,1	21,79	76.739
	Hombres	34.362	45.028	55.524	38,1	18,90	66.020
Rural		49.842	50.188	56.545	11,85	11,24	62.902
	Mujeres	25.099	25.426	28.948	13,3	12,17	32.470
	Hombres	24.743	24.762	27.597	10,3	10,27	30.432
Loja Cabecera cantón		87.281	110.633	142.271	38,7	22,2	173.909
	Mujeres	45.143	57.493	75.182	40,0	23,5	92.871
	Hombres	42.138	53.140	67.089	37,2	20,8	81.038

Fuente: INEC. Censos 82. 90. 2001 /SIISE 2008

6.2.8.2 Economía

La economía de la provincia de Loja es la decimosegunda del país, experimentó un crecimiento promedio del 3.67% entre 2002 y 2007. Crecimiento que se ubicó por debajo del promedio nacional de 4.3 durante el mismo periodo. La inflación al consumidor de enero de 2009 estuvo situada alrededor del 0.60% en la ciudad de Loja, por debajo de la media nacional de 8.83, según el INEC.

Loja es la ciudad con mayor influencia sobre el PIB de la provincia homónima, de acuerdo con el estudio, efectuado por el Banco Central del Ecuador, la ciudad de Loja aporta al alrededor de 1,9 de la economía nacional.

Siendo una de las provincias más centralizadas del Ecuador, considerando que el cantón Loja concentra el 87% de la economía provincial (2,3% nacional) "La población económicamente activa del cantón Loja, según el Censo del 2001, está dedicada mayoritariamente a la agricultura y ganadería (19%), seguida del comercio (17%) y por el grupo humano que está dedicado a la enseñanza (17%), el resto del porcentaje (30%) de la PEA está ubicado en actividades tales como construcción, administración pública, industrias manufactureras y transporte y comunicaciones.

La Provincia de Loja es la séptima mayor contribuyente al fisco según recaudación de impuesto a la renta con 8.637 miles de dólares para las arcas del estado,⁷ además es considerada la séptima más dinámica según el número de tarjetahabientes con 16.657 miles de dólares consumidos a través de las tarjetas de crédito.

La ciudad de Loja es la quinta ciudad según depósitos en instituciones del sistema financiero con 192.680 miles de dólares en las arcas de estos, de igual forma es considerada según créditos concedidos por el sistema financiero en esta ciudad con 189.828 miles de dólares a los beneficiarios, y la cuarta menos morosa del sistema con un 2.94% de morosidad.¹¹

6.2.8.3 Migración

Loja es bien conocida por la migración de sus habitantes, especialmente en tiempos de desastres naturales como las sequías severas que ocurrieron en la década de los 60. Ha sido estimado que 150.000 lojanos dejaron sus asentamientos durante un periodo de veinte años, entre 1962 y 1982, para buscar sus fortunas en otro lugar. Estos se mudan de áreas rurales y ciudades secundarias a la ciudad capital, también a otras partes del Ecuador o a destinos foráneos. El movimiento a otras partes es reflejado con frecuencia por los nombres de sus asentamientos, tales como Nueva Loja (antes Lago Agrio) ubicado al noreste del Ecuador.

6.2.8.4 Religión

Loja se ha caracterizado por ser una ciudad muy creyente la principal muestra de fe es la procesión que cada 20 de agosto, aglomera a miles de creyentes, que caminan más de 100 kilómetros acompañando a la sagrada imagen de la Virgen de El Cisne desde su santuario en la ciudad de "El Cisne" hasta la ciudad de "Loja". En su honor se ofrecen múltiples actos culturales, así como la feria binacional de Loja. Además los priostes de todo el país ofrecen los tradicionales castillos repletos de fuegos artificiales, para venerar a la "Churonita". La sagrada imagen permanece en la ciudad hasta el primero de noviembre.

¹¹ [http://es.wikipedia.org/wiki/Loja_\(Ecuador\)#cite_note-10](http://es.wikipedia.org/wiki/Loja_(Ecuador)#cite_note-10)

6.2.8.5 Arte y cultura

Loja se precia de ser el suelo natal de connotados intelectuales de importancia nacional como Benjamín Carrión (fundador de la Casa de la Cultura Ecuatoriana), Pío Jaramillo Alvarado, Miguel Riofrío (escritor de la primera novela ecuatoriana), Pablo Palacio, Ángel Felicísimo Rojas, Miguel Ángel Aguirre, Manuel Agustín Aguirre, Isidro Ayora, Manuel Carrión Pinzano; los escultores Daniel y Alfredo Palacio, es cuna de grandes músicos como Salvador Bustamante Celi, Segundo Cueva Celi, Marcos Ochoa Muñoz, Edgar Palacios, los integrantes del grupo Pueblo Nuevo, además de importantes pintores como Eduardo Kingman famoso por sus pinturas indigenistas y por ser el precursor de este movimiento artístico en el país.

La ciudad está llena de obras de arte público, incluyendo enormes murales de azulejos pintados, frescos, y estatuas. De particular interés son los frescos de Bolívar y Sucre que saludan a los visitantes que pasan por las puertas de la ciudad.

Existe una marcada inclinación por las artes, especialmente la música, lo que ha generado para la ciudad el apelativo, muy apreciado por los lojanos, de la "Capital Musical del Ecuador".

También se proyectan como disciplinas que concitan interés y acción de los ciudadanos de Loja: la literatura, la pintura, la oratoria y el cine.

Desde finales del siglo XX tiene una Orquesta Sinfónica que es reconocida por su nivel de desarrollo.

6.2.9 Predicción y análisis de los impactos ambientales

6.2.9.1 Identificación y evaluación del impacto ambiental.

La identificación y Evaluación de Impactos Ambientales se define como la identificación y valorización de los efectos potenciales de proyectos, planes, programas o acciones relativos a los componentes físicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno.

Según la Ley de Gestión Ambiental del Ecuador los Estudios de Impacto Ambiental son estudios técnicos que proporcionan antecedentes para la predicción e identificación de los impactos ambientales; además describen las medidas para prevenir, controlar, mitigar y compensar las alteraciones ambientales significativas. En el Libro IV del Sistema Único de Manejo Ambiental del Ecuador (TULAS) se precisa en el Artículo 13 que en el proceso de evaluación de impactos ambientales se determinan, describen y evalúan los potenciales impactos de una actividad o proyecto propuesto con respecto a las variables ambientales:

- Físico (agua, aire, suelo y clima);
- Biótico (flora, fauna y sus hábitat);
- Socioeconómico-cultural (población, colonos, arqueología, organización socioeconómica, entre otros.).

Además, debe señalar por lo tanto y en función de la descripción de la actividad o proyecto propuesto, las técnicas, métodos, fuentes de información (primaria y secundaria) y demás herramientas que se emplearan para describir, estudiar y analizar; los impactos positivos o negativos, se establecerá la prelación de los mismos.

6.2.9.2 Identificación ambiental de las actividades con proyecto.

Se elaboró la matriz de identificación Ambiental de las Actividades, empleando la metodología de Leopold (doble entrada), en el eje de la “Y” se localiza los Componentes del Ambiente; en el eje de la “X” se localizan las Acciones del Proyecto; que conlleva una serie de acciones y actividades que en su etapa de construcción y luego de operación ocasionarán impacto ambiental, los impactos pueden ser positivos o negativos.

6.2.9.3 Parámetros de evaluación

Para evaluar los efectos ocasionados por la construcción y operación del proyecto se utilizaron los parámetros – valores cualitativos: Magnitud, Importancia, Duración y

Carácter de los impactos, que permite visualizar de manera rápida y clara los principales impactos ambientales; estos parámetros se definen:

Cuadro 14. Parámetros de Evaluación.

Magnitud (Ma.)	Importancia (Im.)	Carácter (Ca.)
Alta = 8-10	Alta = 8-10	Positivo (+)
Media=4-7	Media=4-7	Negativo (-)
Baja= 1-3	Baja= 1-3	

6.2.9.4 Definición de los parámetros

MAGNITUD

Alta: Si el evento puede perturbar o transformar radicalmente las características del entorno o estado de los componentes y elementos del medio ambiente,

Media: Cuando el evento perturbador ocasiona cambios que pueden ser significativos en los elementos del medio y características del entorno,

Bajo: Si el evento perturbador ocasiona cambios parciales o puntuales que apenas son perceptibles en los elementos del medio ambiente.

IMPORTANCIA

Alta: si el efecto ocurre y la alteración es permanente

Media: El efecto ocurre y ocasiona cambios que son significativos en los elementos del medio y el entorno,

Bajo: El efecto perturbador es de importancia parcial o puntual que apenas son perceptibles en los elementos del medio ambiente,

CARÁCTER

Positivo: Cualidad que se considera como benéfico o beneficio con respecto al estado previo de la acción,

Negativo: Cualidad considerada como no benéfico, con respecto al estado de la acción.

6.2.9.5 Identificación de impactos de interacción de los factores y recursos del ambiente con las actividades en la construcción y operación del proyecto

En base a la **matriz de identificación de impactos Ambientales**, se han interpolado los Factores y Recursos del ambiente y las acciones del Proyecto “**OPTIMIZACIÓN DE LA**

RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA”, que van a ser afectados, de los cuales se han identificado 374 interacciones (100%).

Cuadro 15. Matriz de identificación de impactos ambientales

		1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES																		
		ACCIONES																		
ACTIVIDADES PROPUESTAS		Introducción de la flora o fauna exótica	Alteración de la cubierta terrestre	Pavimentaciones o reacondicionamientos de superficies	Ruidos y vibraciones	Emplazamientos industriales y edificios	Líneas de transmisión eléctrica y corredores	Desmontes y rellenos	Almacenamiento de productos	Adecuaciones sobre el paisaje	Acerramientos y drenajes	Reposición forestal	Automóviles	Camiones	Comunicaciones	Vertederos contaminantes	Descargas de aguas calientes (De refrigeración)	Control de malezas y vegetación silvestre		
2. CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE	A. FÍSICOS	1. TIERRA	A. Suelos (PROPIEDADES)																	
			B. Geomorfología (Relieve)																	
			C. Campos magnéticos y radioactividad de fondo																	
			D. Calidad (gases, partícula)																	
		B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	1. FLORA	A. Árboles																
			B. Arbustos																	
			2. FAUNA	C. Pájaros (Aves)																
			D. Insectos																	
		3. CONDICIONES SOCIALES Y CULTURALES	1. USO DEL TERRENO	A. Pastos																
			B. Residencial																	
			C. Comercial																	
			2. ESTÉTICOS Y DE INTERES HUMANO	A. Vistas panorámicas y paisajes																
			B. Naturaleza																	
			C. Paisajes																	
		3. NIVEL CULTURAL	A. Estados de vida																	
			B. Salud y seguridad																	
	C. Empleo																			
	D. Densidad de población																			
	4. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS	A. Estructuras																		
		B. Red de transportes																		
		C. Vertederos de residuos																		
EVALUACIONES		POSITIVO																		
		NEGATIVO																		
		TOTAL																		

El mayor número de afectaciones se producirán debido a la construcción de la infraestructura necesaria para la instalación de las válvulas reguladoras de caudal.

En base a la **matriz**, se determina la frecuencia de la afectación ambiental entre los Factores y Recursos del Ambiente y a las Acciones del Proyecto; a las interacciones identificadas, se les asigna un valor de acuerdo a la metodología explicada anteriormente (parámetros de Magnitud, Importancia, y Carácter de los Impactos) y adaptada para este tipo de calificación ambiental, frente a cada una de las acciones del proyecto a ejecutar obteniendo la valoración que se detalla a continuación.

Cuadro 16. Matriz de valoración de impactos ambientales.

		1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES														TOTAL						
		ACCIONES																				
ACTIVIDADES PROPUESTAS		Introducción de la flora o fauna exótica	Alteración de la cubierta terrestre	Pavimentaciones o reacondicionamientos de superficies	Ruidos y vibraciones	Emplazamientos industriales y edificios	Líneas de transmisión eléctrica y corredores	Desmontes y rellenos	Almacenamiento de productos	Adecuaciones sobre el paisaje	Acerramientos y drenajes	Reposición forestal	Automóviles	Camiones	Comunicaciones	Vertederos contaminantes	Descargas de aguas calientes (De refrigeración)	Control de malezas y vegetación silvestre	POSITIVO	NEGATIVO	TOTAL	
A. FISICOS	1. TIERRA	A. Suelos (PROPIEDADES)	0	-3	3	-3	0	-4	-3	0	0	-1	0	0	0	0	0	3	2	6	-25	
	2. AEROS Y RUIDOS	B. Geomorfología (Relieve)	0	0	2	0	0	-3	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	-18
		C. Campos magnéticos y radioactividad de fondo	0	0	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-12
		D. Calidad (gases, partícula)	0	-2	-2	0	0	0	-2	0	0	0	0	-3	-3	-3	0	0	0	1	5	-24
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	1. FLORA	A. Árboles	0	0	0	0	-3	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	1	1	2	
	2. FAUNA	B. Arbustos	0	-1	-2	0	0	-2	-2	0	-3	0	2	4	0	0	0	0	3	2	5	-2
		C. Pájaros (Aves)	0	0	-1	-2	0	-1	-2	0	1	0	3	3	-2	-1	0	0	2	3	6	-13
		D. Insectos	-2	-1	-1	-2	0	0	-2	0	2	0	1	2	0	0	0	0	0	4	4	12
2. CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE	1. URBOS DEL TERRENO	A. Pastos	0	-2	-3	0	0	0	-3	0	2	-1	0	0	0	0	0	0	0	5	-26	
		B. Residencial	0	0	0	-1	0	3	0	0	2	0	2	-3	-1	0	0	0	3	3	3	
		C. Comercial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2. ESTÉTICO Y DE INTERÉS HUMANO	A. Vistas panorámicas y paisajes	0	-2	-2	0	0	-1	-2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3	-3	
		B. Naturaleza	0	-1	-2	0	0	0	-1	0	2	2	0	2	-3	0	0	0	2	4	-4	
		C. Paisajes	0	-2	-2	0	0	-1	-2	0	2	0	1	0	3	0	0	0	4	2	13	
	3. NIVEL CULTURAL	A. Estados de vida	0	0	0	-3	2	5	1	2	0	1	0	2	1	0	0	0	5	1	11	
		B. Salud y seguridad	0	0	1	-2	0	-1	-2	0	0	0	0	-3	-3	0	0	0	2	4	-21	
		C. Empleo	0	0	1	2	0	2	0	1	0	0	4	0	3	3	0	0	6	0	37	
		D. Densidad de población	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	4. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS	A. Estructuras	0	0	0	2	0	-2	-2	0	3	1	0	0	0	0	0	0	5	0	25	
		B. Red de transportes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C. Vertederos de residuos		0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	13		
EVALUACIONES		POSITIVO	1	0	5	1	2	3	7	0	8	3	9	1	1	0	0	5				
		NEGATIVO	0	8	7	6	0	9	8	0	3	2	0	5	4	0	1	0				
		TOTAL	2	-32	-5	-29	14	-29	-8	0	6	21	48	-36	-17	0	-6	39			-32	

6.2.9.6 Identificación de recursos ambientales del entorno afectados

- **Calidad del aire**

Se producirá un incremento temporal de gases de combustión debido a la instalación de equipo, maquinaria y acopio de residuos vegetales e inorgánicos, manejo de basuras, circulación vehicular.

- **Ruido, Gases**

Los niveles de ruido por la operación de maquinaria (retroexcavadoras, volquetas, compactadores mecánicos, etc.), circulación vehicular; en las actividades de operación la generación de ruidos y gases serán mitigados en especial por el uso de mascarillas y equipo de control para ruido (orejeras, tapones auriculares, etc.), por parte de los diferentes trabajadores de la construcción y el uso otros requerimientos de acuerdo a la reglamentación del Ministerio de Salud, como requerimiento para la salud ocupacional.

- **Uso del Suelo**

Las actividades de construcción y operación para la recuperación, disposición y manejo de desechos sólidos producto de la construcción, se entregarán al gestor ambiental aprobado por el Municipio de Loja, no existe afectación a cultivos, toda vez que los terrenos en donde se localizan los tanques son específicamente para labores del control de la distribución de agua potable, localizándose la mayoría de las veces en zonas consolidadas (perímetro urbano); de igual manera no se espera efectos negativos sobre fauna adaptada a este medio intervenido.

- **Empleo y Mano de Obra**

La Construcción infraestructura y obras complementarias, tendrá un efecto multiplicador positivo, en razón del empleo de mano de obra local, tanto calificada como no calificada; esto redundará en la población facilitando de manera temporal ingresos económicos, ya que no tienen que trasladarse a otros lugares e incluso provincias a prestar sus servicios.

Además se prevé contar con personal técnico capacitado que procure el mantenimiento y el buen funcionamiento de las válvulas reguladoras de caudal.

- **Valor del suelo y Patrones Socioculturales**

El contar con servicios básicos y que estos sean incesantes como es el caso del agua potable revaloriza los predios en el sector. De igual manera se espera que a través de la regulación del agua se modifiquen patrones sociales de forma positiva, mismos que están relacionadas con el desperdicio del líquido vital.

- **Incremento y Demanda de Servicios**

El agua potable, siempre se ha considerado como motor económico y generador de desarrollo de los sectores que la poseen; es por eso, que una mejor gestión de la misma, permitirá un mejor servicio y por ende una mayor demanda del servicio

- **Riesgos de Accidentes**

Durante la Construcción el personal de trabajadores de la constructora que sea adjudicada, deberá aplicar diariamente la normativa ambiental vigente en lo relativo a la salud y seguridad ocupacional, y concienciando a los pobladores de las diferentes acciones constructivas en cada uno de los frentes.

Durante la operación de las válvulas el incremento de riesgos de accidentes será posiblemente mínimo, toda vez que la empresa pública de agua potable ejecutará periódicamente capacitaciones y campañas de concienciación para el manejo y operación de equipos y maquinarias requeridas para la gestión del agua.

6.2.9.7 Plan de manejo ambiental

6.2.9.7.1 Definición de Responsabilidades en el Plan de Manejo Ambiental

La responsabilidad de la implantación y correcto funcionamiento del PMA, es la empresa Constructora, así como los profesionales, técnicos, operadores de equipo, maquinaria de la Empresa Municipal de Agua y Alcantarillado de Loja así como la población aledaña al sitio de construcción, quienes asegurarán el cumplimiento de las leyes, reglamentos y normativas aplicables así como la aplicación de mejores prácticas ambientales.

6.2.9.7.2 Estrategias para la Aplicación del Plan de Manejo Ambiental

- ❖ Diseñar mecanismos de divulgación y comunicación adecuados para los involucrados, los cuales consistirán principalmente en charlas de inducción a todos los trabajadores y contratistas, sobre las medidas previstas en el PMA.
- ❖ Aplicar de manera absoluta en cada una de las actividades de construcción y operación del proyecto, las medidas correctivas y de mitigación establecidas en este plan.
- ❖ Garantizar que se realice el seguimiento y control en cada una de las actividades o eventos, se registre los resultados y se tome las medidas correctivas en el caso de existir deficiencias en el Plan, para lo cual se asignara un responsable para la verificación de lo antes indicado.
- ❖ Como estrategia importante, el Plan de Manejo, deberá integrar varios Programas que tienden a mitigar la generación de efectos negativos en el entorno de la construcción.

6.2.9.7.3 Programa de salud y seguridad ocupacional

a) Salud, Seguridad y Medio Ambiente

El constructor, será responsable por la salud de los trabajadores propios o contratados.

- Implementará regularmente charlas de inducción con el fin de definir la seguridad, salud y la protección de medio ambiente como un compromiso responsable del personal de la obra.
- Definir los factores de amenaza de riesgo en cada uno de los frentes de trabajo y como enfrentarlos; así como el uso adecuado de equipos de protección personal, tales como: casco, guantes, mascarillas, chalecos reflectivos, botas punta de acero y bota de agua, encauchados, etc.
- Prevención de incendios, técnicas básicas de prevención y control; primeros auxilios y familiarización con los procedimientos de evacuación de heridos.
- Importancia del reporte y análisis de accidentes e incidentes.
- Identificar las instalaciones médicas adecuadas, más cercanas y equipos de apoyo.
- Lista del personal clave con sus medios de comunicación (teléfonos, radios, etc.).

- Materiales audiovisuales (videos, diagramas, folletos), discusiones y demostraciones, inducciones adicionales atendiendo a las deficiencias identificadas y/o a las responsabilidades asignadas a las distintas personas.

b) Asistencia en Primeros Auxilios

Como mínimo, el constructor mantendrá en el sitio de la obra un botiquín de primeros auxilios; entrenará y capacitará a su personal para ayudar en caso de accidentes, quemaduras, golpes, caídas, etc.

c) Reuniones de Seguridad

El constructor, organizará reuniones de seguridad a distintos niveles y frecuencias:

- Reuniones de inducción, para personal nuevo; éstas reuniones se realizarán antes de comenzar la semana de trabajo y tiene por objeto brindar los conocimientos básicos imprescindibles para comenzar la actividad.
- Reuniones de seguridad, en cada grupo de trabajo se desarrollarán diariamente, su objetivo, es el de mantener un alto nivel de concienciación sobre aspectos relativos a seguridad y consistirán en una sesión de unos 10 minutos de manera que la cuadrilla elija y discuta temas de su interés, el personal designado por la contratista presidirá la sesión.
- Reuniones de afirmación de conocimientos adquiridos y mejorar el conocimiento de los trabajadores en temas de seguridad, e incluyen la participación en los ensayos de entrenamiento/emergencia, prácticas en primeros auxilios y seguridad en cada una de las áreas de trabajo.

d) Controlar, Evitar y Atender Emergencias

El constructor, preparará y presentará a la empresa contratante, un Plan de Contingencias para el proyecto, en el que se tomará en cuenta al menos los siguientes tipos de riesgo:

- Por accidentes de transporte de materiales y personal, por incendios, etc., en los sitios de trabajo; para ello, el contratista instalará y definirá:

Sistemas de alarma y evacuación en todas las áreas de riesgo, con especial énfasis en sitios utilizados como áreas, bodegas, talleres y sitios de acopio de materiales de construcción.

Sistema de radio-comunicación, con las brigadas de ayuda y rescate, entrenamiento al personal, dentro de los grupos de trabajo del constructor.

- Dotar de equipos e insumos para primeros auxilios, botiquines equipados con sueros antiofídicos, medicinas para enfermedades víricas, gástricas, etc.
- Implementar sistemas de seguridad social y de salud mantener contacto con hospitales o centros de salud de la ciudad de Loja para dar auxilio inmediato.
- Con el fin de limitar los riesgos de accidentes, el constructor, mantendrá vigente el seguro todo riesgo de la obra con el fin de indemnizar a las personas o bienes que resulten afectados.

e) **Costo de la medida**

Cuadro 17. Costo plan de salud y seguridad ocupacional

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Cascos	u	8	15,00	120,00
Gafas protectoras	u	8	5,00	40,00
Protector de oídos	u	5	3,50	17,50
Mascarilla doble capa	u	8	2,00	16,00
Guantes de pupillos	par	8	4,00	32,00
Protector de columna	u	6	10,00	60,00
Chaleco reflectivo	U	8	7,50	60,00
Botas de Caucho	par	8	15,00	120,00
Botas de Cuero	par	2	50,00	100,00
Capacitación EPP.	charla	1	150,00	150,00
Total USD.				715,50

6.2.9.7.4 Plan de contingencia y atención a emergencias

a) Objetivo

Conocer las medidas y recursos que se deben emplear en el caso de que ocurra una contingencia debido a las actividades constructivas y procesos de la empresa contratista.

b) Meta

1. Dar a conocer a todo el personal que labora en la construcción las medidas necesarias para mitigar una contingencia.
2. El personal se encuentre capacitado para resolver cualquier tipo de contingencia.
3. Crear un registro interno de contingencias.

Los procedimientos que se debe seguir para la prevención, control y corrección de contingencias y emergencias ambientales son:

- Formación de comité y designación de responsabilidades conformado por un Coordinador del comité.
- Jefe de Brigada.

c) Funciones:

Identificación de sitios de riesgo, en los frentes de trabajo

- Determinación e implementación de medidas de seguridad para evitar accidentes,
- Entrenamiento y capacitación al Comité de Contingencia y personal que labora en la constructora,
- Notificación interna de la contingencia,
- Coordinación de actividades de repuesta,
- Reporte y evaluación de daños

Brigadista de comunicación y evacuación de personal

Funciones:

- Comunicarse con el Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja, Policía Nacional, etc., según la emergencia,
- Activación de alarmas o altavoces,
- Evacuar al personal, conocer las rutas de salida y/o escape, previamente establecidas, con el objeto de mantener el orden y que el personal no tenga pánico,
- Revisar áreas de bodega, baños, etc., donde puedan estar personal encerrados, desmayados o asfixiados,

Brigadista de Primeros Auxilios

- Encargado de manejo de botiquín de primeros auxilios en el área de influencia directa del proyecto,
- Proporcionar primeros auxilios mientras llega el equipo especializado, como por ejemplo Cruz Roja, etc.

Solicitud a las diferentes instituciones para la realización de capacitaciones al personal en casos de emergencias.

- Simulacro de contingencia (primeros auxilios, incendios, quemados, explosiones, etc.).

Los detalles de las actividades específicas que se tienen que cumplir en los casos de emergencia, accidentes y/o riesgos ambientales no previstos.

- Activar el plan de contingencia.

Un plan de comunicación en donde se incluyan los mecanismos de coordinación con instituciones de respuesta inmediata.

- Colocación o rotulación de los números telefónicos de las entidades de ayuda (policía, bomberos, cruz roja, emergencias, hospitales o centros de salud cercanos), rótulos de concienciación o educación ambiental,
- Colocación de rótulos de educación ambiental.

d) Funcionamiento de Vivienda, Bodegas y Talleres de Obra

El constructor, deberá arrendar y/o adecuar, en la ciudad de Loja, instalaciones y obras conexas que el responsable de la construcción de la obra debe realizar con el fin de

proporcionar alojamiento y comodidad para el desarrollo de las actividades de trabajo del personal técnico, administrativo y de obreros en general.

e) Adecuación de Vivienda

Con el fin de dar alojamiento a su personal de manera temporal, deberá arrendar y/o adecuar la vivienda e instalaciones, en la ciudad de Loja, a fin de satisfacer necesidades sanitarias, higiénicas recreativas, de seguridad, y, dependiendo del caso si son viviendas en la construcción deberá contar con sistemas adecuados de provisión de agua, evacuación de desechos, alumbrado, equipos de extinción de incendios, servicio de enfermería, señalización informativa y de precaución accidentes e incendios, de acuerdo a los reglamentos de la salud pública y a las estipulaciones contractuales, tales como:

Trampa de grasas.- Consiste en una cámara de 1,5m x 1,0m x 1,0m de altura con paredes y base de hormigón armado, con espesor de 0,10m y tubería de PVC de 4 pulgadas de diámetro, de preferencia se construirá en la vivienda que rentara el constructor.

Letrina.- Se construirá en la vivienda que preparara el constructor, se excavará una fosa de dimensiones indicadas en el detalle constructivo; en la parte superior de la fosa (nivel del suelo) se colocará una loseta y la estructura exterior de la letrina estará edificada con columnas de madera de eucalipto. Las paredes serán de bloque con puerta de madera y la cubierta de zinc.

Pozos sépticos.- Se construirá en la vivienda que rentara el constructor; técnicamente diseñado (por ningún motivo se verterán aguas servidas en los cuerpos de agua); ii) trampas de grasas y aceites (para las viviendas) y; iii) sistemas de recolección y disposición final de desechos sólidos (relleno sanitario), evitar la erosión y evitar contaminaciones al suelo y a cursos naturales de agua.

Recipientes de basura.- Se reutilizarán, los recipientes metálicos de combustibles ya vaciados, serán acondicionados para el efecto, es decir, pintados y rotulados adecuadamente (orgánico, papel, vidrio y plástico); los recipientes estarán soportados en dos tubos metálicos galvanizados de 2" y de 1.50 m. de altura, fijados mediante pernos; los tubos metálicos serán empotrados en una base de concreto sobre la superficie del terreno; se requerirán de al menos 6 recipientes de basura, que deberán ser distribuidos, en el sitio de

obra 3; en el patio de maquinaria 3. Los recipientes con la basura, deberán ser vaciados en los carros recolectores, los mismos que posteriormente realizarán la disposición final en el relleno sanitario Municipal correspondiente.

f) **Adecuación de Taller y Bodega**

El constructor, adecuará la ubicación de la Bodega, Talleres de obra, sus instalaciones, deberán ser tales que no ocasionen la contaminación de aguas superficiales; para su implementación se deberá evitar al máximo los desmontes de terreno, rellenos y remoción de vegetación en el área determinada. Además empleará los medios y recursos necesarios para efectuar actividades de inducción respecto a la importancia de la seguridad industrial en cada frente de trabajo, para ello se efectuarán charlas periódicas, de modo que se realce los aspectos relacionados con el manejo de talleres y bodega de insumos y materiales, dentro de estas instalaciones. Los trabajos descritos en esta sección **se medirán por unidad completa.**

g) **Costo de la medida**

Cuadro 18. Costo plan de contingencia y atención a emergencias.

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Capacitación Cruz Roja	U	1	250,00	250,00
Obras de adecuación	GLOBAL	1	300,00	300,00
Total USD.				550,00

6.2.9.7.5 **Programa de concientización ambiental**

a) **Difusión de Información Socio-ambiental**

El personal especializado del proyecto desarrollará charlas o talleres participativos mensuales, serán convocadas verbalmente y por escrito a todos los trabajadores y se realizarán durante las actividades de construcción; los temas a tratar serán:

- Uso de equipos de protección personal y seguridad física,

- Respeto a la comunidad,
- Respeto a las señales de seguridad y protección individual, ambiental y comunitaria,
- Control de posibles incendios,

b) Acciones de Acercamiento

El Constructor, debe cumplir con las siguientes actividades a fin de evitar perturbaciones de orden social en la obra:

- Informar a la comunidad y autoridades locales de la zona de influencia de la obra, sobre las características de la construcción de la infraestructura, Cerramientos, Vías de Acceso, Obras Civiles para Instalaciones Eléctricas en el interior; las diferentes actividades a realizar, generarán impactos negativos y positivos, la información deberá ser clara, precisa y actualizada.
- Informar a la comunidad aledaña, sobre situaciones de riesgo y molestias, que se suscitarán durante la ejecución de la obras. Para el caso de situaciones delicadas, la información será entregada a las autoridades por parte del Jefe de Fiscalización.
- Instruir a sus representantes y personal técnico y obrero sobre los procedimientos y maneras adecuadas de actuación con los propietarios de predios, poseedores de tierras aledañas a la obra y otros, con el propósito de mantener una disposición aceptable de las comunidades al proyecto y sobre todo su apoyo y colaboración.
- Los instructivos o trípticos serán realizados a colores en papel bond de 90 gramos, formato A4 y cuyo contenido textual y gráfico sea alusivo a la defensa de los valores ambientales presentes en el área de la obra, tales como: paisaje, ríos, vegetación y especies animales, saneamiento ambiental, etc.

c) Costo de la medida

Cuadro 19. Costo programa de concientización ambiental

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Taller de educación ambiental	Taller	2	100,00	200,00
Campaña informativa	Taller	1	100,00	100,00
Cuñas Radiales	Cuña	5	30,00	150,00
Total USD.				450,00

6.2.9.7.6 Programa de manejo de escombros

a) Objetivo

Evaluar y dimensionar el potencial de reutilización los desechos de excavación y/o algunos residuos que podrían ser utilizados en relleno, en la cimentación de las obras.

b) Desechos de Construcción y Demolición

Este trabajo consistirá en el transporte autorizado de los materiales provenientes de la remoción de la capa vegetal y será transportado aplicando el rubro M3/Km.

c) Costo de la medida

El costo de la medida se ha considerado en el presupuesto dentro del rubro desalojo de material.

6.2.9.7.7 Programa de manejo de desechos

a) Objetivo

Controlar la posible contaminación del agua, suelo y la vegetación provenientes de las actividades del proyecto debido a la presencia de aceites, grasas, pinturas, combustibles o cualquier compuesto químico peligroso que pueda ser vertido sobre ellos.

b) Manejo de Desechos Sólidos y Basuras

La Basura Biodegradable será destinada a las fosas de degradación, mientras que la basura no biodegradable y desechos no peligrosos serán enviados a los botaderos identificados, los desechos peligrosos serán recolectados y enviados para su incineración en una industria autorizada. Con el propósito de que ello se cumpla, y a través de charlas de inducción ambiental se familiarizará al personal de la obra, de manera que se efectúe esta clasificación y por lo mismo facilitar el acopio, transporte y disposición final de éste tipo de desechos. Para los residuos biodegradables y no especiales se construirán fosas de desechos, las mismas que recibirán un manejo apropiado para su confinamiento y relleno hasta la capacidad de recepción total, luego de lo cual se procederá a sembrar vegetación del sitio.

c) Desbroce y Limpieza

Este trabajo consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con las especificaciones y los demás documentos contractuales, se eliminarán la vegetación existente (arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación); también se incluyen en este rubro la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad indicada del diseño, destinadas al desbroce y limpieza.

Materiales Removidos.- Todos los materiales no aprovechables provenientes del Desbroce y Limpieza, serán retirados y depositados en los sitios indicados o escogidos por el Contratista, con la aprobación del Fiscalizador, a menos que se los entierre o coloque de tal manera que no altere el paisaje; tampoco se permitirá que se quemé los materiales removidos.

d) Costo de la medida

Cuadro 20. Costo programa de manejo de desechos.

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Tanques de basura metálicos	u	4	30,00	120,00
Total USD.				120,00

6.2.9.7.8 Programa de prevención ambiental

a) Objetivo

Este trabajo consiste en la siembra de hierbas, arbustos del lugar en sitios destinados a la ornamentación en el derecho de áreas perimetrales de recuperación ambiental y otras en las cuales el suelo queda desnudo y es necesario protegerlo con especies vegetales

b) Siembra de Especies Ornamentales

Las áreas destinadas a la siembra ornamental se puede realizar con especies nativas del sector, y otras que dependen de la ornamentación que se le quiera dar, luego de la

descompactación, deberán proporcionar un lecho razonablemente firme pero desmenuzable de una profundidad mínima de 15cm., en terreno plano; deberán estar exentas de malezas, escombros, piedras mayores de 5cm., de diámetro, se realizará las siguientes actividades:

- La fertilización o enmiendas edáficas, a través de aportes de materia orgánica, fertilización orgánica (tierra vegetal preparada, humus, residuos de los hongos, residuos domésticos y abonos) o mediante fertilizantes inorgánicos (complejos minerales tales como nitrato amónico, urea, sulfato de amonio y ácido fosfórico o fosfato de amonio).
- Con anterioridad a la plantaciones, se excavarán hoyos, el terreno debe estar libre de malezas, raíces y materia orgánica. La colocación de las plantas deberá ser aproximadamente a plomo y al mismo nivel o un poco más debajo de aquel en que fueron cultivadas en los viveros; el relleno del hoyo con la planta se lo hará con una mezcla de tierra vegetal de capa superior, tierra negra o humus de turba.
- Las plantas que han muerto o insatisfactorias en su crecimiento deberán ser quitadas y sustituidas por otras de buena calidad, sanidad y tamaño, las cuales deben ponerse a consideración y aprobación del Fiscalizador.

c) Prevención y Control del Polvo

Este trabajo consistirá en la aplicación de un paliativo para controlar el polvo que se produzca, como consecuencia de la construcción de la infraestructura, tráfico de vehículos y acción del personal o equipo pesado que interviene en el proyecto; se deberá considerar las condiciones climáticas, especialmente en verano. En caso de usar el agua como paliativo para el polvo, ésta será distribuida de manera uniforme equipada con un sistema de rociadores. El equipo empleado deberá contar con la aprobación del Fiscalizador. El volumen de agua a aplicar será entre los 0,90 y los 2,5 litros por metro cuadrado, conforme indique el Fiscalizador, así como su frecuencia de aplicación, considerando:

- Para el control de polvo se lo hará mediante el empleo de agua, la misma que deberá ser distribuida de modo uniforme, con la provisión de un vehículo presunto o cisterna con un sistema de rociadores. La aplicación será entre los 0.90 y los 2.5 litros por metro cuadrado conforme lo disponga la Fiscalización.

- Su frecuencia de aplicación se definirá en base a los requerimientos de la realización de los trabajos e ira de acuerdo al clima que se presente.

El riego deberá hacerse mediante equipo apropiado con mangueras o rociadores. El agua se distribuirá uniformemente y sin que cause erosión; será aplicada con la frecuencia y en la cantidad aprobada por el Fiscalizador.

d) Prevención y Control de la Contaminación del Aire

Con el fin de mitigar los impactos negativos en la calidad del aire debido a emisiones de gases contaminantes que salen de vehículos de transporte pesado, maquinaria estacionaria y otros, a continuación se dan las pautas a seguir a fin de lograr dicho objetivo.

El constructor deberá ejecutar los trabajos con equipos y procedimientos constructivos que minimicen la emisión de contaminantes hacia la atmósfera, por lo que será de su responsabilidad el control de la calidad de emisiones, olores, humos, polvo, quemas incontroladas y uso de productos químicos tóxicos y volátiles. Para esto, deberá mantener un adecuado mantenimiento de sus equipos y maquinaria, especialmente de aquellos propulsados por motores de combustión interna con uso de combustibles. Llevará un estricto control de las emisiones de humos y gases; deberá cumplirse con las normas dispuestas por el Ministerio del Ambiente y Ministerio de Transporte y Obras Públicas, por la que deberán portar obligatoriamente los sellos de revisión.

No se permitirá la quema a cielo abierto, sea para eliminación de desperdicios, llantas, cauchos, plásticos, de arbustos o maleza, en áreas desbrozadas, o de otros residuos; para evitar esta situación, el constructor emplazará rótulos con frases preventivas y alusivas al tema en todos los frentes de trabajo, para información y conocimiento de todo el personal que labora en la obra.

e) Prevención y Control de Combustibles y Lubricantes

Los residuos de aceites y lubricantes deberán retenerse en recipientes herméticos y disponerse en sitios adecuados de almacenamiento con miras a su posterior desalojo y eliminación hacia los sitios considerados como receptores municipales; además debe el constructor conocer lo dispuesto en la norma INEN 2266 y dar cumplimiento cabal. El abastecimiento de combustible, mantenimiento de maquinaria y equipo pesado, así como el

lavado de vehículos, se efectuará en forma tal que se eviten derrames de hidrocarburos u otras sustancias contaminantes en las vías, alcantarillas o al suelo directamente, de ser necesario el constructor realizará el mantenimiento en los lugares destinados para el efecto o en las estaciones de servicios existentes por la ciudad Loja.

f) Prevención y Control de la Contaminación del Suelo

El Constructor deberá; evitar la compactación de aquellos suelos donde no sea necesario el tránsito de maquinaria, ubicación de instalaciones, acopio de materiales requeridos en la construcción (ripió, arena, madera de encofrado, combustibles, etc.) y de demás tareas que se asienten sobre suelo firme. Prevenir y evitar derrames de, hidrocarburos, aceites, grasas y otras sustancias contaminantes, instruyendo a los trabajadores sobre las normas de manejo de hidrocarburos y conocer lo dispuesto en la norma INEN 2266 y dar cumplimiento.

Al ocupar áreas en las que el suelo se encontraba en su estado natural, es importante que se tomen medidas de prevención y control a fin de evitar su deterioro y contaminación.

Prevenir y evitar derrames de combustibles e hidrocarburos, aceites y grasas y otras sustancias contaminantes, construyendo diques de contención alrededor de los depósitos.

Las áreas mínimas sujetas a descompactación serán:

- Áreas de talleres,
- Áreas de caminos de servicios y estacionamiento,
- Desvíos de tránsito para dar facilidades a la obra.
- Áreas de acopio temporales de materiales.

g) Costo de la medida

Cuadro 21. Costo programa de prevención ambiental

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Riego con agua	u	Global	50,00	50,00
Suministro y colocación de	m ²	1	50,00	50,00

plástico protector				
Total USD.				100,00

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Compra de plantas nativas	Plantas nativas	Global	150,00	150,00
Mano de obra control de maleza y plagas	Jornal	Global	100,00	100,00
Total USD.				250,00

6.2.9.7.9 Programa de seguridad comunitaria

a) Demarcación y Aislamientos

Prevenir accidentes laborales y a terceros mediante el establecimiento de sectores bien definidos y convenientemente demarcados que permitan organizar las diferentes actividades de la obra de acuerdo con su uso.

El Constructor, deberá demarcar el perímetro de la obra, para evitar incomodidades a la comunidad por las actividades de construcción. Para ello deberá colocar cerramientos provisionales con cintas reflectoras, canecas y/o barricadas, que no generen impacto visual.

b) Señalización Informativa, Preventiva y Ambiental

Tiene relación con la implementación de señalización informativa, preventiva, restricciones y ambiental, están descritas en el Libro de las “Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002, Tomos I y II;

Las señales informativas.- Tendrán como objetivo advertir a los trabajadores, y población aledaña a la zona de los trabajos acerca de la existencia y naturaleza de peligros en los frentes y zonas de trabajo, e indicar la existencia de ciertas limitaciones o prohibiciones que se presenten.

Las señales preventivas.- tendrán por objeto advertir a los trabajadores y usuarios del proyecto acerca de la existencia y naturaleza de peligros en los frentes de trabajo.

- La existencia de limitaciones o prohibiciones que se presentan, especialmente a la circulación, y vías alternas a utilizarse mientras duran las obras.

Las señales de restricción.- indicarán las acciones que no se deben realizar, colocando cinta plásticas amarilla que indican peligro, y cintas reflectivas para limitar las áreas de trabajo y conos de color anaranjado intenso, con banda reflectiva.

Prevención de Accidentes.- El contratista está obligado a colocar señalización diurna y nocturna, indicando con antelación a 50m., a 100m., y a 150m., las siguientes leyendas:

“Zona de Peligro”, “Conduzca con Cuidado”, “Reduzca la Velocidad”, “Desvíos”, “No Paso de Vehículos” y otros requerimientos de señalización preventiva móvil. “Desvió”, “Adelante maquinaria Vial”, “Hombres Trabajando - Precaución”. Se colocarán conos fosforescentes y usarán los trabajadores chalecos fosforescentes, para que sean visibles a la distancia, si es del caso trabajos nocturnos.

c) Rótulos Ambientales

Trata sobre la implementación de una adecuada señalización con temas alusivos a la prevención y control de las actividades humanas a fin de evitar deterioros ambientales en la zona de trabajo, se colocarán rótulos ambientales con mensajes de conservación del ambiente, en sitios visibles.

d) Cinta Plástica

Faja delgada material plástico de 20cm., de ancho que incluyen la leyenda de “PELIGRO”, y permiten delimitar y cerrar un perímetro en zonas de riesgo. Su objetivo es indicar la restricción al paso de peatones o vehículos. Generalmente para delimitar áreas de riesgo o áreas de trabajo son utilizadas conjuntamente con otro tipo de señalización en sitios en donde no se permite el acceso; los sitios donde se deben ubicar las cintas de seguridad son:

- Perímetro de excavaciones, alcantarillas,
- Perímetro de rotura para muros, veredas, parterres, etc.
- Perímetro de áreas de trabajo, retiro de postes de hormigón, árboles, etc.,

- Desvío de canales de agua.

e) Servicios Básicos

En el caso de que por causas relacionadas con las actividades constructivas del proyecto, tengan que suspenderse los servicios básicos del sector, deberá alertarse previa y oportunamente a los afectados, estos servicios deberán ser restituidos en un plazo no mayor de 24 horas. Tal situación deberá ser comunicada previamente a la fiscalización y oportunamente a la ciudadanía a fin de que se tomen las precauciones del caso.

f) Transporte de Materiales y Movimiento de Maquinarias

Con el fin de mitigar los impactos que el transporte de materiales y el movimiento de maquinarias, se deberá implementar acciones y medidas que permitan causar el mínimo malestar a la salud humana y al ambiente que rodea a la obra.

Cualquier acción de movimiento de maquinaria que obstaculice el paso vehicular y peatonal, se coordinará con la Policía Nacional de. Las volquetas circularán por las vías de acceso hacia los sectores en donde se ubicarán las válvulas de la ciudad de Loja con lonas de recubrimiento.

Los trabajos de transporte de materiales para la obra, deberán programarse y adecuarse para evitar todo daño a las vías por las que circulan o afecten a las construcciones y a otros bienes públicos o privados; además, se deberá tomar en cuenta a los vehículos que no excedan los pesos por eje máximos autorizados, si se incurriere en daños deberá el contratista subvalorarlos de manera inmediata a su propio costo. La provisión de materiales y el transporte de material sobrante de excavaciones y retiro de escombros deberán realizarse, a las horas de menor tráfico, sobre todo en la zona del área de trabajo aledaño a los poblados circundantes.

g) Mantenimiento de Tránsito y Caminos de Acceso

Para el efecto se deberá emplear señalización informativa y preventiva necesaria durante todo el tiempo que dure construcción, se debe asegurar que el tránsito vehicular por los diferentes sectores del influencia directa.

Los caminos de acceso, son caminos provisionales que se construyen para trasladar al personal a los sitios de trabajo y maquinaria del Contratista, hacia los frentes de trabajo, para llevar y acopiar materiales de construcción e insumos, y con restricciones en el desbroce, movimiento de tierras y afectación a cauces naturales. Los caminos de acceso serán construidos con equipo y materiales adecuados, a fin de no afectar el entorno.

h) Costo de la medida

Cuadro 22. Costo programa de seguridad comunitaria.

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Señalización con cinta	Rollo 100 m	2	15,00	30,00
Rotulación de frentes de trabajo	Letrero	4	15,00	60,00
Señalización Externa	Letrero	4	15,00	60,00
Valla del proyecto	Letrero	2	50,00	100,00
Total USD.				250,00

6.2.9.7.10 Programa de monitoreo y seguimiento

a) Objetivo

El Monitoreo Ambiental tiene el propósito de verificar el cumplimiento de lo establecido en los reglamentos y normas de prevención y control de la contaminación ambiental. Esto es responsabilidad del Constructor.

b) Monitoreo de la Calidad del Aire (Ruido)

Con el propósito de medir la presión sonora de los diferentes sitios de trabajo, se monitoreará las áreas identificadas como sensitivas, así como el área exterior y donde se

concentren las mayores actividades, en el sitio de mayor permanencia del personal y en el exterior, en donde se ubique una población.

En el caso de la salud ocupacional, el ruido será medido igualmente en la fuente y en aquellos equipos en los cuales se presenta mayor exposición del personal (volquetas, vibradores, etc.), definidas en la evaluación de impactos ambientales, como fuentes de mayor riesgo auditivo, con Nivel de Presión Sonora equivalente (NPS Eq.) mayores a 85 dBCA; de igual manera se verificará el uso de equipos de protección y estado de los mismos.

Para este monitoreo se tomará lo establecido en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI, De la Calidad Ambiental, Anexo 5, Límites permisibles de Niveles de Ruido Ambiente y vibraciones para fuentes fijas y móviles.

c) Costo de la medida

El costo de la medida ha sido establecido ya en el equipo de seguridad.

6.2.9.7.11 Obligaciones del constructor

Se obligará al constructor lo siguiente:

- El Contratista es el responsable de todas las obligaciones laborales, pues es el que emplea a los trabajadores.
- El contratista es responsable de establecer y hacer cumplir las normas de seguridad en los diferentes frentes de trabajo, para eliminar riesgos y dar máxima seguridad a los trabajadores.
- El contratista organizará y pagará un programa de prevención de accidentes, protección del entorno próximo al proyecto, relaciones comunitarias y disposición de desechos producidos y ocasionados durante la ejecución del proyecto; incluirá la provisión y operación de estaciones de primeros auxilios, que sean necesarios, deberá remitir el programa de Seguridad Industrial a la Fiscalización para su aprobación al inicio de las actividades.

- Proveer al personal, todo el equipo de seguridad necesario (mascarillas, guantes, visores, audífonos, ropa especial, botas, etc.) con el fin de evitar cualquier posible accidente o afectación a su salud.
- Las grasas y aceites provenientes del mantenimiento periódico de la maquinaria deberán ser recogidas en recipientes adecuados y luego deberán ser transportados o colocadas en fosas construidas para el propósito y que no afecten a las capas superficiales del suelo, ni contaminen las aguas superficiales ni subterráneas.
- Los escombros producto de excavación, hormigón, escombros, especies vegetales retiradas, etc., deberán ser retirados a lugares adecuados o transportados hacia los receptores municipales.
- Los desechos líquidos (aguas servidas) generados de bodega temporal que se instale, deberán ser conducidas a un sumidero o alcantarilla cercana, para que no afecte al área de influencia directa.
- Los desechos sólidos serán dispuestos en fundas de polietileno negro y dispuestos en sitios altos para que no alcancen los perros callejeros, y sea recogido por la Empresa de Aseo.

6.3 ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO

6.3.1 Oferta

Al ser el agua potable un servicio básico, la oferta se encuentra dada por la cantidad de agua producida en las plantas de agua potable que en condiciones normales se encuentra alrededor de 708 Lt/s, y que en condiciones de estiaje se ubica entre el rango de 395-485 Lt/s, provenientes de las tres plantas que se encuentran en funcionamiento en la ciudad de Loja:

- **Planta Pucará:** Abastecida por las quebradas provenientes del Carmen y San Simón, quebrada Pizarros y Río jipiro.
- **Planta Curitroje:** Abastecida por la quebrada Curitroje.
- **Planta Carigán:** Abastecida por la quebrada Shucos.

Está previsto en el futuro aumentar la oferta mediante la inclusión al sistema de 300 lt/s provenientes de la quebrada el Bunque.

6.3.2 Demanda

Los servicios básicos son demandados por toda la población del cantón de Loja, que se encuentra dividida de la siguiente manera, según datos proporcionados por el Ing. Jimmy Hidalgo, Jefe del departamento de Comercialización de UMAPAL:

Cuadro 23. Resumen de emisión de agua facturada.

CATEGORIA	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	OFICIAL	MEDIA OFICIAL	TERCERA EDAD	TARIFA CERO	TOTALES
N° USUARIOS	29398	4136	8	152	99	2188	101	36.082,00
%	81,48	11,46	0,02	0,42	0,27	6,06	0,28	100,00
CONSUMO M3	666222	208963	2760	26944	11222	49676	21233	987.020,00
% GENERAL	67,50	21,17	0,28	2,73	1,14	5,03	2,15	100,00

Fuente: UMAPAL, 2012

Sin embargo, la demanda del presente proyecto estará limitada por la población que se encuentra dentro del sector urbano y que está incluida en el área de cobertura de la red pública de Agua Potable, que según datos del departamento de comercialización de EMAAL-EP, es de 33612 predios. A pesar de ello, existen sectores que se ven afectados en mayor o menor medida debido a que se ubican en la periferia de la ciudad, o ya sea en la parte central de la ciudad. De ahí que en épocas críticas los barrios más afectados se describen a continuación, según indicó el Ing. George Buele, Jefe de Mantenimiento.

Cuadro 24. Horarios de racionamiento de agua de la ciudad de Loja

Barrios de la Ciudad de Loja	Horario de suspensión del servicio
Época	17h00 a 5h00
Esteban Godoy	17h00 a 5h00
Julio Ordóñez	17h00 a 5h00
Yahuarcuna	17h00 a 5h00
Pradera	18h00 a 5h00
Las Peñas, Miraflores	17h00 a 5h00
San Vicente: Lojana de Turismo, San Rafael, Celi Román	15h00 a 5h00
Clodoveo Jaramillo	15h00 a 5h00
Belén, Borja, Consacola, Campiña, Turunuma, Shushuhuaico, Pequeño Productor, San José, Las Pitas	15h00 a 5h00
Pradera-El Rosal	17h00 a 5h00
Chinguilanchi	17h00 a 5h00
Motupe	17h00 a 5h00
Carigán	17h00 a 5h00
Sauces Norte	17h00 a 5h00
Amable María	17h00 a 5h00
Jipiro Alto	17h00 a 5h00
Jipiro Mirador	17h00 a 5h00
Jipiro Paraiso	17h00 a 5h00
San Cayetano Alto	17h00 a 5h00
San Cayetano Bajo	17h00 a 5h00
SECTORES EN LOS QUE SE RACIONA MUY POCO	
Red Alta	23h00 a 5h00
Red Baja	23h00 a 5h00
SECTORES QUE SUFREN DE RACIONAMIENTO POR ESTAR FUERA DEL ÁREA DE COBERTURA	
Tierras Coloradas	12h00 a 5h00

Fuente. Ing. George Buele. UMAPAL 2012.

Es importante recalcar, que el presente proyecto tiene como objetivo el lograr una distribución del agua potable más equitativa, por ende, dentro de los demandantes están también aquellos sectores que en condiciones normales de servicio son abastecidos únicamente por horas. Al lograr una distribución más equitativa, se puede aprovechar el

agua que tienen en exceso otros sectores para incrementar la cantidad de agua proporcionada a este sector.

6.3.3 Precio del agua potable

Actualmente el costo del agua que es pagado por los consumidores se encuentra subsidiado, ya que solo es de 17 centavos por metro cúbico, de hecho a nivel nacional el GAD Municipal de Loja se encuentra dentro de las instituciones que menos cobran por este servicio. De acuerdo a los análisis realizados en el departamento de comercialización de EMAAL-EP en Marzo del 2011 el costo del agua tiene dos componentes principales que son: la producción y la distribución de agua potable, tal como se describen a continuación:

Cuadro 25. Costo del metro cúbico de agua potable.

PRODUCCIÓN AGUA POTABLE

RUBRO:

COSTO UNITARIO M3 DE AGUA POTABLE

INSUMOS Y QUIMINCOS

ITEM	DENOMINACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD m3	P. TOTAL	%/M3
1	ADITIVOS QUIMICOS	GBL	10.200.000,00	182.420,000	0,02
2	ENERGIA ELÉCTRICA	GBL	10.200.000,00	176.000,000	0,02
3	COMBUSTIBLES	GBL	10.200.000,00	130.412,100	0,01
SUBTOTAL MATERIAL					0,05

MANTENIMIENTO

ITEM	DENOMINACION	CANTIDAD m3	P. TOTAL	%/M3
1	MANTENIMIENTO DE OBRAS URBANAS	10.200.000,00	1.594.116,000	0,16
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				0,16

MANO DE OBRA

ITEM	DENOMINACION	CANTIDAD m3	P.TOTAL	P. TOTAL
1	TRABAJADORES	10.200.000,00	1.265.293,900	0,12
2	LABORATORISTAS	10.200.000,00	120.347,304	0,01
3	OPERADORES DE PLANTA DE TRATAMIENTO	10.200.000,00	272.114,964	0,03
4	TECNICOS (OPERACIÓN Y MAMTENIMIENTO)	10.200.000,00	463.831,632	0,05
SUBTOTAL MANO DE OBRA				0,21

TOTAL COSTOS DIRECTOS	0,41
------------------------------	-------------

INDIRECTOS (ADMINISTRATIVO)	15,00 %	0,06
-----------------------------	---------	------

PRECIO UNITARIO	0,47
------------------------	-------------

DISTRIBUCIÓN AGUA POTABLE**RUBRO:**

COSTO UNITARIO M3 DE AGUA POTABLE

INSUMOS Y QUIMINCOS

ITEM	DENOMINACION	UNIDAD	CANTIDAD m3	P. TOTAL	%/M3
1					
2					-
3					-
SUBTOTAL MATERIAL					-

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

ITEM	DENOMINACION	CANTIDAD m3	P. TOTAL	%/M3
1	CONDUCCIONES Y REDES DE TUBERIAS	10.200.000,00	2.252.000,000	0,22
SUBTOTAL SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO				0,22

MANO DE OBRA

ITEM	DENOMINACION	CANTIDAD m3	P.TOTAL	P. TOTAL
1	TRABAJADORES	10.200.000,00	181.051,200	0,02
2	TÉCNICOS	10.200.000,00	51.577,416	0,01
3	LECTURA, CATASTRO Y EMISION	10.200.000,00	375.323,916	0,04
SUBTOTAL MANO DE OBRA				0,06

TOTAL COSTOS DIRECTOS	0,28
------------------------------	-------------

INDIRECTOS (ADMINISTRATIVO)	(15,00%)	0,04
------------------------------------	----------	------

PRECIO UNITARIO	0,32
------------------------	-------------

Fuente: Ing. Jimmy Hidalgo. UMAPAL 2012.

Si sumamos ambos componentes obtendremos un total de 79 centavos, esto sin incluir las pérdidas asumidas por el GAD Municipal de Loja al tomar en cuenta que el agua producida es mayor a la facturada. Por ende, del análisis realizado se observa que dentro del costo actual del agua no se considera los costos de mantenimiento de la infraestructura para la distribución del agua, ni aquellos relacionados con el proceso de potabilización. Si solo consideramos los 115 l/s que desperdicia la planta del Pucará por falta de capacidad de tratamiento, tendremos que diariamente se desperdician 9936 m³, lo que se traduce en 298080 m³ al mes, con un costo de 235483.2 dólares americanos para la EMAAL-EP, es por eso que el presente proyecto es de vital importancia para lograr un adecuado control del consumo del agua, y la reducción del desperdicio de tan preciado recurso.

De tal forma que para que este precio sea sostenible, es razonable mejorar la calidad del servicio, mejorando la gestión en este caso de la distribución del agua potable.

6.3.4 Impacto económico

6.3.4.1 Beneficios y Costos Directos

Para medir los efectos sobre el consumo interno en el país (tanto del lado de costos como de beneficios) se debe cambiar los precios de mercado de la evaluación económica por los llamados **precios sociales** (o de eficiencia o precios sombra), con lo cual se logra el primer paso del proceso: valorar las cantidades producidas y consumidas por el proyecto con precios que reflejen la verdadera abundancia o escasez de los bienes o insumos en una economía particular y no necesariamente a los precios que se observan en el mercado, los cuales están frecuentemente sujetos a distorsiones tales como impuestos, subsidios, cuotas, restricciones monopólicas, etc.

Los casos en que existe esta diferencia entre precios de mercado y precios sociales son de dos tipos: el primero se refiere a aquellos proyectos donde es más difícil medir los beneficios sociales a partir de precios de mercado, ya que simplemente no existen: defensa nacional, carreteras sin peajes, educación básica, salud comunitaria, parques, etc...; y en segundo lugar aquellos casos en que, aunque existen los precios de mercado para los consumidores y los productores, estos precios están afectados por algunos de las distorsiones mencionadas al final del párrafo anterior.

El principio fundamental es que si en el mercado donde se transan los bienes o servicios que genera un proyecto (optimización del sistema de distribución de agua potable, en el caso que nos ocupa) o en donde se adquieren los insumos y factores (cemento, acero, mano de obra, maquinaria, válvulas) existen diferencias entre los precios de mercado y los precios de eficiencia, entonces las evaluaciones económica y social darán resultados diferentes. En todo caso, *ambas* deben realizarse, pues cumplen propósitos diferentes: la primera, para entender su efecto sobre las finanzas de la agencia promotora y la segunda para entender sus efectos sobre la economía del país.

6.3.4.2 Beneficios y Costos Indirectos

Los beneficios y costos sociales **indirectos** se asocian a los encadenamientos “hacia atrás” y “hacia delante” en varios sectores de la economía por razón de la ejecución de un proyecto en particular. Como la regulación del caudal en la distribución de agua potable aumenta las horas de servicio a otros sectores, se pueden implementar negocios de alimentos, entre otros, además se reduciría el desperdicio del agua y si en la actividad los precios de mercado no reflejan sus precios sociales, entonces se requiere el ajuste a la rentabilidad privada del proyecto. Sólo se deben definir como efectos indirectos en la evaluación social aquellos que surgen en otros sectores de la economía donde existan distorsiones económicas que hagan una diferencia entre los precios económicos y sociales

6.3.5 Inversiones y gastos relacionados con el proyecto de optimización

6.3.5.1 Programa de inversiones con y sin la instalación de válvulas reguladoras de caudal.

El cuadro a continuación, muestra un presupuesto en el cual se ha considerado lo que costaría la instalación de las válvulas reguladoras de caudal, así como el plan de manejo ambiental, lo cual da un total de \$213.677,49 (Doscientos trece mil seiscientos setenta y siete, 49/100 dólares de los Estados Unidos de América), como inversión a realizarse como primera parte en la optimización de la red de distribución de agua potable como ya se ha explicado anteriormente.

Cuadro 26. Costo del proyecto

<i>RUBRO No.</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNITARIO</i>	<i>COSTO TOTAL</i>
<i>V-001</i>	<i>EXCAVACION A MAQUINA SIN CLASIFICAR</i>	<i>m3</i>	<i>246.08</i>	<i>2.906</i>	<i>715.10</i>
<i>V-002</i>	<i>EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SIN CLASIFICAR</i>	<i>m3</i>	<i>37.20</i>	<i>6.527</i>	<i>242.80</i>

V-003	RELLENO COMPACTADO A MÁQUINA	m3	133.92	6.971	933.56
V-004	DESALOJO DE MATERIAL	M3	201.44	6.659	1341.38
V-005	GRAVA 3" A 3/4" e=0.30	m3	55.96	25.308	1416.11
V-006	ENCOFRADO / DESENCOFRADO	M2	1785.60	9.706	17331.03
V-007	HORMIGÓN SIMPLE DE $f'c=210$ kg/cm2	m3	20.76	255.672	5307.75
V-008	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ Kg/cm2	Kg	4960.00	3.086	15306.56
V-009	TRAMO CORTO HF BL L=0.5m $\varnothing=150mm$	U	6	63.78	382.68
V-010	TRAMO CORTO HF BL L=0.70m $\varnothing=100mm$	U	16	48.461	775.38
V-011	TRAMO CORTO HF BL L=1.0m $\varnothing=200mm$ e=6mm	U	8	235.266	1882.13
V-012	TRAMO CORTO HF BL L=0.6m $\varnothing=75mm$	U	32	113.922	3645.50
V-013	UNIÓN GIBAULT HF \varnothing 150mm SIMÉTRICA	U	6	67.895	407.37
V-014	UNIÓN GIBAULT HF \varnothing 100mm SIMÉTRICA	U	16	65.075	1041.20
V-015	UNIÓN GIBAULT HF \varnothing 200mm SIMÉTRICA	U	8	73.153	585.22
V-016	UNIÓN GIBAULT HF \varnothing 75 mm SIMÉTRICA	U	32	61.345	1963.04
V-017	VALVULA REGULADORA DE CAUDAL $\varnothing=200$ mm	U	4	6382.128	25528.51
V-018	VALVULA REGULADORA DE CAUDAL $\varnothing=100$ mm	U	8	5182.128	41457.02
V-019	VALVULA REGULADORA DE CAUDAL $\varnothing=75$ mm	U	16	4822.128	77154.05

V-020	VALVULA REGULADORA DE CAUDAL Ø=150 mm	U	3	6014.532	18043.60
V-021	TAPA DE BOCA DE VISITA TOL 1/16"	U	31	149.042	4620.30
IMPACTO AMBIENTAL					
AMB-001	PROGRAMA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL	GLOBAL	1	715.50	715.50
AMB-002	PLAN DE CONTINGENCIA Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS	GLOBAL	1	550.00	550.00
AMB-003	PROGRAMA DE CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL	GLOBAL	1	450.00	450.00
AMB-004	PROGRAMA DE MANEJO DE ESCOMBROS	GLOBAL	1	450.00	450.00
AMB-005	PROGRAMA DE PREVENCIÓN AMBIENTAL	GLOBAL	1	350.00	350.00
AMB-006	PROGRAMA DE SEGURIDAD COMUNITARIA	GLOBAL	1	250.00	250.00
SUBTOTAL					222845.80
				Total	222845.80

Es importante indicar, que dentro de los rubros indicados se han considera un porcentaje de costos indirectos del 20%, tal y como se indica a continuación:

Cuadro 27. Porcentaje de costos indirectos.

ITEM	DETALLE	PORCENTAJE (%)
1	IMPREVISTOS	5
2	UTILIDADES	13
3	GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRATACIÓN	2
	TOTAL PORCENTAJE DE COSTOS INDIRECTOS	20%

Estas inversiones reflejan desembolsos por concepto de compra de materiales, para la construcción de infraestructura que permita proteger adecuadamente la instalación de las válvulas reguladoras de caudal, además de la adquisición de las válvulas propiamente dichas, mismas que varían en modelo y diseño dependiendo de los parámetros de diseño correspondientes.

La colocación de válvulas reguladoras de caudal debe hacerse en un periodo corto de tiempo, que estaría dentro de 60 días, debido a que no se lograría controlar los caudales si solo se colocan por sectores.

6.3.5.2 Gastos relacionados sin la implementación de válvulas de regulación de caudales.

Cuando existen épocas de estiaje, además de otros factores, como daños en las conducciones de agua potable, que hacen que se presente la necesidad de racionar y regular caudales en las redes de distribución, la única manera de hacerlo es mediante la utilización de válvulas de corte, que según las especificaciones técnicas de ese tipo de accesorios, deben funcionar o bien totalmente abiertos o totalmente cerradas, de hecho muchos de estos elementos se diseñan únicamente con el fin de aislar sectores de tal manera que en caso de daños se puedan realizar las reparaciones necesarios sin tener que cortar el servicio de agua a toda la población.

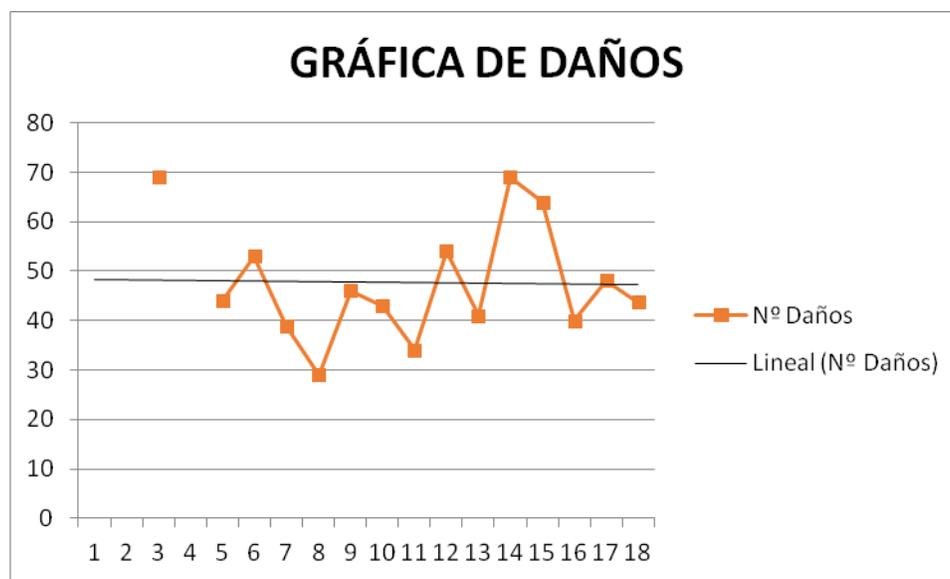
La operación inadecuada de las válvulas de corte trae consigo efectos negativos en la red de distribución como son los denominados fenómenos transitorios, que causan rupturas a lo largo de toda la red de distribución, esto a causa del efecto de onda ya sea por expansión de la masa del agua o por el vacío causado por el vaciado súbito de las tuberías.

En base a datos históricos de reparación de daños, que se han tabulado desde enero del 2010, existe una media de cuarenta y ocho daños matrices en las redes de agua con diámetros mayores a 63mm.

Cuadro 28. Cómputo de daños de matrices de agua potable.

Meses	Nº Daños
Enero del 2010	69
Febrero del 2010	11
Marzo del 2010	44
Abril del 2010	53
Mayo del 2010	39
Junio del 2010	29
Julio del 2010	46
Agosto del 2010	43
Septiembre del 2010	34
Octubre del 2010	54
Noviembre del 2010	41
Diciembre del 2010	69
Enero del 2011	64
Febrero del 2011	40

Fuente: UMAPAL 2011.

Figura 28. Daños producidos entre el 2010 y 2011

Fuente: UMAPAL 2012

De la gráfica podemos observar que en los meses de estiaje, donde existe mayor operación de válvulas de cierre a razón de los racionamientos de agua, son los meses en los que existen mayor cantidad de daños, y que con respecto a la media se incrementan en un 44%.

Cuadro 29. Costo reparación de una acometida matriz

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
OBRA CIVIL					
OE-001	EXCAVACION A MAQUINA SIN CLASIFICAR	m3	4.54	2.785	12.63
OE-002	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SIN CLASIFICAR	m3	0.30	10.946	3.28
OE-003	RELLENO COMPACTADO A MÁQUINA	m3	4.84	8.117	39.25
OE-004	DESALOJO DE MATERIAL	M3	3.00	6.381	19.14
OE-004	ROTURA Y REPOSICIÓN DE PISOS DE HORMIGON	ml	2.00	38.312	76.62
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE					
OE-008	TUBERÍA PVC UPSE 110MM X 6M 0,50MPA (73PSI)	ML	6	6.502	39.01
OE-009	UNIÓN GIBAULT HF Ø 110mm SIMÉTRICA	U	2	45.113	90.23
SUBTOTAL					280.18
				Total	280.18

Al estar formada la red de distribución de tuberías de distinto diámetro y distinto material, con el fin de calcular el costo promedio de una reparación asumiremos que la mayoría de daños ocurren en el diámetro de 110mm y material PVC UPSE, como se indica en el cuadro anterior, la reparación de un daño bordea los \$280.18 (Doscientos ochenta con 18/100), esto sin considerar, que al momento de realizar la reparación es necesario cerrar las válvulas de tal manera que el sector quede sin servicio, lo que causa un costo agregado como resultado del agua que permanece en las tuberías y que debe ser vaciada para proceder con la reparación del daño, que para 9 km de tubería se puede estimar que se pierden 85 m³, a un precio de \$0.79 el m³, se pierden \$67.57, además de ello, se deja de vender agua potable. En un sector existen un promedio de 2500 acometidas domiciliarias, si tomamos en cuenta que el número de integrantes por familia es de cinco, tendremos un total

de 12500 habitantes; la dotación de agua potable por habitantes actualmente es de 200 l/hab/día, si tenemos en cuenta que una reparación matriz toma de entre tres a seis horas, y tomando como media cuatro horas y media, se pierde de vender 555.56 m³, que resulta en un lucro cesante de \$ 438.89. La sumatoria total de los valores anteriores da como resultado un total de \$786.64 en promedio por cada reparación realizada. Si multiplicamos este valor por la media de daños por mes tendremos que por reparaciones se gasta mensualmente \$37758.72 (Treinta y siete mil setecientos cincuenta y ocho, 72/100). En los meses en que es necesaria la regulación de caudales este valor se ve incrementado en \$16613.84.

Al colocar válvulas reguladoras de caudal, se logrará ahorrar costos por mantenimiento del sistema de agua potable, siendo probable una disminución de la tarifa de cobro.

6.3.6 Impacto social

6.3.6.1 Impuestos a la ventas, tarifas arancelarias e impuesto al diésel

Los materiales y equipos que adquieren los contratistas deberán pagar los impuestos de venta en adición a los impuestos de importación que el arancel de Ecuador establece. Si estos materiales fueran adquiridos directamente por el GAD Municipal de Loja los mismos estarían exonerados de tributo de acuerdo a la Ley mas este no es el caso para todos los insumos que utilizará el proyecto.

Para pasar del flujo de caja libre al flujo social, se debe considerar como un **beneficio para la sociedad** el valor de los impuestos efectivamente pagados por el proyecto.

Esta discrepancia entre lo pagado por los contratistas y su costo de producción antes de los impuestos es un beneficio social porque corresponde a un valor superior al costo de oportunidad de los insumos utilizados (en este caso este ingreso va a parar a las arcas del Gobierno).

6.3.6.2 Generación de ingresos

La regulación de caudales ayudará a la optimización en la distribución de agua potable, de tal forma que se podrá extender las horas de servicio a los sectores más afectados, por ende el consumo del agua tarifada producida aumentará, y no se desperdiciará como resultado de los reboses que poseen los tanques de reserva en caso de su colmatación, como resultado de

la imposibilidad de controlar adecuadamente la distribución de la cantidad de agua, así como de la sobredemanda a causa de usos inadecuados del agua. Esto sin duda mejorará los niveles de vida, debido a que se puede prescindir de servicios como los de los tanqueros de agua potable, y como efecto secundario está la reducción del consumo de gas para hervir el agua, además de la influencia positiva en negocios de alimentos, lavanderías de ropa, entre otros.

6.3.6.3 Impuesto a la renta de los contratistas

Sobre la utilidad de los contratistas se pagarían los impuestos que representan un beneficio social para el país.

6.3.7 Programa de ejecución del proyecto

6.3.7.1 Cronograma y secuencia de actividades

La programación de actividades está en relación con el Plan de Trabajo, la organización y la disponibilidad de recursos humanos y materiales; así como la experiencia del personal técnico propuesto, que permite adecuarse a los requerimientos de estudio.

Se ha programado las diferentes actividades del servicio dentro de un plazo total de 2 meses, es decir 60 días calendario. La programación de actividades se inicia con la ejecución de actividades preliminares, orientadas a proporcionar las facilidades para la ejecución del servicio; tales como: Organización del personal, coordinaciones institucionales además del reconocimiento y obras de campo.

La planificación de los trabajos presentada, considera el avance de la obra en base a los porcentajes y materiales utilizados en cada mes.

El cronograma permite apreciar la secuencia de las actividades, ordenadas de acuerdo al enfoque particular a emplearse, en la cual se puede ver la interrelación que tienen entre sí, el orden en que debe ejecutarse, la duración de cada una de ellas basada en la experiencia en trabajos similares del personal asignado y sobre todo, la asignación de los recursos humanos que requiere cada una de estas con lo que se obtiene el Programa de utilización de personal que demuestra la optimización de los recursos.

Cuadro 30. Cronograma de trabajo

RUBRO	Unid.	Cantidad	P.Unitario	P. Total	TIEMPO EN MESES	
					M1	M2
EXCAVACION A MAQUINA SIN CLASIFICAR	m3	246.08	2.91	715.10	246.08	
					\$ 715.10	
EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SIN CLASIFICAR	m3	37.20	6.53	242.80	22.32	14.88
					\$ 145.68	\$ 97.12
RELLENO COMPACTADO A MÁQUINA	m3	133.92	6.97	933.56	80.35	53.57
					\$ 560.13	\$ 373.42
DESALOJO DE MATERIAL	M3	201.44	6.66	1.341.38	141.01	60.43
					\$ 938.96	\$ 402.41
GRAVA 3" A 3/4" e=0.30	m3	55.96	25.31	1.416.11	55.96	
					\$ 1.416.11	
ENCOFRADO / DESENCOFRADO	M2	1.785.60	9.71	17.331.03	1.428.48	357.12
					\$ 13.864.83	\$ 3.466.21
HORMIGÓN SIMPLE DE f'c=210 kg/cm2	m3	20.76	255.67	5.307.75	14.53	6.23
					\$ 3.715.43	\$ 1.592.33
ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm2	Kg	4.960.00	3.09	15.306.56	4.960.00	
					\$ 15.306.56	
TRAMO CORTO HF BL L=0.5m Ø=150mm	U	6.00	63.78	382.68	6.00	
					\$ 382.68	
TRAMO CORTO HF BL L=0.70m Ø=100mm	U	16.00	48.46	775.38	16.00	
					\$ 775.38	

TRAMO CORTO HF BL L=1.0m Ø=200mm e=6mm	U	8.00	235.27	1.882.13	4.00	4.00
					\$ 941.06	\$ 941.06
TRAMO CORTO HF BL L=0.6m Ø=75mm	U	32.00	113.92	3.645.50	22.40	9.60
					\$ 2.551.85	\$ 1.093.65
UNIÓN GIBault HF Ø 150mm SIMÉTRICA	U	6.00	67.90	407.37	6.00	
					\$ 407.37	
UNIÓN GIBault HF Ø 100mm SIMÉTRICA	U	16.00	65.08	1.041.20	16.00	
					\$ 1.041.20	
UNIÓN GIBault HF Ø 200mm SIMÉTRICA	U	8.00	73.15	585.22	4.00	4.00
					\$ 292.61	\$ 292.61
UNIÓN GIBault HF Ø 75 mm SIMÉTRICA	U	32.00	61.35	1.963.04	22.40	9.60
					\$ 1.374.13	\$ 588.91
VALVULA REGULADORA DE CAUDAL Ø=200 mm	U	4.00	6.382.13	25.528.51	2.00	2.00
					\$ 12.764.26	\$ 12.764.26
VALVULA REGULADORA DE CAUDAL Ø=100 mm	U	8.00	5.182.13	41.457.02	8.00	
					\$ 41.457.02	
VALVULA REGULADORA DE CAUDAL Ø=75 mm	U	16.00	4.822.13	77.154.05	11.20	4.80
					\$ 54.007.83	\$ 23.146.21
VALVULA REGULADORA DE CAUDAL Ø=150 mm	U	3.00	6.014.53	18.043.60	3.00	
					\$ 18.043.60	

<i>TAPA DE BOCA DE VISITA TOL 1/16"</i>	<i>U</i>	<i>31.00</i>	<i>149.04</i>	<i>4.620.30</i>	<i>12.40</i>	<i>18.60</i>
					<i>\$ 1.848.12</i>	<i>\$ 2.772.18</i>
<i>PROGRAMA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</i>	<i>GLOBAL</i>	<i>1.00</i>	<i>715.50</i>	<i>715.50</i>	<i>1.00</i>	
					<i>\$ 715.50</i>	
<i>PLAN DE CONTINGENCIA Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS</i>	<i>GLOBAL</i>	<i>1.00</i>	<i>550.00</i>	<i>550.00</i>	<i>1.00</i>	
					<i>\$ 550.00</i>	
<i>PROGRAMA DE CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL</i>	<i>GLOBAL</i>	<i>1.00</i>	<i>450.00</i>	<i>450.00</i>		<i>1.00</i>
						<i>\$ 450.00</i>
<i>PROGRAMA DE MANEJO DE ESCOMBROS</i>	<i>GLOBAL</i>	<i>1.00</i>	<i>450.00</i>	<i>450.00</i>		<i>1.00</i>
						<i>\$ 450.00</i>
<i>PROGRAMA DE PREVENCIÓN AMBIENTAL</i>	<i>GLOBAL</i>	<i>1.00</i>	<i>350.00</i>	<i>350.00</i>	<i>1.00</i>	
					<i>\$ 350.00</i>	
<i>PROGRAMA DE SEGURIDAD COMUNITARIA</i>	<i>GLOBAL</i>	<i>1.00</i>	<i>250.00</i>	<i>250.00</i>	<i>1.00</i>	
					<i>\$ 250.00</i>	

\$ 222.845.80

<i>Valores Parciales</i>	<i>174415.4168</i>	<i>48430.37972</i>
<i>Valores Acumulados</i>	<i>174415.4168</i>	<i>222845.7965</i>
<i>Porcentajes Parciales</i>	<i>78.27%</i>	<i>21.73%</i>
<i>Porcentajes Acumulados</i>	<i>78.27%</i>	<i>100.00%</i>

6.3.8 Inversiones del proyecto

6.3.8.1 Inversiones fijas.

Al constituirse el proyecto básicamente en la instalación de válvulas reguladoras de presión, que son obras ubicadas a los largo de las tuberías de transmisión, no se requiere realizar inversiones fijas a más de la compra de válvulas y materiales para la construcción de cajas, pues son obras que generalmente quedan bajo tierra, ya sea en los ejes viales o en terrenos que son propiedad de la Emaalep, como lo son los lugares donde se encuentran los tanques de reserva.

6.3.8.2 Gastos de preproducción

Al ser el proyecto dirigido a la optimización de la distribución de los recursos hídricos, los sueldos, y honorarios de trabajo serán la del personal necesario para la instalación y construcción de la obra, como el Ingeniero Hidráulico, Ingeniero en Costos, Topógrafo, Economista, promotor social, albañil, gasfitero, ayudantes y operarios de maquinaria, entre otros.

6.3.8.3 Capital de trabajo

El capital de trabajo viene dado entre la diferencia de los activos corrientes y los pasivos corrientes:

Capital de trabajo=Activo corriente-Pasivo corriente

Para calcularlo se debe definir las necesidades mínimas que requiere el negocio o empresa en cuanto a activos corrientes y pasivos corrientes se refiere. Además, se debe conocer,

para cada uno de los periodos de análisis del proyecto el valor total de las siguientes partidas:

- Activos corrientes
- Dinero en efectivo en caja y en bancos Cuentas por cobrar Existencias o inventarios Materiales e insumos Productos en procesos Productos terminados Repuestos
- Pasivos corrientes
- Cuentas por pagar

En el presente caso el capital de trabajo será aquel destinado mediante partida presupuestario por el GAD Municipal de Loja, para el mantenimiento de las redes de distribución, que actualmente está alrededor del millón de dólares.

6.3.9 Costos de operación del proyecto

Los costos de operación involucrarán principalmente el mantenimiento de la obra construida, en actividades como:

- Administración del sistema de distribución de agua potable
- Costos de capacitación del personal destinado a la operación de las válvulas
- Limpieza de la cámara de válvulas
- Calibración de las válvulas reguladoras de caudal

Al funcionar las válvulas con la energía cinética del agua que pasa a través de la misma, no es necesario el uso de energía exterior, por tanto no existen costos relacionados.

No es posible aún establecer los gastos operativos en base a que todavía no se ha seleccionado el tipo de válvulas a utilizarse, pues dependiendo de ello es posible que se requiera algún cuidado o condiciones especiales de funcionamiento.

Los costos de operación se han estimado de la siguiente manera:

Cuadro 31. Costos de operación y mantenimiento.

ITEM	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO (dólar)		
				Unitario	Subtotal	Total
1	GASTO EN PERSONAL					
	Técnico supervisión	mes	1	1200	1200	
	Plomero	mes	1	800	800	
	Jornaleros	mes	2	400	800	
	SUBTOTAL 1					2800
2	SEGURIDAD INDUSTRIAL					
	Cascos, Botas y Guantes (2 por año)	u	3	200	600	
	Overoles y chalecos reflectivos (2 por año)	u	3	50	150	
	Overoles Impermeables	u	3	50	150	
	Mascarillas y filtros	u	3	10	30	
	SUBTOTAL 3					930
3	MAQUINARIA					
	Retroexcavadora (1)	h/año	20	25	500	
	Volquetas (2)	h/año	10	15	150	
	Martillo rompedor de asfalto o concreto	h/año	10	15	150	
	Bomba de agua (3)	h/año	30	4	120	
	Camionetas (2)	mes	1	50	50	
	SUBTOTAL 4					970
4	HERRAMIENTA MENOR					
	Palas, picos , carretillas	u	1	100	100	
	SUBTOTAL 5					270
5	PERSONAL Y EQUIPO DE OFICINA					
	Secretaría	mes	1	300	300	
	Radios de comunicación	mes	1	120	120	
	Computadoras e impresora	mes	1	125	125	
	SUBTOTAL 6					545
6	MATERIAL PARA REPARACIONES EMERGENTES					
	Tubería y Accesorios	u	1	3000	1000	
	Varios materiales	u	1	1000	500	
	SUBTOTAL 7					1500
	TOTAL ANUAL					7015

6.3.10 Financiamiento del proyecto

6.3.10.1 Fuentes de financiamiento

El proyecto se financiará mediante partida presupuestaria de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Loja, como parte de las obras realizadas para el mejoramiento de la infraestructura de agua potable.

6.3.10.2 Requisitos del financiamiento

Al ser la Emaalep actualmente una Empresa Pública, el departamento financiero que es el encargado de entregar las partidas presupuestarias, exige la presentación de las garantías por parte del contratista, que son:

- **Garantía del Buen Uso del Anticipo:** Para garantizar el anticipo que la contratante le otorga, al CONSULTOR entregará a favor de la contratante, en forma previa a recibirlo, una garantía de las señaladas en los artículos 73 y 75 de la LONSCP, por un monto equivalente al total del mencionado anticipo.
- **Garantía de fiel cumplimiento del contrato:** Para garantizar que la realización de la obra sea de acuerdo a las especificaciones técnicas de la entidad contratante,

6.3.11 Flujo de fondos

El flujo de fondos depende generalmente de cómo se haya establecido en el contrato de la realización de la obra. Es común dar como anticipo el 50% del monto al inicio del contrato, y el resto al finalizar la obra.

6.3.12 Proyecciones financieras

Para realizar las proyecciones financieras del proyecto es necesario conocer a detalle la siguiente información:

6.3.12.1 Inversión inicial requerida para que el proyecto entre en operación

Se puede resumir la inversión del proyecto de la siguiente manera:

Cuadro 32. Resumen de costos del proyecto

Descripción	Costo \$
Obras de infraestructura	222845.80
Operación y Mantenimiento	7015.00
Plan de Manejo Ambiental	2765.50
TOTAL	232626.30

Por lo tanto el costo integral del proyecto será de \$232626.30 (Doscientos treinta y dos mil seiscientos veintiséis, 30/100 Dólares de los Estados Unidos de América).

6.3.12.2 Horizonte de evaluación del proyecto.

El horizonte de evaluación del proyecto será de diez años, tomando en cuenta que es la vida útil que tienen las válvulas reguladoras de caudal.

6.3.12.3 Valor de rescate del proyecto.

En este caso el valor de rescate sería mínimo e insignificante, dada que las condiciones de operación de los equipos instalados se puede realizarse solo para el control del agua, y por ende no es algo que se pueda vender con facilidad y tiene muy poco valor comercial.

6.3.12.4 Los Flujos Netos de Efectivo.

Se han calculado en base al capital de inversión requerido, los costos de operación y mantenimiento, los costos del plan de manejo ambiental, y los beneficios provenientes de la

disminución de gastos en la parte de mantenimiento de las redes de agua potable, así como el desperdicio indebido del líquido vital en usos inherentes a los necesarios para la vida. Los gastos de mantenimiento se han calculado con una inflación anual del 4,53% (Banco Central del Ecuador, tasa de inflación promedio de los últimos 6 años). Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 33. Flujos netos de efectivo a 10 años

6.3.12.5 Cálculo del VAN y el TIR

AÑOS	INVERSIÓN	O Y M	PMA	BENEFICIOS	FLUJO NETO
0	222845.80				-222845.80
1		7015.00	2765.50	83069.20	73288.70
2		7332.78		83069.20	75736.42
3		7664.95		83069.20	75404.25
4		8012.18		83069.20	75057.02
5		8375.13		83069.20	74694.07
6		8754.52		83069.20	74314.68
7		9151.10		83069.20	73918.10
8		9565.65		83069.20	73503.55
9		9998.97		83069.20	73070.23
10		10451.92		83069.20	72617.28

La tasa de descuento del VAN es del 12%

Cuadro 34. Cálculo del VAN y el TIR

INDICADOR	VALOR
Valor actual neto económico-VAN	176094.97
Tasa Interna de retorno-TIR	31%

El Valor Actual Neto nos indica que al invertir los US\$222845.80 durante el primer año en el proyecto se generaría beneficios económicos netos a la población durante los próximos 10 años equivalentes a US\$ \$ 176094,97 al valor actual.

El VAN es positivo, por lo que se concluye que **el proyecto es viable económicamente.**

Por otro lado, al analizar la Tasa Interna de Retorno, cuyo valor es de 31% podemos concluir que es una tasa atractiva, superior a la tasa de descuento o costo de oportunidad del 12%, por lo que también podemos concluir que *la inversión es rentable económicamente*, por lo que se *recomienda su ejecución*.

6.3.13 Determinación de indicadores

Para determinar los beneficios del proyecto se usarán los indicadores pertenecientes a los siguientes grupos:

- Servicios básicos, infraestructura urbana y medio ambiente: En épocas de racionamiento, los barrios beneficiados del proyecto deberán aumentar en un 50% las horas de servicio de agua potable, en un periodo de 2 años.
- Salud: Se reducirán en un 30% las enfermedades gastrointestinales de los sectores que carecen de agua, en un periodo de dos años.
- Socio-económicos: La eficiencia del sistema de distribución de agua potable para los habitantes de la ciudad de Loja mejorará en un 20%, en dos años.

7 DISCUSIÓN

La discusión presenta los resultados del: estudio técnico, estudio de impacto ambiental y el estudio socioeconómico.

7.1 ESTUDIO TÉCNICO

Del estudio técnico es conveniente discutir sobre los siguientes puntos: Sectorización, caudales, presiones obtenidos, y válvulas dimensionadas.

7.1.1 Sectorización.

Del levantamiento de información inicial se desprenden que existen 38 tanques de reserva, no obstante el análisis final solo reflejó el diseño de válvulas para 33 tanques, lo cual indica que existen sectores que están fuera de la cobertura de la transmisión principal, y que dependen de otras fuentes de agua que pueden ser analizadas por separado.

7.1.2 Caudales y presiones obtenidas

De los caudales demandados obtenidos se puede observar que oscilan de entre un rango de 0.91 Lt/s hasta los 30 Lt/s, lo cual indica la gran variedad que existe con respecto a la distribución hacia las diferentes zonas de la ciudad, lo cual se encuentra afectado por otros factores como la topografía del terreno, así como por la cultura de consumo del líquido vital ya sea en la parte céntrica de la ciudad o en la periferia de la misma; esto dificulta en gran medida la operación del sistema en vista de que no es posible controlar de forma precisa la distribución del líquido vital.

La evaluación del modelo hidráulico nos permitió conocer las presiones en cada tanque, que van desde los 35,17 m.c.a hasta los 279,65 m.c.a. tomando como punto de partida la plante de agua potable ubicada en el sector de Carigán. Esto nos indica que es posible que a más de las válvulas reguladoras de caudal, también se apliquen criterios de regulación de

presión, además de la necesidad de ser cuidadosos sobre la resistencia en el diseño de las válvulas que pudieran ser utilizadas en el proyecto.

7.1.3 Válvulas dimensionadas.

El dimensionamiento de válvulas depende de dos factores fundamentales como son el caudal y la presión. De los resultados de los cálculos se puede notar que existen válvulas diseñadas únicamente en cuatro diámetros: 75 mm, 100 mm, 150 mm y 200 mm; esto indica que con estos rangos se pueden controlar caudales de hasta 30 Lt/s; no obstante es importante que en el medio existan los accesorios de instalación que permitan la implementación del sistema de válvulas, caso contrario, esto podría generar dificultades al momento de instalar los diámetros diseñados en la red de distribución ya que existe una gran variedad de materiales y dimensiones en las tuberías del sistema.

7.2 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

Los resultados se traducen en los impactos positivos y negativo que se generan en los fatos a través de las acciones identificadas.

7.2.1 Factores.

Para el análisis de los factores se tomarán los valores más altos tanto en el sentido positivo como negativo. El impacto positivo se produce mayormente en dos factores: empleo y estructuras; por otra parte de forma negativa se impacta: suelos, calidad (gases, partícula), pastos, salud y seguridad.

El empleo con un valor de 37 es el valor más alto de la tabla, y se debe a la mano de obra necesaria para la implementación del proyecto, así como para su operación.

Las estructuras con un valor de 25 tienen que ver con la adecuación de las instalaciones del sistema de agua potable en los puntos de los tanques de reserva, tanto con el objetivo de

instalar las válvulas reguladoras de caudal, como de asegurar su correcta función y operación.

Los suelos con un valor de -25 se ven afectados principalmente por el movimiento de tierras como resultado de excavaciones, circulación de vehículos, construcciones, vertido de escombros, limpieza y rellenos que se puedan efectuar.

La calidad (gases, partícula) pertenece a la contaminación atmosférica, con un valor de -24 se puede ver afectada tanto por el polvo proveniente del movimiento de tierras y construcciones, como por la emanación de gases del empleo de distintos tipos de maquinaria.

Los pastos con un valor de -26 tienen un impacto negativo debido a que los tanques están ubicados en áreas verdes, y siempre que existe una nueva obra se afecta la cobertura vegetal debido a la circulación de personal, de vehículos y por la construcción de nuevas obras.

La salud y seguridad con un valor de -21 se verá afectada debido a la presencia de maquinaria, así como de los ruidos producidos por la construcción de obras; adicionalmente el realizar labores de construcción siempre tiene su riesgo.

7.2.2 Acciones

Las acciones que tienen mayor impacto positivo son dos: reforestación forestal, control de amenazas y vegetación silvestre. Por otra parte, las acciones con mayor impacto negativo son: alteración de la cobertura terrestre, ruidos y vibraciones, líneas de transmisión eléctrica y corredores, automóviles.

La reforestación forestal con un valor de 48 es el mayor impacto positivo, resultado de la plantación de árboles de tipo ornamental y como barrera de protección necesarias para el cuidado de los tanques de reserva.

El control de amenazas y vegetación silvestre con un valor de 39 se debe a la intención de mejorar el aspecto de los lugares de las obras, ya que generalmente se encuentran en lugares donde no es posible darles un mantenimiento adecuado.

La alteración de la cobertura terrestre con un valor de -32 implica la limpieza, excavaciones, rellenos, abertura de caminos que deban hacerse para la construcción de las obras programadas.

Los ruidos y vibraciones con un valor de -29 se deberán principalmente a los procesos de construcción, principalmente todos aquellos en los cuales sea necesario maquinaria y movimiento de personal, como demoliciones, movimientos de tierras, instalación de valvulería, entre otros.

En el caso de líneas de transmisión eléctrica y corredores, con un valor de -29 se ha considerado la necesidad que tienen algunos equipos de fuentes de energía cercanas, por lo que puede ser necesario realizar obras adicionales para la instalación de líneas eléctricas; no obstante, esto dependerá del tipo de equipos usados para la regulación del caudal.

Finalmente la circulación de automóviles con un valor de -36 aumentará en las zonas en donde se implementarán las obras de infraestructura, debido a la necesidad de trasladar mano de obra, maquinaria, entre otros.

7.3 ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.

Se analizará principalmente la información correspondiente al costo del proyecto, operación y mantenimiento, costo del plan de manejo ambiental, horizonte de diseño, beneficios del proyecto

Del análisis que se desprende del estudio socio-económico se puede notar que el costo de inversión para la construcción, operación y mantenimiento, plan de manejo ambiental es de un total de \$232626.30 (Doscientos treinta y dos mil seiscientos veintiséis, 30/100 dólares

de los Estados Unidos de América). Dentro de estos valores se han considerado obras para construcción de cajas de protección para las válvulas dependiendo del lugar en donde se coloquen.

Aunque la recuperación de la inversión se puede realizar a través de la tarifa del agua, o por contribución de mejoras, el análisis realizado se enfoca en el ahorro proveniente de la mejor gestión del agua potable que se ha estimado en un valor de \$83.069,20 (Ochenta y tres mil sesenta y nueve, 20/100 dólares de los Estados Unidos de América), esto totalizando los cinco meses de operación críticos que se presentan cada año en las redes de agua potable.

Los flujos netos de efectivo se han calculado con una proyección de 10 años que es la vida útil de las válvulas que estipula el fabricante, no obstante ese horizonte se puede ver ampliado en función de un adecuado plan de operación y mantenimiento. La inversión inicial tendrá que realizarse en el primer año, como se indica en el cronograma de ejecución de la obra, no obstante los ingresos producidos por el ahorro del agua se han considerado anualmente, pero es importante recalcar que únicamente son de los cinco meses en el año, en los cuales se hace necesario una mayor regulación del caudal.

En lo que respecta al análisis del VAN y del TIR, se puede observar que el proyecto produce una ganancia de \$ 176094,97 (Ciento setenta y seis mil noventa y cuatro, 97/100 dólares de los Estados Unidos de América). Por otra parte el TIR es del 31%, la cual es una tasa rentable y hace que el proyecto sea viable.

8 CONCLUSIONES

- La implementación de válvulas reguladoras de caudal es necesaria frente a una reducción del porcentaje de fugas por lo tanto conlleva menos construcción de obras de infraestructura para la captación de agua cruda.
- La instalación de válvulas reguladoras de caudal es de bajo costo frente a los beneficios que puede prestar con respecto a la distribución del servicio de agua potable.
- Los impactos ambientales negativos son reversibles y temporales, por el contrario existen impactos positivos como la generación de empleo, que añaden otros beneficios a la ejecución de la obra.
- La inversión es recuperable, y produce ganancia que puede ser reinvertida en la gestión de redes de agua potable urbanas.
- En comparación de las dimensiones de las válvulas y las dimensiones de las tuberías del sistema, se puede notar que el sistema se encuentra sobredimensionado a las necesidades actuales, por lo que es importante se produzca la regulación de caudales a través de válvulas o cualquier dispositivo de control adicional.

9 RECOMENDACIONES

- Es importante que a más de la instalación de válvulas reguladoras de caudal se instalen otros dispositivos como son de control de presión y medición de caudal, que permitirán un mejor análisis del comportamiento frente al consumo del líquido vital.
- En el futuro se deberá realizar una calibración del modelo hidráulico, a través de la generación de curvas características provenientes de la red de distribución de agua potable.
- La colocación de válvulas se ha realizado a un nivel macro, no obstante, en un futuro, se deberán generar sectores hidrométricos más pequeños, los cuales deberán ir acompañados con sus respectivos dispositivos de control.
- El concientizar a la ciudadanía sobre el ahorro y empleo adecuado del líquido vital, es una labor que debe ser acompañada de la correcta operación de la infraestructura de abastecimiento del líquido vital.

10 BIBLIOGRAFÍA

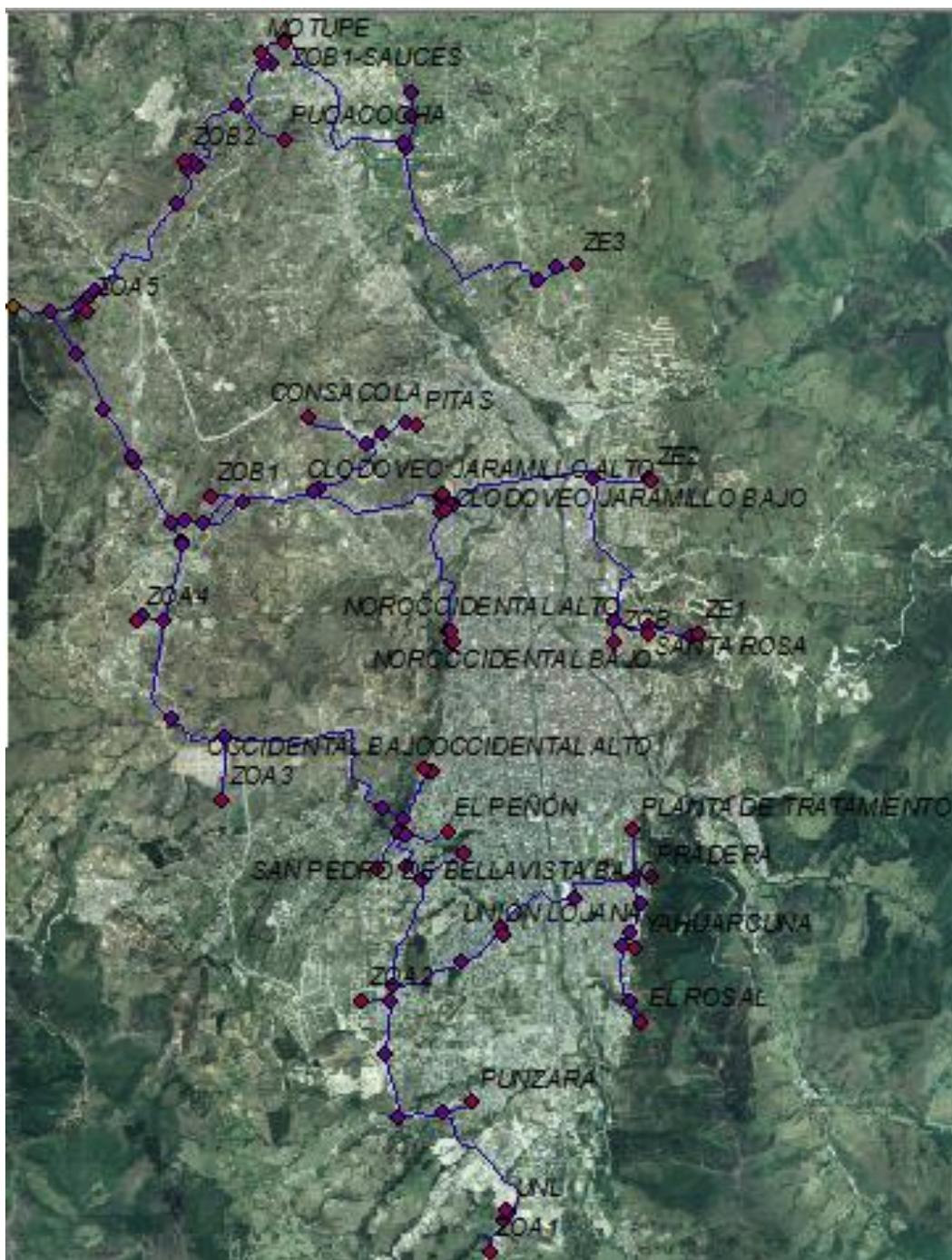
- Informe de Coyuntura Económica N°9. Dinámica poblacional comparativa de la provincia de Loja. Universidad Técnica Particular de Loja 2012.
<http://www.utpl.edu.ec/comunicacion/wp-content/uploads/2012/12/utpl-Informe-de-coyuntura-economica-N-9-ano-2012.pdf>
- La gestión de la demanda del agua: ¡mejor con menos!. Los planes integrales de gestión de la demanda urbana del agua. Graciela Ferrer. Bakeaz, 2011. Agencia Vasca del agua.
http://pdf.bakeaz.efaber.net/publication/full_text/251/La_gestion_de_la_demanda_de_agua__PIGDA_.pdf
- Libro verde de sostenibilidad urbana y local en la era de la información. Centro de Publicaciones Pº Infanta Isabel, 1 - 28014 Madrid. Gobierno de España. Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente. Madrid 2012.
http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/medio-ambiente-urbano/libro_verde_final_15.01.2013_tcm7-247905.pdf
- Herramientas de ayuda a la sectorización de redes de abastecimiento de agua basadas en la teoría de grafos aplicando distintos criterios. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Valencia. Tesina de Máster. Autor: Oscar T. Vegas Niño. Valencia, Septiembre 2012.
http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18008/Tesina_Master_OscarVegas.pdf?sequence=1
- Tutorial (nivel básico) para la elaboración de mapas con ArcGIS. Universidad Autónoma de Madrid Diciembre 2011.
http://biblioteca.uam.es/cartoteca/documentos/CURSO_SIG_BASIC0_I.pdf

- DICKENSON, Christopher. Valves, Piping and Pipelines Handbook. Third Edition. Elsevier advanced technology. 1999. Great Britain.
- SMITH, Peter. Valve Selection Handbook. Engineering Fundamentals for selecting the Right Valve Design for Every Industrial Flow Application. Elsevier, Inc. 2004 United States of America.
- Auditoría de redes de distribución de agua. Enrique Cabrera, Jabier Almandoz, Francisco Arreguil, Jorge Gaarcía-Serra.
<http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/2957/1/64article6.pdf>
- Control de fugas en redes de distribución de agua. Proyecto de desarrollo tecnológico de las instituciones de abastecimiento de agua potable y alcantarillado (DTIAPA). Lima-Perú.
www.cepis.ops-oms.org/bvsacd/scan2/018968/018968.pdf
- Manual de indicadores de gestión para agua potable y alcantarillado sanitario. Asociación de entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas (ADERASA).
http://www.aderasa.org/aa/img_upload/.../Manual_de_Benchmarking_de_ADERASA_marzo_2007.doc
- BOURGUET ORTIZ, Víctor J. (2004). A.C. AF1-3 “Estrategia y organización para la detección de fugas”. Centro mexicano de capacitación en agua y saneamiento, México.
- http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica30.htm
- www.bermad.com
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Loja_\(Ecuador\)#cite_note-10](http://es.wikipedia.org/wiki/Loja_(Ecuador)#cite_note-10)

11 ANEXOS

Anexo1. Resultados de Epanet.

Figura 29. Modelo hidráulico EPANET



Cuadro 35. Resultados de nodos de EPANET

Scenario: Base

Network Table - Nodes

Node ID	Base Demand	Demand	Head	Pressure
	LPS	LPS	m	m
Junc J-1	0	0	2308.66	27.34
Junc J-2	0	0	2308.59	51.12
Junc ZOA5	3.41	3.41	2308.37	41.29
Junc J-4	0	0	2308.15	126.31
Junc ZOB2	17.08	17.08	2308.08	130.33
Junc J-6	0	0	2307.64	235.56
Junc MOTUPE	0	0	2307.64	223.49
Junc ZOB1-SAUCES	4.34	4.34	2306.76	279.65
Junc J-9	0	0	2307.34	280.89
Junc ZE4	0	0	2306.49	265.74
Junc J-11	0	0	2306.49	300.62
Junc ZE3	15.32	15.32	2305.17	71.03
Junc J-13	0	0	2308.14	64.07
Junc J-14	0	0	2307.92	72.84
Junc ZOB1	20.94	20.94	2307.73	65.25
Junc J-16	0	0	2305.81	144.19
Junc J-17	0	0	2301.79	193.23
Junc CONSACOLA	3.16	3.16	2283.18	122.22
Junc PITAS	5.68	5.68	2288.73	180.73
Junc CLODOVEOJARAMILLOALTO	0.98	0.98	2303.75	143.71
Junc J-21	0	0	2303.85	152.41
Junc J-22	0	0	2301.59	244.1
Junc ZE2	9.58	9.58	2291.88	125.63
Junc ZE1	7.92	7.92	2299.93	67.21
Junc J-25	0	0	2303.8	162.54
Junc J-26	0	0	2303.4	189.47
Junc CLODOVEOJARAMILLOBAJO	4.72	4.72	2301.92	193.54
Junc J-28	0	0	2274.42	97.48
Junc NOROCCIDENTALALTO	3.22	3.22	2274.42	97.67
Junc J-31	0	0	2274.46	106.23
Junc NOROCCIDENTALBAJO	24.1	24.1	2271.15	102.33
Junc J-33	0	0	2307.72	110.67
Junc ZOA3	10.55	10.55	2305.97	35.17
Junc ZOA4	4.25	4.25	2308.01	37.54
Junc J-37	0	0	2307.16	58.4
Junc J-38	0	0	2306.09	87.58

Junc OCCIDENTALALTO	4.38	4.38	2305.68	84.2
Junc OCCIDENTALBAJO	4.38	4.38	2305.45	99.87
Junc J-41	0	0	2307.14	62.23
Junc SANPEDRODEBELLAVISTAALTO	6.65	6.65	2306.97	45.65
Junc J-68	0	0	2307.78	208.82
Junc PUCACOCHA	3.48	3.48	2307.64	216.26
Junc J-70	0	0	2308.17	104.55
Junc J-71	0	0	2300.08	187.03
Junc ZCB	29.19	29.19	2299.16	191.77
Junc J-73	0	0	2300.03	143.49
Junc SANTAROSA	0.74	0.74	2299.9	142.12
Junc J-75	0	0	2308.03	84.13
Junc J-76	0	0	2308.14	63.36
Junc J-77	0	0	2308.02	43.95
Junc J-78	0	0	2307.13	74.66
Junc ELPEÑÓN	8.59	8.59	2288.29	98.84
Junc J-80	0	0	2307.06	106.55
Junc SANPEDRODEBELLAVISTABAJO	5.06	5.06	2307.05	121.52
Junc J-82	0	0	2306.78	79.17
Junc J-83	0	0	2306.76	77.7
Junc ZOA2	16.96	16.96	2306.55	55.32
Junc J-85	0	0	2306.28	101.15
Junc PUNZARA	8.28	8.28	2305.66	107.51
Junc J-87	0	0	2306.19	107.64
Junc UNL	0.19	0.19	2306.19	106.24
Junc ZOA1	4.32	4.32	2306.1	68.56
Junc J-90	0	0	2306.69	168.14
Junc UNIÓNLOJANA	3.41	3.41	2302.76	150.21
Junc J-93	0	0	2306.56	153.11
Junc PLANTADETRATAMIENTO	0	0	2306.56	150.68
Junc PRADERA	5.56	5.56	2304.27	117.21
Junc J-98	0	0	2306.41	137.97
Junc YAHUARCUNA	4.42	4.42	2305.79	118.7
Junc J-101	0	0	2306.34	151.7
Junc ELROSAL	2.03	2.03	2306.22	82.2
Junc J-108	0	0	2308.14	134.85
Junc J-112	0	0	2306.48	298.3
Junc J-121	0	0	2305.45	152.15
Junc J-130	0	0	2305.29	84.12
Junc J-139	0	0	2308.48	77.48
Junc J-147	0	0	2308.4	150.27

Junc J-156	0	0	2308.39	162.9
Junc J-160	0	0	2308.06	93.37
Junc J-168	0	0	2305.68	145.4
Junc J-175	0	0	2300.62	199.13
Junc J-177	0	0	2303.87	154.26
Junc J-181	0	0	2303.47	188.47
Junc J-189	0	0	2278.65	129.6
Junc J-194	0	0	2308.17	104.27
Junc J-201	0	0	2307.89	98.45
Junc J-212	0	0	2307.21	150.45
Junc J-220	0	0	2307.08	92.86
Junc J-230	0	0	2306.73	123.6
Junc J-242	0	0	2306.64	210.69
Junc J-252	0	0	2306.53	139.75
Junc J-256	0	0	2306.26	130.66
Junc J-259	0	0	2306.49	84.65
Junc J-266	0	0	2306.17	102.96
Junc J-268	0	0	2303.77	176.51
Junc J-275	0	0	2299.95	77.66
Junc J-283	0	0	2308.55	69.86
Junc J-292	0	0	2308.58	54.86
Junc J-301	0	0	2308.54	74.32
Junc J-309	0	0	2308.23	90.69
Junc J-313	0	0	2308.13	142.2
Junc J-317	0	0	2307.62	244.39
Junc J-328	0	0	2306.49	283.86
Junc J-340	0	0	2308.58	50.22
Junc J-351	0	0	2307.09	92.72
Junc J-357	0	0	2298.88	199.77
Junc J-364	0	0	2302.58	189.94
Junc J-369	0	0	2292.28	126.02
Junc J-378	0	0	2306.75	64.62
Resvr R-1	#N/A	-242.89	2308.75	0

Cuadro 36. Resultados de tuberías en EPANET

Scenario: Base

Network Table - Links

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness mm	Flow LPS
Pipe P-1	385.07	795.6	0.15	242.89
Pipe P-2	277.07	413.3	0.15	43.63
Pipe P-3	101.94	101.6	0.07	3.41
Pipe P-5	822.63	226.2	0.07	17.08
Pipe P-7	138.32	110	0.15	0
Pipe P-10	107.51	60	0.15	4.34
Pipe P-12	197.57	250	0.15	15.32
Pipe P-17	570.30	291	0.07	20.94
Pipe P-24	311.03	60	0.15	0.98
Pipe P-28	601.99	414.5	0.15	79.47
Pipe P-31	235.06	60	0.15	4.72
Pipe P-33	742.23	144.6	0.15	3.22
Pipe P-35	109.59	144.6	0.15	3.22
Pipe P-36	906.84	79.2	0.15	24.1
Pipe P-38	581.87	144.6	0.07	10.55
Pipe P-43	504.95	144.6	0.07	8.76
Pipe P-44	354.14	79.2	0.07	4.38
Pipe P-45	552.32	79.2	0.07	4.38
Pipe P-46	123.17	513.9	0.15	65.47
Pipe P-47	434.13	184.6	0.07	6.65
Pipe P-78	526.08	300	0.15	19.66
Pipe P-79	569.82	160	0.15	3.48
Pipe P-83	642.93	60	0.15	3.16
Pipe P-84	160.28	300	0.15	37.85
Pipe P-86	205.06	200	0.15	29.19
Pipe P-87	34.88	250	0.15	8.66
Pipe P-89	670.81	60	0.15	0.74
Pipe P-90	733.92	598.6	0.15	-89.03
Pipe P-91	187.87	598.6	0.15	-89.03
Pipe P-92	202.71	230.8	0.07	4.25
Pipe P-93	802.54	230.8	0.07	4.25
Pipe P-95	635.08	513.9	0.15	58.82
Pipe P-96	451.57	79.2	0.07	8.59
Pipe P-98	487.15	364.8	0.07	5.06
Pipe P-99	106.10	413.9	0.15	45.17
Pipe P-100	138.14	413.9	0.15	2.16

Pipe P-101	138.14	413.9	0.15	27.59
Pipe P-102	301.10	230.8	0.07	16.96
Pipe P-104	326.58	144.6	0.07	8.28
Pipe P-105	132.24	226.2	0.07	4.51
Pipe P-106	241.19	79.2	0.07	0.19
Pipe P-110	1.17	60	0.15	3.41
Pipe P-112	470.74	250	0.15	0
Pipe P-113	363.12	100	0.15	5.56
Pipe P-117	157.66	180.8	0.07	6.45
Pipe P-118	145.79	99.4	0.07	4.42
Pipe P-127	799.71	364.8	0.15	23.14
Pipe P-135	463.61	300	0.15	15.32
Pipe P-153	241.43	250	0.15	15.32
Pipe P-171	252.03	226.2	0.07	15.32
Pipe P-172	197.63	230.8	0.07	15.32
Pipe P-205	517.28	798.8	0.15	199.26
Pipe P-223	559.01	798.8	0.15	199.26
Pipe P-224	675.69	699.2	0.15	199.26
Pipe P-231	179.42	463.4	0.15	-110.23
Pipe P-232	134.34	464.2	0.15	-110.23
Pipe P-247	61.97	144.6	0.07	8.84
Pipe P-248	790.78	125	0.15	8.84
Pipe P-259	178.40	100	0.15	5.68
Pipe P-263	131.31	364.8	0.15	80.45
Pipe P-264	271.58	414.5	0.15	80.45
Pipe P-271	627.04	200	0.15	32.04
Pipe P-272	128.40	200	0.15	32.04
Pipe P-288	203.12	144.6	0.15	27.32
Pipe P-297	10.32	699.2	0.15	89.03
Pipe P-298	198.77	598.6	0.15	89.03
Pipe P-311	102.06	598.6	0.15	84.78
Pipe P-312	596.06	514.9	0.15	84.78
Pipe P-334	224.26	514.9	0.15	74.23
Pipe P-335	221.76	513.9	0.15	74.23
Pipe P-350	446.93	513.9	0.15	50.23
Pipe P-351	20.67	514.9	0.15	50.23
Pipe P-364	713.76	364.8	0.15	15.42
Pipe P-365	49.96	350	0.15	15.42
Pipe P-388	883.23	350	0.15	12.01
Pipe P-389	728.65	300	0.15	12.01
Pipe P-408	225.86	226.2	0.07	6.45

Pipe P-409	302.53	180.8	0.07	6.45
Pipe P-416	554.85	144.6	0.07	2.03
Pipe P-417	269.21	147.6	0.07	2.03
Pipe P-423	445.67	226.2	0.07	12.79
Pipe P-436	101.85	180.8	0.07	4.32
Pipe P-437	352.79	184.6	0.07	4.32
Pipe P-440	555.83	364.8	0.15	47.43
Pipe P-441	15.04	300	0.15	47.43
Pipe P-452	399.75	226.2	0.07	7.92
Pipe P-453	100.55	230.8	0.07	7.92
Pipe P-484	462.10	413.3	0.15	40.22
Pipe P-485	110.86	413.9	0.15	40.22
Pipe P-502	819.05	414.5	0.15	40.22
Pipe P-518	143.08	413.9	0.15	40.22
Pipe P-519	404.76	414.5	0.15	40.22
Pipe P-526	669.77	364.8	0.15	23.14
Pipe P-527	921.24	300	0.15	23.14
Pipe P-534	711.91	300	0.15	19.66
Pipe P-535	412.43	250	0.15	19.66
Pipe P-554	285.64	125	0.15	0
Pipe P-555	25.40	150	0.07	0
Pipe P-576	481.32	795.6	0.15	199.26
Pipe P-577	589.10	797.2	0.15	199.26
Pipe P-596	453.45	364.2	0.15	89.29
Pipe P-597	704.80	364.8	0.15	89.29
Pipe P-608	264.71	100	0.15	5.68
Pipe P-609	112.40	60	0.15	5.68
Pipe P-622	476.40	150	0.15	27.32
Pipe P-623	140.14	150	0.15	27.32
Pipe P-632	519.74	100	0.15	9.58
Pipe P-633	241.14	99.4	0.07	9.58
Pipe P-648	5.04	413.9	0.15	12.79
Pipe P-649	603.70	230.8	0.07	12.79

Anexo 2. Resultados de diseño de Válvulas

BERMAD
Sizing Report

Municipio de
Loja

Christian León | clnival@yahoo.es



Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeÁn
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	Yahuarcuna
Remarks	

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Valve Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	118.6	meter
P2	115	meter
Flow	4.42	lps
Dp	3.6	meter
Min Dp	2.5	meter
Flow Velocity	1.0	m/sec
Valve Opening	56.9	%
Hydraulic Noise	53.6	dBA (at 3 m)
Choked Flow	73.4	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeÁn
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	Pradera
Remarks	

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	4
Time to Overhaul	100000.0

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	117.2	meter
P2	115	meter
Flow	5.56	lps
Dp	2.2	meter
Min Dp	2.0	meter
Flow Velocity	0.7	m/sec
Valve Opening	55.6	%
Hydraulic Noise	50.9	dB(A (at 3 m)
Choked Flow	126.6	lps
Cavitation Damage	None	

BERMAD
 Sizing Report

 Municipio de
 Loja

Christian León | clnival@yahoo.es


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian León
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	ZOA1
Remarks	

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	68.5	meter
P2	65	meter
Flow	4.32	lps
Dp	3.5	meter
Min Dp	2.5	meter
Flow Velocity	1.0	m/sec
Valve Opening	56.8	%
Hydraulic Noise	53.5	dB(A) (at 3 m)
Choked Flow	55.7	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian León
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	Punzara
Remarks	

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	4
Time to Overhaul	100000.0

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	107.5	meter
P2	104	meter
Flow	8.28	lps
Dp	3.5	meter
Min Dp	2.2	meter
Flow Velocity	1.1	m/sec
Valve Opening	58.7	%
Hydraulic Noise	55.7	dBA (at 3 m)
Choked Flow	121.2	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian León
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	ZOA2
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	8
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	55.3	meter
P2	53	meter
Flow	16.96	lps
Dp	2.3	meter
Min Dp	1.3	meter
Flow Velocity	0.5	m/sec
Valve Opening	50.0	%
Hydraulic Noise	54.4	dB(A) (at 3 m)
Choked Flow	353.9	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian León
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	San Pedro de Bellavista Bajo
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	4
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	121.5	meter
P2	118	meter
Flow	5.06	lps
Dp	3.5	meter
Min Dp	1.9	meter
Flow Velocity	0.6	m/sec
Valve Opening	49.7	%
Hydraulic Noise	52.6	dBA (at 3 m)
Choked Flow	128.9	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeA^n
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	El Peñón
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	4
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	98.8	meter
P2	95	meter
Flow	8.59	lps
Dp	3.8	meter
Min Dp	2.3	meter
Flow Velocity	1.1	m/sec
Valve Opening	58.7	%
Hydraulic Noise	56.3	dBA (at 3 m)
Choked Flow	116.2	lps
Cavitation Damage	None	

BERMAD
 Sizing Report

 Municipio de
 Loja

Christian León | clnival@yahoo.es


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeAñn
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	ZCB
Remarks	

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	25
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	8
Time to Overhaul	100000.0

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	191.7	meter
P2	188	meter
Flow	29.19	lps
Dp	3.7	meter
Min Dp	1.6	meter
Flow Velocity	0.9	m/sec
Valve Opening	55.4	%
Hydraulic Noise	59.4	dBA (at 3 m)
Choked Flow	660.3	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian León
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	Pucacocha
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	25
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	216.1	meter
P2	213	meter
Flow	3.48	lps
Dp	3.1	meter
Min Dp	2.3	meter
Flow Velocity	0.8	m/sec
Valve Opening	54.1	%
Hydraulic Noise	51.2	dBA (at 3 m)
Choked Flow	99.1	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeÁn
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	Occidental Alto y Bajo
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	99.8	meter
P2	97	meter
Flow	4.38	lps
Dp	2.8	meter
Min Dp	2.5	meter
Flow Velocity	1.0	m/sec
Valve Opening	59.3	%
Hydraulic Noise	52.3	dB(A) (at 3 m)
Choked Flow	67.3	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeÁn
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	ZOA4
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	37.5	meter
P2	34	meter
Flow	4.25	lps
Dp	3.5	meter
Min Dp	2.4	meter
Flow Velocity	1.0	m/sec
Valve Opening	56.5	%
Hydraulic Noise	53.7	dBA (at 3 m)
Choked Flow	41.2	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeÁn
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	ZOA3
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	6
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	35.2	meter
P2	33	meter
Flow	10.55	lps
Dp	2.2	meter
Min Dp	1.3	meter
Flow Velocity	0.6	m/sec
Valve Opening	52.5	%
Hydraulic Noise	53.4	dBA (at 3 m)
Choked Flow	159.1	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeA'n
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	Noroccidental Bajo
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	8
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	102.3	meter
P2	99	meter
Flow	24.10	lps
Dp	3.3	meter
Min Dp	1.5	meter
Flow Velocity	0.8	m/sec
Valve Opening	53.3	%
Hydraulic Noise	57.9	dBA (at 3 m)
Choked Flow	482.0	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeÁn
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	Noroccidental Alto
Remarks	

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	97.6	meter
P2	95	meter
Flow	3.22	lps
Dp	2.6	meter
Min Dp	2.3	meter
Flow Velocity	0.7	m/sec
Valve Opening	54.2	%
Hydraulic Noise	50.0	dB(A at 3 m)
Choked Flow	66.6	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeA'n
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	Clodoveo Jaramillo Bajo
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	25
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	193.4	meter
P2	190	meter
Flow	4.72	lps
Dp	3.4	meter
Min Dp	2.5	meter
Flow Velocity	1.1	m/sec
Valve Opening	58.8	%
Hydraulic Noise	53.6	dBA (at 3 m)
Choked Flow	93.8	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeÁn
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	Pitas
Remarks	

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	25
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	4
Time to Overhaul	100000.0

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	180.7	meter
P2	178	meter
Flow	5.68	lps
Dp	2.7	meter
Min Dp	2.0	meter
Flow Velocity	0.7	m/sec
Valve Opening	54.2	%
Hydraulic Noise	52.0	dB(A) (at 3 m)
Choked Flow	157.2	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeA²n
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	Consacola
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	122.2	meter
P2	119	meter
Flow	3.16	lps
Dp	3.2	meter
Min Dp	2.3	meter
Flow Velocity	0.7	m/sec
Valve Opening	52.4	%
Hydraulic Noise	50.9	dBA (at 3 m)
Choked Flow	74.5	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeA²n
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	ZOB1
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	8
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	65.2	meter
P2	63	meter
Flow	20.94	lps
Dp	2.2	meter
Min Dp	1.4	meter
Flow Velocity	0.7	m/sec
Valve Opening	54.2	%
Hydraulic Noise	55.3	dB(A at 3 m)
Choked Flow	384.5	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeÁn
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	ZE3
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	6
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	71	meter
P2	69	meter
Flow	15.32	lps
Dp	2.0	meter
Min Dp	1.5	meter
Flow Velocity	0.9	m/sec
Valve Opening	60.1	%
Hydraulic Noise	54.9	dBA (at 3 m)
Choked Flow	226.4	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeÁn
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	ZOB1-Sauces
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	25
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	279.5	meter
P2	277	meter
Flow	4.34	lps
Dp	2.5	meter
Min Dp	2.5	meter
Flow Velocity	1.0	m/sec
Valve Opening	60.3	%
Hydraulic Noise	51.5	dB(A (at 3 m)
Choked Flow	112.8	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeÃ³n
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	ZOB2
Remarks	

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	6
Time to Overhaul	100000.0

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	130.3	meter
P2	127	meter
Flow	17.08	lps
Dp	3.3	meter
Min Dp	1.6	meter
Flow Velocity	1.0	m/sec
Valve Opening	57.2	%
Hydraulic Noise	57.8	dBA (at 3 m)
Choked Flow	307.0	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACION DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeA^n
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	ZOA5
Remarks	

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	41.3	meter
P2	39	meter
Flow	3.41	lps
Dp	2.3	meter
Min Dp	2.3	meter
Flow Velocity	0.8	m/sec
Valve Opening	56.3	%
Hydraulic Noise	49.9	dBA (at 3 m)
Choked Flow	43.2	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA.
Date	21/7/2013
User	Christian LeÁn
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	ZE1
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	4
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	67.2	meter
P2	65	meter
Flow	7.92	lps
Dp	2.2	meter
Min Dp	2.2	meter
Flow Velocity	1.0	m/sec
Valve Opening	63.0	%
Hydraulic Noise	53.2	dB(A (at 3 m)
Choked Flow	95.8	lps
Cavitation Damage	None	

Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeAñn
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	ZE2
Remarks	

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	4
Time to Overhaul	100000.0

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	125.6	meter
P2	123	meter
Flow	9.58	lps
Dp	2.6	meter
Min Dp	2.4	meter
Flow Velocity	1.2	m/sec
Valve Opening	65.9	%
Hydraulic Noise	55.0	dB(A (at 3 m)
Choked Flow	131.1	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian León
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	El Rosal
Remarks	

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	82.2	meter
P2	78	meter
Flow	2.03	lps
Dp	4.2	meter
Min Dp	2.1	meter
Flow Velocity	0.5	m/sec
Valve Opening	41.8	%
Hydraulic Noise	49.6	dB(A (at 3 m)
Choked Flow	61.1	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeA'n
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	UNL
Remarks	

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	106.2	meter
P2	103	meter
Flow	0.19	lps
Dp	5.2	meter
Min Dp	1.8	meter
Flow Velocity	0.0	m/sec
Valve Opening	5.8	%
Hydraulic Noise	35.7	dBA (at 3 m)
Choked Flow	69.5	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian León
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	Santa Rosa
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	25
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	142.1	meter
P2	138	meter
Flow	0.74	lps
Dp	4.1	meter
Min Dp	1.9	meter
Flow Velocity	0.2	m/sec
Valve Opening	25.4	%
Hydraulic Noise	42.9	dBA (at 3 m)
Choked Flow	80.4	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeAñ
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	Clodoveo Jaramillo Alto
Remarks	

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	25
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	143.6	meter
P2	140	meter
Flow	0.98	lps
Dp	3.6	meter
Min Dp	1.9	meter
Flow Velocity	0.2	m/sec
Valve Opening	32.4	%
Hydraulic Noise	44.0	dBA (at 3 m)
Choked Flow	80.8	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian León
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	ZOB1-Sauces
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	25
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	279.5	meter
P2	277	meter
Flow	4.34	lps
Dp	2.5	meter
Min Dp	2.5	meter
Flow Velocity	1.0	m/sec
Valve Opening	60.3	%
Hydraulic Noise	51.5	dBA (at 3 m)
Choked Flow	112.8	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
User	Christian LeÁn
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	San Pedro de Bellavista Alto
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	16
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	4
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	45.6	meter
P2	43	meter
Flow	6.65	lps
Dp	2.6	meter
Min Dp	2.1	meter
Flow Velocity	0.9	m/sec
Valve Opening	57.3	%
Hydraulic Noise	53.1	dBA (at 3 m)
Choked Flow	78.8	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA
Date	21/7/2013
Jser	Christian LeÃ³n
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	Unión Lojana
Remarks	

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	25
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	150.1	meter
P2	147	meter
Flow	3.41	lps
Dp	3.1	meter
Min Dp	2.3	meter
Flow Velocity	0.8	m/sec
Valve Opening	53.8	%
Hydraulic Noise	51.1	dB(A (at 3 m)
Choked Flow	82.6	lps
Cavitation Damage	None	


Project Details

Project	OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL DISEÑO Y MODELACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL EN LOS TANQUES DE RESERVA.
Date	21/7/2013
Jser	Christian LeAñn
Client	Christian León
Country	Ecuador
Tag	Unión Lojana
Remarks	

Valva Characteristics

Valve Plug	V-port
Valve Pattern	Y-Pattern
Pressure Rating	25
Body Material	Ductile Iron
Flow Stem Adjustment	100
Valve Size	3
Time to Overhaul	100000.0

Series & Application

Series	700-
Tag	770 - Flow Limiting Valve
Type	Modulating Valve

Liquid Properties

Liquid	Water
Relative Density	1
Liquid Temp	25
Kinematic Viscosity	9.075E-07

Operating Condition

	Normal Flow	Unit
Working Time	100	%
P1	150.1	meter
P2	147	meter
Flow	3.41	lps
Dp	3.1	meter
Min Dp	2.3	meter
Flow Velocity	0.8	m/sec
Valve Opening	53.8	%
Hydraulic Noise	51.1	dBA (at 3 m)
Choked Flow	82.6	lps
Cavitation Damage	None	

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	TÍTULO	1
2.	RESÚMEN.....	2
3.	INTRODUCCIÓN.....	6
3.1	OBJETIVOS	11
3.1.1	Objetivo General.....	11
3.1.2	Objetivos Específicos	11
4.	REVISIÓN DE LA LITERATURA	12
4.1	¿EN QUÉ CONSISTE LA GESTIÓN DE LA DEMANDA?	13
4.2	CICLO DEL AGUA.....	15
4.3	INCREMENTAR EL USO EFICIENTE DEL AGUA	16
4.4	SECTORIZACIÓN.....	17
4.4.1	Tipologías de redes de distribución de agua según su uso.	18
4.4.1.1	Según su uso.....	18
4.4.1.2	Según su topología.....	18
4.4.1.3	Según el sistema de alimentación	19
4.4.1.4	Utilización de depósitos zonales:	20
4.4.1.5	Sistemas de distribución sectorizados y escalonados.....	21
4.5	ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN UN MODELO SOBRE EPANET	21
4.6	ECUACIONES FUNDAMENTALES	23
4.6.1	Ecuación de energía. Ecuación de Euler.	23
4.6.2	Las pérdidas de carga	24
4.6.2.1	Pérdidas de carga continuas	24
4.7	MODELOS DE ANÁLISIS DE REDES DE ABASTECIMIENTO	27
4.7.1	Modelos de análisis estático.....	28
4.7.2	Modelos de análisis dinámico.....	28
4.7.2.1	Modelos inerciales	28
4.7.2.2	Modelos no inerciales	29
4.8	ETAPAS QUE COMPONEN LA ELABORACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO	29

4.9	EL SOFTWARE EPANET	30
4.9.1	Capacidades de Epanet.....	31
4.9.2	Limitaciones de EPANET.	32
4.10	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	33
4.10.1	Software Arc Gis.....	34
4.10.2	Aplicación de los SIG en redes de distribución de agua potable.	35
4.11	SECTORIZACIÓN.....	36
4.11.1	Modelo computacional	36
4.11.2	Ventajas e inconvenientes de la sectorización	37
4.11.3	Etapas para sectorizar una red.....	38
4.11.4	Criterios de sectorización.....	38
4.12	VÁLVULAS	39
4.12.1	Válvulas reguladoras de caudal.....	40
4.13	SOFTWARE PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE VÁLVULAS	46
4.13.1	Detalles de proyecto.....	47
4.13.2	Unidades y líquidos.....	47
4.13.3	Selección de Modelo.....	48
4.13.4	Dimensionamiento.	48
4.13.5	Presentación de resultados.....	49
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	50
5.1	MATERIALES	50
5.1.1	Materiales de oficina.....	50
5.1.2	Equipos de campo	50
5.1.3	Software de análisis.....	50
5.2	METODOLOGÍA.....	50
5.2.1	Estudio Técnico.	50
5.2.2	Estudio de impacto ambiental.....	52
5.2.3	Estudio Socio-Económico	52
6.	RESULTADOS.....	53
6.1	ESTUDIO TÉCNICO	53
6.1.1	Puntos de tanques.	53
6.1.2	Delimitación de las áreas de cobertura de los tanques de abastecimiento.	54
6.1.3	Subdivisión según densidades poblacionales.	56
6.1.4	Población por sectores	57
6.1.5	Caudales por sectores.	58
6.1.6	Modelo hidráulico	59
6.1.7	Presiones en los nudos.	60

6.1.8	Dimensionamiento de Válvulas.....	61
6.2	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	63
6.2.1	Objetivo general del estudio de impacto ambiental	63
6.2.2	Objetivos específicos	63
6.2.3	Marco legal	63
6.2.4	Actividades de construcción	71
6.2.5	Definición del área de influencia del proyecto.....	73
6.2.5.1	Área de Influencia Directa (AID).....	73
6.2.5.2	Área de Influencia Indirecta (AII).....	74
6.2.6	Ambiente físico.....	75
6.2.6.1	Clima	75
6.2.6.2	Geología.....	75
6.2.6.3	Orografía.....	77
6.2.6.4	Hidrografía	77
6.2.7	Ambiente biológico.....	77
6.2.7.1	Flora y fauna.....	77
6.2.8	Ambiente socio-económico y cultural.....	78
6.2.8.1	Demografía.....	78
6.2.8.2	Economía.....	81
6.2.8.3	Migración.....	82
6.2.8.4	Religión	82
6.2.8.5	Arte y cultura.....	83
6.2.9	Predicción y análisis de los impactos ambientales.....	83
6.2.9.1	Identificación y evaluación del impacto ambiental.	83
6.2.9.2	Identificación ambiental de las actividades con proyecto.....	84
6.2.9.3	Parámetros de evaluación.....	84
6.2.9.4	Definición de los parámetros	85
6.2.9.5	Identificación de impactos de interacción de los factores y recursos del ambiente con las actividades en la construcción y operación del proyecto.....	85
6.2.9.6	Identificación de recursos ambientales del entorno afectados.....	88
6.2.9.7	Plan de manejo ambiental	89
6.2.9.7.1	Definición de Responsabilidades en el Plan de Manejo Ambiental	89
6.2.9.7.2	Estrategias para la Aplicación del Plan de Manejo Ambiental	90
6.2.9.7.3	Programa de salud y seguridad ocupacional	90
6.2.9.7.4	Plan de contingencia y atención a emergencias	93
6.2.9.7.5	Programa de concientización ambiental	96
6.2.9.7.6	Programa de manejo de escombros	98
6.2.9.7.7	Programa de manejo de desechos	98
6.2.9.7.8	Programa de prevención ambiental.....	99
6.2.9.7.9	Programa de seguridad comunitaria.....	103
6.2.9.7.10	Programa de monitoreo y seguimiento.....	106
6.2.9.7.11	Obligaciones del Constructor	1067
6.3	ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO.....	108

6.3.1	Oferta	108
6.3.2	Demanda	109
6.3.3	Precio del agua potable.....	111
6.3.4	Impacto económico	114
6.3.4.1	Beneficios y Costos Directos	114
6.3.4.2	Beneficios y Costos Indirectos	115
6.3.5	Inversiones y gastos relacionados con el proyecto de optimización.....	115
6.3.5.1	Programa de inversiones con y sin la instalación de válvulas reguladoras de caudal. .	115
6.3.5.2	Gastos relacionados sin la implementación de válvulas de regulación de caudales.....	118
6.3.6	Impacto social.....	121
6.3.6.1	Impuestos a la ventas, tarifas arancelarias e impuesto al diésel	121
6.3.6.2	Generación de ingresos	121
6.3.6.3	Impuesto a la renta de los contratistas	122
6.3.7	Programa de ejecución del proyecto	122
6.3.7.1	Cronograma y secuencia de actividades.....	122
6.3.8	Inversiones del proyecto	126
6.3.8.1	Inversiones fijas.....	126
6.3.8.2	Gastos de preproducción	126
6.3.8.3	Capital de trabajo	126
6.3.9	Costos de operación del proyecto.....	127
6.3.10	Financiamiento del proyecto.....	129
6.3.10.1	Fuentes de financiamiento	129
6.3.10.2	Requisitos del financiamiento.....	129
6.3.11	Flujo de fondos.....	129
6.3.12	Proyecciones financieras	129
6.3.12.1	Inversión inicial requerida para que el proyecto entre en operación	130
6.3.12.2	Horizonte de evaluación del proyecto.....	130
6.3.12.3	Valor de rescate del proyecto.....	130
6.3.12.4	Los Flujos Netos de Efectivo.....	130
6.3.12.5	Cálculo del VAN y el TIR	131
6.3.13	Determinación de indicadores	132
7.	DISCUSIÓN.....	133
7.1	ESTUDIO TÉCNICO	133
7.1.1	Sectorización.....	133
7.1.2	Caudales y presiones obtenidas	133
7.1.3	Válvulas dimensionadas.	134
7.2	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	134
7.2.1	Factores.....	134
7.2.2	Acciones	135
7.3	ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.....	136

	185
8. CONCLUSIONES	138
9. RECOMENDACIONES	139
10. BIBLIOGRAFÍA	140
11. ANEXOS	142

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadro de caudales de agua potable de la ciudad de Loja.....	8
Cuadro 2. Caudales tarifados.....	9
Cuadro 3. Condiciones de utilización de los diferentes recursos hídricos.....	17
Cuadro 4. Fórmulas de pérdidas de carga soportadas por EPANET.....	25
Cuadro 5. Números de Reynolds según régimen.....	26
Cuadro 6. Grupos de válvulas según método de regulación.....	40
Cuadro 7. Coordenadas de tanques de la ciudad de Loja.....	53
Cuadro 8. Áreas de cobertura por sectores.....	55
Cuadro 9. Caudales por nodos.....	58
Cuadro 10. Demandas, cotas y presiones en los nodos de interés.....	60
Cuadro 11. Tanques y diámetro de válvulas reguladoras de caudal.....	62
Cuadro 12. Ubicación y áreas de influencia.....	73
Cuadro 13. Crecimiento de la población de Loja, distribución y proyecciones.....	81
Cuadro 14. Parámetros de Evaluación.....	85
Cuadro 15. Matriz de identificación de impactos ambientales.....	86
Cuadro 16. Matriz de valoración de impactos ambientales.....	87
Cuadro 17. Costo plan de salud y seguridad ocupacional.....	92
Cuadro 18. Costo plan de contingencia y atención a emergencias.....	96

Cuadro 19. Costo programa de concientización ambiental.....	97
Cuadro 20. Costo programa de manejo de desechos.....	99
Cuadro 21. Costo programa de prevención ambiental.....	102
Cuadro 22. Costo programa de seguridad comunitaria.....	106
Cuadro 23. Resumen de emisión de agua facturada.....	109
Cuadro 24. Horarios de racionamiento de agua de la ciudad de Loja.....	110
Cuadro 25. Costo del metro cúbico de agua potable.....	111
Cuadro 26. Costo del proyecto.....	115
Cuadro 27. Porcentaje de costos indirectos.....	117
Cuadro 28. Cómputo de daños de matrices de agua potable.....	119
Cuadro 29. Costo reparación de una acometida matriz.....	120
Cuadro 30. Cronograma de trabajo.....	123
Cuadro 31. Costos de operación y mantenimiento.....	128
Cuadro 32. Resumen de costos del proyecto.....	130
Cuadro 33. Flujos netos de efectivo a 10 años.....	131
Cuadro 34. Cálculo del VAN y el TIR.....	131
Cuadro 35. Resultados de nodos de EPANET.....	143
Cuadro 36. Resultados de tuberías en EPANET.....	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo del agua.....	15
Figura 2. Tipos de redes según topología.....	19
Figura 3. Alimentación desde depósito.....	19
Figura 4. Inyección directa a red.....	19
Figura 5. Inyección directa con depósito de compensación.....	20

Figura 6. Inyección directa a depósitos reguladores zonales.....	20
Figura 7. Inyección desde depósito con sectorización de red.....	21
Figura 8. Modelo de análisis de redes de abastecimiento.....	28
Figura 9. Esquema de un SIG utilizado para la Gestión de un Abastecimiento de agua potable a una población.....	35
Figura 10. Válvula de Globo.....	41
Figura 11. Válvula de pistón.....	41
Figura 12. Válvula de compuerta paralela.....	42
Figura 13. Válvula de cuña.....	43
Figura 14. Válvula de tapón.....	43
Figura 15. Válvula de bola.....	44
Figura 16. Válvula de Mariposa.....	45
Figura 17. Válvula de pinza.....	45
Figura 18. Válvulas de diafragma.....	46
Figura 19. Detalles del proyecto.....	47
Figura 20. Unidades y característica de los líquidos.....	48
Figura 21. Selección de modelo.....	48
Figura 22. Dimensionamiento.....	49
Figura 23. División de áreas de cobertura de tanques.....	55
Figura 24. Subdivisión de áreas.....	57
Figura 25. Transmisiones de agua potable de la Ciudad de Loja.....	60
Figura 26. Mapa Geológico.....	76
Figura 27. Diagrama de población de Loja.....	80
Figura 28. Daños producidos entre el 2010 y 2011.....	119
Figura 29. Modelo hidráulico EPANET.....	142

