

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA  
CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS DOMICILIARIO  
EN EL MUNICIPIO DE SIMACOTA, PROVINCIA COMUNERA, DEL  
DEPARTAMENTO DE SANTANDER**

**MARITZA ISABAEI GONZALEZ BLANCO  
HELENA MARGARITA RIBÓN BARRIOS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOQUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
BUCARAMANGA  
2008**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA  
CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS DOMICILIARIO  
EN EL MUNICIPIO DE SIMACOTA, PROVINCIA COMUNERA, DEL  
DEPARTAMENTO DE SANTANDER**

**MARITZA ISABAEI GONZALEZ BLANCO  
HELENA MARGARITA RIBÓN BARRIOS**

**Director  
Ing. JULIO CESAR PEREZ ANGULO  
Especialista en Ingeniería de Gas**

**CODIRECTOR  
Ing. JAIME CORZO GÓMEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
BUCARAMANGA  
2008**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Jurado**

---

**Jurado**

---

**Presidente del Jurado**

**Bucaramanga, Octubre de 2008**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Al Ing. JAIME CORZO GOMEZ, Gerente General de INGASOIL S.A. E.S.P., por su orientación y dedicación en la elaboración de esta tesis.

Al Ing. FIDEL RAMIREZ REY, Gerente Técnico de INGASOIL S.A. E.S.P., por su orientación y apoyo en nuestro trabajo.

Al Dr. SEVERIANO CALA CALA, Alcalde del Municipio de Simacota Santander, por toda la colaboración brindada y la disposición para llevar a feliz término este proyecto.

Al Ing. JULIO CESAR PEREZ ANGULO, director de la presente tesis de grado, por su colaboración en la realización de este proyecto.

Al Ing. NICOLAS SANTOS SANTOS, por sus aportes en el desarrollo de este proyecto.

A La UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, en especial a la ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS, por su importante participación en los procesos de nuestra formación académica como profesionales que nuestro país necesita.

A FAMILIARES Y AMIGOS, por su apoyo y colaboración constante.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCION</b>	<b>15</b>
<b>1. ASPECTOS GENERALES</b>	<b>16</b>
<b>1.1 MONOGRAFIA DEL MUNICIPIO DE SIMACOTA</b>	<b>16</b>
1.1.1 Localización y extensión geográfica.	16
1.1.2 Vías de Acceso.	17
<b>1.2 ASPECTOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL</b>	<b>17</b>
1.2.1 Servicios públicos.	17
1.2.2 Servicios públicos esenciales.	19
1.2.3 Servicios públicos complementarios.	21
1.2.4 Vivienda.	23
1.2.5 División política.	24
<b>2. DISEÑO</b>	<b>26</b>
<b>2.1 MARCO TEORICO</b>	<b>26</b>
2.1.1 Redes Urbanas.	26
2.1.1.1 Componentes.	26
2.1.1.2 Especificaciones de los materiales.	27
2.1.1.3 Definiciones técnicas.	30
<b>2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION</b>	<b>32</b>
2.2.1 Parámetros de diseño.	32
2.2.1.1 Localización.	32
2.2.1.2 Alcance.	32
2.2.1.3 Cobertura.	32
2.2.1.4 Caracterización de la demanda.	33
2.2.2 Criterios de diseño.	34
2.2.2.1 Selección de Rutas.	34
<b>2.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD</b>	<b>35</b>
2.3.1 Investigación de mercados.	35
2.3.2 Diseño de la muestra.	35
2.3.3 Selección del tipo de muestreo.	36
2.3.4 Encuesta.	37
<b>2.4 DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES</b>	<b>47</b>
<b>2.5 CALCULO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>52</b>
2.5.1 Vaporización del tanque.	52
2.5.2 Tiempo de recarga.	54
<b>3. CALCULOS ECONOMICOS</b>	<b>55</b>
<b>3.1 PROYECCION DE LA DEMANDA</b>	<b>55</b>

<b>3.1.1</b>	<b>Expansión futura del municipio de Simacota.</b>	<b>55</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Estimativos de consumo.</b>	<b>59</b>
<b>3.2</b>	<b>ANALISIS DE DE LA INVERSION</b>	<b>65</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Presupuesto de inversión den redes de distribución.</b>	<b>65</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Inversión en tanques estacionarios.</b>	<b>66</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Otras inversiones requeridas por el proyecto.</b>	<b>66</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Inversiones para control de la calidad del gas.</b>	<b>67</b>
<b>3.3</b>	<b>ESTRUCTURA DE LOS COSTOS DE ADMINISTRACION OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (AOM).</b>	<b>70</b>
<b>3.4</b>	<b>TOTALES Y VALOR PRESENTE DE INVERSIONES, VENTAS DE GLP Y COSTOS DE ADMINSTRACION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	<b>74</b>
<b>3.5</b>	<b>ESTRUCTURA TARIFARIA</b>	<b>75</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Niveles de Necesidades Básicas Insatisfechas NBI en el Sector urbano y rural del municipio de Simacota.	24
<b>Tabla 2.</b> Diámetros y espesores de tubería de polietileno.	28
<b>Tabla 3.</b> Datos Técnicos GLP.	31
<b>Tabla 4.</b> Información General (Encuesta).	37
<b>Tabla 5.</b> Información tipo de vivienda (Encuesta).	38
<b>Tabla 6.</b> Información específica (Encuesta).	39
<b>Tabla 7.</b> Información de consuma GLP en Simacota.	40
<b>Tabla 8.</b> Información crediticia (Encuesta).	41
<b>Tabla 9.</b> Combustible utilizado para cocción en Simacota.	41
<b>Tabla 10.</b> Usuarios que utilizan Gas y Leña simultáneamente.	43
<b>Tabla 11.</b> Usuarios que utilizan GLP como combustible.	45
<b>Tabla 12.</b> Usuarios que utilizan solo leña como combustible.	46
<b>Tabla 13.</b> Total consumo de combustible del Municipio de Simacota.	47
<b>Tabla 14.</b> Costo total del combustible del Municipio de Simacota.	47
<b>Tabla 15.</b> Determinación de Densidad Urbanística y Longitud por usuario.	50
<b>Tabla 16.</b> Cálculos de Longitud estimada y Residuos.	51
<b>Tabla 17.</b> Proyección de la población Urbana.	58
<b>Tabla 18.</b> Estimativos de Consumo.	60
<b>Tabla 19.</b> Factores de conversión.	61
<b>Tabla 20.</b> Cronograma de conexiones (próximo periodo tarifario).	61
<b>Tabla 21.</b> Proyección de ventas: Nuevos suscriptores por año.	61
<b>Tabla 22.</b> Proyección de ventas: Total suscriptores de Diciembre 31 De cada año.	63
<b>Tabla 23.</b> Proyección de ventas: Volumen Total de GLP comercializado anualmente (Metros Cúbicos de GLP comercializados a Diciembre 31 de cada año).	64
<b>Tabla 24.</b> Otras inversiones.	67
<b>Tabla 25.</b> Costos de inversiones relacionados con la calidad del Gas.	68
<b>Tabla 26.</b> Presupuesto total.	69
<b>Tabla 27.</b> Nuevas inversiones por año.	70
<b>Tabla 28.</b> Costos AOM relacionados con la actividad de distribución año 1.	71
<b>Tabla 29.</b> Costos AOM relacionados con la actividad de distribución año 2.	72
<b>Tabla 30.</b> Costos AOM relacionados con la actividad de distribución año 3.	73
<b>Tabla 31.</b> Determinación de cargos promedio de distribución.	74
<b>Tabla 32.</b> Cálculo del cargo de distribución.	75

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Vías de acceso al Municipio de Simacota.	18
<b>Figura 2.</b> Relación combustible utilizado por los habitante en Simacota.	42
<b>Figura 3.</b> Relación Gas- Leña, usuarios que utilizan los 2 combustibles Simultáneamente.	44
<b>Figura 4.</b> Esquema de las tuberías empleadas en el diseño.	49
<b>Figura 5.</b> Grafica densidad urbanística Vs Longitud por usuario.	50
<b>Figura 6.</b> Tendencia de crecimiento poblacional urbano.	59
<b>Figura 7.</b> Demanda Anual proyectada.	65

## RESUMEN

**TÍTULO:** ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS DOMICILIARIO EN EL MUNICIPIO DE SIMACOTA, PROVINCIA COMUNERA, DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER\*.

**AUTORES:** GONZÁLEZ B. Maritza Isabel, RIBÓN B. Helena Margarita\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Distribución, Redes de Gas, Factibilidad, Diseño.

**DESCRIPCIÓN.** El desarrollo socioeconómico de una comunidad es un factor importante que contribuye a la estabilidad del ser humano. Los diferentes problemas que se presentan en regiones como en el Municipio de Simacota, ubicado en el centro occidente del Departamento de Santander, hace necesario el diseño y la expansión de redes domiciliarias de gas combustible, disminuyendo el consumo de leña y la tala de bosques que deterioran el medio ambiente.

Este documento desarrolla todo lo relacionado con la masificación de gas domiciliario para el Municipio de Simacota, como son estructura organizacional, licencias, fundamentos y antecedentes de la masificación del gas, alternativas de suministro de gas combustible y demás aspectos técnico ambientales.

Con base en lo anterior se desarrolló en el Municipio de Simacota, un diseño y estudio económico de factibilidad de la red de gas combustible, en este caso GLP y su posible conversión a Gas Natural, permitiendo la viabilidad en la construcción. Para el diseño de las redes de gas domiciliario en el Municipio de Simacota fue usada la ecuación de flujo de Mueller.

El proyecto genera un mejoramiento en la infraestructura de servicios en el municipio de Simacota (Santander), contribuyendo así al desarrollo y progreso sin generar efectos adversos en el área, sino que contribuye al bienestar de la comunidad y conservación del medio ambiente.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director de Proyecto: Ing. Julio César Pérez Angulo

## ABSTRACT

**TITLE:** STUDY OF TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY FOR THE CONSTRUCTION OF DISTRIBUTION SYSTEM OF DOMICILIARY GAS IN SIMACOTA, SANTANDER\*.

**AUTHORS:** GONZALEZ B. Maritza Isabel, RIBÓN B. Helena Margarita\*\*

**KEYWORDS:** Distribution, Gas Networks, Feasibility, Design.

**DESCRIPTION.** The socioeconomic development of a community is an important factor that contributes to people stability. The different inconveniences that happen in the towns like Simacota located in the centre-west of Santander, makes necessary the design and expansion of domiciliary networks of combustible gas, decreasing the consumption of firewood and pruning of forest that deteriorates the environment.

This document develops all the related with the masification of domiciliary gas for the municipality of Simacota, as they are organizational structure, licenses, foundations and antecedents of the masification of the gas, alternative combustible gas provision and other environmental aspects technician.

Based in those reasons, it was developed in Simacota a design and economic study to think of a feasibility of a networks of combustible gas, in this case GLP and their possible conversion to Natural Gas, allowing the viability in the construction. For the design of domiciliary gas networks in the municipality of Simacota, was used the equations of flow of Mueller.

The project generates an improvement in the infrastructure of services in the municipality of Simacota (Santander), contributing this way to the development and progress without generating adverse effects in the area, if not that it contributes to the well-being of the community and conservation of the environment.

---

\* Degree Project

\*\* Physics and Chemical Engineering Faculty. Petroleum Engineering School. Project Director: Eng. Julio César Pérez Angulo

## INTRODUCCIÓN

El Gas Licuado del Petróleo - GLP ha sido tradicionalmente el primer energético utilizado para la cocción en los sectores residencial y comercial; con el tiempo se ha observado la incorporación que ha tenido el gas natural en los grandes centros urbanos y en localidades a lo largo de las redes de transporte de este combustible.

Pese a ese desplazamiento, el GLP continúa como alternativa energética básica para muchos de los hogares del mundo, particularmente por su ventaja en el suministro a comunidades pequeñas y a ciudades distantes de la infraestructura de transporte de gas natural en aquellos países donde se tiene oferta simultánea de los dos energéticos. En estas circunstancias el GLP es el combustible con mayor accesibilidad para la población de menores ingresos y localizadas en áreas remotas.

La ampliación de la oferta de los recursos energéticos a todas las regiones y sectores del país constituye una de las preocupaciones permanentes de la política energética y de los diferentes planes de gobierno. En los casos de las zonas aisladas se requiere una mayor injerencia del Estado en el diseño de mecanismos e incentivos para lograr la sostenibilidad técnica, financiera, económica e institucional de las soluciones energéticas que se propongan, las cuales deben ser concebidas en el contexto de los planes de desarrollo local o regional, donde las diferentes inversiones sean analizadas a la luz de las necesidades y preferencias de la población.

El proyecto de gasificación a desarrollar en el Municipio de Simacota, busca mejorar el nivel de vida de la ciudadanía, fortalecer el Comercio y la Industria, y disminuir la accidentalidad por causa del manejo del gas. El proyecto facilitará a los usuarios la consecución del hidrocarburo para preparar alimentos, y elaborar productos.

El proyecto que se presenta es una iniciativa de carácter privado, desarrollado por INGASOIL S.A. E.S.P., para ampliar la cobertura de servicios públicos mediante la distribución domiciliaria de gas combustible por red.

La distribución de las redes se hará de acuerdo a las normas Internacionales y los entes reguladores del servicio de gas en el país, para diseño y tendido de redes para gas natural y/o GLP.

## 1. ASPECTOS GENERALES

El desarrollo socioeconómico de una comunidad es un factor preponderante que influye directamente en la estabilidad de cada uno de los individuos que la conforman. En municipios como Simacota, que dependen de la energía eléctrica, de cilindros de gas propano y del uso de leña para la cocción de los alimentos; se hace sumamente importante brindarle a sus habitantes una forma de abastecerse de energía que no les genere un costo de vida tan elevado y disminuya considerablemente la tala de bosques que deteriora el medio ambiente.

En los últimos años la demanda de gas domiciliario en Colombia se ha incrementado notoriamente, constituyéndose en un llamado de atención tanto para el Gobierno Nacional como para los Gobiernos Departamentales y Municipales acerca de la importancia, la necesidad y la premura de incluir en sus planes de desarrollo la masificación de gas.

En el caso específico del departamento de Santander, la Administración departamental y el Municipio de Simacota tienen como uno de sus proyectos prioritarios la Masificación de gas y la Construcción de las redes de gas domiciliario.

Con el fin de contribuir al desarrollo y al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del Municipio de Simacota (Santander), se presenta este estudio como alternativa para realizar un buen uso de los recursos energéticos como lo son el GLP y el GAS NATURAL, mediante un sistema de abastecimiento de dicho gas que sea funcional tanto técnica como económicamente.

### 1.1 MONOGRAFIA DEL MUNICIPIO DE SIMACOTA

**1.1.1 Localización y extensión geográfica.** El municipio de Simacota se encuentra ubicado hacia el centro - occidente del departamento de Santander abarcando terrenos sobre la Cordillera Oriental (Serranía de Yariguies) y sobre el Valle del Magdalena Medio con alturas que oscilan entre los 90 y los 3.400 m.s.n.m.; su

cabecera municipal esta a una Latitud de 6° 26´ Norte, Longitud 73° 21´ Oeste y 1.000 metros de altura sobre el nivel del mar, temperatura promedio de 23° C. Cuenta con una superficie total aproximada de de 906.7 Km<sup>2</sup>, siendo el municipio más extenso de la provincia comunera.

Limita por el norte y longitudinalmente con los municipios de Barrancabermeja, San Vicente de Chucurí, El Carmen, El Hato, El Palmar. Por el Oriente, con el Socorro, Palmas del Socorro. Por el Sur, con Chima, Santa Helena del Opón, Vélez, Puerto Parra, Por el Occidente con Barrancabermeja y el río Magdalena.

**Extensión total:** 1413 Km<sup>2</sup>

**Temperatura media:** 22° C

**Distancia de referencia:** 134 Km de Bucaramanga

**1.1.2 Vías de acceso.** Dista de Bucaramanga 134 Km., cuenta con dos vías de comunicación principales, la primera conduce al Municipio del Socorro con una extensión de 14 Km. La otra vía comunica al Municipio de Simacota con los municipios de Chima a 20 Km. y Contratación. Además cuenta con vías internas que comunican a la cabecera municipal, con las veredas más cercanas en la parte alta del municipio. Para la parte baja del municipio, existen vías de comunicación que parten de la Troncal del Magdalena Medio. Otras vías de comunicación del municipio son: Simacota - El Palmar a 20 Km y Simacota El Hato 24 Km.

## **1.2 ASPECTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.**

La población se distribuye de acuerdo a la organización político-administrativa y a las dinámicas socioeconómicas, en 27 veredas y seis caseríos: La Rochela, El Guamo, Caño San Pedro, Trocha al Medio, Zambranito y Agua Blanca.

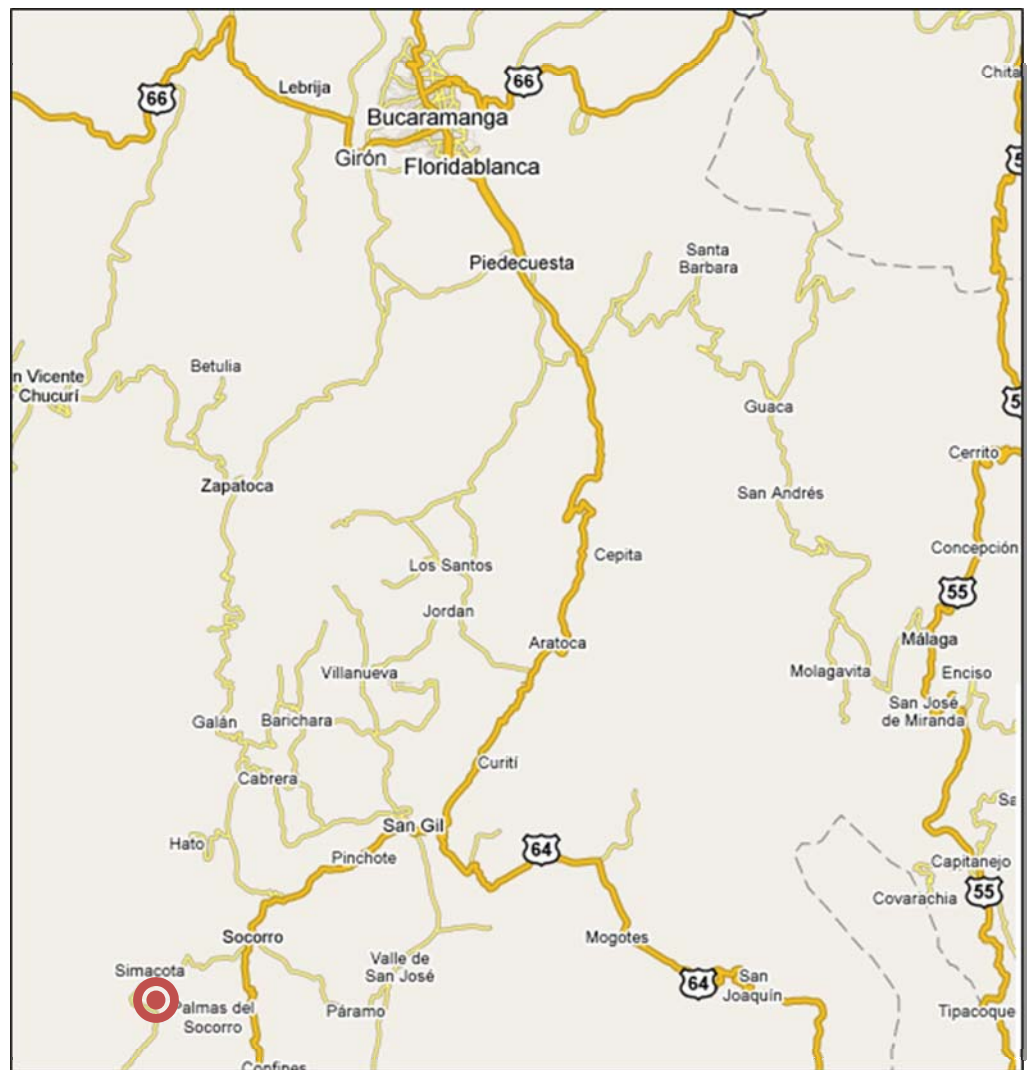
**1.2.1 Servicios Públicos.** Los servicios públicos con los que cuenta el Municipio de Simacota son:

**Electrificación.** Es suministrada por la Electrificadora de Santander S. A. (ESSA), La cobertura del servicio es de 470 usuarios en la cabecera municipal y 695 en el área rural del alto SIMACOTA. En esta zona el 100% se encuentran electrificadas. En el Bajo SIMACOTA solo 16 veredas cuentan con el servicio de energía.

**Telecomunicaciones.** El servicio de telefonía es prestado por Telecom, cuenta con una oficina en la cabecera municipal dotada con 5 cabinas telefónicas, además existen tres Servicios de Atención Inmediata (SAI) en las veredas La Llanita, Santa Ana de Flores y San Pedro. En el Bajo Simacota en Puerto Nuevo,

el Guamo y Santa Ana. Por otro lado, existen 18 Líneas de servicio a entidades oficiales y 280 de servicio particular.

**Figura 1.** Vías de acceso al Municipio de Simacota.



Fuente: Google Maps.

**Acueducto.** Beneficia un total de 510 usuarios. Se cuenta con los medios de control necesarios para evitar el desperdicio, estos contadores son administrados por la Administración Municipal directamente.

Los Acueductos del Alto Simacota son 12 y están distribuidos ente varias veredas. En el Bajo Simacota ninguna de sus 37 veredas cuenta con acueducto. Actualmente se está construyendo el acueducto de Puerto Nuevo.

**Alcantarillado.** No se dispone de alcantarillado en ninguno de los caseríos que hacen parte del municipio, sin embargo existen sistemas aislados de pozos sépticos en algunas veredas.

**Combustible para la Cocción.** En la zona urbana se utiliza para las labores de cocción gas propano en cilindros, pero no en su totalidad, en ocasiones, los habitantes utilizan leña como otra alternativa de combustible, la cual compran o la consiguen de los alrededores del pueblo, puesto que no tienen los recursos necesarios para la compra del cilindro de gas, de igual forma, en la zona rural, el sistema de cocción es la leña.

**1.2.2 Servicios públicos esenciales.** Hace referencia a la infraestructura existente de los servicios de educación, salud, administrativos, estaciones de servicios, comunicaciones, vivienda, espacio público, recreación y deporte, básicos para garantizar un mejor nivel de vida en sus habitantes.

**Educación.** En cuanto a la capacidad de la infraestructura existente para atender la demanda educativa al nivel de educación preescolar, primaria, secundaria de los sectores urbano - rural, en el Municipio, se puede observar que en este sentido hay suficiencia en la capacidad para atender la educación media.

Para atender la educación primaria del sector rural, el municipio cuenta con una buena infraestructura de escuelas distribuidas en las veredas del municipio y acorde a la población estudiantil existente en ellas.

Ante la existencia de la oferta en el municipio de Simacota, para la educación superior, se conoce que los estudiantes que terminen la secundaria en el Municipio; acceden a los programas de educación superior ofrecidas en las universidades regionales como la Libre y la UIS en el Socorro, y en universidades de Santa fe de Bogotá. Conllevando esto a que la población joven presente dificultades para el acceso a programas educativos superiores que colmen las expectativas de la población estudiantil.

**Salud.** En el municipio se cuenta con el Hospital Integrado San Roque, fundado en 1983, durante el periodo de 1948 - 1953 en la administración de ANGEL MARIA JIMENEZ RANGEL, fue reconstruido y dotado permitiendo prestar un mejor servicio. Del periodo de 1954 a la fecha se han realizado una serie de

remodelaciones y ampliaciones por lo que puede decirse que el Hospital San Roque de SIMACOTA, Santander, cuenta hoy con una planta física en muy buenas condiciones que permite prestar servicios de muy buena calidad a toda la comunidad del municipio y otros aledaños.

Un alto grado de la población está por debajo del índice de necesidades básicas insatisfechas (N.B.I.) y por lo tanto son merecedores de ser beneficiarios de los subsidios en salud.

En la actualidad en SIMACOTA hay dos (2) administradoras de régimen subsidiado que hacen presencia: COESAN y UNIMEC:

- **COESAN:** Cooperativa Especializada en Salud y Desarrollo Integral Ltda. Se inició en el Municipio de SIMACOTA en el segundo semestre de 1.998 con un número de beneficiarios aproximadamente 1.200, en la actualidad cuenta con 2.035 afiliados.
- **UNIMEC:** Empezó a prestar sus servicios contratado en el Municipio el primero de Febrero de 1996, con un total de afiliados de 4.710 Afiliados, 2.460 Afiliados en el Bajo SIMACOTA, y unos 2.172 Afiliados en el Alto SIMACOTA.

**Administrativo.** Se deben tener en cuenta otras entidades de tipo administrativo esenciales para mejorar la calidad de vida de los habitantes del Municipio de Simacota. Cabe resaltar que estas entidades son únicas en el Municipio, por tanto la población rural al hacer uso de estas se debe desplazar hasta la zona urbana del Municipio.

Entre las entidades encontramos:

- Comando de La Policía Nacional.
- Juzgado Promiscuo Municipal
- Oficina De La Registraduría Nacional Del Estado Civil
- Banco Agrario
- Agencia Empresa Nacional de Telecomunicaciones TELECOM
- Agencia de Transportes COTRASARAVITA
- Oficina De Registros de Instrumentos Públicos
- Instituciones Prestadoras De Salud (IPS)
- Notaria Única del Circuito de Simacota
- Templo Parroquial

**Televisión.** En la actualidad Simacota cuenta con la prestación de servicios de Televisión por parte de una empresa local, la cual ofrece a los usuarios una buena señal de las cadenas nacionales, además de otras internacionales. Un 95% de la población urbana cuenta con este servicio.



### 1.2.3 Servicios Públicos Complementarios

#### Aseo

El municipio de Simacota presta con cumplimiento dicho servicio, debido a esto su cobertura es del 100% en la población urbana, su recolección se hace con una frecuencia de ocho días y estos residuos se destinan finalmente al relleno sanitario del municipio de San Gil "Bioorgánicos".

Hay que resaltar que en la actividad de recolección de los residuos sólidos, no se acompaña de un sistema integrado que incluya la selección en la fuente, programa de reciclaje, elaboración de compost y microrrelleno para los residuos muertos o inservibles. A nivel rural, un alto porcentaje de las viviendas arrojan las basuras en terrenos baldíos o zonas cercanas a sus viviendas, eliminando los desechos bajo la modalidad de "campo abierto", produciendo deterioro al ambiente de las viviendas y propiciando focos para el criadero de insectos que causan enfermedades a la comunidad.

**Alcantarillado.** El municipio de Simacota presenta un alcantarillado combinado, y se encuentran conectados a la red matriz el 87% de las viviendas del casco urbano. La disposición final de estas aguas son las quebradas La Corrala, La Picha y Mata Perros, generando con esto un gran índice de contaminación, no existe en el municipio plantas para el tratamiento de las aguas residuales.

En este sentido la problemática hace referencia a las deficiencias en la red de alcantarillado existente y a la cobertura asociada al proceso de crecimiento urbano y a la ausencia de un sistema de tratamiento de aguas residuales tanto en el área urbana como en el área rural. Existe el estudio del Plan Maestro de Alcantarillado,

el cual su ejecución tiene un costo aproximado de mil quinientos millones de pesos (\$1.500.000.000).

El 33% de la población localizada en el alto Simacota, realiza la disposición de excretas en alcantarillado. El 29% lo realiza en campo abierto; un 18% en letrina y un 11.5% en inodoro sin conexión a alcantarillado. Caso contrario en el bajo Simacota. Ya que el 81 % dispone sus excretas a campo abierto; un 7.5% usa el inodoro sin conexión a alcantarillado; y un 6% dispone en pozo séptico.

Actualmente la Alcaldía municipal cuenta con los estudios y socioeconómicos e inventario de los requerimientos para el saneamiento ambiental y mejoramiento de la vivienda en el sector rural.

### **Plaza de Mercado**



La planta física de la casa de mercado junto con el espacio cubierto donde funciona el Mercado Campesino, en estos momentos es suficiente para que se realice la comercialización de los productos agropecuarios entre el campesino y la población urbana.

Pero se tiene el proyecto de ampliarla, en las instalaciones actuales del matadero municipal para mayor comodidad en la comercialización.

### **Matadero**



La ubicación y funcionalidad del equipamiento debe hacerse fuera del casco urbano del municipio, actualmente se encuentra localizado dentro de el y presta el servicio en el sacrificio de bovinos y porcinos, causando un alto grado de impacto ambiental urbano por las características propias de su actividad.

La infraestructura del Matadero municipal se encuentra en optimas condiciones, el proceso de sacrificio se realiza en un sitio adecuado e higiénico que no garantiza buena calidad de la carne al expendio del producto; la disposición de aguas residuales y la materia orgánica no reciben tratamiento alguno y son vertidas a la fuente hídrica de la quebrada el canal, presentando impactos ambientales negativos los cuales se convierten en focos de contaminación y de riesgo para la salud humana.

**1.2.4 Vivienda.** En el área urbana de SIMACOTA las casas están construidas en material, sus paredes, techos de teja y pisos en baldosín o cemento. En el área rural del Alto Simacota, aún se encuentra casas hechas con paredes de bahareque, pisos de tierra y techo de zinc o nacuma y paja. Además son viviendas que carecen de los servicios básicos completos.

El factor vivienda es una de las principales características que se tienen en cuenta para evaluar la calidad de vida de la población. Los datos estadísticos del Municipio de Simacota y el área rural incluyendo los centros poblados demuestran los siguientes porcentajes de hogares por indicadores de NBI.

### **Necesidades Básicas Insatisfechas (N. B.I)**

La calidad de vida de los individuos y de los grupos sociales se define mediante la satisfacción de necesidades establecidas acordes a un estado de desarrollo social, económico y cultural, los cuales se proyectan por medio de la producción de bienes y servicios como respuesta a estas necesidades.

Frecuentemente se habla de necesidades básicas mínimas o de subsistencia para referirse a condiciones indispensables para la vida y se identifican mediante indicadores que miden las condiciones de vida, establecidos a partir del índice de Necesidades Básicas Insatisfechas NBI, que para el Departamento de Santander es del 26.6% total, con un NBI rural del 48.8% y urbano del 17.4%.

En la tabla 1.1 se presentan cifras comparativas del NBI Departamental y el del municipio de Simacota, en aspectos como vivienda, servicios públicos, hacinamiento y porcentaje de miseria.

**Tabla 1.** Niveles de Necesidades Básicas Insatisfechas N.B.I, en el sector urbano y rural del Municipio de Simacota

	VIVIENDA INADECUADA	SERVICIOS INADECUADOS	PORCENTAJE (%) DE HACINAMIENTO	INASISTENCIA ESCOLAR	ALTA DEPENDENCIA	N.B.I. COMPUESTO	PORCENTAJE (%) DE MISERIA
TOTAL DEPARTAMENTAL	7.0	7.6	12.9	7.3	13.3	31.7	11.5
TOTAL MUNICIPIO	28.2	20.5	16.9	11.8	17.9	54.3	25.2
CABECERA MUNICIPAL	9.6	10.9	2.8	3.9	13.7	28.7	9.3
ZONA RURAL	32.8	22.9	14.1	13.8	18.9	60.7	29.2

Fuente: Censo Dane

Según lo observado en la tabla 2.1. el Municipio de Simacota presenta un NBI rural que se encuentra por encima del 60%, el cual resulta superior al promedio existente a nivel Departamental (31.7%).

De igual forma el índice de miseria del promedio rural es del 25.2%, lo cual expresa que las condiciones de miseria son superiores al promedio departamental fijado en el 11.5%, lo cual exige del impulso de programas y proyectos de inversión social y económica que mitiguen estos factores.

El indicador de la vivienda inadecuada (28.2%), supera también al promedio del departamento (7%). El indicador del hacinamiento del Municipio es superior (16.9%), comparado con el índice para el departamento (12.9%).

En cuanto a la carencia de servicios públicos básicos, el municipio de Simacota presenta un índice del 20.5%, siendo superior al promedio del departamento (7.6%), o que produce afectaciones directas e indirectas en las condiciones de salubridad pública de la comunidad local.

**1.2.5 División política.** La población se distribuye de acuerdo a la organización político-administrativa y a las dinámicas socioeconómicas, en 27 veredas y seis caseríos: La Rochela, El Guamo, Caño San Pedro, Trocha al Medio, Zambranito y Agua Blanca.

De acuerdo a como se han dado los procesos históricos de poblamiento del territorio, por factores geográficos, sociales , políticos y culturales, la ocupación del espacio del municipio se ha producido en dos sectores básicos: el alto Simacota donde se erigió el casco urbano y el bajo Simacota donde se concentra la mayor parte de la población rural y recibe la mayor influencia de ciudades del Magdalena Medio Santandereano y Antioqueño ( Barrancabermeja, Puerto Araujo, Puerto Parra y Puerto Berrio.

## 2. DISEÑO

A continuación se describe el procedimiento general de diseño empleado para realizar el estudio técnico del proyecto.

### 2.1 MARCO TEORICO

A continuación se describen los aspectos mas importantes a tener en cuenta en la elaboración del diseño de distribución de gas combustible por redes.

**2.1.1 Redes Urbanas.** Se entiende por red urbana la infraestructura compuesta por las líneas troncales, los anillos, al igual que las instalaciones internas necesarias para llevar el gas combustible hasta los usuarios.

**2.1.1.1 Componentes.** El gas de consumo doméstico, comercial e industrial, es transportado a través de redes de polietileno. El suministro de gas se realiza a través de redes de distribución urbana que son sistemas de tuberías destinados al abastecimiento de gas a una o varias comunidades urbanas o suburbanas, comprendidas entre la estación receptora (city gate o tanque en el caso de distribución de GLP) y los medidores de consumo de las instalaciones individuales de los usuarios del sistema. Una red de distribución de gas está integrada por los siguientes componentes:

- **Red Troncal.** Conjunto de tuberías y accesorios debidamente articulados que constituyen el sistema de distribución a través del cual circula el gas domiciliario por vías y zonas públicas del Municipio. La función de la red troncal es conducir el gas desde la estación receptora hasta los anillos de distribución. Se utiliza tubería de polietileno de media – alta densidad. Los diámetros usados comúnmente varían entre 1 y 4 pulgadas.
- **Anillos de Distribución.** Parte del sistema de distribución conformada por accesorios y tuberías que se derivan de las redes troncales formando mallas o circuitos cerrados. Los anillos de distribución tienen como fin entregar el gas a los usuarios, llevándolo desde la troncal hasta la acometida correspondiente a cada vivienda. Consisten de tubería de polietileno con diámetros menores de 1 pulgada.

- **Acometida Domiciliaria.** Conjunto de tuberías, equipos y accesorios requeridos para el suministro de gas a uno o varios usuarios desde el anillo de distribución, hasta el dispositivo de transición (elevador). La acometida tiene como propósito conducir el gas desde el anillo de distribución hasta el centro de medición de cada usuario.
- **Derivación.** Corresponde a cualquier prolongación de la red prevista inicialmente.
- **Instalación Interna.** Conjunto de tuberías y accesorios utilizados para conducir el gas hasta los artefactos de consumo de cada usuario en particular.
- **Centro de Medición.** Conjunto de equipos que permiten realizar la medición, el control y la regulación de la presión del gas suministrado a cada usuario.
- **Nicho.** Recinto debidamente ubicado y adecuadamente construido donde se aloja el centro de medición.

**2.1.1.2 Especificaciones de los materiales.** Los materiales a utilizar en el gasoducto urbano deberán ajustarse a los requerimientos de las Normas Colombianas NTC y a otras de reconocido prestigio internacional, tales como ASME, ANSI, ASTM y API. Todos los materiales: válvulas, tuberías, medidores, reguladores, accesorios, etc., deberán llevar impresas las características que permitan identificar debidamente cada elemento, tales como tipo de material, presión de trabajo, serie, presión de operación, entre otras.

A continuación se establecen las especificaciones de tipo general para los diferentes materiales que componen el sistema de distribución de gas en el municipio de Simacota:

**Tubería para la red externa.** Para las redes externas, se utiliza el siguiente tipo de tubería:

- **Tuberías de Polietileno.** Se utilizará tubería de polietileno de media-alta densidad, color amarillo y naranja, tipo PE-80 y PE-100 respectivamente, fabricada con resina Marlex TR-418 o similar, totalmente compatible, que cumpla con las Normas ASTM D-2513, D-2737, D-3035 y la Norma NTC-1746, última actualización. La máxima presión de trabajo para la distribución de gas natural en tubería de polietileno es de 0.41MPa (60 psi)

y para la distribución de GLP en tubería de polietileno, la presión máxima de operación es de 0.2 MPa (30 psi).

Las tuberías para conducción de gases a presión tienen grandes ventajas como son: Durabilidad, resistencia mecánica, resistencia a la degradación, resistencia química, flexibilidad, compatibilidad y elongación.

**Tabla 2.** Diámetros y Espesores de Tubería de Polietileno.

Referencia Tubería (Pulg)	RDE	Diámetro Exterior Promedio (mm)	Espesor Mínimo (mm)
1/2	9,3	21,3	2,29
3/4	11	26,7	2,41
1	11	33,4	3,02
2	11	60,3	5,49
3	11	88,9	8,08
4	11	114,3	10,39
6	11	168,3	15,29

Fuente. EXTRUCOL

**Tubería para las instalaciones internas.** Para las instalaciones internas, se utiliza los siguientes tipos de tuberías.

- **Tubería de Acero Galvanizado.** La tubería de acero utilizada para la construcción de instalaciones de gas será de calidad y dimensiones adecuadas a la instalación y al sistema previsto de unión entre tubos. Normalmente el tubo de acero se fabrica a partir de banda de acero laminada en caliente y soldada longitudinal y helicoidalmente.

En las instalaciones internas, residenciales y comerciales, con presión máxima de trabajo de 300 psi (21 Kg/cm<sup>2</sup>) se utilizará tubería de acero calibre 40, para una presión de operación de siete (7) pulgadas columna de agua.

- **Tubería de Cobre.** El tubo de cobre que se utilice para la construcción de instalaciones de gas debe ser un tubo redondo, de precisión, estirado en frío, sin soldadura, para su empleo con accesorios soldados por capilaridad. El tubo debe estar compuesto por cobre desoxidado con fósforo con alto contenido de fósforo residual, según la Norma 3944 para tubería de cobre

rígida sin costura. En algunas instalaciones internas se podrá utilizar tubería de cobre flexible o rígido, tipo K o L, con espesor mínimo de pared de 0.032", Norma NTC-2505.

No se debe emplear tubería de cobre si el contenido de sulfuro de hidrógeno por cada metro cúbico estándar (cien pies cúbicos) del combustible gaseoso es superior en promedio a 7 miligramos, ya que este material se corroe al contacto con esta sustancia.

- **Tubería PE AL PE (Polietileno – Aluminio – Polietileno).** Estas tuberías proporcionan las ventajas de una tubería metálica y plástica a la vez, ya que combinan la resistencia del metal con la longevidad y durabilidad de los plásticos. Su alta flexibilidad proporciona gran facilidad en su instalación y por estar recubierta de polietileno tienen una alta resistencia a la corrosión.

La tubería está compuesta por 5 capas. Las capas internas y externas son de polietileno liso de alta densidad, las cuales están unidas por un pegante especial a la capa de aluminio. Su capa intermedia de aluminio es 100% hermética al gas/oxígeno y está fuertemente soldada en forma de traslape (sobrepuesto). Todas las capas son extraídas en un solo paso.

Las características principales de esta tubería son: Conductividad térmica, resistencia a la corrosión y una vida útil de 50 años.

**Válvulas.** Las válvulas a utilizar en el sistema de distribución deben proporcionar mediante una fácil operación el bloqueo total del paso del gas o el flujo del mismo en el instante en que se requiera. Debe garantizar un cierre hermético bajo las condiciones de operación.

**Reguladores.** La función de los reguladores es limitar y estabilizar la presión, los equipos de medición, tuberías y artefactos que requieren una presión máxima permisible, y además que esta sea estable. Los reguladores son ubicados en las viviendas y sus características dependen del consumo total del gas de estas. Para la elección del regulador se debe tener en cuenta los combustibles que vaya a manejar.

Cuando la presión de suministro de gas en la línea de servicio es mayor que la máxima presión de operación permisible para los artefactos de consumo, se requiere la instalación de un regulador de presión, con capacidad adecuada para suplir las necesidades específicas del sistema, en función del esquema de suministro seleccionado. La capacidad del regulador debe ser determinada por el máximo consumo esperado cuando todos los artefactos funcionen en forma simultánea.

Para las instalaciones domiciliarias se utilizarán reguladores compactos, cargados con resorte y con respuestas rápidas a los cambios de presión, debiendo cumplir con lo estipulado en la Norma NTC 3727. La presión máxima de trabajo será de 8.61 bar (125 psig) y deberán estar provistos de válvula de seguridad con venteo directo a la atmósfera, el cual deberá estar protegido con una malla para evitar la entrada de insectos o suciedad.

**Medidores.** Los medidores de gas son dispositivos que registran el volumen de gas consumido. Los medidores deben seleccionarse con la capacidad requerida para la máxima y mínima presión de operación prevista en el sistema y la máxima caída de presión permisible. Para la medición de volúmenes de gas en instalaciones individuales, en locales destinados a usos domésticos, comerciales, se pueden utilizar medidores de tipo volumétrico o de tipo de velocidad.

**2.1.1.3 Definiciones técnicas.** A continuación se presentan algunas definiciones que se tendrán en cuenta en la realización del diseño.

- **Factor de coincidencia o simultaneidad.** Para un grupo de instalaciones es la relación entre la máxima demanda coincidente (máxima demanda simultánea) del grupo y la suma de las máximas demandas de las instalaciones individuales.

Para determinar los Factores e Coincidencia experimentalmente es necesario obtener información sobre la demanda individual de las instalaciones en un período razonable, con el fin de conocer las demandas máximas individuales de las instalaciones y la demanda máxima individuales de las instalaciones y la demanda máxima del grupo de instalaciones.

- **Factor de demanda.** Para un grupo de instalaciones es la relación de la máxima demanda coincidente del grupo y la suma de todas las cargas conectadas (suma de las potencias de todos los artefactos a gas conectados por cada una de las instalaciones).

La fórmula que permite calcular el factor de demanda es la siguiente:

$$K = \frac{0,9687}{N^{0,1816}}$$

Ecuación 1

**2.3.21 Bases de cálculo de la red.** La red de distribución para el municipio se diseñó teniendo en cuenta las siguientes bases de cálculo, que corresponden a las condiciones de trabajo esperadas.

- **Presión máxima de Suministro.** Corresponde a la presión de entrega del gas en la red secundaria, ramales y anillos de 18 psig. Esta presión es considerada la estándar en Colombia, ya que optimiza los diámetros de las tuberías y disminuye los riesgos derivados de la utilización de altas presiones, lo cual le confiere al sistema excelentes condiciones de seguridad, teniendo en cuenta que la presión de reventamiento en tuberías de PE supera las 600 psi, lo que evidencia un altísimo margen de seguridad.
- **Presión Mínima.** La presión mínima de la red ha sido establecida en 16.2618 psig, lo que asegura un excelente comportamiento de los equipos de regulación y de los gasodomésticos en general. Dado que los reguladores domiciliarios pueden operar a 10 psig, se cuenta con un margen para cubrir eventuales incrementos de demanda que pudieran presentarse en el futuro.
- **Velocidad del Gas.** Para efectos de diseño se ha contemplado que la velocidad del gas no supere los 20 m/s, cifra que es inferior a los estándares internacionales y que evita que puedan producirse ruidos en las tuberías que de alguna manera afecten a la ciudadanía. La menor velocidad del gas evita la cavitación y disminuye las posibilidades de daño de válvulas, reguladores y demás equipos por el efecto erosivo de las partículas que pudiesen estar presentes en el gas.

**Tabla 3.** Datos técnicos, Gas GLP

DATOS TECNICOS	
Gravedad Específica	1,73
Máxima presión de la red	18 psig
Gravedad Específica (Líquido agua)	1;0,541
Poder Calorífico del GLP	99.592 btu/m <sup>3</sup> = 2823 btu/pie <sup>3</sup>
Presión barométrica	14,5 psi; 1000 mbar
Relación de volumen	34,57 pie <sup>3</sup> /gal

Fuente. Gas Engineers Handbook; -Tabla 5.4; AGA

## 2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

**2.2.1 Parámetros de diseño.** Para el dimensionamiento de las redes y el cálculo de capacidades de los equipos que serán instalados en desarrollo del Proyecto, se han tenido en cuenta los parámetros básicos definidos por los estándares internacionales y que permiten cuantificar la demanda probable y la expansión posible para un horizonte de 20 años. Tales parámetros se analizan a continuación:

**2.2.1.1 Localización.** Antes de iniciar el trazado de las redes de distribución en el municipio se procedió a ubicar geográficamente el tanque de almacenamiento de manera que se logre una distribución óptima, mediante una racionalización de los diámetros de las tuberías y disminución de costos en las obras civiles.

Consecuentemente, las redes de distribución se diseñaron con una (1) fuentes de suministro y bajo el esquema de malla cerrada que garantiza una presión estable a lo largo de todo su recorrido, con menores posibilidades de fallas en la prestación del servicio, como consecuencia de daños o por las labores de operación y mantenimiento por parte de la Empresa.

**2.2.1.2 Alcance.** Es característico de este tipo de municipios que su casco urbano sea una zona central con una densidad poblacional aceptable y en sus zonas periféricas el número de viviendas por hectárea disminuya considerablemente, lo que hace costoso el suministro de gas y la construcción de las redes de distribución correspondientes.

Para el Proyecto, las redes se diseñaron en forma tal que permiten cubrir la totalidad del perímetro urbano de la población, llegando con las redes a las construcciones de la periferia que tengan como mínimo una densidad de 10 viviendas por hectárea.

**2.2.1.3 Cobertura.** El Proyecto busca lógicamente atender las necesidades de los usuarios de los sectores doméstico y comercial, ya que por las especiales características del municipio es evidente que no existen usuarios diferentes a los sectores básicos.

**2.3.2 Caracterización de la demanda.** Para proceder al cálculo de la demanda potencial en el área de servicio (que constituye la base del diseño), se deben establecer los parámetros de “Comportamiento Locacional”, es decir, los patrones que rigen el consumo en una región y que pueden diferenciar un municipio de otro.

En estos patrones inciden los hábitos alimenticios, el clima, el tamaño del municipio, la vocación urbana o rural, el clima social y desde luego, el ingreso per cápita, que en los últimos tiempos se ha convertido en un factor determinante en la utilización de servicios públicos.

- **Demanda doméstica.** Considerando el sector doméstico, para el diseño de las redes se ha tomado en consideración únicamente la demanda derivada de la cocción de alimentos. En términos generales, se han considerado los siguientes factores para la determinación de la demanda de gas para uso doméstico.

**a. Número Total de Viviendas y Crecimiento Esperado.** Para el efecto se efectuaron las proyecciones necesarias con base en los datos censales de población y vivienda del DANE, y con la información obtenida del muestreo realizado para el análisis de mercado. De igual manera, con base en la tendencia histórica del número de habitantes por vivienda y la migración rural hacia centros poblados, se determinó el total de viviendas proyectadas para el horizonte del Proyecto.

**b. Número de Viviendas en Servicio o Factor de Penetración.** Se estimó que un 90% de las viviendas urbanas recibirán el servicio, cifra que guarda relación con los resultados obtenidos en municipios similares de otras regiones del país. Este porcentaje es el resultado de la combinación del factor de accesibilidad (las redes no logran cubrir la totalidad de las viviendas) y un factor de aceptabilidad (no todas las viviendas adquieren el servicio).

**c. Consumo Diario Probable.** Las características del diseño de las redes dependen casi exclusivamente de este factor y por lo tanto su correcta definición incide en gran medida en el costo de la red de distribución.

Con base en las mediciones de campo, el comportamiento de usuarios similares en localización y estratificación socioeconómica, y por observación directa de las equivalencias energéticas de los combustibles utilizados, así como por la utilización de estufas de 2 o 4 quemadores y otros artefactos a gas, se llega al consumo horario de tipo general.

El valor básico del consumo horario es afectado por un factor de coincidencia, que consiste en la probabilidad matemática de que los usuarios utilicen el

servicio al mismo tiempo, y un factor de simultaneidad que consiste igualmente en la probabilidad matemática de la utilización de más de un artefacto por cada usuario (Por ejemplo, la estufa y el horno, o más de un quemador de la estufa).

Para asegurar el suministro a todos los usuarios, aún en el evento en que pudieran presentarse consumos puntuales excepcionalmente altos o un crecimiento del consumo, una vez los usuarios disfruten del servicio y conozcan las ventajas del gas natural, se ha involucrado adicionalmente en el diseño de las redes, un factor de seguridad.

- **Demanda Comercial.** Para la determinación de los consumos comerciales se estipuló el porcentaje equivalente de la muestra analizada para el estudio de mercado, y los resultados del censo del DANE del 2005 definido como el 0.29 % con el cual se cuantificó la demanda probable de tipo comercial.
- **Demanda Industrial.** Como se mencionó anteriormente, no existen industrias por el momento en el municipio, que puedan tener consumos importantes de gas propano.

Vale la pena destacar que el diseño de la red en forma de malla permite absorber los consumos puntuales que ocasionalmente pudieran presentarse por una demanda elevada de una industria no contemplada en el diseño, sin necesidad de recurrir a cambios en las redes, en la presión de operación o en los equipos utilizados.

**2.2.2 Criterios de Diseño.** A continuación se hace un análisis de los principales criterios técnicos utilizados para el diseño del sistema:

**2.2.2.1 Selección de Rutas.** Una vez digitalizados los planos del municipio, se procedió a identificar los consumidores importantes, así como los parques, establecimientos públicos y construcciones especiales que por su naturaleza no son usuarios del servicio. Posteriormente se efectuó el trazado de diferentes opciones de rutas posibles para las redes troncales, teniendo en cuenta los siguientes criterios, por razones de costo-beneficio:

- Cubrir la mayor cantidad de usuarios con la menor longitud de redes de distribución.
- Tener el menor número de cruces especiales.

- No interferir con redes de otros servicios.
- Utilizar vías de poco tráfico vehicular.
- Evitar estructuras como puentes, zonas rígidas y similares.
- Evitar zonas inestables o de alto riesgo constructivo.

Con las anteriores consideraciones se efectuaron los trazados de las redes para el municipio, razón por la cual se puede asegurar que el diseño de la red, que se encuentra detallado en los planos anexos al presente documento, corresponde a una distribución óptima, con bajos costos constructivos y máximo aprovechamiento de las facilidades logísticas y de cubrimiento de usuarios. (Ver anexo 1)

## **2.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**

**2.3.1 Investigación de mercados.** Se adelantó una Investigación de Mercados en el Municipio de Simacota, Departamento de Santander, el cual tiene como fin, determinar el grado de necesidad existente en el Municipio para la instalación de la red de Gas Licuado del Petróleo.

La prioridad de este estudio, es probar que existe un número suficiente de usuarios o consumidores que dadas ciertas condiciones, presentan una demanda que justifica la puesta en marcha del programa o servicio a ofrecer por el proyecto. El estudio comprendió los aspectos de los consumidores (población que demanda el servicio), además, contempla la forma de llevar el servicio a los consumidores, es decir, los canales de comercialización y las reglamentaciones del gobierno que condicionen el comportamiento del mercado (Impuestos controles, etc.).

**2.3.2 Diseño de la muestra.** Para diseñar la muestra se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos.

- **Definición de la población.** Para la investigación de mercados, se tomó como universo toda la población urbana del Municipio de Simacota, el cual según datos del último censo realizado por el DANE en el año 2005 es de 665 viviendas.
- **Marco muestral.** Este estudio se dirigió exclusivamente a los usuarios potenciales que residen en el área urbana del Municipio de Simacota, por estar concentrados en ella el mayor porcentaje.

**2.3.3 Selección del tipo de muestreo.** Para seleccionar el tipo de muestreo, se tuvieron en cuenta los siguientes factores.

- **Usuarios o consumidores.** Como técnica de muestreo se utilizó el aleatorio simple para poblaciones finitas (en el cual, cada uno de los “N” elementos de la población, tiene la misma probabilidad de pertenecer a la muestra); en razón a su alto grado de precisión, confiabilidad, economía y facilidad de aplicación.
- **Estimación del tamaño de la muestra.** Para la estimación del tamaño de la muestra, se tuvo en cuenta la definición de variables y la fórmula a aplicar para determinar el tamaño de dicha muestra.

$$n = \frac{N(Z)^2 PQ}{N(E)^2 + (Z)^2 PQ}$$

Ecuación 2

Valores de las variables:

- P = 0.98 = Proporción de usuarios que desean la instalación del gas  
 Q = 0.02 = Proporción de usuarios que no desean la instalación del gas  
 E = 0.00968 = Margen de error  
 N = 665 = Población finita (Total de viviendas)  
 Z = 1.88 = Coeficiente de confianza, en áreas bajo la curva normal tipificada para un nivel de confianza del 94%

Sustituyendo las variables definidas en la fórmula por sus valores, se tiene que el tamaño de la muestra es:

$$n = \frac{665(1.88)^2(0.98)(0.02)}{665(0.00968)^2 + (1.88)^2(0.98)(0.02)} \qquad n = \frac{665(3.5344)(0.0196)}{665(0.0000937024) + (3.5344)(0.0196)}$$

$$n = \frac{46.06736}{0.131574}$$

$$n = 350.122 \approx 350$$

**2.3.4 Encuesta.** Se diseñó una encuesta de conformidad con las necesidades del proyecto. El tipo de encuesta que se utilizó fue la de hecho, es decir, las preguntas se encaminaron a lo real y efectivo, y se dirigió a la cabeza de familia así:

- **Información General:** nombre, dirección, profesión, ocupación actual, ingreso familiar, integrantes del grupo familiar, población económicamente activa.

**Tabla 4.** Información general (Encuesta).

MUNICIPIO DE SIMACOTA - DEPARTAMENTO DE SANTANDER - COLOMBIA							
ENCUESTA			SIMACOTA				
			ENCUESTADOS	RESULTADO	%	TOTAL USUARIOS	APLICACIÓN
1. INFORMACION GENERAL DEL USUARIO	LABORANDO	SI	350	158	45,14	665	300,2
		NO	350	192	54,86	665	364,8
	CONDICIONES DE EMPLEO	EMPLEADO	350	41	11,71	665	77,9
		INDEPENDIENTE	350	309	88,29	665	587,1
	GRUPO FAMILIAR		319	1225	384,01	665	2554
	INGRESO FAMILIAR	100.000	350	51	14,57	665	96,9
		200.000	350	58	16,57	665	110,2
		300.000	350	58	16,57	665	110,2
		400.000	350	51	14,57	665	96,9
		500.000	350	37	10,57	665	70,3
		600.000	350	18	5,14	665	34,2
		700.000	350	26	7,43	665	49,4
		1.000.000	350	28	8,00	665	53,2
	TIPO DE USUARIO	MAS DE 1.000.000	350	23	6,57	665	43,7
		RESIDENCIAL	350	349	99,71	665	663,1
	INDUSTRIAL / COMERCIAL	350	1	0,29	665	1,9	

- **Vivienda:** Techos, paredes, pisos, tenencia de la vivienda, estrato social, Servicios, distancia de acometidas, frente de la vivienda, distancia de la puerta a la cocina de la vivienda.

**Tabla 5.** Información Tipo de Vivienda (Encuesta).

ENCUESTA			SIMACOTA				
			ENCUESTADOS	RESULTADO	%	TOTAL USUARIOS	APLICACIÓN
2. TIPO DE VIVIENDA	TENENCIA	PROPIA	350	277	79,14	665	526,3
		ARRIENDO	350	73	20,86	665	138,7
		INQUILINATO	350	0	0,00	665	0
	TECHO	ZINC	350	5	1,43	665	9,5
		TEJA	350	276	78,86	665	524,4
		PLACA	350	69	19,71	665	131,1
	PAREDES	CON PAÑETE	350	311	88,86	665	590,9
		SIN PAÑETE	350	36	10,29	665	68,4
		OTRO MATERIAL	350	3	0,86	665	5,7
	PISOS	CERAMICA	350	173	49,43	665	328,7
		MARMOL	350	0	0,00	665	0
		CEMENTO	350	175	50,00	665	332,5
		TIERRA	350	2	0,57	665	3,8
	SERVICIOS	LUZ	350	348	99,43	665	661,2
		AGUA	350	348	99,43	665	661,2
		TELEFONO	350	162	46,29	665	307,8
		ALCANTARILLADO	350	334	95,43	665	634,6
		TV CABLE	350	236	67,43	665	448,4
	ESTRATO	1	350	48	13,71	665	91,2
		2	350	302	86,29	665	573,8
		3	350	0	0,00	665	0
		4	350	0	0,00	665	0
		5	350	0	0,00	665	0
	ACOMETIDA	Mts	350	700	200,00	665	1330
		CONCRETO	350	314	89,71	665	596,6
		TABLETA	350	28	8,00	665	53,2
		TIERRA	350	8	2,29	665	15,2
DIMENSIONES Mts	FRENTE	350	3512,35	1003,53	665	6673,5	
	COCINA - CALLE	350	4872,74	1392,21	665	9258,2	

- **Información específica:** combustible que usa para preparar los alimentos, consumo mensual, servicio prestado por las envasadoras de gas propano, forma de pago, plan de financiación.

**Tabla 6.** Información específica (Encuesta).

ENCUESTA			SIMACOTA				
			ENCUESTADOS	RESULTADO	%	TOTAL USUARIOS	APLICACIÓN
3. INFORMACION ESPECIFICA	COMBUSTIBLE UTILIZADO PARA COCINAR LOS ALIMENTOS	GAS Y LEÑA	350	107	30,57	665	203,3
		PETROLEO	350	0	0,00	665	0
		GAS	350	239	68,29	665	454,1
		ENERGIA ELECTRICA	350	1	0,29	665	1,9
		LEÑA	350	3	0,86	665	5,7
	COSTO MENSUAL	10.000	350	15	4,29	665	28,5
		15.000	350	26	7,43	665	49,4
		20.000	350	22	6,29	665	41,8
		25.000	350	89	25,43	665	169,1
		30.000	350	34	9,71	665	64,6
		35.000	350	81	23,14	665	153,9
		40.000	350	16	4,57	665	30,4
		45.000	350	13	3,71	665	24,7
		50.000	350	13	3,71	665	24,7
		55.000	350	19	5,43	665	36,1
		60.000	350	22	6,29	665	41,8

- **Cocción:** Tipo de cilindro de GLP, consumo total en libras de GLP, valor del consumo, duración del cilindro.

**Tabla 7.** Informe de consumo Gas Propano (GLP) en Simacota.

CUESTA			SIMACOTA					
			ENCUESTADOS	RESULTADO	%	TOTAL USUARIOS	APLICACIÓN	
4. GAS PROPANO (GLP)	TIPO DE CILINDRO		33 Lbs	350	289	82,57	665	549,1
			40 Lbs	350	28	8,00	665	53,2
			80 Lbs	350	0	0,00	665	0
			100 Lbs	350	29	8,29	665	55,1
	DURACION	DIAS	CINCO	350	0	0,00	665	0
			DIEZ	350	8	2,29	665	15,2
			QUINCE	350	33	9,43	665	62,7
			VEINTE	350	91	26,00	665	172,9
			TREINTA	350	115	32,86	665	218,5
			CUARENTA	350	33	9,43	665	62,7
			CINCUENTA	350	13	3,71	665	24,7
			SESENTA	350	34	9,71	665	64,6
			NOVENTA	350	19	5,43	665	36,1
			TIPO DE ESTUFA	HORNILLAS	UNA	350	0	0,00
	DOS	350			54	15,43	665	102,6
	TRES	350			9	2,57	665	17,1
	CUATRO	350			287	82,00	665	545,3
	HORNO			350	12	3,43	665	22,8
	ASADOR			350	0	0,00	665	0
	CALIDAD DEL SERVICIO		EXCELENTE	350	0	0,00	665	0
			BUENO	350	282	80,57	665	535,8
			REGULAR	350	55	15,71	665	104,5
			MALO	350	13	3,71	665	24,7
	TIEMPO DE ATENCION		INMEDIATA	350	71	20,29	665	134,9
			ENTRE 2 Y 5 HORAS	350	237	67,71	665	450,3
			ENTRE 6 Y 1 DIA	350	28	8,00	665	53,2
			MAS DE 1 DIA	350	14	4,00	665	26,6

- **Información crediticia:** Si le gustaría instalarle gas domiciliario a la vivienda, como pagaría el derecho de conexión, tiempo de duración del crédito y cuanto estaría dispuesto a invertir mensualmente.

**Tabla 8.** Información crediticia (Encuesta).

ENCUESTA			SIMACOTA				
			ENCUESTADOS	RESULTADO	%	TOTAL USUARIOS	APLICACIÓN
5. LE GUSTARIA INSTALARLE GAS DOMICILIARIO A SU CASA	INSTALARLE	SI	350	350	100,00	665	665
		NO	350	0	0,00	665	0
	FORMA DE PAGO	DE CONTADO	350	6	1,71	665	11,4
		A CREDITO	350	344	98,29	665	653,6
	TIEMPO DE DURACION DEL CREDITO	6 MESES	350	7	2,00	665	13,3
		1 AÑO	350	88	25,14	665	167,2
		2 AÑOS	350	104	29,71	665	197,6
		3 AÑOS	350	69	19,71	665	131,1
		4 AÑOS	350	9	2,57	665	17,1
		5 AÑOS	350	67	19,14	665	127,3

### Análisis de la información

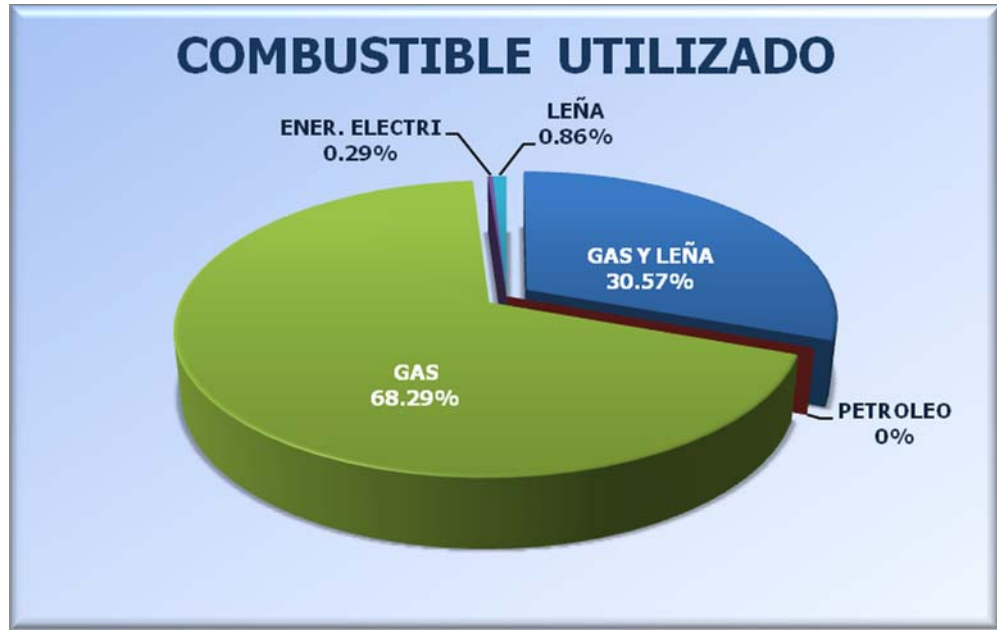
En esta parte del estudio se analizó de manera clara y precisa, los diversos factores que permitieron determinar la existencia de un potencial de usuarios interesados en adquirir el servicio de Gas Licuado del Petróleo.

Uno de los parámetros, mas importantes a tener en cuenta en el estudio es el tipo de combustible utilizado por los habitantes para cocinar sus alimentos, es por eso que a continuación se presenta un estudio detallado de este parámetro.

**Tabla 9.** Combustible utilizado para cocción en Simacota.

a.	COMBUSTIBLE UTILIZADOS PARA COCCION	CANT	%	APLICACIÓN
1	Usuarios que utilizan Gas y Leña Simultáneamente	107	30,57	203
2	Usuarios que utilizan Petróleo	0	0,00	0
3	Usuarios que utilizan solo Gas	239	68,29	454
4	Usuarios que utilizan Energía Eléctrica	1	0,29	2
5	Usuarios que utilizan solo Leña	3	0,86	6
<b>TOTALES</b>		<b>350</b>	<b>100,00</b>	<b>665</b>

**Figura 2.** Relación Combustible utilizado por los habitantes de Simacota.



En la figura anterior se observa con claridad el porcentaje de cada uno de los combustibles utilizados, siendo el GLP el de mayor porcentaje con 68.29% y el petróleo el de menor incidencia con un 0%. Es importante, resaltar el alto porcentaje del uso simultáneo de gas y leña como combustible. A continuación se presenta un estudio más detallado acerca de los combustibles más relevantes para observar su comportamiento y determinar el costo de cada uno como tal y del impacto ambiental generado.

### **Estudio Detallado**

Para determinar el costo total de leña y GLP que invierten los habitantes de Simacota, primero, se relaciona los datos estadísticos del sector que utiliza Gas y Leña simultáneamente; y posteriormente, se muestra los datos de los usuarios que utilizan un combustible a la vez; y de esta forma sacar el costo total de los combustibles en cuestión.

### Usuarios que utilizan Gas y Leña Simultáneamente.



**Tabla 10.** Usuarios que utilizan gas y leña simultáneamente.

<b>GAS Y LEÑA SIMULTANEAMENTE</b>	<b>CONSUMO MENSUAL ENCUESTADO</b>	<b>APLICACIÓN CONSUMO</b>	<b>COSTO COMBUSTIBLE ENCUESTADO</b>	<b>APLICACIÓN COMBUSTIBLE</b>
<b>GLP</b>	4277,5 Libras	8127,25 Libras	\$ 3.249.161,7	<b>\$ 6.173.407,23</b>
<b>LEÑA</b>	271 Cargas	514,9 Cargas	\$ 1.601.500,0	<b>\$ 3.042.850,00</b>

En cuanto a los usuarios que utilizan como combustible GLP y leña simultáneamente para cocinar sus alimentos o calentar, y de acuerdo al estudio de

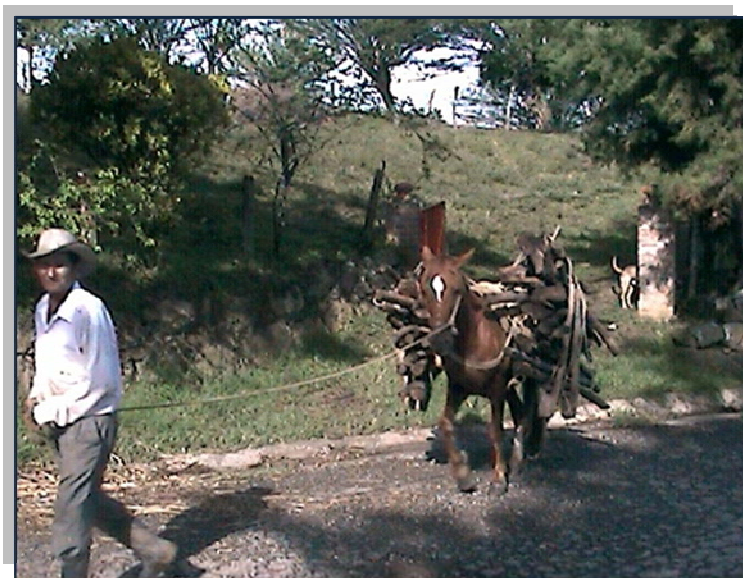
mercado realizado, se puede afirmar que en promedio cada uno consume 40 Libras de GLP y 2.02 Cargas de leña mensual, lo que equivaldría a un costo de \$6.173.407 en GLP y \$3.042.850 de leña.

De la leña utilizada, el 70% la compra a un promedio de \$10.000 por carga y el 30% la adquiere de forma gratuita de los alrededores del pueblo. En el cuadro anterior se relaciona el consumo mensual y el costo para cada uno de los combustibles, así como el costo total.

**Figura 3.** Relación Gas-Leña, usuarios que utilizan los dos combustibles simultáneamente.



En el anterior gráfico, se puede observar la inversión de cada combustible para la población que utiliza GLP y leña simultáneamente, además muestra que el 67% de todo el combustible utilizado es GLP y el 33% se consume en leña.



Si se hace un estudio, más profundo de lo que representa la cantidad de leña empleada como combustible, y si se tiene en cuenta que una carga de leña equivale a  $0.25 \text{ m}^3$  sólidos, las 514.9 cargas empleadas mensualmente por la población equivaldrían a una cantidad de  $128.72 \text{ m}^3$ . Ahora si se asume árboles de 50 centímetros de ancho y 5 metros de alto, los cuales tendrían un volumen sólido de  $3.9269 \text{ m}^3$ ; la cantidad representada en árboles consumidos por la población sería de 32.50 árboles mensuales o cerca de un árbol diario, lo que implica un alto impacto ambiental por la tala de árboles; sin tener en cuenta lo perjudicial que esto representa para la salud de las personas que manipulan constantemente la leña como combustible.

### Usuarios que solo utilizan GLP como combustible

**Tabla 11.** Usuarios que utilizan GLP como combustible.

COMBUSTIBLE	CONSUMO MENSUAL ENCUESTADO	APLICACIÓN CONSUMO	COSTO COMBUSTIBLE ENCUESTADO	APLICACIÓN COMBUSTIBLE
GLP	9560 Libras	18164,74 Libras	\$ 7.767.500,00	\$ 14.759.160,00

De igual forma, el promedio por usuario es de 40 Libras mensuales, lo que equivaldría a \$7.767.500

**Usuarios que solo utilizan Leña como combustible.**



**Tabla 12.** Usuarios que utilizan solo leña como combustible.

COMBUSTIBLE	CONSUMO MENSUAL ENCUESTADO	APLICACIÓN CONSUMO	COSTO COMBUSTIBLE ENCUESTADO	APLICACIÓN COMBUSTIBLE
LEÑA	11 Cargas	30 Cargas	\$ 110.000,00	\$ 209.000,00

El promedio de combustible utilizado por los usuarios que solo utiliza leña como combustible, es de 3.66 cargas mensuales por usuario lo que representan un costo mensual de \$209.000. Ahora teniendo en cuenta que una carga son 0.25 m<sup>3</sup> sólidos, las 30 cargas consumidas mensualmente por estos usuarios corresponden a 7.5 m<sup>3</sup>, y si se asumen árboles de 3.9269 m<sup>3</sup> por las características mencionada anteriormente, esta población estaría consumiendo cerca de 2 árboles mensuales.

**Total Consumo y Costo de GLP y Leña.** A continuación se presenta un resumen del consumo y los costos de los combustibles empleados en Simacota para la cocción de alimentos.

**Consumo.** El consumo total de GLP de la población es de 26291.99 Libras y de leña es de 544, y teniendo en cuenta los cálculos anteriores esto equivale a 34.5 arboles mensuales, representando una alto impacto ambiental por tala de árboles y lo que esto conlleva, a si como incidencia en la salud de los usuarios.

**Tabla 13.** Total consumo de combustible del Municipio de Simacota.

COMBUSTIBLE	CONSUMO MENSUAL SIMULTANEO	CONSUMO MENSUAL SEPARADO	CONSUMO TOTAL
GLP	8127,25 Libras	18164,74 Libras	<b>26291.99 Libras</b>
LEÑA	514,9 Cargas	30 Cargas	<b>544.9 Cargas</b>

**Costo Total.** El siguiente cuadro relaciona el costo total de cada uno de los combustibles utilizados en la población; si se totaliza se obtiene un valor de \$24.184.417,23 gastados en combustible. Los resultados de los cuadros anteriores están basados en las encuestas realizadas por INGASOIL S.A. E.S.P

**Tabla 14.** Costo total del combustible del Municipio de Simacota.

COMBUSTIBLE	COSTO MENSUAL SIMULTANEO	COSTO MENSUAL SEPARADO	COSTO TOTAL
GLP	\$ 6.173.407,23	\$ 14.759.160,00	<b>\$20.932.567,23</b>
LEÑA	\$ 3.042.850,00	\$ 209.000,00	<b>\$3.251.850</b>

## 2.4 DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES

Para el dimensionamiento de las tuberías se emplea la fórmula de Müller para flujos parcialmente turbulentos y presiones superiores a setenta (70) milibar y hasta 8,0 bar. Esta fórmula es la siguiente:

Ecuación 3

$$Q = \left[ (p_1^2 - p_2^2) / L^{0.575} \right] * 461 \times 10^{-7} \Phi^{2.725} / G^{0.425}$$

En donde:

- $Q$  = Caudal en metros cúbicos por hora, a condiciones estándar
- $G$  = Gravedad específica del combustible gaseoso (gravedad específica del aire = 1).
- $P_1$  = Presión absoluta en el punto de alimentación de la tubería, en bar.
- $P_2$  = Presión absoluta en el punto de entrega de la tubería, en bar
- $L$  = Longitud de la tubería, en metros
- $D$  = Diámetro interno de la tubería, en milímetros.

La red de distribución de gas para el municipio de Simacota, posee una infraestructura de suministro, la cual comprende las mallas 1, 2, 3, 4 y 5; dispone de una red troncal de 2", con ramales de 1" (mallas) y anillos de ¾".

Para realizar el diseño del sistema, se tomó como base el levantamiento topográfico realizado con anterioridad del Municipio, sobre el cual se trazaron las redes, en donde se determinaron las longitudes de las troncales y anillos de distribución; como resultado de este trabajo, se elaboraron una serie de planos que contemplan el sistema general de distribución, así como un plano por cada una de las cinco mallas en las cuales se zonificó el proyecto para su ejecución. Ver Anexo 1.

Además, se contó con información suministrada por el EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial), así como los datos adquiridos en el estudio de mercado, que sirvieron como base para realizar el diseño. Entre esos datos se tienen: número de usuarios por manzana, longitud de tubería, hábitos de consumo.

Al compilar la información suministrada por el levantamiento topográfico, por el EOT y por el estudio de mercados, se obtuvieron los datos de diseño con los cuales se determinaron parámetros importantes como son presiones y caudales

En el Anexo 2, se presenta, un resumen de los principales parámetros de diseño tales como longitud de tubería, usuarios, factor de demanda, velocidad, pérdidas, caudales y presiones, tanto para la troncal principal como para cada derivada de la línea troncal o mallas.

**Figura 4.** Esquema de las tuberías empleadas en el Diseño.



En la figura anterior se puede observar, un sector del municipio de Simacota, el cual comprende los diferentes tipos de tubería utilizada en el diseño de la red externa. Las líneas de color rojo, representan tubería matriz de 2", la cual desplaza el gas desde el tanque de almacenamiento hasta cada una de las mallas, en la figura se representan con color azul y su diámetro es de 1"; las mallas, entregan el gas a los anillos, los cuales rodean a cada manzana o cuadra representados en color verde, para finalmente entregar el gas a cada hogar.

**Metodología para establecer la utilización eficiente de redes de distribución secundarias. (Resolución CREG N° 011 del 12 de febrero del 2003. Literal g) del anexo ocho (8))**

Para determinar la eficiencia en la utilización de redes de distribución secundarias, se establecerá una función de regresión estadística que relacione la densidad urbanística del área atendida con la longitud de red secundaria correspondiente.

**Tabla 15.** Determinación de Densidad Urbanística y Longitud por Usuario.

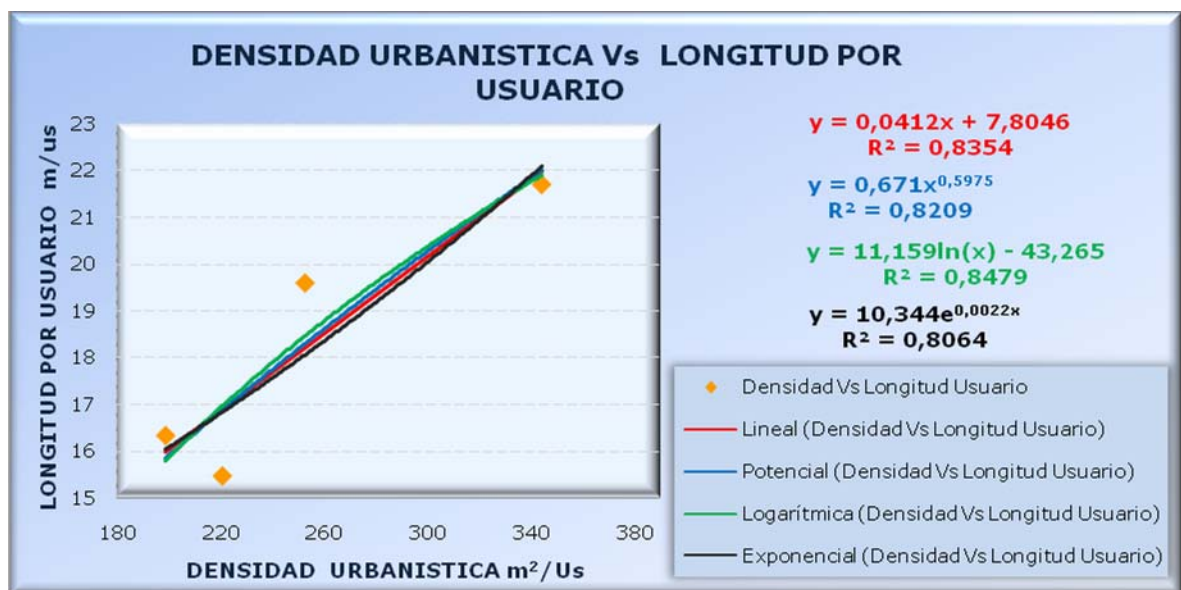
MALLAS	USUARIOS	TUBERIA 3/4"	AREA m <sup>2</sup>	DENSIDAD URBANISTICA m <sup>2</sup> /Us	LONGITUD POR USUARIO m/Us
Malla 1	120	2604,4	41310	344,3	21,70
Malla 2	185	2862,8	40800	220,5	15,47
Malla 3	175	3429,6	44200	252,6	19,60
Malla 4	145	2368,8	28800	198,6	16,34
Malla 5	40	440,2	15640	391,0	11,01
<b>TOTAL</b>	<b>665</b>	<b>11705,8</b>	<b>170750</b>	<b>1015,98</b>	<b>73,11</b>

**Densidad Urbanística:** Es la relación entre el área urbana y el número de viviendas urbanas.

**Longitud por Usuario:** Determinada como la relación entre la longitud de la red secundaria de la inversión base en el último año del período tarifario, y la longitud de red de polietileno de 3/4" y el número de usuarios totales proyectados para dicha fecha.

En la figura 5, se muestra una gráfica que relaciona la densidad urbanística y la longitud por usuario del municipio de Simacota. Los datos que aparecen el rojo en la Tabla 15 son excluidos, ya que presentan un comportamiento atípico.

**Figura 5.** Grafica Densidad Urbanística Vs Longitud por usuario. Simacota



En la gráfica, los puntos se ajustan a una curva de regresión y se establece su ecuación. Para la curva, se consideraron regresiones: Lineal, potencial, logarítmica y exponencial.

- **Logarítmica:** Para esta regresión la ecuación hallada es:

$$Y = 11.159 \ln(x) - 43.265 \quad \text{Ecuación 4}$$

La clasificación del grado de correlación es  $R^2 = 0.8479$ , el cual es catalogado como bueno.

El modelo más adecuado es el **Logarítmico**, ya que el coeficiente de correlación  $R^2$  es el más alto.

**Determinación de los residuales “e”:**  $e = y' - y$

Donde:

*e*: residual

*Y*: longitud por usuario real

*Y'*: longitud estimado por usuario

**Obtención de la función para e  $Y_{max}$ :**  $y_{max} = y' - d$

Donde:

$Y_{max}$ : Longitud por usuario máxima

*d*: Equivale a la desviación estándar de los residuales = 1.12780016

En la tabla A2-2, se muestra los valores obtenidos para  $y_{max}$ .

**Tabla 16.** Cálculos de  $y'$  (Longitud estimada) y residuos “e”.

Real	Estimada		
LONGITUD POR USUARIO m/Us	LONGITUD POR USUARIO m/Us	RESIDUOS “e”	$Y_{max}$
21,70	21,918827	0,22	23,0466272
15,47	16,9498739	1,48	16,9498739
19,60	18,4631744	-1,13	18,4631744
16,34	15,7816983	-0,55	15,7816983

## Evaluación de la eficiencia en la utilización de las líneas secundarias (tubería se ¾”).

Finalmente, para evaluar la eficiencia de determina:

- El valor de YE, a partir del promedio ponderado de la longitud por usuario.

Promedio ponderado $y'_{max}$	19.4061936
-------------------------------	------------

Promedio ponderado Longitud por usuario $Y_E$	18,2780485
---	------------

- El valor de XE, se obtiene de la ecuación obtenida de la regresión realizada anteriormente, al reemplazar el valor de  $y'_{max}$ .

Promedio ponderado Densidad Urbana $X_E$	253,995665
--	------------

Se puede observar que el valor de YE es inferior al valor de  $Y'_{max}$ , indicando que no será objeto de ajuste según lo estipulado por la comisión reguladora de energía y Gas en el literal g) del anexo ocho (8), de la Resolución CREG N° 011 del 12 de febrero del 2003.

## 2.5 CALCULO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Para el dimensionamiento de un tanque de almacenamiento de G.L.P. se deben tener en cuenta la vaporización del tanque y el tiempo de recarga. Tradicionalmente, se ha adoptado que el dimensionamiento se realice para que cuando el nivel del líquido en el tanque se encuentre en un tercio de su capacidad total, supla la máxima demanda diversificada con la condición más crítica de temperatura.

### 2.5.1 Vaporización del Tanque.

Para el cálculo de la vaporización del tanque, se utiliza la siguiente fórmula:

$$H = (DxLxC)$$

Ecuación 5

Donde:

- H** = Vaporización a la tercera parte de llenado del tanque, en btu/hora.
- D** = Diámetro del tanque, en pulgadas.
- L** = Longitud total del tanque, en pulgadas.
- C** = Factor de vaporización

Las dimensiones de los tanques varían de acuerdo con el fabricante. Adicionalmente, para medir el factor de vaporización es necesario utilizar la temperatura ambiente del sitio donde va a quedar instalado el tanque. (Ver anexo 3).

El número de tanques necesarios se calcula con base en la vaporización y en la demanda máxima horaria, así:

$$N = (CMT / H)$$

Ecuación 6

Donde:

- N** = Número de tanques.
- CMT** = Demanda máxima horaria, en BTU / hora.
- H** = Vaporización a la tercera parte de llenado del tanque, en BTU /hora.

Si los decimales de N son mayores o iguales a 0.5, se aproxima al entero siguiente:

$$CMT = (VIV \times CMH) + CL$$

Ecuación 7

Donde:

- VIV** = Número total de viviendas
- CMH** = Demanda máxima horaria por vivienda, en BTU / hora / vivienda.
- CL** = Demanda máxima estimada comercial, en BTU / hora.

### 2.5.2 Tiempo de Recarga.

El tiempo de recarga se calcula a partir de la capacidad máxima de llenado del tanque y el consumo promedio diario. Preferiblemente, el dimensionamiento debe realizarse con base en una recarga mínima de 10 días calendario.

$$TR = (ML - 0.30) \times CT / CPD$$

Ecuación 8

Donde:

- TR** = Tiempo de recarga, en días.
- CMH** = Nivel máximo de llenado de líquido.
- CL** = Capacidad del tanque, en gal.
- CPD** = Consumo promedio diario, en gal/día.

El sistema se diseñó para trabajar con un (1) tanque superficial, de capacidad nominal de 2081 galones de agua para retransmitir cada 22 días, el cual abastece al pueblo, con una destinación de uso mayoritariamente residencial y en menor proporción comercial.

### 3. CALCULOS ECONOMICOS

En este capítulo se describe el procedimiento utilizado para realizar el estudio económico del proyecto y consecuentemente, evaluar su viabilidad.

#### 3.1 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

Conforme a lo estipulado en las Resoluciones emitidas por la Comisión Reguladora de Energía y Gas, se procede a presentar una breve descripción del mercado, la demanda esperada, la cobertura del servicio y la expansión proyectada, con base en las estadísticas del DANE, en los resultados obtenidos del análisis de las estadísticas de consumo y en las encuestas realizadas acerca del uso de los combustibles domésticos en el Municipio de Simacota.

**3.1.1 Expansión futura del Municipio de Simacota.** La información demográfica cobra un gran protagonismo para la puesta en marcha de planes, programas y proyectos orientados a la consecución del desarrollo humano de determinada región, tal como es el caso de la Masificación de gas.

Debido a la imposibilidad de realizar levantamientos censales anuales por los enormes esfuerzos tanto económicos como técnicos que se requieren, es necesario recurrir a instrumentos técnicos como las proyecciones de población, los cuales, a través de la integración interdisciplinaria de métodos demográficos y estadísticos, ofrecen información confiable y precisa a un menor costo respecto al comportamiento poblacional futuro en cuanto al número de habitantes de cada región y sus particularidades en un área geográfica específica.

Es común el uso del “método de los componentes” por parte de los demógrafos a la hora de elaborar proyecciones de población, bajo el principio básico consistente en la desagregación del crecimiento de la población en sus componentes demográficos fundamentales (fecundidad, mortalidad y migración) por medio de la ecuación compensadora:

$$N(t,+n) = N(t) + B(t,t+n) - D(t,t+n) + I(t,t+n) - E(t,t+n)$$

Ecuación 9

Donde:

$N(t,+n)$ : Tamaño de la población en el momento t+n

$N(t)$ : Tamaño de la población en el momento t

$B(t,t+n)$ : Nacimientos en el período

$D(t, t + n)$ : Defunciones en el período

$I(t, t + n)$ : Inmigrantes llegados al Municipio en el período

$E(t, t + n)$ : Emigrantes salidos del Municipio en el período

La aplicación de este método, se encuentra supeditada a la disponibilidad de información consistente del área geográfica objeto de proyección, lo cual es factible cuando se trata de proyectar áreas grandes con información robusta, es decir, cuando se hace referencia a áreas geográficas con volúmenes de población considerables, para las cuales existan series históricas de información de nacimientos, defunciones, patrones de migración, indicadores demográficos, procedentes ya sea de fuentes censales, estadísticas vitales, encuestas especializadas y otros estudios relacionados.

En este orden de ideas, en Colombia, la aplicación del método de los componentes está restringida a la escala nacional, departamental, municipios del país con alto volumen de población y algunas áreas especiales como las áreas metropolitanas; pero representa dificultades cuando el interés son los municipios o áreas menores, por la ausencia de información óptima de algunas variables demográficas, en especial, de la migración. Por lo anterior, se requiere la utilización de métodos alternativos para determinar las tendencias de crecimiento de comunidades con pequeños volúmenes poblacionales, como es el caso del Municipio de Simacota.

Por las razones expuestas anteriormente, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE- no realiza proyecciones a largos períodos de tiempo en áreas con pequeños volúmenes poblacionales (como Simacota), a causa de lo sensibles que son a los factores exógenos de población (En el censo de 2005, la proyección por Municipios se realizó hasta el año 2009); por lo cual se hace necesario acudir a métodos alternativos para determinar la expansión futura del Municipio de la manera mas confiable posible puesto que es la base para realizar inversiones considerables, que a su vez condicionan el desarrollo de una comunidad.

Definitivamente, por el tratamiento que se le ha dado a los datos, la información más confiable con la que se cuenta para realizar la proyección es la suministrada por los censos realizados por el DANE, por lo que se procede a determinar el índice de crecimiento en el área urbana del Municipio con base en el comportamiento de la población en el último período intercensal (1993 – 2005) y posteriormente se realiza la proyección de la población para un período de 20 años (2008 – 2028).

Es importante aclarar que el crecimiento poblacional no es de naturaleza lineal sino que es función de un gradiente geométrico (índice de crecimiento) que agrupa los factores y variables determinantes en el comportamiento poblacional de un área geográfica.

En este orden de ideas,

$$\eta = (\sqrt[n]{Pf / Pi}) - 1$$

Ecuación 10

Donde:

$\eta$ : Índice o tasa de crecimiento

Pf: Población urbana de Simacota, según el censo actual, año 2005

Pi: Población urbana de Simacota, según el censo anterior, año 1993

n: Período intercensal, en años

Posteriormente se realiza la proyección de la población:

$$Pc = Pb + (1 + \eta)^t$$

Ecuación 11

Donde:

Pc: Tamaño de la población a calcular

Pb: Tamaño de la población base

$\eta$ : Índice o tasa de crecimiento

t:Tiempo al cual quiere determinarse el tamaño de la población

Con base en estos fundamentos estadísticos se establecieron los índices de crecimiento, las curvas de expansión a futuro y la proyección de habitantes y viviendas.

Al analizar el comportamiento del crecimiento poblacional que presenta el Municipio de Simacota, se llegó a la conclusión que la cabecera municipal (área de influencia del proyecto de distribución de GLP domiciliario por red local que se pretende desarrollar) presenta una tasa de crecimiento poblacional positiva.

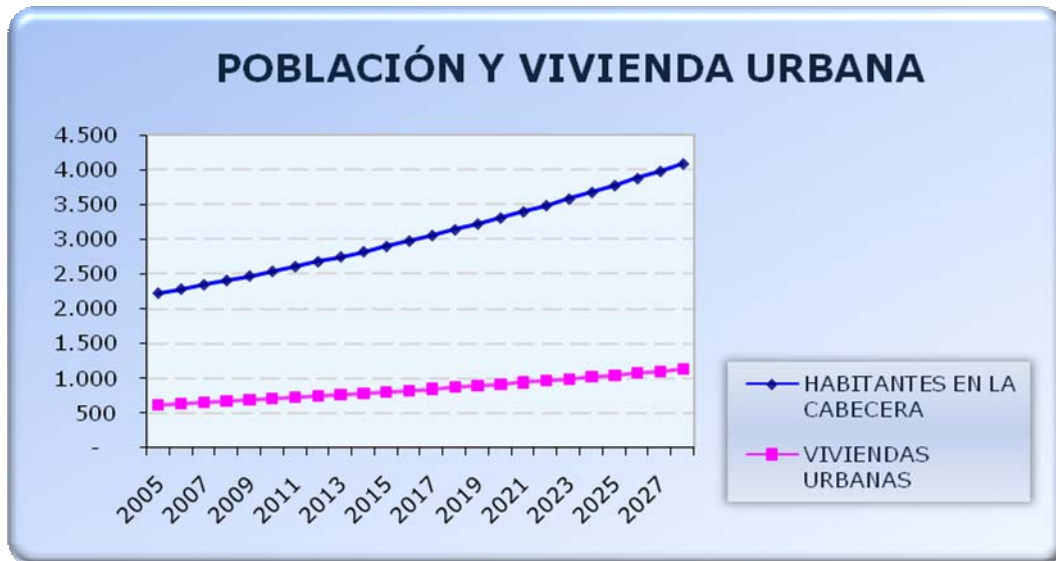
Los resultados obtenidos se resumen a continuación:

**Tabla 17.** Proyección de la Población Urbana

<b>AÑO</b>	<b>Habitantes</b>	<b>Viviendas</b>	<b>Aumento Viv./Año</b>
2005	2.224	618	
2006	2.284	634	17
2007	2.345	651	17
2008	2.407	669	17
2009	2.472	687	18
2010	2.538	705	18
2011	2.606	724	19
2012	2.676	743	19
2013	2.747	763	20
2014	2.821	784	20
2015	2.896	804	21
2016	2.974	826	22
2017	3.053	848	22
2018	3.135	871	23
2019	3.219	894	23
2020	3.305	918	24
2021	3.393	943	25
2022	3.484	968	25
2023	3.577	994	26
2024	3.673	1.020	27
2025	3.771	1.048	27
2026	3.872	1.076	28
2027	3.976	1.104	29
2028	4.082	1.134	30

Al calcular las viviendas anuales se emplea un valor de Habitantes/Vivienda=3.6, el cual fue determinado en el estudio de mercados.

**Figura 6.** Tendencia de crecimiento poblacional urbano



**3.1.2 Estimativos de consumo.** Para realizar la proyección de la demanda en la cabecera municipal, se hace necesario determinar el consumo energético a nivel doméstico, partiendo de la información estadística disponible, la cual se complementó con muestreos y encuestas practicadas en terreno.

Los estimativos de consumo doméstico consideran los factores de demanda para cada uno de los artefactos a gas usados por los habitantes de Simacota. Como puede observarse en la tabla 3.2, sólo se advierten artefactos para cocción de alimentos, siendo despreciable la utilización de calentadores de agua y artefactos similares.

Adicionalmente a los factores de demanda, se tuvo en cuenta el factor de coincidencia, el cual define la probabilidad estadística de la utilización simultánea de los artefactos de consumo de los usuarios (para el Municipio de Simacota se asume igual a 95%), así como un factor de seguridad, a manera de previsión para ampliaciones futuras. A dicho factor se le asigna un valor del 30%, debido a que el área de influencia del proyecto presenta tendencias de crecimiento poblacional positiva, lo cual implica aumento de los usuarios y de la demanda.

Para el sector comercial, de otra parte, se estimó el consumo en proporción al porcentaje de establecimientos comerciales encontrados en la muestra de predios

evaluados equivalente al 0,29% del consumo total. Este porcentaje sólo se refiere a aquellos establecimientos cuya actividad económica está estrechamente relacionada con el consumo considerable de energía y, que consecuentemente, presentan una demanda superior a la doméstica. Las demandas domésticas afectadas por este factor de carga adicional, sirvieron para establecer la demanda anual equivalente por unidad de vivienda.

Cabe aclarar que los estimativos de consumo se realizaron considerando una penetración ponderada del servicio igual al 90%, es decir para 599 usuarios.

**Tabla 18.** Estimativos de Consumo

DESCRIPCIÓN DEL ARTEFACTO	DEMANDA HORARIA BTU/H	PORCENTAJE DE USO ( % )	FACTOR DE DEMANDA	DEMANDA PONDERADA BTU/H
Estufa de dos quemadores	11200	15,4%	0,425	734,47
Estufa de tres quemadores	22400	2,6%	0,589	339,08
Estufa de cuatro quemadores + Horno	40000	85,0%	0,3	10.200,00
Asador	12000	0,43%	0,78	40,25
	Subtotal			11.313,79
	Factor de coincidencia			95%
	Factor de seguridad			30%
	Demanda Máxima (BTU/h)			13.972,53
	Demanda Horaria (pch)			4,95
	Demanda Doméstica (pch)			4,95
	Proporción Comercial			0,29%
	Proporción Industrial			0%
	<b>Demanda Hor. Equiv. (pch)</b>			4,96
	<b>Demanda Hor. Equiv. (mch)</b>			0,14
	<b>Demanda Anual Equiv. (mca)</b>			128

Para obtener el valor de la Demanda Máxima estimada se usaron los siguientes factores de conversión, previamente determinados para el GLP con el que se está trabajando. Además, con base en los hábitos de consumo que presenta la población de Simacota se determinó un valor de Hora/ día de utilización de equipos igual a 2.5.

**Tabla 19.** Factores de conversión

Factores de Conversión				
pie3	BTU	m3	Galones	Libras
1	2823	0,0283168	0,02892646	0,13041302
35,3147248	99693,4682	1	1,02153	4,6055

HORA/ DIA DE UTILIZACIÓN DE GASODOMÉSTICOS	2,5
--	-----

**3.1.3 Reporte de las proyecciones de venta: Conexiones y Volumen.** Las previsiones de crecimiento de población, en congruencia con los pronósticos de consumo equivalente por unidad de vivienda, constituyeron el criterio básico para formular el siguiente Plan de Expansión, considerando un horizonte de inversión y actividad operacional de 20 años sobre el supuesto de que no se presentarán cambios significativos en los hábitos de consumo energético históricamente observados en el municipio, diferentes de los derivados de las expectativas de crecimiento poblacional determinada para el mismo.

En concordancia con el Anexo 4 de la Resolución CREG No 011 de Febrero 12 de 2003, se procede a reportar la proyección de ventas para el horizonte operacional comprendido entre el año 2008 y el año 2028.

**Tabla 20.** Cronograma de conexiones (próximo período tarifario).

RESIDENCIAL Y COMERCIAL				AÑO DE EJECUCIÓN
ZONAS	TOTALES	PENETRACIÓN	INSTALADAS	
Malla 1	120	90%	108	2008
Malla 2	185		167	2009
Malla 3	175		158	
Malla 4	145		131	
Malla 5	40		36	
TOTAL	665		599	

PENETRACIÓN PONDERADA	90%
-----------------------	-----

**Tabla 21.** Proyección de ventas: Nuevos Suscriptores por año

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>RESIDENCIAL</b>											
<b>E1</b>	15	67	2	2	2	2	3	3	3	3	3
<b>E2</b>	93	422	15	15	15	15	16	16	17	17	18
<b>SUB TOTAL</b>	108	489	17	17	17	18	18	19	19	20	20
<b>COMERCIAL</b>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	108	491	17	17	17	18	18	19	19	20	20
AÑO	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	TOTAL
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
<b>RESIDENCIAL</b>											
<b>E1</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	137
<b>E2</b>	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	862
<b>SUB TOTAL</b>	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	999
<b>COMERCIAL</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<b>TOTAL</b>	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27	1.002

La Tabla 21 muestra las expectativas de crecimiento de la demanda en función del número de nuevos usuarios instalados cada año, donde puede observarse que la verdadera expansión de la demanda se desarrollará sobre los primeros catorce (14) meses de actividad operacional del proyecto, a partir de los cuales su incremento obedecerá exclusivamente al crecimiento vegetativo de la población. Como se mencionó anteriormente, durante los primeros catorce (14) meses se instalará la totalidad del proyecto, valga decir, el total de las viviendas potenciales del Municipio.

**Tabla 22.** Proyección de ventas: Total Suscriptores a Diciembre 31 de cada año.

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>RESIDENCIAL</b>											
<b>E1</b>	15	82	84	87	89	92	94	97	99	102	105
<b>E2</b>	93	515	530	544	559	575	590	607	623	640	658
<b>SUB TOTAL</b>	108	597	614	631	648	666	684	703	722	742	763
<b>COMERCIAL</b>	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>TOTAL</b>	108	599	616	632	650	668	686	705	724	744	765
AÑO	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	TOTAL
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
<b>RESIDENCIAL</b>											
<b>E1</b>	108	111	114	117	120	123	127	130	134	137	137
<b>E2</b>	676	695	714	733	753	774	795	817	839	862	862
<b>SUB TOTAL</b>	783	805	827	850	873	897	921	946	972	999	999
<b>COMERCIAL</b>	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
<b>TOTAL</b>	786	807	829	852	875	899	924	949	975	1.002	1.002

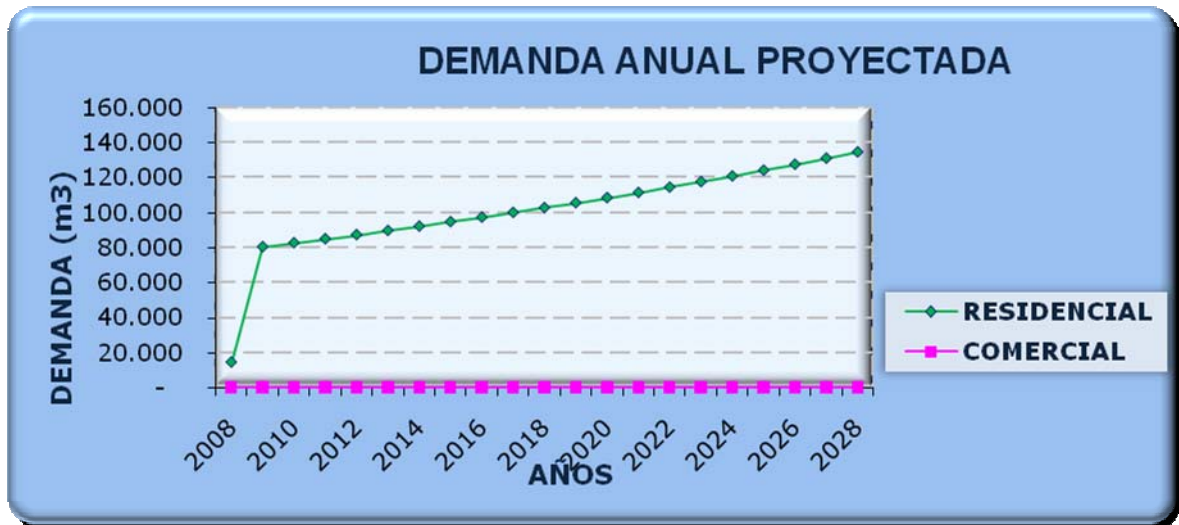
Como puede verse en la Tabla 22, el total de nuevos usuarios instalados en el año uno del proyecto (2008) es de 108 con corte al 31 de Diciembre de 2008 y para el año dos (2009) el total de usuarios conectados al final del periodo es de 599 usuarios, cifra cercana al total de usuarios potenciales previstos para el proyecto.

**Tabla 23.** Proyección de ventas: Volumen Total de GLP comercializado anualmente (Metros Cúbicos de GLP comercializados a Diciembre 31 de cada año)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Residencial</b>											
<b>E1</b>	1.894	10.522	10.821	11.118	11.424	11.738	12.060	12.391	12.731	13.080	13.438
<b>E2</b>	11.918	66.048	67.924	69.798	71.721	73.697	75.725	77.807	79.945	82.140	84.394
<b>Subtotal</b>	13.813	76.570	78.745	80.916	83.145	85.435	87.785	90.198	92.676	95.220	97.832
<b>Comercial</b>	40	219	225	232	238	245	251	258	265	273	280
<b>TOTAL</b>	13.852	76.790	78.970	81.148	83.383	85.679	88.036	90.456	92.941	95.493	98.113
Año	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	TOTAL
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
<b>Residencial</b>											
<b>E1</b>	13.806	14.184	14.572	14.970	15.379	15.798	16.229	16.672	17.126	17.593	277.547
<b>E2</b>	86.708	89.085	91.524	94.030	96.602	99.243	101.954	104.738	107.597	110.532	1.743.130
<b>Subtotal</b>	100.515	103.268	106.096	108.999	111.980	115.041	118.184	121.410	124.723	128.125	2.020.677
<b>Comercial</b>	288	296	304	312	321	329	338	348	357	367	5.785
<b>TOTAL</b>	100.802	103.564	106.400	109.311	112.301	115.370	118.522	121.758	125.081	128.492	2.026.463

Para calcular la Demanda Anual de GLP se parte de la demanda máxima estimada por usuario en metros cúbicos por año, que para el Municipio de Simacota es igual a 128 mca, y del total de suscriptores conectados a diciembre 31 de cada año.

Figura 7. Demanda Anual Proyectada



### 3.2 ANALISIS DE LA INVERSION

Acorde con las disposiciones de la CREG sobre el particular, las inversiones en redes fueron calculadas con base en los costos de las diferentes unidades constructivas definidas en el Anexo 2 de la Resolución CREG 011 de 2003, traídos a valor presente según los índices de precios al productor reportados por el DANE y el Banco de la República. De igual manera, los anteriores cálculos excluyen los costos de conexión, constituidas por las acometidas, medidores individuales de consumo y elementos asociados de regulación y control individual del suministro, así como los referentes a la instalación, montaje y puesta en servicio de las tuberías internas para el suministro de gas de cada usuario.

La discriminación detallada del **Presupuesto Total de Inversión** involucra los siguientes factores de costo:

**3.2.1 Presupuesto de inversión en redes de distribución.** Este presupuesto incluye:

- Rotura y reposición de suelos (concreto, asfalto, tableta y destapado) para una cantidad aproximada de 11.706 metros lineales.

- Excavación, tape y compactación de zanjas de 30 cm de ancho por 60 cm de profundidad para el tendido de las tuberías enterradas de polietileno, sobre 11.706 metros lineales de terreno, aproximadamente.
- Suministro e instalación de 16.148 metros lineales de tuberías enterradas de polietileno de alta y media densidad, calidad ASTM D2513, de diferentes diámetros nominales, con uniones soldadas por termofusión, para lo cual se requiere el empleo de accesorios de acople (tees, codos, silletas, reducciones y tapones).
- Suministro e instalación de 43 poliválvulas y demás accesorios tales como tees y silletas requeridas para el seccionamiento y control de las redes de tuberías.
- Pruebas, ensayos, purga y puesta en servicio de aproximadamente 16 km de redes de distribución.

**3.2.2 Inversión en tanques estacionarios.** En esta inversión se consideran los siguientes elementos:

- Costo de 1 tanques estacionario con capacidad individual de 2.081 galones, el cual abastecerá las 5 mallas en las que se ha zonificado el proyecto para su ejecución.
- Accesorios e instrumentación requerida para la medición, el control y la regulación del suministro de gas en el tanque estacionario.
- Transporte y montaje del tanque estacionario.

**3.2.3 Otras inversiones requeridas por el proyecto.** Se contemplan los siguientes gastos:

- Dotación de oficina que involucra la adquisición de muebles, enseres y equipos de oficina, incluyendo los costos de licenciamiento del software requerido por los equipos de cómputo.
- Equipos de operación y mantenimiento que incluye la adquisición de herramientas, equipos e instrumentos electrónicos detectores de gas, equipos de telecomunicaciones y medios de transporte.

**Tabla 24.** Otras inversiones

Item	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	CTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>1</b>	<b>Tanques para GLP:</b>				
1	Tanques para GLP de 2081 Gals Agua	und	1	18.500.000	18.500.000
2	Sistemas de instrumentación y control	Global	1	2.207.900	2.207.900
3	Transporte y montaje de los tanques para GLP	Global	1	2.775.000	2.775.000
				<b>Subtotal 1</b>	<b>23.482.900</b>
<b>2</b>	<b>Dotación de Oficina:</b>				
1	Equipos de Computo	und	1	2.500.000	2.500.000
2	Impresoras	und	1	400.000	400.000
3	Lineas telefónicas	und	1	250.000	250.000
4	Muebles y enseres	Global	1	2.000.000	2.000.000
				<b>Subtotal 2</b>	<b>5.150.000</b>
<b>3</b>	<b>Equipos de Operación y Mantenimiento</b>				
1	Herramientas	Global	1	10.000.000	10.000.000
2	Equipos de telecomunicaciones	und	2	300.000	600.000
3	Vehículo (Camioneta 4 x 4)	und	1	60.000.000	60.000.000
4	Equipo para detección de fugas	und	1	5.000.000	5.000.000
				<b>Subtotal 3</b>	<b>75.600.000</b>
<b>4</b>	<b>Imprevistos</b>				
1	Imprevistos	Global	1	12.771.580	10.423.290
				<b>Subtotal 4</b>	<b>10.423.290</b>
<b>OTROS GASTOS DE INVERSIÓN</b>					<b>114.656.190</b>

### 3.2.4 Inversiones para control de la calidad del gas.

Involucra la adquisición de cabezales de prueba, detector de odorizante, sistema digital de grabación de llamadas y la infraestructura requerida para el montaje de puntos de control de la calidad del gas en el sistema de distribución.

**Tabla 25.** Costos de inversiones relacionados con la calidad del gas.

Item	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	COSTO UND. CONSTRUCTIVA	COSTO TOTAL
1	Cabezales de Prueba	und	2	277.832	555.665
2	Detector Portátil de Odorizante	und	1	16.468.073	16.468.073
3	Sistema Digital de Grabación	und	1	28.056.955	28.056.955
4	Puntos de Control	und	2	2.681.389	5.362.779
<b>TOTAL COSTOS DE INVERSIÓN CONTROL DE CALIDAD DEL GAS</b>					<b>50.443.471</b>

De acuerdo con las especificaciones de calidad y con la relación de materiales, suministros, elementos, accesorios y equipos complementarios determinados en la etapa de diseño del sistema de distribución de GLP domiciliario por red local y considerando los requerimientos de obras mecánicas y civiles necesarias para la configuración y puesta en servicio del sistema, se estableció el **Presupuesto Total de Inversión** (en pesos constantes del año uno: 2008).

Este presupuesto, está relacionado con los costos de adquisición, construcción y montaje de la infraestructura necesaria para desarrollar la distribución domiciliaria de GLPI por red local en el municipio, el cual asciende a la suma de **SEICIENTOS SETENTA Y OCHO MILLONES CUATROCIENTOS OCHENTA Y TRES MIL CUARENTA Y CUATRO PESOS M/CTE (\$ 678.483.044.00)** para todo el proyecto, según se resume en la Tabla 26.

**Tabla 26.** Presupuesto total de inversión

DESCRIPCIÓN UNIDADES CONSTRUCTIVAS	CANTIDAD	UNIDAD (ML)	VALOR UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN EN REDES
CANALIZACIÓN TPE X 2`` EN CONCRETO	605	ml	40.995	24.802.087
CANALIZACIÓN TPE X 2`` EN ASFALTO	0	ml	51.178	-
CANALIZACIÓN TPE X 2`` EN DESTAPADO	0	ml	21.850	-
CANALIZACIÓN TPE X 1`` EN CONCRETO	3837,18	ml	32.886	126.189.930
CANALIZACIÓN TPE X 1`` EN ASFALTO	0	ml	45.793	-
CANALIZACIÓN TPE X 1`` EN DESTAPADO	0	ml	13.703	-
CANALIZACIÓN TPE X 3/4`` EN CONCRETO	11705,8	ml	30.958	362.391.366
CANALIZACIÓN TPE X 3/4`` EN ASFALTO	0	ml	43.854	-
CANALIZACIÓN TPE X 3/4`` EN DESTAPADO	0	ml	11.756	-
CANALIZACIÓN TPE X 1/2`` EN CONCRETO	0	ml	30.125	-
CANALIZACIÓN TPE X 1/2`` EN ASFALTO	0	ml	43.009	-
CANALIZACIÓN TPE X 1/2`` EN DESTAPADO	0	ml	10.903	-
<b>TOTALES</b>	<b>16147,98</b>			<b>513.383.384</b>
	<b>COSTO PROMEDIO POR VIVIENDA</b>	857.067		

DESCRIPCIÓN OTRAS INVERSIONES	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
DOTACIÓN DE OFICINA	1	global	5.150.000	5.150.000
TANQUES PARA GLP	1	global	23.482.900	23.482.900
EQUIPOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	global	75.600.000	75.600.000
IMPREVISTOS	1	global	10.423.290	10.423.290
<b>TOTALES</b>				<b>114.656.190</b>
	<b>COSTO PROMEDIO POR VIVIENDA</b>	191.413		

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>U.C. PARA EL CONTROL DE CALIDAD</b>				
INVERSIONES EN CONTROL DE CALIDAD	1	global	50.443.471	50.443.471
<b>TOTALES</b>				<b>50.443.471</b>
<b>COSTO PROMEDIO POR VIVIENDA</b>			84.213	

<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>678.483.044</b>
<b>TOTAL VIVIENDAS</b>	<b>599</b>
<b>COSTO PROMEDIO POR VIVIENDA</b>	<b>1.132.693</b>

A continuación se relacionan los montos a invertir anualmente, necesarios para dar cobertura a los usuarios.

**Tabla 27.** Nuevas inversiones por año

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
UC de redes y Estaciones	137.011.858	399.854.697	14.171.809	14.551.026	14.940.390
Activos de calidad	50.443.471	0	0	0	0
Otros activos	114.656.190	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>302.111.519</b>	<b>399.854.697</b>	<b>14.171.809</b>	<b>14.551.026</b>	<b>14.940.390</b>

### **3.3 ESTRUCTURA DE LOS COSTOS DE ADMINISTRACION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. (A.O.M.).**

Acorde con lo descrito en los numerales anteriores, la estructura organizacional prevista para el proyecto es mínima y estará conformada por tres (3) empleados. Además del costo en salarios, prestaciones sociales y aportes parafiscales relacionados con la nómina de personal, los costos operativos estimados del proyecto involucran otros factores de de gasto tales como: seguros, dotación de personal, elementos de seguridad y protección personal, servicios públicos de la oficina, mantenimiento del sistema de distribución, transporte y correos, gastos de viaje.

Los gastos de administración, operación y mantenimiento requeridos para la puesta en marcha del proyecto anualmente ascienden a la suma de **\$ 15.075.641** para el año uno (2008), **\$ 44.333.001** para el año dos (2009), y **\$ 46.987.024** para el tercer año y posteriores, dichos gastos se desagregan tal como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 28. COSTOS A.O.M. RELACIONADOS CON LA ACTIVIDAD DE DISTRIBUCIÓN - AÑO 1									
<b>1. GASTOS DE PERSONAL:</b>									
Descripción	Cant.	Base Salarial	Salario Basico	Otros Devengos	Prestaciones Sociales	Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
Secretaria General	1	500.000	470.000	0	263.200	733.200	18%	82%	1.583.712
Director Operativo	1	700.000	600.000	0	336.000	936.000	18%	82%	2.021.760
Facturación y Recaudo	1	240.000	420.000	44.500	260.120	724.620	18%	82%	1.565.179
<b>Total Gastos de Personal:</b>									<b>5.170.651</b>
<b>2 GASTOS GENERALES:</b>									
Descripción	Cant.	Costo Base	Costos Unitr. Est.			Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
Honorarios	1	2.000.000	200.000			200.000	18%	82%	432.000
Seguros	1	5.000.000	500.000			500.000	18%	82%	1.080.000
Servicios Públicos	1	5.000.000	200.000			200.000	18%	82%	432.000
Transporte y Correos	1	5.000.000	200.000			200.000	18%	82%	432.000
Gastos de Viajes	1	5.000.000	200.000			200.000	18%	82%	432.000
Elementos de Oficina	1	5.000.000	200.000			200.000	18%	82%	432.000
Dotación Personal	1	5.000.000	500.000			500.000	18%	82%	1.080.000
<b>Total Gastos Generales:</b>									<b>4.320.000</b>
<b>3 CONTRIBUCIONES:</b>									
Descripción	Cant.	Costo Base	Costos Unitr. Est.			Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
CREG	1	2.000.000	7.909			7.909	18%	82%	17.083
SSPD	1	5.000.000	7.909			7.909	18%	82%	17.083
<b>Total Contribuciones:</b>									<b>34.166</b>
<b>4 MANTENIMIENTO:</b>									
Descripción	Cant.	Costo Base	Costos Unitr. Est.			Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
Tanques	1	2.000.000	38.542			38.142	18%	82%	83.250
Redes	3,58	5.000.001	2.083			7.449	18%	82%	16.091
Vehículo	1	5.000.000	500.000			500.000	18%	82%	1.080.000
Equipos de Oficina	1	5.000.000	42.917			42.917	18%	82%	92.700
Maquinaria y Equipos	1	5.000.000	550.362			550.362	18%	82%	1.188.782
Mantenimiento Locativo	1	5.000.000	250.000			250.000	18%	82%	540.000
Software	2	5.000.000	62.500			125.000	18%	82%	270.000
<b>Total Mantenimiento:</b>									<b>3.270.823</b>
<b>5 OTROS GASTOS:</b>									
Descripción	Cant.	Costo Base	Costos Unitr. Est.			Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
Terrenos e Inmuebles <sup>(1)</sup>	1	2.000.000	475.000			475.000	40%	60%	2.280.000
<b>Total Contribuciones:</b>									<b>2.280.000</b>
<b>TOTAL ANUAL DE LOS COSTOS A.O.M.</b>									<b>15.075.641</b>

(1) Corresponde al 7,6% del valor de las inversiones en Terrenos e Inmuebles, según el literal e) del Artículo 7,1 de la Res. CREG 011/03,

**Tabla 29. COSTOS A.O.M. RELACIONADOS CON LA ACTIVIDAD DE DISTRIBUCIÓN - AÑO 2**

<b>1. GASTOS DE PERSONAL:</b>									
Descripción	Cant.	Base Salarial	Salario Basico	Otros Devengos	Prestaciones Sociales	Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
Secretaria General	1	500.000	500.000	0	280.000	780.000	50%	50%	4.680.000
Director Operativo	1	700.000	600.000	0	336.000	936.000	80%	20%	8.985.600
Facturación y Recaudo	1	240.000	500.000	44.500	304.920	849.420	15%	85%	1.528.956
<b>Total Gastos de Personal:</b>									<b>15.194.556</b>
<b>2 GASTOS GENERALES:</b>									
Descripción	Cant.	Costo Base	Costos Unitr. Est.			Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
Honorarios	1	2.000.000	250.000			250.000	50%	50%	1.500.000
Seguros	1	5.000.000	550.000			550.000	50%	50%	3.300.000
Servicios Públicos	1	5.000.000	250.000			250.000	50%	50%	1.500.000
Transporte y Correos	1	5.000.000	250.000			250.000	50%	50%	1.500.000
Gastos de Viajes	1	5.000.000	250.000			250.000	50%	50%	1.500.000
Elementos de Oficina	1	5.000.000	250.000			250.000	50%	50%	1.500.000
Dotación Personal	1	5.000.000	550.000			550.000	30%	70%	1.980.000
<b>Total Gastos Generales:</b>									<b>12.780.000</b>
<b>3 CONTRIBUCIONES:</b>									
Descripción	Cant.	Costo Base	Costos Unitr. Est.			Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
CREG	1	2.000.000	23.312			23.312	50%	50%	139.873
SSPD	1	5.000.000	23.312			23.312	50%	50%	139.873
<b>Total Contribuciones:</b>									<b>279.746</b>
<b>4 MANTENIMIENTO:</b>									
Descripción	Cant.	Costo Base	Costos Unitr. Est.			Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
Tanques	1	2.000.000	38.542			38.542	100%	0%	462.500
Redes	16,15	5.000.000	2.083			33.642	100%	0%	403.700
Vehículo	1	5.000.000	500.000			500.000	100%	0%	6.000.000
Equipos de Oficina	1	5.000.000	108.333			108.333	50%	50%	650.000
Maquinaria y Equipos	1	5.000.000	203.042			203.042	100%	0%	2.436.500
Mantenimiento Locativo	1	5.000.000	250.000			250.000	50%	50%	1.500.000
Software	2	5.000.000	62.500			125.000	50%	50%	750.000
<b>Total Mantenimiento:</b>									<b>12.202.700</b>
<b>5 OTROS GASTOS:</b>									
Descripción	Cant.	Costo Base	Costos Unitr. Est.			Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
Terrenos e Inmuebles <sup>(1)</sup>	1	2.000.000	538.333			538.333	60%	40%	3.876.000
<b>Total Contribuciones:</b>									<b>3.876.000</b>
<b>TOTAL ANUAL DE LOS COSTOS A.O.M.</b>									<b>44.333.001</b>

(1) Corresponde al 7,6% del valor de las inversiones en Terrenos e Inmuebles, según el literal e) del Artículo 7,1 de la Res. CREG 011/03,

Tabla 30. COSTOS A.O.M. RELACIONADOS CON LA ACTIVIDAD DE DISTRIBUCIÓN - AÑO 3

1. GASTOS DE PERSONAL:									
Descripción	Cant.	Base Salarial	Salario Básico	Otros Devengos	Prestaciones Sociales	Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
Secretaria General	1	500.000	500.000	0	280.000	780.000	50%	50%	4.680.000
Director Operativo	1	700.000	700.000	0	392.000	1.092.000	80%	20%	10.483.200
Facturación y Recaudo	1	240.000	500.000	44.500	304.920	849.420	15%	85%	1.528.956
<b>Total Gastos de Personal:</b>									<b>16.692.156</b>
2 GASTOS GENERALES:									
Descripción	Cant.	Costo Base	Costos Unitr. Est.			Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
Honorarios	1	2.000.000	300.000			300.000	50%	50%	1.800.000
Seguros	1	5.000.000	600.000			600.000	50%	50%	3.600.000
Servicios Públicos	1	5.000.000	300.000			300.000	50%	50%	1.800.000
Transporte y Correos	1	5.000.000	300.000			300.000	50%	50%	1.800.000
Gastos de Viajes	1	5.000.000	300.000			300.000	50%	50%	1.800.000
Elementos de Oficina	1	5.000.000	300.000			300.000	50%	50%	1.800.000
Dotación Personal	1	5.000.000	600.000			600.000	30%	70%	2.160.000
<b>Total Gastos Generales:</b>									<b>14.760.000</b>
3 CONTRIBUCIONES:									
Descripción	Cant.	Costo Base	Costos Unitr. Est.			Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
CREG	1	2.000.000	26.210			26.210	50%	50%	157.261
SSPD	1	5.000.000	26.210			26.210	50%	50%	157.261
<b>Total Contribuciones:</b>									<b>314.522</b>
4 MANTENIMIENTO:									
Descripción	Cant.	Costo Base	Costos Unitr. Est.			Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
Tanques	1	2.000.000	38.542			38.542	100%	0%	462.500
Redes	16,15	5.000.000	2.083			33.642	100%	0%	403.700
Vehículo	1	5.000.000	500.000			500.000	100%	0%	6.000.000
Equipos de Oficina	1	5.000.000	108.333			108.333	50%	50%	650.000
Maquinaria y Equipos	1	5.000.000	203.042			203.042	100%	0%	2.436.500
Mantenimiento Locativo	1	5.000.000	250.000			250.000	50%	50%	1.500.000
Software	2	5.000.000	62.500			125.000	50%	50%	750.000
<b>Total Mantenimiento:</b>									<b>12.202.700</b>
5 OTROS GASTOS:									
Descripción	Cant.	Costo Base	Costos Unitr. Est.			Costo Total Mensual	% D	% C	Costo Anual Estimado
Terrenos e Inmuebles <sup>(1)</sup>	1	2.000.000	475.000			475.000	53%	47%	3.017.647
<b>Total Contribuciones:</b>									<b>3.017.647</b>
<b>TOTAL ANUAL DE LOS COSTOS A.O.M.</b>									<b>46.987.024</b>

(1) Corresponde al 7,6% del valor de las inversiones en Terrenos e Inmuebles, según el literal e) del Artículo 7,1 de la Res. CREG 011/03,

### 3.4 TOTALES Y VALOR PRESENTE DE INVERSIONES, VENTAS DE GLP Y COSTOS DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Para poder estimar un valor aproximado del cargo de distribución, se deben proyectar las inversiones, los costos A.O.M y las ventas de GLP para el horizonte operacional del proyecto,(todos estos cálculos se presentaron en los numerales anteriores). Posteriormente debe calculase el valor presente de dichas proyecciones haciendo uso de una tasa de retorno establecida por la CREG, la cual ha sido fijada en 11.31%.

**Tabla 31.** Determinación de cargos promedio de distribución

DESCRIPCIÓN	TOTALES	VALOR PRESENTE
TOTAL NUEVOS USUARIOS	1.002	TASA ANUAL DE DESCUENTO
		11,31%
VOLUMEN DE VENTAS	2.025.997	730.168
COSTOS A.O.M.	954.188.097	379.404.051
INVERSIÓN EN REDES	618.464.502	557.734.746
OTRAS INVERSIONES	138.124.423	124.561.377
CONTROL DE CALIDAD	60.768.418	54.801.299
VALOR PRESENTE DE INVERSIONES		737.097.422
CARGO PROMEDIO DE DISTRIBUCIÓN POR INVERSIONES (\$/M3)		1.009,49
VALOR PRESENTE DE COSTOS A.O.M.		379.404.051
CARGO PROMEDIO DE DISTRIBUCIÓN POR COSTOS A.O.M (\$/M3)		519,61
TOTAL CARGO PROMEDIO DE DISTRIBUCIÓN(\$/M3)		1.529,10

### 3.5 ESTRUCTURA TARIFARIA

Con la finalidad de obtener la definición de la fórmula tarifaria que aplicará a los usuarios del servicio público de distribución de gas por redes en el Municipio de Simacota, Departamento de Santander, se somete a consideración de la CREG el valor del cargo de distribución que se desagrega en la Tabla 32.

**Tabla 32.** Cálculo del cargo de distribución

Descripción	Valor
VP inversión proyectada (mill \$ de dic. de 2008)	557,73
VP Costos AOM (mill \$ de dic. 2008)	379,40
VP Demanda de volumen (mill m <sup>3</sup> )	0,73
Cargo promedio de distribución de GLP (\$/m <sup>3</sup> )	1.529,10
Componente de AOM (\$/m <sup>3</sup> )	519,61
Componente de inversión (\$/m <sup>3</sup> )	1.009,49

El estudio de la factibilidad económica para un proyecto de masificación de gas tiene dos propósitos fundamentales. El primero consiste en estimar y someter a consideración de la CREG, un cargo promedio de distribución expresado en \$/m<sup>3</sup>, que permita al particular interesado recuperar con un margen favorable de rentabilidad las inversiones y demás costos necesarios para la puesta en marcha del servicio público de gas combustible.

En segunda instancia, se debe solicitar a la Comisión Reguladora de Energía y Gas (que de acuerdo al Artículo 73 de la Ley 142 de 1994, es el ente competente para establecer las fórmulas para la fijación de las tarifas del servicio público domiciliario de gas combustible), que en concordancia con el Artículo 40 de la Resolución CREG No. 011 de 2003 determine y fije los componentes de cargos aplicables al Mercado Relevante objeto de estudio, en este caso, el Municipio de Simacota.

Con base en los análisis económicos expuestos anteriormente, se determinó que la construcción del sistema de distribución de gas combustible por red local en el Municipio de Simacota, es viable, y por tanto se solicita a la CREG aceptar como mercado relevante al Municipio de Simacota.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para que esta iniciativa llegue a feliz término, se requiere del interés de la Administración Municipal en el proyecto, para que expida los permisos necesarios para realizar el estudio de mercados y permita la utilización de bienes de uso público, tales como: la parte subterránea de las vías, puentes, ejidos, andenes; todo esto de conformidad con las normas legales vigentes.

Una etapa fundamental a la hora de diseñar el sistema de distribución de gas combustible es la realización del estudio de mercados, de donde se obtiene la información base para los cálculos requeridos en el proyecto.

El estudio económico arrojó como resultado que es viable realizar la construcción del sistema de distribución de gas combustible en el Municipio de Simacota, por lo cual se solicita a la Comisión Reguladora de Energía y Gas aprobar el cargo promedio de distribución estimado y fijar los componentes de cargos estipulados en el Artículo 40 de la Resolución CREG 011 de 2003.

Debido a las condiciones socio económico de los habitantes de Simacota, se hace necesario facilitarles la adquisición de los derechos de conexión, para tal efecto la Administración Municipal debe gestionar recursos para subsidiarles a los usuarios lo correspondiente a la acometida y al centro de medición.

La Masificación de gas trae consigo desarrollo a la región, ya que genera 20 empleos temporales durante la ejecución del proyecto y tres empleos permanentes para personas oriundas de Simacota. Además, facilita a la comunidad en general medios modernos y de menor impacto ambiental para realizar sus actividades cotidianas

## **BIBLIOGRAFIA**

CORREA, Diego Fernando y Nivia Reyes, Jhon Jairo. Factibilidad Técnico Económico para el Diseño de Redes Domiciliarias de Gas Propano para el Municipio de Guayata. Universidad Industrial de Santander. 2002

EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN. “Guía para el diseño e instalaciones para redes de gas. Gerencia del gas. Medellín, 1994.

PEREZ CARMONA, RAFAEL. “Instalaciones hidráulicas sanitarias y de gas en edificaciones”. Segunda Edición. Bogotá D.C. 1997

EXTRUCOL (Colombiana de Extrusión S.A. ). Manual de tuberías de polietileno para conducción de gases a alta presión.

## **LEYES Y RESOLUCIONES**

Ley 142 de 1994. Ley de Servicios Públicos.

Resolución CREG 057 de 1996. “Por la cual se establece el Marco Regulatorio para el Servicio Público de Gas Combustible por Red”

Resolución CREG 011 de 2003. “Por la cual se establecen las fórmulas generales para la prestación del servicio público domiciliario de distribución de gas combustible por redes de tubería.”

Resolución CREG 100 de 2003. “Por la cual se adoptan los estándares de calidad en el servicio público domiciliario de gas natural y GLP en sistemas de distribución por redes de tubería”

## **PÁGINAS WEB**

[www.creg.gov.co](http://www.creg.gov.co)

[www.upme.gov.co](http://www.upme.gov.co)

[www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)

## ANEXO 2. PARAMETROS DE DISEÑO

### LINEA TRONCAL PRINCIPAL

CALCULOS: SISTEMA TRONCAL DE DISTRIBUCION OPERADO A PRESION MEDIA

**PROYECTO:** : SIMACOTA (DEPARTAMENTO DE SANTANDER)  
**TIPO DE GAS:** : GAS LICUADO DEL PETROLEO (GLP.)  
**GRAVEDAD ESPECIFICA:** : 1,732 (Aire: 1,0)  
**PRESION BASE:** : 18 Psia (1.24 mbar)  
**PRESION ATMOSFERICA MEDIA:** : 14,696 Psia (1.014 mbar)  
**CAUDAL MAXIMO PREVISTO:** : 3589,87 pie<sup>3</sup>/h ( 101,8 m<sup>3</sup>/h)  
**VELOCIDAD MAXIMA:** : 11,03 mts/seg  
**MAXIMA CAIDA DE PRESION PERMISIBLE:** : 30,00%  
**TIPO DE TUBERIAS:** : Polietileno MDPE-PE80

TRAMO			LONG mts	VEL m/seg	USUA.	F.D K No.	Qt m <sup>3</sup> /h	Qd m <sup>3</sup> /h	Qt p <sup>3</sup> /h	DIAM mm	CP.(H) mbar	CPAc(Hac) mbar	P <sub>1</sub> psig	P <sub>2</sub> psig
De	A	localiz.												
TPN1	TPN2	MALLA1	110	7,12	120,00	0,4061	66,000	26,80118	2328,5632	51,40	5,5140425	5,514042502	18	17,920046
TPN2	TPN3	MALLA2	9	11,03	185,00	0,3754	101,750	38,1949	3589,8683	51,40	0,84633467	6,360377171	17,920046	17,907775
TPN3	TPN4	MALLA3	340	10,44	175,00	0,3792	96,250	36,49676	3395,8214	51,40	29,5885184	35,94889559	17,907775	17,478741
TPN4	TPN5	MALLA4	8	8,86	145,00	0,3924	79,750	31,29072	2813,6806	51,40	0,53914044	36,48803603	17,478741	17,470923
TPN5	TPN6	MALLA5	173	2,45	40,00	0,4957	22,000	10,90631	776,18774	51,40	1,86262348	38,35065951	17,470923	17,443915

## MALLA 1. DERIVADA DE LA LILNEA TARONCAL PRINCIPAL

CALCULOS: SISTEMA TRONCAL DE DISTRIBUCION OPERADO A PRESION MEDIA

<b>PROYECTO:</b>	: SIMACOTA (DEPARTAMENTO DE SANTANDER)
<b>TIPO DE GAS:</b>	: GAS LICUADO DEL PETROLEO (GLP.)
<b>GRAVEDAD ESPECIFICA:</b>	: 1,732 (Aire: 1,0)
<b>PRESION BASE:</b>	: 18 Psia (1.24 mbar)
<b>PRESION ATMOSFERICA MEDIA:</b>	: 14,696 Psia (1.014 mbar)
<b>CAUDAL MAXIMO PREVISTO:</b>	: 465,71 pie <sup>3</sup> /h (13,2 m <sup>3</sup> /h)
<b>VELOCIDAD MAXIMA:</b>	: 5,51 mts/seg
<b>MAXIMA CAIDA DE PRESION PERMISIBLE:</b>	: 30,00%
<b>TIPO DE TUBERIAS:</b>	: Polietileno MDPE-PE80
<b>MODELACION MATEMATICA:</b>	: Expresión de Mueller
<b>CONDICIONES DE FLUJO:</b>	: Parcialmente turbulento

TRAMO			LONG mts	VEL m/seg	USUA.	F.D K No.	Qt m <sup>3</sup> /h	Qd m <sup>3</sup> /h	Qt p <sup>3</sup> /h	DIAM mm	CP.(H) mbar	CPAc(Hac) mbar	P <sub>1</sub> psig	P <sub>2</sub> psig
De	A	localiz.												
TPN2	TS1N1	Mz9	5	1,38	6	0,6996	3,3	2,308825	116,43	26,20	0,08602094	0,0860	17,9200	17,9188
TS1N1	TS2N2	Mz1	96	5,05	22	0,5526	12,1	6,686375	426,90	26,20	10,4962101	10,5822	17,9188	17,7666
TS1N2	TS1N3	Mz10	85	5,51	24	0,5439	13,2	7,179875	465,71	26,20	10,6662114	21,2484	17,7666	17,6119
TS1N3	TS1N4	Mz11	81	3,24	14	0,5999	7,7	4,618949	271,67	26,20	4,7466033	25,9950	17,6119	17,5431
TS1N4	TS2N5	Mz12	79	2,34	10	0,6377	5,5	3,507131	194,05	26,20	2,85858168	28,8536	17,5431	17,5017
TS1N5	TS1N6	Mz13	90	3,99	17	0,5791	9,35	5,414413	329,88	26,20	6,96684398	35,8205	17,5017	17,4006
TS1N6	TS1N7	Mz14	84	2,35	10	0,6377	5,5	3,507131	194,05	26,20	3,09158214	38,9121	17,4006	17,3558
TS1N7	TS2N8	Mz15	85	3,78	16	0,5855	8,8	5,152331	310,48	26,20	6,11828392	45,0303	17,3558	17,2671
TS1N8	TS2N1	0	247	0,24	1	1,0000	0,55	0,55	19,40	26,20	0,36343995	45,3938	17,2671	17,2618

## MALLA 2. DERIVADA DE LA LILNEA TARONCAL PRINCIPAL

CALCULOS: SISTEMA TRONCAL DE DISTRIBUCION OPERADO A PRESION MEDIA

<b>PROYECTO:</b>	: SIMACOTA (DEPARTAMENTO DE SANTANDER)
<b>TIPO DE GAS:</b>	: GAS LICUADO DEL PETROLEO (GLP.)
<b>GRAVEDAD ESPECIFICA:</b>	: 1,732 (Aire: 1,0)
<b>PRESION BASE:</b>	: 18 Psia (1.24 mbar)
<b>PRESION ATMOSFERICA MEDIA:</b>	: 14,696 Psia (1.014 mbar)
<b>CAUDAL MAXIMO PREVISTO:</b>	: 950,83 pie <sup>3</sup> /h ( 26,95 m <sup>3</sup> /h)
<b>VELOCIDAD MAXIMA:</b>	: 11,536 mts/seg
<b>MAXIMA CAIDA DE PRESION PERMISIBLE:</b>	: 30,00%
<b>TIPO DE TUBERIAS:</b>	: Polietileno MDPE-PE80
<b>MODELACION MATEMATICA:</b>	: Expresión de Mueller
<b>CONDICIONES DE FLUJO:</b>	: Parcialmente turbulento

TRAMO			LONG mts	VEL m/seg	USUA,	F.D K No.	Qt m <sup>3</sup> /h	Qd m <sup>3</sup> /h	Qt p <sup>3</sup> /h	DIAM mm	CP.(H) mbar	CPAc(Hac) mbar	P <sub>1</sub> psig	P <sub>2</sub> psig
De	A	localiz.												
TPN3	TS2N1	Mz7	5	2,98561	13	0,6080	7,15	4,347136	252,26	26,20	0,25888414	0,2589	17,9078	17,9040
TS2N1	TS2N2	Mz15	166	7,11953	31	0,5192	17,05	8,852836	601,55	26,20	29,9948054	30,2537	17,9040	17,4691
TS2N2	TS2N3	Mz16	92	4,13479	18	0,5731	9,9	5,673708	349,28	26,20	7,76044124	38,0141	17,4691	17,3566
TS2N3	TS2N4	Mz17	79	11,536	49	0,4778	26,95	12,87682	950,83	26,20	28,2516235	66,2658	17,3566	16,9469
TS2N4	TS2N5	Mz5	166	4,02825	17	0,5791	9,35	5,414413	329,88	26,20	13,342295	79,6080	16,9469	16,7535
TS2N5	TS2N6	Mz4	163	2,18415	9	0,6500	4,95	3,217393	174,64	26,20	5,34569167	84,9537	16,7535	16,6759
TS2N6	TS2N7	Mz3	68	2,20937	9	0,6500	4,95	3,217393	174,64	26,20	2,2415936	87,1953	16,6759	16,6434
TS2N7	TS2N8	Mz6	147	3,94603	16	0,5855	8,8	5,152331	310,48	26,20	11,059001	98,2543	16,6434	16,4831
TS2N8	TS2N9	Mz2	10	5,43639	22	0,5526	12,1	6,686375	426,90	26,20	1,19036091	99,4447	16,4831	16,4658
TS2N9	TS2N1	0	82	0,24951	1	1,0000	0,55	0,55	19,40	26,20	0,12605255	99,5707	16,4658	16,4640

### MALLA 3. DERIVADA DE LA LILNEA TARONCAL PRINCIPAL

CALCULOS: SISTEMA TRONCAL DE DISTRIBUCION OPERADO A PRESION MEDIA

**PROYECTO:** : SIMACOTA (DEPARTAMENTO DE SANTANDER)  
**TIPO DE GAS:** : GAS LICUADO DEL PETROLEO (GLP.)  
**GRAVEDAD ESPECIFICA:** : 1,732 (Aire: 1,0)  
**PRESION BASE:** : 18 Psia (1.24 mbar)  
**PRESION ATMOSFERICA MEDIA:** : 14,696 Psia (1.014 mbar)  
**CAUDAL MAXIMO PREVISTO:** : 640,3549 pie<sup>3</sup>/h ( 18,15 m<sup>3</sup>/h)  
**VELOCIDAD MAXIMA:** : 7,82 mts/seg  
**MAXIMA CAIDA DE PRESION PERMISIBLE:** : 30,00%  
**TIPO DE TUBERIAS:** : Polietileno MDPE-PE80  
**MODELACION MATEMATICA:** : Expresión de Mueller  
**CONDICIONES DE FLUJO:** : Parcialmente turbulento

TRAMO			LONG mts	VEL m/seg	USUA.	F.D K No.	Qt m <sup>3</sup> /h	Qd m <sup>3</sup> /h	Qt p <sup>3</sup> /h	DIAM mm	CP.(H) mbar	CPAc(Hac) mbar	P <sub>1</sub> psig	P <sub>2</sub> psig
De	A	localiz.												
TPN4	TS3N1	Mz19	5	3,06	13	0,60799	7,15	4,347136	252,26102	26,2	0,2652401	0,265240095	17,478741	17,474895
TS3N1	TS3N2	Mz18	6	2,35	10	0,63766	5,5	3,507131	194,04694	26,2	0,21910411	0,48434421	17,474895	17,471718
TS3N2	TS3N3	Mz31	174,2	2,59	11	0,62672	6,05	3,791646	213,45163	26,2	7,30886463	7,793208842	17,471718	17,365739
TS3N3	TS3N4	Mz32	87	7,82	33	0,51337	18,15	9,317594	640,35489	26,2	17,6311678	25,42437668	17,365739	17,110088
TS3N4	TS3N5	Mz33	165,7	5,29	22	0,55259	12,1	6,686375	426,90326	26,2	19,1468727	44,5712494	17,110088	16,832458
TS3N5	TS3N6	Mz34	79,7	4,89	20	0,56224	11	6,184647	388,09387	26,2	8,13544212	52,70669152	16,832458	16,714494
TS3N6	TS3N7	Mz29	90	6,89	28	0,52891	15,4	8,145282	543,33142	26,2	14,9835813	67,69027279	16,714494	16,497232
TS3N7	TS3N8	Mz30	83	3,74	15	0,59239	8,25	4,887256	291,0704	26,2	5,733156	73,42342878	16,497232	16,414101
TS3N8	TS3N9	Mz20	87	5,51	22	0,55259	12,1	6,686375	426,90326	26,2	10,4423836	83,86581236	16,414101	16,262687
TS3N9	TS3N1	0	79	0,25	1	1	0,55	0,55	19,404694	26,2	0	83,86581236	16,262687	16,262687

## MALLA 4. DERIVADA DE LA LILNEA TARONCAL PRINCIPAL

CALCULOS: SISTEMA TRONCAL DE DISTRIBUCION OPERADO A PRESION MEDIA

<b>PROYECTO:</b>	: SIMACOTA (DEPARTAMENTO DE SANTANDER)
<b>TIPO DE GAS:</b>	: GAS LICUADO DEL PETROLEO (GLP.)
<b>GRAVEDAD ESPECIFICA:</b>	: 1,732 (Aire: 1,0)
<b>PRESION BASE:</b>	: 18 Psia (1.24 mbar)
<b>PRESION ATMOSFERICA MEDIA:</b>	: 14,696 Psia (1.014 mbar)
<b>CAUDAL MAXIMO PREVISTO:</b>	: 582,1408 pie <sup>3</sup> /h (16,5 m <sup>3</sup> /h)
<b>VELOCIDAD MAXIMA:</b>	: 7,1395 mts/seg
<b>MAXIMA CAIDA DE PRESION PERMISIBLE:</b>	: 30,00%
<b>TIPO DE TUBERIAS:</b>	: Polietileno MDPE-PE80
<b>MODELACION MATEMATICA:</b>	: Expresión de Mueller
<b>CONDICIONES DE FLUJO:</b>	: Parcialmente turbulento

TRAMO			LONG mts	VEL m/seg	USUA.	F.D K No.	Qt m <sup>3</sup> /h	Qd m <sup>3</sup> /h	Qt p <sup>3</sup> /h	DIAM mm	CP.(H) mbar	CPAc(Hac) mbar	P <sub>1</sub> psig	P <sub>2</sub> psig
De	A	localiz.												
TPN5	TS4N1	Mz22	5	5,88512	25	0,53991	13,75	7,423797	485,11734	26,2	0,67347713	0,67347713	17,470923	17,461158
TS4N1	TS4N2	Mz21	87,7	3,065	13	0,60799	7,15	4,347136	252,26102	26,2	4,67015118	5,343628306	17,443915	17,376198
TS4N2	TS4N3	Mz28	4	5,88512	25	0,53991	13,75	7,423797	485,11734	26,2	0,53905301	1,212530145	17,461158	17,453342
TS4N3	TS4N4	Mz35	92,7	5,65288	24	0,54393	13,2	7,179875	465,71265	26,2	11,8480015	13,06053169	17,453342	17,281546
TS4N4	TS4N5	Mz27	83,5	6,36234	27	0,53242	14,85	7,906424	523,92673	26,2	12,7519549	25,81248655	17,281546	17,096642
TS4N5	TS4N6	Mz23	184,7	7,13954	30	0,52233	16,5	8,618427	582,14081	26,2	33,4239966	59,23648319	17,096642	16,611994
TS4N6	TS4N1	0	163,7	0,24056	1	1	0,55	0,55	19,404694	26,2	0,25035908	59,48684227	16,611994	16,608364

## TABLA MALLA 5. DERIVADA DE LA LILNEA TARONCAL PRINCIPAL

CALCULOS: SISTEMA TRONCAL DE DISTRIBUCION OPERADO A PRESION MEDIA

**PROYECTO:** : SIMACOTA (DEPARTAMENTO DE SANTANDER)  
**TIPO DE GAS:** : GAS LICUADO DEL PETROLEO (GLP.)  
**GRAVEDAD ESPECIFICA:** : 1,732 (Aire: 1,0)  
**PRESION BASE:** : 18 Psia (1.24 mbar)  
**PRESION ATMOSFERICA MEDIA:** : 14,696 Psia (1.014 mbar)  
**CAUDAL MAXIMO PREVISTO:** : 446,31 pie<sup>3</sup>/h ( 12,65 m<sup>3</sup>/h)  
**VELOCIDAD MAXIMA:** : 5,42 mts/seg  
**MAXIMA CAIDA DE PRESION PERMISIBLE:** : 30,00%  
**TIPO DE TUBERIAS:** : Polietileno MDPE-PE80  
**MODELACION MATEMATICA:** : Expresión de Mueller  
**CONDICIONES DE FLUJO:** : Parcialmente turbulento

TRAMO			LONG mts	VEL m/seg	USUA.	F.D K No.	Qt m <sup>3</sup> /h	Qd m <sup>3</sup> /h	Qt p <sup>3</sup> /h	DIAM mm	CP.(H) mbar	CPAc(Hac) mbar	P <sub>1</sub> psig	P <sub>2</sub> psig
De	A	localiz.												
TPN6	TS5N1	Mz24	5	1,89	8,00	0,6640	4,4	2,921735	155,24	26,20	0,13311378	0,1331	17,4439	17,4420
TS5N1	TS5N2	Mz25	114	0,24	1,00	0,9687	0,55	0,532785	19,40	26,20	0,15669358	0,2898	17,4420	17,4397
TS5N2	TS5N3	Mz36	225	5,42	23,00	0,5482	12,65	6,934099	446,31	26,20	27,2262547	27,5161	17,4397	17,0449
TS5N3	TS5N4	Mz26	91	1,65	7,00	0,6803	3,85	2,61927	135,83	26,20	2,04494403	29,5610	17,0449	17,0153
TS5N4	TS5N1	Mz27	98	0,24	1,00	1,0000	0,55	0,55	19,40	26,20	0,14587183	29,7069	17,0153	17,0132

## REQUERIMIENTO DE MATERIALES

Diámetro (pulg)	Long. Real (mts)	Desperdicio 15% (mts)	Long. Est. (mts)
2	605	91	696
1	3.837	576	4413
3/4	11.706	1755,87	13462

Accesorios		
PV	T	TR
0	0	
5	0	5
37	0	38

Reducciones	
Tipo	Cantidad
SILL 2"x1"	5

Convenciones	
Sigla	Definición
PV	Poliválvula
T	Tee
SILL	Silleta
TR	Tee reducida

PR

## ESUPUESTO DE LOS MATERIALES

Descripción	Cantidad	UND	VLR. UNITARIO	VALOR TOTAL <sup>1</sup>
Tubería MDPE x 2" IPS SDR11	696	mts	16.695	11.615.546,25
Tubería MDPE x 1" IPS SDR12	4413	mts	5.343	23.577.360,65
Tubería MDPE x 3/4" IPS SDR13	13462	mts	3.306	44.504.281,02
Poliválvula x 2" SDR11	0	und	291.958	0,00
Poliválvula x 1" SDR12	5	und	123.271	616.355,00
Poliválvula x 3/4" SDR13	37	und	120.027	4.440.999,00
Tee x 2" IPS	0	und	35.709	0,00
Tee x 1" IPS	0	und	9.001	0,00
Tee x 3/4" IPS	0	und	4.573	0,00
Silleta 2"x1" IPS	5	und	21.726	108.630,00
Reducción de 3/4" x 1/2" IPS	38	und	4.997	189.886,00
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE MATERIALES</b>				<b>85.053.057,92</b>

<sup>1</sup> Includo el valor del IVA.

## UNIDADES CONSTRUCTIVAS

Descripción	Cantidad	UND	VLR. UNITARIO	VALOR TOTAL <sup>2</sup>
<b>CANALIZACIÓN TPE x 2" EN CONCRETO</b>	605	mts	40.995	24.802.087
<b>CANALIZACIÓN TPE x 2" EN ASFALTO</b>				
<b>CANALIZACIÓN TPE x 2" EN DESTAPADO</b>				
<b>CANALIZACIÓN TPE x 1" EN CONCRETO</b>	3.837	mts	32.886	126.189.930
<b>CANALIZACIÓN TPE x 1" EN ASFALTO</b>				
<b>CANALIZACIÓN TPE x 1" EN DESTAPADO</b>				
<b>CANALIZACIÓN TPE x 3/4" EN CONCRETO</b>	11.706	mts	30.958	362.391.366
<b>CANALIZACIÓN TPE x 3/4" EN ASFALTO</b>				
<b>CANALIZACIÓN TPE x 3/4" EN DESTAPADO</b>				
<b>TOTAL UNIDADES CONSTRUCTIVAS</b>				<b>\$513.383.382,56</b>

<sup>2</sup> Includo el costo de los materiales a que se refiere la Tabla S1-8

Descripción otras inversiones	Cantidad	UND	VLR. UNITARIO	VALOR TOTAL <sup>3</sup>
Terrenos y bodegas	1	und	15.000.000,00	15.000.000,00
Tanques para el GLP	1	global	23.482.900,00	23.482.900,00
Dotación de oficina	1	global	5.150.000,00	5.150.000,00
Equipos de operación y mantenimiento	1	global	75.600.000,00	75.600.000,00
Imprevistos	1	global	4.000.000,00	4.000.000,00
<b>TOTAL OTRAS INVERSIONES</b>				<b>123.232.900,00</b>

<sup>3</sup> Excluido el valor del IVA.

<b>PRESUPUESTO TOTAL DE INVERSION PREVISTO</b>	<b>636.616.282,56</b>
<b>TOTAL VIVIENDAS</b>	<b>665</b>
<b>COSTO PROMEDIO POR VIVIENDA</b>	<b>957.317,72</b>

### ANEXO 3. CRITERIOS DE DISEÑO

#### Diámetros y Espesores de Tubería de Polietileno.

Referencia Tubería (Pulg)	RDE	Diámetro Exterior Promedio (mm)	Espesor Mínimo (mm)
1/2	9,3	21,30	2,29
3/4	11	26,70	2,41
1	11	33,40	3,02
2	11	60,30	5,49
3	11	88,90	8,08
4	11	114,30	10,39
6	11	168,30	15,29

#### CONSUMO DE APARATOS DOMESTICOS

CONSUMO DE APARATOS DOMESTICOS				
APARATO	CONSUMO			
	m <sup>3</sup> /H.	Kcal/h	BTU/h	W(j/h)
Estufa 4Q	0,58	5.654	22.400	23,63x10 <sup>6</sup>
Horno	0,31	3.029	12.000	12,66x10 <sup>6</sup>
Horno	0,51	5.048	20.000	21,10x10 <sup>6</sup>
Calentador 20G	0,64	6.310	25.000	26,37x10 <sup>6</sup>
Calentador 30G	0,77	7.572	30.000	31,64x10 <sup>6</sup>
Calentador 50G	1,29	12.620	50.000	52,74x10 <sup>6</sup>
Calentador 120G	1,8	17.668	70.000	73,84x10 <sup>6</sup>
Secadora	0,9	8.834	35.000	36,92x10 <sup>6</sup>
Secadora	1,35	13.251	52.500	55,38x10 <sup>6</sup>
Aire Acondicionado	1,8	17.668	70.000	73,84x10 <sup>6</sup>

## FACTOR DE DEMANDA

FACTOR DE DEMANDA							
N	FD	N	FD	N	FD	N	FD
1	1	16	0,59	31	0,51	46	0,47
2	0,8	17	0,58	32	0,51	47	0,46
3	0,78	18	0,57	33	0,5	48	0,46
4	0,76	19	0,56	34	0,5	49	0,46
5	0,74	20	0,55	35	0,5	50	0,46
6	0,72	21	0,55	36	0,49	60	0,45
7	0,7	22	0,54	37	0,49	70	0,43
8	0,68	23	0,54	38	0,49	80	0,42
9	0,66	24	0,53	39	0,48	90	0,41
10	0,65	25	0,53	40	0,48	100	0,4
11	0,64	26	0,53	41	0,48	200	0,38
12	0,63	27	0,52	42	0,47	300	0,36
13	0,62	28	0,52	43	0,47	400	0,33
14	0,61	29	0,52	44	0,47	500	0,3
15	0,6	30	0,51	45	0,47	1000	0,26

## FACTOR DE VAPORIZACION

Temperatura		Factor	Temperatura		Factor
°F	°C		°F	°C	
70	21	235	15	-9	120
65	18	225	10	-12	110
60	15	214	5	-15	100
55	13	203	0	-18	90
50	10	193	-5	-20	80
45	7	182	-10	-23	70
40	4	172	-15	-26	59
35	2	162	-20	-29	48
30	-1	152	-25	-32	38
35	-4	142	-30	-34	28
20	-7	131	-35	-37	18