

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
REDES DOMICILIARIAS DE SUMINISTRO DE GLP PARA EL MUNICIPIO DE
LA ESPERANZA, DEL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.**

**VIVIANA MARCELA ARANGO CHACON
EDGARD PUENTES MEDINA**

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

2013

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
REDES DOMICILIARIAS DE SUMINISTRO DE GLP PARA EL MUNICIPIO DE
LA ESPERANZA, DEL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.**

**VIVIANA MARCELA ARANGO CHACON
EDGARD PUENTES MEDINA**

**Trabajo de Grado Para Optar al Título de
Ingeniero De Petróleos**

**Director
Ing. MANUEL E. CABARCAS SIMANCAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2013

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Manuel E. Cabarcas, a Proviservicios S.A y Fundación E.S.S por abrirnos las puertas de sus empresas y permitirnos llevar a cabo este proyecto

Al Municipio de la esperanza por su colaboración en las actividades realizadas con el fin de obtener los datos estadísticos para el estudio de mercado.

A familiares y amigos por su apoyo y colaboración constante

A Dios todo poderoso, por ser amigo fiel que nunca me falta, por ser roca sólida sobre la que edifico mi vida y en la que mis sueños se hacen realidad.

A Omaira, mi amada y abnegada madre, por sus consejos y enseñanzas, por dedicarme los mejores años de su vida, por su incondicionalidad y por su lucha incansable por sacar a sus hijos adelante y hacer de ellos grandes personas.

A Edgard, mi padre, por sus innumerables noches de traspaso, por haber sido mi mentor y fijar mi norte desde la adolescencia, por ayudarme económicamente y académicamente, gracias a él escogí Ingeniería de Petróleos como carrera, toda la vida le estaré infinitamente agradecido.

A mi amado hermano Andrés, por ser el mejor hermano, amigo, confidente, compañero inseparable de batallas y mi mano derecha desde el mismo momento de su nacimiento, por ser calma en medio de la tempestad y por ser alegría sincera en las épocas de triunfo, hermanito sin ti, este triunfo no sería lo mismo,
ALWAYS ONE !!!!!.

A Nazly, mi hermana, por ser una luchadora incansable, por su apoyo y amor incondicional.

A Betty, Numaël y Juan José, por ser el brazo fuerte que me dio impulso para salir adelante en los tiempos difíciles.

A Sofía, mi amada novia, por su amor sincero, por ser inspiración y por amarme de manera incondicional.

A mi hermosa Sumer, por llena de luz nuestras vidas y ser alegría en los días más tristes, por ser mi compañera de fiel.

A mis amigos, compañeros y a todos aquellos que de una u otra manera han contribuido a que este sueño sea una realidad.

A todos ellos, mis triunfos son sus triunfos.

Edgard.

A Dios por darme la vida y ser mi más grande apoyo ante las dificultades que me ha puesto la vida.

A mi padre Orlando por su dedicación y entrega durante tantos años, porque gracias a su esfuerzo de cada día logro sacar una hermosa familia adelante.
A mi madre, mi linda madre que me inculco valores que solo ella tiene, que estuvo conmigo en cada momento, que me aconsejo cada día y que espero que lo siga haciendo por mucho tiempo.

A mi hermano Andrés David que ha sido más que mi hermano mi amigo, la persona con la que me puedo reír de cualquier cosa mil veces y otras mil veces más.

A mi novio Omar David que llego como un angelito a mi vida y se convirtió en mi apoyo, mi amigo, la persona que me anima a seguir adelante para cumplir mis sueños, espero tenerlo conmigo toda la vida.

A mis princesas Sacha y Cristal, a los bebes que ya no están conmigo Spike I, Toby y los que se me fueron para el cielo Lulú, Spike II y Paco, ahora son mis angelitos, ellos me acompañaron en tantos trasnochos de mi paso por la universidad.

A mis amigas Vivi P, dani, Jessika y Vivi C. por darme ánimo, por estar siempre ahí cuando tenía problemas del corazón, por recordarme quien soy en todo momento, cuando de pronto a veces lo olvidaba.

A todas las personitas que de alguna u otra manera estuvieron conmigo durante este proceso aportando grandes o pequeñas cosas a mi formación, a ellos los quiero mucho .

Vivi ☺

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	24
 1. GENERALIDADES DEL GLP POR REDES.	 27
1.1 CARACTERISTICAS DEL GLP.	28
1.2. RED DE POLIDUCTOS EN COLOMBIA.	29
1.3 POLÍTICAS DEL SECTOR DE GAS COMBUSTIBLE.	31
1.3.1 Plan de Masificación de Gas	31
1.3.1.1 Primera fase.	31
1.3.1.2 Segunda fase	31
1.3.2. Distribución de Gas	33
1.3.2.1. Zonas Exclusivas.	33
1.3.2.2. Áreas Libres de Mercado	34
1.4 ENTES DE CONTROL.	34
1.4.1. Ministerio de Minas y Energía.	34
1.4.2. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	35
1.4.3. Corporaciones Autónomas Regionales Ambientales.	35
1.4.4. Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG.	35
1.4.5. Unidad de Planeación Minero Energética – UPME.	35
1.4.6. Súper Intendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSP	35
1.4.7. Superintendencia de Industria y Comercio – SIC.	36
1.4.8. Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC.	36
1.4.9. Ministerio de Transporte.	36
1.5. MARCO LEGAL	37
1.5.1 Normas Técnicas Colombianas.	38
1.5.2. Comercialización del Gas Combustible en Colombia.	40
1.5.2.1 Servicios Públicos Domiciliarios.	40

1.5.2.2 Servicios Públicos Domiciliarios de Gas Combustible	40
1.5.2.3 Tipos de Empresas de Servicios Públicos.	41
1.5.2.4 Entidades Prestadoras de Servicios Públicos.	41
 2. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE LA ESPERANZA	 44
2.1. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN GEOGRÁFICA.	44
2.1.1. Delimitación.	45
2.1.1.1 Nororiente.	45
2.1.1.2 Suroccidente.	45
2.1.1.3 Noroccidente	45
2.1.1.4 Suroriente	45
2.2. ASPECTOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.	46
2.2.1. Servicios Públicos	46
2.2.2. Acueducto.	46
2.2.3. Alcantarillado.	47
2.2.4. Energía Eléctrica.	47
2.2.5. Gas Combustible	47
2.2.6. Telefonía.	47
2.3. SERVICIOS PÚBLICOS ESENCIALES.	48
2.3.1. Educación.	48
2.3.2. Salud.	50
2.3.2.1. Control de la Tuberculosis y Eliminación de la Lepra.	51
2.3.2.2. Enfermedades Prevalentes en la Infancia (EDA-IRA).	51
2.3.2.3. Vigilancia de la Salud Pública	52
2.4. SERVICIOS PÚBLICOS COMPLEMENTARIOS.	52
2.4.1 Matadero.	52
2.4.2 Recolección y Disposición de Residuos Sólidos.	52
2.4.3. Vivienda.	53
2.4.4. Cultura, Recreación y Deporte.	53
2.4.4.1 Recreación y Deporte.	54

3. ESTUDIO DE MERCADO.	55
3.1. PROYECCIONES DEMOGRÁFICAS	55
3.1.1. Proyección de Población y Viviendas a 20 Años	55
3.2. ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO DE LA POBLACIÓN.	57
3.2.1. Ficha Técnica de la Encuesta	57
3.2.1.1 Diseño de la Encuesta.	57
3.2.1.2 Método de Muestreo.	58
3.2.2. Resultado Sector Residencial.	59
3.2.2.1 Características de la Vivienda.	59
3.2.2.2. Análisis de Consumo Energético Actual.	60
3.2.2.3 Fuentes Energéticas Utilizadas.	61
3.2.2.4 Consideración del Costo Energético Utilizado.	63
3.2.2.5 Calidad del Servicio Utilizado.	64
3.2.2.6 Interés de Compra del Servicio de Gas combustible por Red.	65
3.2.3. Resultado Sector Comercial.	66
3.2.3.1 Tipo de Establecimiento.	66
3.2.3.2. Fuente Energética Utilizada y Costo.	67
3.2.3.3. Artefactos a Gas Utilizados.	69
3.2.3.4. Consideración de los Costos de las Fuentes Energéticas Utilizadas.	70
3.2.3.5. Calidad del servicio Energético Utilizado en la Zona	70
3.2.3.6. Interés de Compra del Servicio de GLP por Redes	71
3.2.3.7. Deseo de Adquisición del Servicio de Suministro de GLP por Redes.	72
3.3. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE GAS.	72
3.3.1 Consumo Promedio Mensual por Tipo de Usuario.	72
3.3.2. Calculo Progresivo de Usuarios Vinculados.	74
3.3.3. Proyección de la Demanda de GLP a 20 Años	74
3.4. ANÁLISIS DE OFERTA Y DEMANDA DE GLP.	77
4. CONCEPTUALIZACIÓN MATEMÁTICA.	78
4.1. FUNDAMENTACIÓN MATEMÁTICA.	78

4.1.1. Fundamentos Matemáticos	78
4.1.1.1. Efecto del Factor de Transmisión Sobre el Caudal Calculado.	84
4.1.2 Cálculos de Redes de Gas.	86
4.1.2.1. Método de Hardy Cross.	87
4.1.2.1.2. Método Modificado De Hardy Cross.	92
4.1.2.2. Método de Renouard.	92
4.1.2.3. Método De Demallaje Simplificado	93
4.1.2.3.1. Método de Demallaje Simplificado Aplicado a Varias Fuentes y Múltiples Salidas.	94
4.1.2.4. Solución de Redes por Ensayo y Error.	96
4.1.2.5. Algunas Simplificaciones para el Cálculo de Redes de Gas.	97
4.1.2.6. Reducción de una Red a un Sistema Equivalente.	98
4.2. GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE LA MEJOR ECUACIÓN.	100
 5. DISEÑO.	 101
5.1. INFRAESTRUCTURA REQUERIDA EN EL MUNICIPIO.	101
5.2. REDES DE DISTRIBUCIÓN.	102
5.2.1. Procedimiento General De Diseño De Las Redes De Distribución.	102
5.2.2 Cartografía del Proyecto.	102
5.2.3. Ecuaciones de Flujo.	103
5.2.3.1. Definición de Variables.	104
5.2.4. Consumo de Energía por Vivienda.	106
5.2.5. Trazado de las Redes de Distribución.	107
5.2.5.1. Actualización del Plano con el Detalle del Municipio.	107
5.2.5.2. Previsiones Técnicas para Satisfacer Necesidades Futuras.	108
5.2.5.3. Trazado de las Troncales.	108
5.2.5.4. Trazado de los Anillos.	109
5.3 TANQUES DE ALMACENAMIENTO.	110
5.3.1. Ubicación de Tanques de Almacenamiento.	110
5.3.1.1. Distanciamiento.	111

5.3.2. Bases para Tanques de Almacenamiento.	112
5.3.3. Dimensionamiento de los Tanques de Almacenamiento.	113
5.3.3.1. Vaporización del Tanque	114
5.3.3.2. Tiempo de Recarga.	114
5.3.4. Diseño de los Sistemas de Tanques de Almacenamiento.	115
5.3.4.1. Sistema de Tanques de Almacenamiento	115
5.4. REDES DE DISTRIBUCIÓN.	117
5.4.1. Red De Distribución.	117
5.4.1.1. Simulación del diseño.	117
5.5. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	124
 6. PRESUPUESTO	 126
6.1. UNIDADES CONSTRUCTIVAS	126
6.2. PRESUPUESTO SUMINISTRO DE GLP POR REDES SECTOR URBANO	127
6.2.1. Cantidades de obra - Construcción Redes De Distribución	127
6.2.1.1. Red de Distribución:	127
6.2.2. Costo Del Proyecto.	128
6.2.2.1. Costo Total Red de Distribución.	128
6.2.2.2. Costo Sistema de Almacenamiento y Suministro de GLP.	128
6.2.2.3. Costo Total Infraestructura de Distribución	129
6.2.2.4. Instalaciones Domiciliarias	129
6.2.2.5. Inversiones Administración, Operación y Mantenimiento	130
6.2.2.6. Interventoría	131
6.2.2.7. Costo Total.	132
6.2.3. Costos AOM.	133
6.2.4. Esquema de Cofinanciación	133
6.2.5. Flujo de Fondos del Proyecto.	135
 7. TARIFA INDICATIVA DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO	 137

7.1. PRINCIPALES DEFINICIONES	137
7.1.1 Acceso al Sistema de Distribución	137
7.1.2 Canasta de Tarifas	137
7.1.3 Cargo Promedio de Distribución	137
7.1.4 Conexiones de Acceso al Sistema de Distribución (Conexión).	138
7.1.5 Demanda de Volumen.	138
7.1.6 Distribución de Gas Combustible	138
7.1.7 Distribuidor de Gas Combustible por Redes (Distribuidor).	138
7.1.8 Empresas de Servicios Públicos	138
7.1.9 Estación Reguladora de Puerta de Ciudad o Puerta de Ciudad.	138
7.1.10 Fecha Base	139
7.1.11 Fórmula Tarifaria Específica	139
7.1.12 Fórmula Tarifaria General.	139
7.1.13 Gas Combustible.	139
7.1.14 Gas Licuado de Petróleo (GLP).	139
7.1.15 Gas Natural.	140
7.1.16 Gas Natural Comprimido (GNC).	140
7.1.17 Horizonte De Proyección.	140
7.1.18 Mercado Relevante de Comercialización.	140
7.1.19 Mercado Relevante de Distribución.	140
7.1.20 Pérdidas de Gas en Distribución.	140
7.1.21 Período Tarifario.	141
7.1.22 Red Primaria de Distribución	141
7.1.23 Red Secundaria de Distribución.	141
7.1.24 Reglamento de Comercialización.	141
7.1.25 Reglamento de Distribución.	141
7.1.26 Senda Tarifaria.	142
7.1.27 Sistema de Distribución.	142
7.2. PRINCIPIOS GENERALES.	142

7.3. REMUNERACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE DISTRIBUCIÓN DE GAS COMBUSTIBLE POR REDES DE TUBERÍA	143
7.4. CÁLCULO DE LOS COSTOS MEDIOS DE MEDIANO PLAZO	143
7.4.1. Inversión Base.	143
7.5. COSTO DE CAPITAL INVERTIDO	145
7.6. GASTOS DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	146
7.7. CÁLCULO DEL CARGO PROMEDIO DE DISTRIBUCIÓN	146
7.8. UNIDADES CONSTRUCTIVAS	147
7.9. SENDA TARIFARIA PARA REMUNERAR LA ACTIVIDAD DE DISTRIBUCIÓN DE MERCADOS NUEVOS.	147
7.10. FÓRMULAS DE CONVERSIÓN DE CARGOS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL Y CARGOS DE DISTRIBUCIÓN DE GLP.	148
7.10.1 Vigencia de los cargos.	148
7.11. CALCULO DE LA TARIFA	148
7.11.1. Calculo del Cargo Promedio de Distribución.	148
7.11.2. Cargo de Comercialización.	150
7.11.3. Tarifa Indicativa	150
8. CONCLUSIONES RECOMENDACIONES	154
9. BIBLIOGRAFÍA	157
ANEXOS	158

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Características del GLP.	28
Cuadro 2. Cromatografía del GLP	28
Cuadro 3. Normas técnicas Colombianas	38
Cuadro 4. Normas legales y ambientales vigentes para proyectos de distribución de gas combustible por red	39
Cuadro 5. Proyecciones de Población y de Viviendas	56
Cuadro 6. Característica de la Vivienda.	59
Cuadro 7. Costo Promedio de los Energéticos	62
Cuadro 8. Valor del Servicio Utilizado.	63
Cuadro 9. Calidad del Servicio.	64
Cuadro 10. Interés de Adquisición.	65
Cuadro 11. Tipo de Establecimientos Encuestados.	66
Cuadro 12. Energéticos Utilizados	67
Cuadro 13. Costo promedio consumo comercial	68
Cuadro 14. Tipo de Gasodoméstico Utilizado	69
Cuadro 15. Consideración de los Energéticos	70
Cuadro 16. Consideración de la Calidad del Servicio Energético	71
Cuadro 17. Aceptación por el Servicio de GLP por Redes	72
Cuadro 18. Consumo Promedio Mensual por Tipo de Usuario	73
Cuadro 19. Estratificación del municipio.	74
Cuadro 20. Proyección de la Demanda de GLP por Redes a 20 años	75
Cuadro 21. Algunas ecuaciones de flujo de uso común	83
Cuadro 22. Factor de transmisión.	85
Cuadro 23. Presiones de Operación.	104
Cuadro 24. Factor de Demanda o Simultaneidad.	106
Cuadro 25. Conversión de Consumo a Unidades de Energía.	107

Cuadro 26. Distancia mínima entre tanques	111
Cuadro 27. Sistema de Tanques de Almacenamiento.	116
Cuadro 28. Tiempo de recarga tanque	116
Cuadro 29. Caudal por nodo para la Red Troncal	117
Cuadro 30. Longitud Tubería Troncal por Tramos	118
Cuadro 31. Caudal y Presión de la Red Troncal por Sección de Tubería	119
Cuadro 32. Velocidades del Gas	121
Cuadro 33. Fase 1: Construcción y Operación de la Red de Distribución de GLP	124
Cuadro 34. Fase 2: Instalaciones Domiciliarias a los Usuarios	125
Cuadro.35. Cantidad Tendido Tubería de Polietileno por Diámetro	127
Cuadro 36. Cantidad de Obra Civil.	127
Cuadro 37.Costo Red de Distribución.	128
Cuadro 38. Inversiones de la Implementación del Sistema de GLP por Redes.	129
Cuadro 39. Costo Total Infraestructura de Distribución	129
Cuadro 40. Presupuesto Instalaciones Domiciliarias	130
Cuadro 41. Inversión En Activos De Administración, Operación Y Mantenimiento	131
Cuadro 42 Interventoría del Proyecto	132
Cuadro 43. Costo Total Del Proyecto	133
Cuadro 44. Propuesta De Cofinanciación	134
Cuadro 45. Resumen Propuesta de Cofinanciación	135
Cuadro 46. Flujo De Fondos Del Proyecto	136
Cuadro 47. Calculo de la Tasa Recuperación del Capital	149
Cuadro 48. Cargo Promedio de Distribución	150
Cuadro 49. Calculo del Cargo de Comercialización	150
Cuadro 50. Tarifa Indicativa	151
Cuadro 51. Costo de la Factura Subsidiada	151
Cuadro 52. Financiación redes internas	152
Cuadro 53. Plan de pago	152

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Mapa Poliductos en Colombia	29
Figura 2. Ubicación Geográfica del Municipio La esperanza, Norte de Santander.	44
Figura 3. Esquema de una red para el desarrollo de la ley de Kirchoff.	90
Figura.4. Diagrama comparativo de los métodos H. C. (A) y demallaje simplificado, para 1 y 2 fuentes.	95
Figura 5. Infra estructura requerida por el Municipio	101
Figura 6. Tanque de almacenamiento	110
Figura 7. Distancia mínima entre tanques	112
Figura 8. . Bases para Tanques de Almacenamiento.	113
Figura 9. Esquema de Simulación Red Troncal.	120
Figura 10. (a y b) Esquema de la Esperanza – incluyendo el Trazado de las Redes (fig 9).	122

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Característica de la Vivienda según la Tenencia.	59
Grafica 2. Característica de la Vivienda según el Tipo.	60
Gráfica.3. Consumo de energéticos en la zona.	61
Grafica 4. Consideración del Valor del Servicio.	63
Grafica 5.Consideración de la Calidad del Servicio.	64
Grafica 6. Interés de Adquisición del GLP por redes	65
Grafica 7. Tipo de Establecimientos	67
Grafica 8. Preferencia del Uso de Energéticos	67
Grafica 9. Gasodomésticos Utilizado en los Establecimientos Comerciales	69
Grafica 10. Consideración del Valor del Servicio Actual	70
Grafica 11. Calidad del Servicio Utilizado Actualmente	71
Grafica 12. Gusto por la Adquisición del GLP por Redes	72

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. DISEÑO DE LA RED DOMICILIARIA DE GLP	158
ANEXO B. SENSIBILIZACION DE PARAMETROS	181
ANEXO C. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO, PASOS PARA LA UTILIZACION DEL SOFTWARE	186
ANEXO D. REFERENCIA CONCEPTUAL	202
ANEXO E. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	225

RESUMEN

TÍTULO: EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DOMICILIARIAS DE SUMINISTRO DE GLP PARA EL MUNICIPIO DE LA ESPERANZA, DEL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER*

AUTORES: ARANGO C. Viviana Marcela, PUENTES M. Edgard**

PALABRAS CLAVES: Distribución, Redes Domiciliarias, Panoramas Técnico-Financieros, Diseño, Planeación.

DESCRIPCIÓN. La creciente demanda energética ha obligado a la industria de los hidrocarburos a salir en busca de fuentes energéticas más eficientes, limpias y rentables. Debido a esto hoy por hoy tenemos una vides cada vez mayor por dichos recursos; tanto para uso industrial y comercial como doméstico, el GLP resulta el combustible de uso permanente más adecuado, dada su confiabilidad, rentabilidad, facilidad de transporte, bajo grado de contaminación, entre otros.

Para un buen aprovechamiento del gas natural se necesita el desarrollo de los sistemas de transmisión y distribución del GLP, de manera que se tengan por una parte suministro adecuado de los consumidores, y por otra parte bajos costos de operación. Este proyecto cubre aspectos del diseño y recomendaciones técnico financieras para la realizar la instalación de la red domiciliaria de gas del municipio de la ESPERANZA, departamento de Norte Santander. Para poder determinar la viabilidad de la construcción de la red de distribución de GLP, fue necesario realizar un estudio detallado de la oferta y demanda de GLP en el municipio de la Esperanza Norte de Santander para la implementación de redes de distribución domiciliarias, realizar un estudio socio-económico con el fin de identificar hábitos de consumo y proponer estrategias de cambio, realizar la planeación, diseño y simulación de la red domiciliaria utilizando un modelo matemático que tuviese en cuenta la hidráulica que se presenta en tuberías de polietileno y una vez propuestos varios panoramas técnico-financieros se adoptó el modelo que brindo una mayor cobertura de hogares a un menor costo operativo y de implementación.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director. Ing. Manuel E. Cabarcas Simancas

ABSTRACT

TITLE: TECHNICAL AND FINANCIAL EVALUATION FOR BUILDING SUPPLY NETWORKS DOMICILIARY GLP FOR THE MUNICIPALITY OF HOPE, THE DEPARTMENT OF NORTHERN SANTANDER *

AUTHORS: Arango C. Viviana Marcela M. BRIDGES Edgard **

KEYWORDS: Distribution, Domiciliary Networks, Technical and Financial Overviews, Design, Planning.

DESCRIPTION. The increasing energy demand has forced the oil industry to go in search of more efficient energy sources, clean and profitable. As a result today we have a growing vines for those resources, both for industrial, commercial and domestic LPG fuel is most suitable for permanent use, given its reliability, performance, portability, low degree of contamination , among others.

For proper utilization of natural gas requires the development of systems for transmission and distribution of LPG, so as to have one hand adequate supply of consumers, and moreover low operating costs. This project covers aspects of design and financial technical recommendations for installing home network gas La Esperanza Township, North Santander department. In order to determine the feasibility of the construction of the LPG distribution network, it was necessary to conduct a detailed study of the supply and demand of LPG in La Esperanza township of North Santander for the implementation of home distribution networks, conduct a study socio-economic development in order to identify consumption patterns and propose strategies for change, perform the planning, design and home network simulation using a mathematical model that takes into account the hydraulic comes in polyethylene pipe and once proposed several financial and technical scenarios adopted the model who provide greater coverage at a lower cost homes and operational implementation.

* Degree work

** Physicochemical Faculty. School of Petroleum Engineering. Manager. Mr. Manuel E. cabarcas Simancas

INTRODUCCIÓN

A mediados de la década del 70, la necesidad de cocción y calefacción de los hogares colombianos se atendía en su mayoría con gas propano y energía eléctrica. Por esa época, el departamento de Planeación Nacional desarrolló el “Estudio del sector de energía eléctrica” mediante el cual identificó que el potencial hidroeléctrico nacional era de orden de 100.000Mw, cifra realmente impresionante para los estándares actuales, cuando la capacidad instalada nacional es de 12.000Mw aproximadamente. Además Colombia se ubicaba para la época como el quinto país con mayor potencial hidroeléctrico del mundo, por lo cual tenía sentido que el énfasis en el desarrollo eléctrico se hiciera con base en la hidroelectricidad. Con el tiempo, los recursos fueron escaseando debido a las múltiples necesidades insatisfechas que debe atender un estado con grandes restricciones. Al mismo tiempo, se concedían cuantiosos subsidios a las tarifas eléctricas pese que los costos de los nuevos proyectos hidroeléctricos, por su complejidad y tamaño, requerían inversiones enormes y además, generaban dificultades de desarrollo practicas tales como las inundaciones de extensas zonas y la costosa relocalización de comunidades, como ocurrió con los proyectos de Tominé y Guatapé, y los pueblos de Guatavita y el Peñol, respectivamente.

Gradualmente el modelo eléctrico hizo crisis hasta llegar al racionamiento de los años 1991-93 que causó grandes pérdidas, tuvo prácticamente en vilo a la democracia colombiana y generó una especie de paranoia colectiva que se dispara cada vez que los análisis meteorológicos sugieren que el océano Pacífico se está calentando y que el “fenómeno del niño” puede estar de nuevo en camino.

Los análisis adelantados por varios expertos, tanto nacionales como extranjeros y de orbita tanto pública como privada, coincidían en señalar que algo andaba mal

con el modelo energético colombiano, y la explicación aludida se refería al énfasis que tenía la hidroelectricidad para atender las necesidades de cocción y calefacción de los usuarios domésticos. Esta situación estaba exigiendo grandes inversiones que a su vez habían elevado el componente de generación hidroeléctrica a cerca del 80 por ciento del total nacional. Adicionalmente, los consumos industriales de energía provenían en más de un 60 por ciento de derivados del petróleo y el carbón, y el 62 por ciento – según documentos de la época – del consumo de energía residencial a nivel nacional, se abastecía con leña. Según estudios de Planeación Nacional, la menor eficiencia energética de la leña, exigía un consumo cinco veces mayor al requerido con el gas natural, generando un impacto ambiental desastroso para nuestros bosques y fuentes de agua. Se calculaba, en ese entonces, que la tala de bosques afectaba unas 76.400 hectáreas por año, lo que representa la cuarta parte del área del departamento del Atlántico y más de 15 veces la extensión de San Andrés y Providencia.

La conclusión era tan natural como el mismo gas: el país debía propender por la sustitución de las fuentes energéticas más costosas, por energéticos de costo relativo menor. La meta básica consistía en atender las necesidades de energía de la sociedad colombiana a través de una combinación de fuentes energías eficientes y económicas, desde el punto de vista del país. De esta manera, se esperaba atender mayores demandas con menos recursos, reducir el consumo de leña, conservar el medio ambiente y disminuir la dependencia de los derivados del petróleo en la industria y el transporte. Teniendo esto como premisa, el gobierno nacional decidió comenzar una campaña de masificación del uso de GLP para usos domésticos e industriales, dicha campaña de masificación comenzó en las grandes ciudades y capitales del país, hoy por hoy ya se ha cubierto gran parte del territorio nacional más sin embargo aún hace falta llevar dicha masificación por diferentes áreas rurales y pequeñas poblaciones que todavía no cuentan con este servicio, entre esas el municipio de Barichara Santander para la cual le fue

asignado a la empresa Proviservicios S.A llevar acabo el diseño e implementación de la red de suministro de GLP para el abastecimiento de esa comunidad.

El proyecto a realizar en el municipio de La Esperanza Norte de Santander se presenta como una iniciativa de carácter privado, desarrollado por FUNDACION E.S.S

1. GENERALIDADES DEL GLP POR REDES.

El GLP es una mezcla de hidrocarburos livianos principalmente conformada por propano y butano o la mezcla de los dos en proporciones aproximadas de 60% y 40% respectivamente; en la actualidad encontrar en el mercado GLP con mezclas únicas de propano y butano es difícil, por lo cual, se encuentran con frecuencia estos productos mezclados con etano, propileno, butilenos y butanos, en proporciones variables. El GLP a condiciones normales es gaseoso y al comprimirlo (75-150 psig) pasa al estado líquido. Este hidrocarburo se licua para facilitar su almacenamiento, transporte y distribución. Para su consumo se utiliza en estado de vapor. Para llegar a obtener gas licuado es necesario someter su fase gaseosa a presión, ésta se condensa y se convierte en líquido.

Puede obtenerse en una planta de procesamiento de gas natural, o en una refinería, en unidades de ruptura catalítica. El Gas Licuado del Petróleo fue introducido como fuente energética en Colombia en el año 1946, procesado en la Refinería de Barrancabermeja, como resultado de la destilación del Petróleo y el tratamiento de los gases obtenidos en las perforaciones; la primera empresa de distribución de gas en Colombia Compañía Colombiana de Gas (Colgas) inicio en Bucaramanga con 400 usuarios. Posteriormente se llevó a Bogotá y Barranquilla.

El GLP es más pesado que el aire y se asienta si es liberado. En su estado natural no es toxico, es invisible y se le adiciona un odorizante, para facilitar la detección de fugas. Es un gas inflamable a temperatura ambiente y presión atmosférica, por lo cual se debe tener especial cuidado en el diseño de los tanques de almacenamiento y redes de tubería.

Este producto genera vapores desde una temperatura de 42°C, que al mezclarse con el aire en proporciones de 1.9 a 95% en volumen, causa mezclas inflamables y explosivas; y que por tener una densidad mayor a la del aire (1.8 veces aproximadamente), sus vapores se concentran en las zonas bajas que son sensibles a fuentes de ignición tales como interruptores, pilotos de estufas, tomas de corriente, lámparas, etc., pudiendo causar incendios y/o explosiones.

1.1 CARACTERISTICAS DEL GLP.

Cuadro 1. Características del GLP.

CARACTERISTICA	UNIDAD	PROPANO	BUTANO
Fórmula Química		C3H8	C4H10
Gravedad Específica del Gas		1,6	2,0
Gravedad Específica del Líquido	KG/L (g/cm ³)	0,51	0,58
Temperatura de Ebullición	°C	- 42.1	- 0.5
Poder Calorífico @ 60°F y 14,7 psia	BTU/pie3	2.516	3.280
	BTU/Gal	91.690	102.032
	BTU/Lb	21.591	21.221
Numero de Octanos		Más de 100	92

Fuente. Ecopetrol - Gerencia de Gas, Junio de 2012

Cuadro 2. Cromatografía del GLP

COMPONENTES	GLP BARRANCABERMEJA % Molar
Propano	50.06
Propileno	6.59
Iso butano	34.47
N -butano	5.95
1 - buteno	2.83
C5+	0.09
Total	100.00

Fuente. Ecopetrol - Gerencia de Gas, Junio de 2012

1.2. RED DE POLIDUCTOS EN COLOMBIA.

Figura 1: Mapa Poliductos en Colombia



Fuente: ECOPETROL

El GLP se transporta, transvasa y manipula en estado líquido vaporizándose en condiciones normales de presión, a las temperaturas indicadas.

Para esta vaporización llamada vaporización natural, se requiere un aporte de calor que puede ser el del ambiente transferido al GLP a través de las paredes metálicas del recipiente, o vaporización mecánica para grandes consumos en el que el calor se aporta al líquido mediante llamas abiertas, agua caliente o electricidad utilizando aparatos especiales llamados vaporizadores.

Por ser un gas más pesado que el aire si se deja escapar una cantidad de vapor a la atmósfera, éste tiende a bajar y se acumula en la parte baja del sitio donde haya escapado. Es muy difícil que se pueda notar la presencia del gas.

Al dejar escapar líquido de GLP por una válvula se observa una nube blanca. Lo que se está observando es la condensación de las partículas de vapor de agua del ambiente. La explicación de este efecto es que al liberar el gas pasa a un ambiente en el cual la presión es muy inferior a la que estaba sometido y la temperatura es mayor que la que necesita para evaporarse. Entonces el GLP toma el calor del medio ambiente, enfría y congela las partículas de vapor de agua. Eso es lo que se ve. Ese vapor de agua congelada a su vez toma más calor del ambiente y vuelve a transformarse en vapor de agua y otra vez es invisible como antes.

Cuando se necesita trabajar con líneas que conducen líquido, o con válvulas de drenaje en tanques, es necesario conocer que en caso de caer líquido en la piel éste absorberá calor y se evaporará inmediatamente, si el contacto con el líquido es prolongado producirá un efecto de quemadura y será más o menos grave según el tiempo de contacto. Por lo tanto, es indispensable utilizar guantes especiales cuando sea necesario trabajar con GLP líquido. Por otra parte cuando se trabaja con vapor, el contacto con la piel no tiene incidencias tan serias puesto que ya ha tomado el calor necesario para adquirir dicho estado.

El vapor del GLP no es tóxico al inhalarlo, aunque el respirarlo por un lapso corto se sentirá mareo pero al cambiar a una atmósfera limpia el mareo desaparecerá y no tendrá consecuencia, al respirarlo en un ambiente cerrado y por largo tiempo producirá asfixia por ausencia de aire. Al primer mareo que se sienta se debe salir al aire libre o ventilar el lugar y no operar ninguna fuente de chispa o llama, como interruptores eléctricos, cigarrillos, etc.

1.3 POLÍTICAS DEL SECTOR DE GAS COMBUSTIBLE.

1.3.1 Plan de Masificación de Gas. En 1986 el Ministerio de Minas y Energía planteó el programa Gas para el Cambio, basado en el estudio nacional de energía realizado entre los años 1978 - 1980, programa que estaba orientado a la masificación del consumo del gas natural y del gas propano. El programa identificó un patrón atípico e ineficiente de uso de energía en Colombia por parte del sector residencial, en el cual más de la mitad de las familias cocinaban y calentaban agua con energía eléctrica, de una parte, y de la otra, más de la mitad de la producción de energía eléctrica estaba destinada al sector residencial. En razón al sistema de tarifas existentes, el esfuerzo financiero de las inversiones de generación no se podía recuperar porque las empresas no podían cobrar la totalidad del costo del servicio. Se requería, pues, ir sustituyendo hacia el futuro el consumo de energía eléctrica residencial por gas natural y propano. El programa de gasificación se planteó en dos fases:

1.3.1.1 Primera fase. Zonas cercanas a gasoductos existentes y GLP en Bogotá. Se contemplaron cuatro frentes de acción: incremento del suministro en ciudades de la Costa Atlántica ya conectadas al Gasoducto Troncal del Caribe y construcción de gasoductos en otros municipios e intensificación del uso del gas natural vehicular; incremento del suministro en Santander y el desarrollo de redes domiciliarias en Barrancabermeja; iniciación del suministro en el Meta; y gas propano en barrios del suroriente de Bogotá, como fase intermedia del proceso de sustitución generalizada del cocinol.

1.3.1.2 Segunda fase. Conexión de los centros de producción de gas natural. Se contempló la expansión de los siguientes gasoductos: Apiay - Bogotá para

transportar entre 10 y 15 MPCD²; Ballena - Barrancabermeja - Bogotá para transportar 20 MPCD.

El CONPES mediante documentos DNP 2571 de 1991 y DNP 2646 de 1993, en concordancia con el programa anteriormente diseñado y con fundamento, en parte, en el racionamiento eléctrico de 1992, planteó el denominado Plan de Masificación de Gas, contemplando entre sus objetivos: Optimizar el uso de las reservas disponibles; sustituir energéticos ineficientes y costosos; viabilizar una canasta energética más eficiente y acorde con el nivel de ingresos de la población; procurar la preservación del medio ambiente y buscar la utilización de energéticos menos contaminantes.

La Ley 142 de 1994 contempla una visión integral de los servicios públicos, incluida la distribución de gas combustible y algunas de sus actividades complementarias, en los términos del artículo 14.28. Enfatiza en la necesidad de que las actividades de distribución y comercialización se muevan dentro de un mercado competitivo en manos del sector privado; pero también consagra las áreas de servicio exclusivo (artículo 40), para las cuales podrá acordarse que ninguna otra empresa de servicios públicos pueda ofrecer los mismos servicios durante un tiempo determinado.

De acuerdo con la citada ley, las funciones de planificación le corresponden al Ministerio de Minas y Energía; las de regulación son delegadas a la Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG y las de inspección, control y vigilancia son delegadas a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD. Además, la ley creó un nuevo organismo de control y vigilancia a nivel municipal, los Comités de Desarrollo y Control Social de los Servicios Públicos.

² MPCD, Millones de pies cúbicos por día

1.3.2. Distribución de Gas. Es la prestación del servicio público domiciliario de gas combustible a través de redes de tubería desde un sitio de acopio o desde un gasoducto central hasta el domicilio del usuario final, incluida su conexión y medición, de conformidad con la definición del numeral 14.28 de la Ley 142 de 1994.

Las empresas distribuidoras de gas combustible ejercen su actividad sin necesidad de la mediación de un contrato de concesión con la nación, excepción aplicable solo a las áreas de servicio exclusivo para distribución de gas combustible por red.

1.3.2.1. Zonas Exclusivas. La Ley 142 de 1994 -Ley de los Servicios Públicos-, determinó que por motivos de interés social y con el propósito de que la utilización racional del recurso energético permitiera la expansión y cobertura del servicio a las personas de menores recursos, el Ministerio de Minas y Energía podría otorgar las áreas de servicio exclusivo para la distribución Domiciliaria de Gas Combustible por Red (Art. 174).

La Comisión de Regulación de Energía y Gas –CREG, expidió la Resolución 057 de 1996, fijando en el artículo 125 los criterios para la conformación de estas áreas, que son básicamente:

- Permitir en condiciones económica y financieramente viables, la masificación y extensión del servicio en aquellos municipios cuyos inmuebles residenciales pertenecen a los estratos 1,2 y 3.
- El área debe tener una distribución poblacional que incluya suficientes pequeños consumidores obligados a sufragar la contribución de solidaridad vigente, para que con este recaudo se pueda atender los pagos por concepto de subsidios a los consumidores que podrían tener derecho a ellos.

- No es económicamente viable la prestación del servicio aisladamente en áreas urbanas con baja densidad poblacional o con predominio de población con posibilidad de tener subsidio.
- La prestación del servicio se hace viable si el área está servida por redes de tubería e incluye municipios con una composición poblacional diferente que permita, dentro del mismo mercado, recaudar las contribuciones requeridas para cubrir los subsidios.

1.3.2.2. Áreas Libres de Mercado. Los demás Municipios que no se encuentran dentro de las áreas exclusivas pueden adelantar proyectos de implementación de gas combustible por tuberías a través de una empresa de servicios públicos. La administración, operación y mantenimiento de esta red debe estar a cargo de una empresa de servicios públicos debidamente establecida.

1.4 ENTES DE CONTROL.

Como antes se indicó, la Ley 142 de 1994 asignó al Ministerio de Minas y Energía las funciones de planificación del sector gas, en razón de lo cual le corresponde adoptar la política nacional en materia de exploración, explotación, transporte, refinación, procesamiento, beneficio, transformación y distribución de hidrocarburos. A continuación se resumen las principales responsabilidades de cada institución relacionada con el gas en Colombia.

1.4.1. Ministerio de Minas y Energía. En relación con los servicios públicos, les corresponde entre otras, señalar los requisitos técnicos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos que utilicen las empresas de servicios públicos, cuando la respectiva Comisión de regulación señale, por vía general, que es realmente necesario para garantizar la calidad del servicio y no implique restricción indebida a la competencia.

1.4.2. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Creado por la Ley 99 de 1993, como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza y de definir, en los términos de la presente ley, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible.

1.4.3. Corporaciones Autónomas Regionales Ambientales. En coordinación con el Ministerio de Ambiente, son entidades que en su respectiva jurisdicción, reciben las solicitudes de licenciamiento, expiden los autos de iniciación de trámite, visitan las áreas de los proyectos, solicitan conceptos o información a otras autoridades y definen el tipo de estudio ambiental a realizar por el solicitante, con base en el cual le otorgan o niegan la correspondiente licencia ambiental.

1.4.4. Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG. Regula el ejercicio de las actividades de los sectores de energía y gas combustible para asegurar la disponibilidad de una oferta energética eficiente, propicia la competencia en tales sectores y propone la adopción de medidas necesarias que eviten abusos de posición dominante y busca la liberación de mercados hacia la libre competencia.

1.4.5. Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elabora planes indicativos del sector energético, realiza el registro de los proyectos que someten a su consideración las empresas de servicios públicos, imparte aprobación o desaprobación a los planes de gestión de las respectivas empresas del sector.

1.4.6. Súper Intendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSP. Vigila y controla el cumplimiento de las Leyes y actos administrativos a que están sujetos quienes prestan servicios públicos; aplica sanciones a las violaciones de las

disposiciones legales, evalúa la gestión financiera, técnica y administrativa de las empresas de servicios públicos; toma posesión de las mismas por las causales contempladas en el Art. 59 de la Ley 142 de 1994.

1.4.7. Superintendencia de Industria y Comercio – SIC. Es el organismo de carácter técnico destinada a la acreditación, coordinación y supervisión de los aspectos de calidad relacionados con la fabricación de equipos y accesorios utilizados en el sector. Además vigila el cumplimiento de las normas que enmarcan la defensa de los derechos de los consumidores y fomenta el mejoramiento de la calidad de bienes y servicios.

1.4.8. Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC. Es el organismo de carácter privado, sin ánimo de lucro constituido legalmente mediante Resolución 2996 de septiembre de 1963 del Ministerio de Justicia, encargado del análisis, elaboración o adopción de las normas técnicas para el sector.

Está conformado por la vinculación voluntaria de representantes del gobierno nacional, de los sectores privados de la producción, distribución y consumo, el sector tecnológico en sus diferentes ramas y por todas aquellas personas jurídicas que tengan interés en pertenecer.

1.4.9. Ministerio de Transporte. Define, orienta y vigila la ejecución de la política nacional en materia de tránsito y transporte y de su infraestructura. Específicamente prepara los planes y programas en materia de seguridad en los diferentes modos de transporte en el país, es por lo tanto la entidad encargada de generar, controlar y vigilar la reglamentación y normas técnicas que deben satisfacer los vehículos que transportan el GLP.

1.5. MARCO LEGAL

Todos los procesos involucrados en llevar a cabo la construcción de una red de distribución de gas domiciliario y la comercialización del mismo, deben estar ceñidos a unas normas y leyes que rigen todos los aspectos relacionados con este propósito. Tanto para los materiales utilizados en la elaboración de los diferentes equipos y accesorios, como para los criterios a tener en cuenta para el diseño de la res, así como para la calidad del gas a ser distribuido.

Actualmente existe una amplia gama de normas técnicas y resoluciones emanadas de entidades competentes como lo son:

- NTC: Normas Técnicas Colombianas
- ASME: American Society of Mechanical Engineers
- ANSI: American National Standard Institute
- ASTM: American Society for Testing and Materials
- API: American Petroleum Institute
- MSS: Manufacturer's Standardization Society of the Valve and Fittings Industry
- NFPA: National Fire Protection Association

Para la construcción, operación y mantenimiento del sistema de distribución de gas combustible primaran las normas nacionales, Normas Técnicas Colombianas - NTC, y en caso de no existir la NTC correspondiente, se aplican las normas internacionales plenamente reconocidas que regulan y garantizan la segura y correcta operación del sistema. Los diseños se realizaran bajo el soporte de las normas técnicas colombianas y de las resoluciones expedidas por el Ministerio de Minas y Energía, Ministerio del Medio Ambiente y la Comisión Reguladora de Energía y GAS (CREG). A continuación referenciamos las principales normas legales y ambientales vigentes (ver tabla1.1), y las normas técnicas nacionales aplicables a proyectos de distribución de gas combustible por red:

1.5.1 Normas Técnicas Colombianas. En el caso específico de nuestro país, estas normas son dictadas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas, ICONTEC, la cual es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados internos y externos.

El ICONTEC para el proceso de normalización técnica cuenta con unos comités técnicos, conformados por personas idóneas pertenecientes a empresas con muchos años de experiencia en la industria y un periodo de consulta pública que garantiza su aplicabilidad. Las Normas Técnicas Colombianas (NTC) y las diferentes resoluciones dictadas por el gobierno nacional, más utilizadas y que deben tenerse en cuenta para el diseño de una red de distribución de gas domiciliario se puntualizan a continuación.

Cuadro 3. Normas técnicas Colombianas

NORMAS Y RESOLUCIONES	TÍTULO
NTC 1746	Tubos y accesorios termoplásticos para la conducción de gas a presión
NTC 2505	Instalaciones para suministro de gas en edificaciones residenciales y comerciales (Tercera Actualización)
NTC 2576	Válvulas y mecanismos termoplásticos de corte accionados manualmente para sistemas de distribución de gas
NTC 3409	Accesorios de polietileno para unión por fusión a tope con tubería de polietileno
NTC 3728	Redes de distribución urbana de gas
NTC 3838	Presiones de operación permisibles para transporte, distribución y suministro de gases combustibles
NTC 3949	Estaciones de regulación de presión para redes de transporte y distribución de gas combustible
Res. CREG 067/95	Código de Distribución de Gas Combustible por Redes
Res. CREG 057/96	Marco regulatorio para el servicio público de gas combustible por red.

Fuente: Proviservicios S.A

Cuadro 4. Normas legales y ambientales vigentes para proyectos de distribución de gas combustible por red

ASPECTO FUNDAMENTAL	NORMA	DESCRIPCIÓN DE LA NORMA	ENTIDAD
PREVENCIÓN DE DESASTRES	Dec. 919 de 1989	Se organiza el sistema de atención de desastres	Planeación Municipal
	Res. 1016 de 1989	Reglamenta la organización y de desarrollo de un plan de emergencia teniendo en cuenta las tres ramas: preventiva, pasiva o estructural y activa o control de emergencia.	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
	Dec. 1295 de 1994	Organización, administración del sistema de riesgos profesionales, funcionamiento y contenido de programas de salud ocupacional.	
	Dec. 1281 de 1994	Reglamenta las actividades de alto riesgo	
GENERACIÓN DE RESIDUOS	Ley 09 de 1979	Código sanitario Nacional: Reglamentación para la generación, manejo y disposición de residuos sólidos.	Ministerio de Salud
	Res. 541 de 1994	Reglamenta el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales como concreto y agregados sueltos de construcción.	Ministerio del Medio Ambiente
	Dec. 605 de 1996	Residuos sólidos	Ministerio de Desarrollo
GENERACIÓN DE RUIDO	Res. 8321 de 1983	Control de emisiones de ruido previniendo afectación de la salud y bienestar de las personas.	Ministerio de Salud
USOS DEL SUELO	Dec. Ley 2811 de 1974	Parte VII: De la tierra y los suelos. Del suelo agrícola y no agrícola.	
	Ley 388 de 1977	Sobre ordenamiento territorial y planes de ordenamiento territorial.	
CRUCE ESPECIALES: CRUCE AÉREO DE CORRIENTES DE AGUA	Dec. 1449 de 1977	Sobre franjas protectoras de nacimientos de cuerpos de agua. Zona de aislamientos de corrientes de agua.	Ministerio de Agricultura
EMISIONES ATMOSFÉRICAS	Dec. 02 de 1982	Normas sobre el aire	Ministerio de Salud
	Dec. 948 de 1995	Sobre la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.	Ministerio del Medio Ambiente
	Dec. 1697 de 1997 (modificación parcial del Dec. 948 de 1995)		
	Ley 306 de 1996	Protección de la capa de ozono	Congreso de la República

ASPECTO FUNDAMENTAL	NORMA	DESCRIPCIÓN DE LA NORMA	ENTIDAD
	Res. 619 de 1977	Emisiones atmosféricas de fuentes fijas	Ministerio del Medio Ambiente
	Res. 623 de 1998	Reglamenta la calidad del combustible	
ESPACIO PÚBLICO	Ley 09 de 1998	Artículo 8: Defensa del espacio público	Planeación Municipal
	Dec. 1504 de 1998	Reglamentación del espacio público en los planes de ordenamiento territorial.	
PAISAJE	Dec. 1715 de 1978	Protección del paisaje	Ministerio de Agricultura
	Ley 140 de 1994	Descontaminación visual y de integridad del medio ambiente	Congreso de la República
FAUNA	Dec. 2811 de 1974	Parte 10 Título I: Protección y conservación de la fauna	
	Dec.1608 de 1978	Preservación, conservación, restauración y fomento de la fauna silvestre.	
	Ley 84 de 1989	Estatuto Nacional de Protección de los Animales	
FLORA Y BOSQUES	Dec. Ley 2811 de 1974	Parte VIII: De los bosques y aprovechamientos forestales y reforestación.	

Fuente: Proviservicios S.A

1.5.2. Comercialización del Gas Combustible en Colombia. En Colombia existen leyes que tienen que ver con la comercialización y regulación del régimen tarifario, a las cuales las empresas prestadoras de servicio público deben someterse.

1.5.2.1 Servicios Públicos Domiciliarios. Son todos aquellos servicios considerados como esenciales para el cumplimiento y desarrollo de las necesidades básicas de una comunidad; comprende los servicios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, telefonía pública básica conmutada, telefonía móvil rural y distribución de gas combustible.

1.5.2.2 Servicios Públicos Domiciliarios de Gas Combustible. Es el conjunto de actividades ordenadas a la distribución de gas combustible, por tubería u otro medio, desde un sitio de acopio de grandes volúmenes o desde un gasoducto

central hasta la instalación de un consumidor final, incluyendo su conexión medición.

1.5.2.3 Tipos de Empresas de Servicios Públicos.

- **Empresa de Servicios Públicos Oficial:** es la empresa cuyo capital o aportes provienen en un 100% de: el estado, entidades territoriales o entidades descentralizadas.
- **Empresa de Servicios Públicos Mixta:** es la empresa cuyo capital o aportes provienen en un 50% o más provienen de: el estado, entidades territoriales o entidades descentralizadas.
- **Empresa de Servicios Públicos Privada:** es aquella cuyo capital pertenece mayoritariamente a particulares o entidades surgidas de convenios internacionales que deseen someterse íntegramente para estos efectos a las reglas que se sometan los particulares.

1.5.2.4 Entidades Prestadoras de Servicios Públicos. Pueden prestar los servicios públicos:

- Las empresas de servicio públicos.
- Las personas naturales o jurídicas que produzcan para ellas mismas, o como consecuencia o complemento de su actividad principal, los bienes o servicios propios del objeto de las empresas de servicios públicos.
- Los municipios cuando asuman de manera directa, a través de su administración central, la prestación de los servicios públicos, conforme a lo dispuesto en la ley.
- Las organizaciones autorizadas conforme a la Ley 142 de 1994 para prestar servicios públicos en municipios menores, en zonas rurales en áreas o zonas urbanas específicas.

- Las entidades autorizadas para prestar servicios públicos durante los periodos de transición previstos en la Ley 142 de 1994.
- Las entidades de cualquier orden territorial o nacional que al momento de la expedición de la Ley 142 de 1994 estén prestando cualquiera de los servicios públicos.

1.5.2.5 Régimen Jurídico de Las Empresas de Servicio Públicos

- **Naturaleza:** las empresas de servicios públicos son sociedades por acciones cuyo objeto es la prestación de servicios públicos.
- **Objeto:** las empresas de servicios públicos tienen como objeto la prestación de uno o más de los servicios públicos a los que aplica la Ley 142 de 1994, o de realizar una o varias actividades complementarias.

Las comisiones de regulación podrán obligar a una empresa de servicios públicos a tener un objeto exclusivo cuando establezcan que la multiplicidad del objeto limita la competencia y no produce economías de escala o de aglomeración en beneficio del usuario. En todo caso, las empresas de servicios públicos que tengan objeto social múltiple deberán llevar contabilidad separada de cada uno de los servicios que presten; el costo y la modalidad de las operaciones debe llevarse de manera explícita.

Las empresas de servicio públicos podrán participar como socios en otras empresas de servicio públicos; o en las que tengan como objeto principal la prestación de un servicio o la prestación de un bien indispensable para suplir su objeto, si no hay una amplia oferta de este bien o servicio en el mercado.

Podrán también asociarse, en el desarrollo de su objeto, con personas nacionales o extranjeras, o formar consorcios entre ellas.

Independientemente de su objeto social, todas las personas jurídicas están facultadas para hacer inversiones en empresas de servicios públicos. En el objeto de las comunidades organizadas, siempre se entenderá incluida la facultad de promover y construir empresas de servicios públicos, en las condiciones de la Ley 142 de 1994 y de la ley que las regule. En los concursos públicos a los que se refiere la ley mencionada se preferirá a las empresas en que tales comunidades tengan mayoría, si estas empresas se encuentran en igualdad de condiciones con los demás participantes.

2. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE LA ESPERANZA

2.1. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN GEOGRÁFICA.

El municipio de la Esperanza, se encuentra ubicado en la parte occidental del departamento de Norte de Santander, sobre la cordillera oriental, su temperatura se encuentra en un rango entre los 12°C y 35°C; Su cabecera municipal está localizada a los 7° 38' 00 de latitud norte y 73° 20'00 de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Limita en el norte con el municipio de Abrego (Norte de Santander) y San Alberto (Cesar); Por el sur occidente, limita con los municipios del Playón y Rio Negro (Santander) y por el oriente con el municipio de Cáchira (Norte de Santander)

La extensión territorial es de 695.8 Km², los asentamientos de sus pobladores se distribuyen a lo largo de cuatro ríos y varias quebradas de las cuales se destacan la arenosa y la raya por su extensión.

Figura 2. Ubicación Geográfica del Municipio La esperanza, Norte de Santander.



Fuente: Google Maps.

2.1.1. Delimitación.

2.1.1.1 Nororiente. Con el departamento del Cesar, por el cauce de río San Alberto.

2.1.1.2 Suroccidente. Con el departamento de Santander, por el cauce del río Cáchira.

2.1.1.3 Noroccidente. Con el municipio de Abrego, partiendo el río Cancasí, en el alto de las Cruces donde concurren los territorios del municipio de Abrego, Cáchira y la esperanza; se sigue aguas abajo hasta unirse con el río San Pablo y desembocando en el río Cáchira, donde siguiendo el cauce se puede encontrar el límite con el departamento de Santander.

2.1.1.4 Suroccidente. Con el municipio de Ciénega; partiendo del alto de las Cruces sobre el camino del Quinchal conduce a León XIII; se sigue en dirección Sur Oeste hasta el alto de la Cruz de Roble, siguiendo en dirección Noroccidente hasta encontrar el río San Pablo, se sigue aguas arriba hasta encontrar la desembocadura de la quebrada del Loro y subiendo hasta encontrar el camino de Cerro Pelao a León XIII; luego, se asciende en dirección sur hasta el alto de las Cruces; de allí, y en línea recta y dirección oeste hasta encontrar el nacimiento de la quebrada Chimborazo; siguiendo el cauce hasta encontrarse con la quebrada Páramo y siguiendo por la misma hasta su desembocadura en el río San Alberto, en límites con el departamento del Cesar.

2.2. ASPECTOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

2.2.1. Servicios Públicos. Los servicios públicos domiciliarios son aquellos que reciben las personas en sus domicilios y que son indispensables para satisfacer las necesidades básicas de bienestar y salubridad de la población.

Estos servicios pueden ser prestados por el estado directa o indirectamente, por la comunidad organizada o por los particulares; la prestación está controlada, regulada y vigilada por el estado (Art. 365 de la Constitución Política Nacional).

EL régimen de servicios públicos se reglamenta a través de la Ley 142 de Junio 02 de 1994, esta se aplica a los servicios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, telefonía pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural.

2.2.2. Acueducto. En la actualidad el municipio de La Esperanza ha mejorado en varios aspectos en cuanto a la cobertura de servicios públicos, de acueducto y alcantarillado, sin embargo a mediano o largo plazo se puede generar algunos inconvenientes cuando se pretenda aumentar la cobertura de estos servicios y obviamente remplazar las redes existentes, en razón de que no se cuenta con un plan de contingencia apropiado para tal fin.

El servicio de acueducto, alcantarillado y aseo en la zona urbana está siendo administrado por la empresa de acueducto y alcantarillado A.A.A. AGUAZUL La Esperanza. Hoy en día el municipio carece de agua potable, debido a la sequía que ha sufrido el manantial de donde se extrae el líquido, por otro lado, la planta de tratamiento no está funcionando al cien por ciento. Los corregimientos del municipio poseen también la misma problemática de funcionamiento y acondicionamiento de sus acueductos, es necesario e importante construir nuevos acueductos y realizar ampliación y mantenimiento de los existentes.

La planta de tratamiento de acueducto es muy deficiente, a veces no funciona y el aljibe no tiene la capacidad suficiente para abastecer la demanda de la población, razón por la cual se tiene que contratar carro tanques para suministrar el agua, lo que genera problemas de salud pública y costos adicionales. En los corregimientos hay suficiente agua para satisfacer la demanda pero la calidad es mala porque no hay plantas de tratamiento. La facturación del servicio es mínima y el recaudo no alcanza para los gastos de funcionamiento y mantenimiento, se hace necesario continuar con la implementación de micro medidores para incrementar el recaudo y para tener un mejor registro del consumo de agua y de manera colateral controlar el desperdicio de agua.

2.2.3. Alcantarillado. El sistema de alcantarillado, necesita ser remplazado y ampliado en la cabecera municipal y en los corregimientos del municipio debido a la antigüedad y al aumento de la población. En el área rural se hace necesaria la construcción de un sistema de letrina que reduzca la contaminación de las pocas vertientes que aún están vigentes. EN la actualidad se están adelantando estudios de factibilidad para el plan maestro de acueducto y alcantarillado.

2.2.4. Energía Eléctrica. El servicio de energía eléctrica es prestado por las empresas ESSA y Centrales Eléctricas de Norte de Santander (CENS), servicio que cubre un cien por ciento del casco urbano y un ochenta por ciento del sector rural.

2.2.5. Gas Combustible. En la actualidad en municipio no cuenta con el servicio de gas combustible domiciliario por redes; el abastecimiento de gas domiciliario y comercial es realizado por empresas particulares a través de la comercialización de cilindros de 30, 33 y 100 [Lb] de capacidad.

2.2.6. Telefonía. El servicio telefónico lo suministra la empresa TELECOM en la parte urbana y COMPARTEL en la zona rural en puntos estratégicos como

telefonía comunitaria; también, se ha mejorado el servicio de telefonía celular con la colocación de una antena que ha dado amplitud de señal en la cabecera municipal y sus alrededores.

2.3. SERVICIOS PÚBLICOS ESENCIALES.

Hace referencia a la infraestructura existente de los servicios de educación, salud, administrativos, estaciones de servicios, vivienda, espacio público, recreación y deporte, básicos para garantizar una mejor calidad de vida a los habitantes del municipio.

2.3.1. Educación. Gracias a al plan de ampliación de la cobertura educacional puesta en marcha por el gobierno del presidente Juan Manuel Santos, en los últimos años se ha podido mantener y mejorar una red educativa constituida por: un colegio departamental urbano, dos colegios de secundaria, cinco centros educativos rurales conformados por sesenta y un sedes o escuelas.

La cobertura educativa en el municipio de la esperanza para el año 2012 según la información obtenida por la Secretaria de Educación, es la siguiente: 2146 estudiantes en primaria, 506 estudiantes en secundaria y media en el sector rural para un total de 2552 estudiantes y para el sector urbano 281 estudiantes en primaria y 184 estudiantes en secundaria y media para un total de 465 estudiantes. Además el programa transformemos involucró al sistema cerca de 300 nuevos estudiantes.

La calidad de la educación se puede medir a través de los parámetros que el estado ha establecido, tales como: Las pruebas SABER (antiguas pruebas ICFES). Bajo esta perspectiva los resultados para el municipio de la Esperanza no son muy alentadores dado que en los últimos resultados obtenidos se estratificó la

educación del municipio de la Esperanza en un nivel Bajo-Bajo. La cobertura es otro parámetro que indica la cantidad en capacidad de ingresar al sistema, las estadísticas muestran que la cobertura ha ido en aumento en los últimos años lo cual hace que los escolares por fuera del sistema vayan disminuyendo, además el programa Transformemos involucro gran población adulta y en edad extra-escolar, al sistema. La deserción y la repetición de años debido a las políticas nacionales, está por debajo del 5%.

En cuanto al diagnóstico de la infraestructura educativa, en el sector rural, actualmente existe un 80% en infraestructura educativa construida, del cual, un 70% se encuentra en mal estado.

El 75% de los servicios sanitarios están en malas condiciones. En la mayoría de las escuelas se carece de un sistema de acueducto que permita el suministro de agua potable apto para el consumo humano los cuales son generadores potenciales de problemas de salud en la población infantil.

La recreación y el deporte no tienen la importancia que deberían tener por ello las escuelas no cuentan con escenarios deportivos adecuados y los existentes de encuentran en mal estado; no existen los elementos necesarios para desarrollar la práctica deportiva. Con respecto a la dotación, indumentaria y material didáctico, los centros y sedes del sector rural no cuentan con los elementos básicos para desarrollar la enseñanza de recreación y deporte de la básica primaria. En muebles y equipos; tan solo un 40% poseen muebles en buen estado y tan solo un 10% tiene acceso a la informática. No existen bibliotecas acorde a las necesidades de cada una de las sedes.

En el sector urbano las escuelas necesitan mantenimiento y ampliación de aulas, pues la mayoría de las escuelas presentan casos de hacinamiento; este es un factor muy influyente en la calidad y cobertura de la educación, pues repercute

directamente en la permanencia del estudiante en las instituciones y obviamente en la cobertura educativa.

En el Colegio Jesús Antonio Ramírez, la infraestructura que tiene no alcanza a cubrir la demanda estudiantil, por lo tanto requiere ampliación de salones, reubicación de baterías sanitarias, sala de profesores, oficinas para la administración, encerramientos del colegio y realizar acciones para obtener los derechos de propiedad del predio9m de la cancha de microfútbol.

El Colegio Conde de San German, funciona en planta propia pero carece de la infraestructura adecuada, necesita salones, laboratorio de física, mejoras en la iluminación y oficinas para la parte administrativa del colegio. Este colegio ofrece una modalidad agropecuaria con deficiente dotación para la práctica del agro que requieren los educandos para obtener un mejor rendimiento académico y práctico y así poder formar alumnos competentes, dispuestos a enfrentar los retos que tiene el sector agropecuario. Igualmente esta institución educativa cuenta con una finca que está en comodato al colegio pero que requiere mayor dotación para poder impartir los conocimientos exigidos por el Ministerio de Educación Nacional.

El Colegio Eduardo Cote Lamus requiere de la construcción de más aulas, escenarios deportivos, baterías sanitarias, biblioteca mejor dotada de libros que le ayuden a los educandos a obtener las consultas necesarias que motiven a un buen hábito de lectura.

2.3.2. Salud. En los últimos diez años el sector de la salud ha experimentado profundas transformaciones, pasando de un manejo centralizado a un esquema descentralizado en los entes territoriales, en donde los entes territoriales son los encargados de adaptar, ejecutar y evaluar las políticas. Así mismo el modelo de atención paso de ser asistencialista y curativo, a un esquema de aseguramiento

con énfasis en acciones de promoción y prevención, con responsabilidades financieras en los tres niveles de gobierno.

La implementación de esta reforma requiere el fortalecimiento de la capacidad técnica de las administraciones territoriales para la realización de los ajustes territoriales y la formulación de políticas públicas que respondan a las particularidades de la población que conforman las regiones y que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos.

Para el logro de dicho propósito de hace necesario y fundamental el liderazgo de todas las acciones necesarias que el alcalde y su equipo de trabajo deben ejercer a nivel local, ya que de hecho, la administración que dirige es múltiple y cada uno de sus sectores o áreas se interrelacionan y se condicionan unos con otros.

El ministerio de protección social en el 2004 implemento el Plan Nacional de Salud, basado en la ejecución e implementación de programas de promoción y prevención de la Salud y de la cual se han venido desarrollando o ejecutando los siguientes proyectos:

2.3.2.1. Control de la Tuberculosis y Eliminación de la Lepra. En la actualidad este programa cubre los cuatro corregimientos y algunas veredas con lo son: Los Planes, Cedros, Pata de Vaca, El banco, Providencia, La Quinta, Meseta de Vaca, Otovas, Bajo Viejagual, Los Musgos.

2.3.2.2. Enfermedades Prevalentes en la Infancia (EDA-IRA). Dadas la condiciones de insalubridad, mala calidad de agua, deficiencia en el servicio de alcantarillado y aseo y la contaminación ambiental entre otras, a las que están expuestos los habitantes de la Esperanza y en especial la población infantil, prevalecen las enfermedades IRA y EDA, entendidas como procesos infecciosos de las vías respiratorias y procesos infecciosos a nivel gastrointestinal. Se hace

necesario y de suma prioridad, ampliar y mejorar la cobertura y calidad de la información que permita identificar y caracterizar los casos que se presentan y a su vez notificarlos al sistema de vigilancia (SIVIGILA), para organizar y sistematizar información estadística de los índices de morbilidad y mortalidad por IRA y EDRA, con el fin de identificar focos de propagación para implementar en dichos focos estrategias agresivas de divulgación de información y planes estratégicos de salubridad con la finalidad de reducir la propagación de dichas enfermedades y tratar de manera adecuada los casos ya existentes.

2.3.2.3. Vigilancia de la Salud Pública. Es una herramienta para la gestión de los servicios de salud y de otros sectores cuyo principal objetivo se enmarca en lo social, lo político y lo cultural; Dentro de ellos la notificación e investigación de eventos oportunos objeto de VSP, se constituye en la esencia de la práctica de la epidemiología que permite tomar decisiones, formular políticas en términos de promoción y prevención, evaluar el impacto de las intervenciones y caracterizar la situación de la salud de la población.

2.4. SERVICIOS PÚBLICOS COMPLEMENTARIOS.

2.4.1 Matadero. Actualmente el matadero municipal no cuenta con una infraestructura completa que garantice en un ciento por ciento el buen manejo del sacrificio del ganado así como la conservación de la carne en sistemas de cuartos fríos; este problema también afecta al corregimiento de Pueblo Nuevo; se hace necesario también, la reubicación de dichos mataderos ya que están construidos en zonas residenciales y los olores afectan el bienestar y la salud de la población.

2.4.2 Recolección y Disposición de Residuos Sólidos. La producción de residuos sólidos es de aproximadamente 108 [Toneladas/Mes], dentro del casco urbano y los corregimientos de la Pedregosa y Pueblo Nuevo; los residuos

recolectados son llevados a la planta de tratamiento de residuos sólidos gestionada por los municipios de CÁCHIRA, San Alberto y La Esperanza. Sin embargo el sistema de recolección de basuras es deficiente.

2.4.3. Vivienda. En el municipio de la esperanza existe un gran déficit de vivienda, el cual se puede evidenciar tanto en el sector urbano como en el sector rural, por las condiciones infrahumanas en las que viven un porcentaje considerable de sus habitantes. En el gobierno anterior, en cabeza del Dr. Álvaro Uribe Vélez, se desarrolló un programa de vivienda de interés social que beneficio cerca de 70 familias; sin embargo no es suficiente y se hace necesario desarrollar programas de interés social enfocado hacia el mejoramiento de la calidad de vida de la población en situación de vulnerabilidad.

2.4.4. Cultura, Recreación y Deporte. En el municipio de La Esperanza se ha implementado y desarrollado el programa de escuela de formación musical para jóvenes y niños, quienes utilizan los instrumentos musicales de la banda y pre-banda, entregados por el Ministerio de Cultura, pero infortunadamente, estos niños y jóvenes no cuentan con un espacio apropiado para desarrollar su programa de formación artística.

También existe una escuela de formación artística y cultural en danzas y artes plásticas que ha venido funcionando gracias a la cofinanciación de la secretaria de Cultura Departamental.

Es importante resaltar en gran potencial artístico presente en los niños y jóvenes en otros campos o manifestaciones culturales y artísticas como intérpretes de música tradicional, solistas, y coro (entre otros). desde luego se hace necesario apoyar todo este valioso talento humano a través de más programas de formación, de adecuación y dotación de espacios y programación de eventos para resaltar las distintas manifestaciones artísticas y culturales de la población.

2.4.4.1 Recreación y Deporte. Con el apoyo económico del instituto departamental de recreación y deporte (INDENORTE), se ha implementado la escuela de formación deportiva para trabajar disciplinas como: microfútbol, patinaje y atletismo para niños y jóvenes del municipio.

La comunidad Esperanceña tiene una gran afición por la práctica del Fútbol y el Microfútbol, esto se ve reflejado en el poder de convocatoria que muestran los campeonatos oficiales y particulares realizados por el municipio; a pesar de esto, las instituciones educativas al igual que la Dirección de Deportes cuentan con poca dotación de implementos deportivos para la práctica y entrenamiento de estos deportes, por tal motivo se hace necesario la adquisición de indumentaria necesaria para la adecuada practica y enseñanza de dichas disciplinas deportivas.

EL municipio cuenta con varios polideportivos construidos por las administraciones de turno y algunas canchas de futbol acondicionadas para la comunidad, adicionalmente se está poniendo en marcha un proyecto de construcción de dos coliseos, uno cubierto y otro semicubierto, ubicados en la cabecera municipal.

3. ESTUDIO DE MERCADO.

3.1. PROYECCIONES DEMOGRÁFICAS

A continuación se desarrolla la proyección estadística de dos variables (población y vivienda), necesarias para relaizar este estudio en el Municipio de la Esperanza, Departamento de Norte de Santander.

3.1.1. Proyección de Población y Viviendas a 20 Años. Para calcular la tarifa indicativa del servicio de gas combustible por redes, es necesario calcular la demanda a 20 años según lo establecido por la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG en la resolución 011 de 2003.

Para tal efecto es necesario usar una proyección probabilística de los usuarios potenciales de gas domiciliario que permita determinar el mejor horizonte de población y de viviendas hasta el año 20 (2031), basada en la información plasmada en el EOT del municipio, en el listado de la Secretaría de Servicios Públicos Domiciliarios de La Esperanza, y los resultados del censo realizado por el DANE en el año 2005.

La proyección poblacional que usamos se realizó aplicando una rata de crecimiento de 2% siguiendo la tendencia de crecimiento poblacional en el país según las estadísticas del DANE con base en los datos del censo realizado en el 2005, de igual manera para calcular el número de viviendas por año a partir del 2012 hasta el año 2031; se aplicó el índice de 4.4 personas por vivienda, resultado de la razón entre el número de habitantes y el número de viviendas reportadas por el DANE para el Municipio de La Esperanza.

Para establecer el número de beneficiarios al año 2012 del casco urbano, se realizó una integración de información entre el listado de usuarios de las Secretaría de Servicios Públicos Domiciliarios de La Esperanza, los resultados de número de habitantes y viviendas arrojados por el censo del DANE 2005 y el conteo directo de viviendas. Finalmente el número de usuarios establecido fue de 501 dentro de los cuales 488 residenciales, 13 comerciales, 6 institucionales y 1 industrial. A continuación se presenta la proyección de población y viviendas para el Municipio de La Esperanza.

Cuadro 5. Proyecciones de Población y de Viviendas

AÑO	VIVIENDAS	DENSIDAD PERSONAS/ VIVIENDAS	POBLACIÓN	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL
1	501	4,4	2.204	2%
2	511	4,4	2.248	2%
3	521	4,4	2.293	2%
4	532	4,4	2.339	2%
5	542	4,4	2.386	2%
6	553	4,4	2.434	2%
7	564	4,4	2.483	2%
8	575	4,4	2.532	2%
9	587	4,4	2.583	2%
10	599	4,4	2.634	2%
11	611	4,4	2.687	2%
12	623	4,4	2.741	2%
13	635	4,4	2.796	2%
14	648	4,4	2.852	2%
15	661	4,4	2.909	2%
16	674	4,4	2.967	2%
17	688	4,4	3.026	2%
18	702	4,4	3.087	2%
19	716	4,4	3.148	2%
20	730	4,4	3.211	2%

Fuente: Censo DANE 2005, Conteo directo Equipo Técnico Proviservicios S.A. E.S.P, Secretaría de Planeación de La Esperanza.

3.2. ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO DE LA POBLACIÓN.

Se realiza con el objetivo de determinar entre otras el interés de la población en el servicio de gas a suministrar, la capacidad de pago del servicio, evaluar y cuantificar las fuentes energéticas utilizadas.

El área de influencia de este estudio, comprende el casco urbano del Municipio de La Esperanza, ubicado en el Departamento de Norte de Santander.

El mecanismo de recolección de las información fue la encuesta; de acuerdo con las características de la población de determino este medio con el más eficaz y eficiente debido a su practicidad y confiabilidad de información. La información fue recolectada directamente mediante entrevista personal.

3.2.1. Ficha Técnica de la Encuesta. Para alcanzar los objetivos generales y específicos del presente estudio, se realizó un análisis descriptivo y de tipo transversal, que permite identificar el comportamiento de las diferentes variables que se consideraron de interés, para de esta manera, realizar un posterior análisis, implementar mecanismos tendientes a consolidar la penetración del servicio de gas licuado de petróleo por redes en la población del municipio de La Esperanza.

Los resultados son extrapolables y el análisis corresponde a la totalidad del casco urbano, a través de lo cual se puede concluir que se obtiene un indicador de lo que pudiera está ocurriendo en la región.

3.2.1.1 Diseño de la Encuesta. El tamaño de la muestra se calculó con un error estándar relativo esperado del 10%, un nivel de confiabilidad del 90%, y se realizó una focalización municipal por vivienda, generando así, una cobertura casi total de las viviendas del casco urbano.

La precisión deseada se expresa en términos del error estándar o error de muestreo, que es el indicador que refleja la magnitud de la variación estándar al azar propio de las muestras probabilísticas; a nivel de investigación se consideran como aceptables los errores por debajo del 10%.

$$n = \frac{\sigma^2 N p q}{e^2 (N - 1) + \sigma^2 p q}$$

σ = Nivel de confianza = 95% = 1.96

N = Universo o población = 501 viviendas

p = Probabilidad a favor = 90% = 0.90 = confiabilidad Mín. 90%

q = Probabilidad en contra = 10% = 0.1.

e = Error de estimación (precisión en los resultados) = 0.1%

p + q = 1

EL número de encuestas estimado es de 33, finalmente el número de encuestas elaboradas fue de 35 para el casco urbano del Municipio de La Esperanza. El diseño y elaboración de la encuesta se adelantó tendiente a recolectar la información solicitada en el Anexo 5 de la resolución CREG 011 de 2003. Los objetivos planteados en la encuesta fueron los siguientes:

- Demanda potencial de gas combustible.
- Consumo por vivienda de los sustitutos.
- Precios de los energéticos sustitutos.
- Interés de compra del servicio.

3.2.1.2 Método de Muestreo. Se recolectó la información en las viviendas previamente identificadas en la focalización, el método por el cual fueron seleccionadas las viviendas fue aleatorio. Dichas encuestas se realizaron en el casco urbano del Municipio de La Esperanza.

3.2.2. Resultado Sector Residencial.

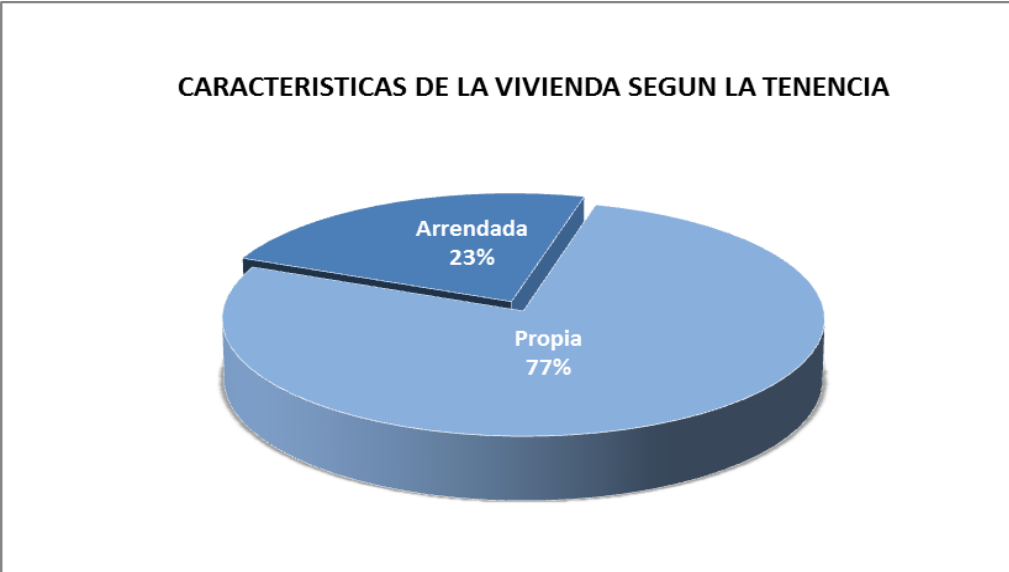
3.2.2.1 Características de la Vivienda. Se clasificaron las viviendas de acuerdo con los parámetros de tenencia o propiedad y el tipo de unidad estructural. En el cuadro 6 se muestran los resultados obtenidos y estos resultados se esquematizan para mayor entendimiento en la gráfica 1 y 2 para las 35 viviendas encuestadas.

Cuadro 6. Característica de la Vivienda.

TENENCIA DE VIVIENDA			TIPO DE VIVIENDA		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE	DESCRIPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
Propia	27	77%	Casa	35	100%
Arrendada	8	23%	Apartamento	0	0%
Invasión		0%	Multifamiliar	0	0%
Total		100%	Total	35	100%

Fuente: Encuestas Residenciales Proviservicios

Grafica 1. Característica de la Vivienda según la Tenencia.



Fuente: Encuestas Residenciales Proviservicios S.A.

El diagrama de torta (grafica 1), muestra que el mayor porcentaje de inmuebles es de carácter propio con un 77% y que el 23% restante están en calidad de arrendatarios, siendo favorable el desarrollo del proyecto ya que se obtendrá una respuesta directa en cuanto a la adquisición del servicio por parte de los propietarios los cuales serán en su momento beneficiarios directos.

La tipología de la vivienda según los resultados de la encuesta para el casco urbano, como se muestra a continuación, demuestra que las casas son la única unidad estructural existente con un 100%

Grafica 2. Característica de la Vivienda según el Tipo.



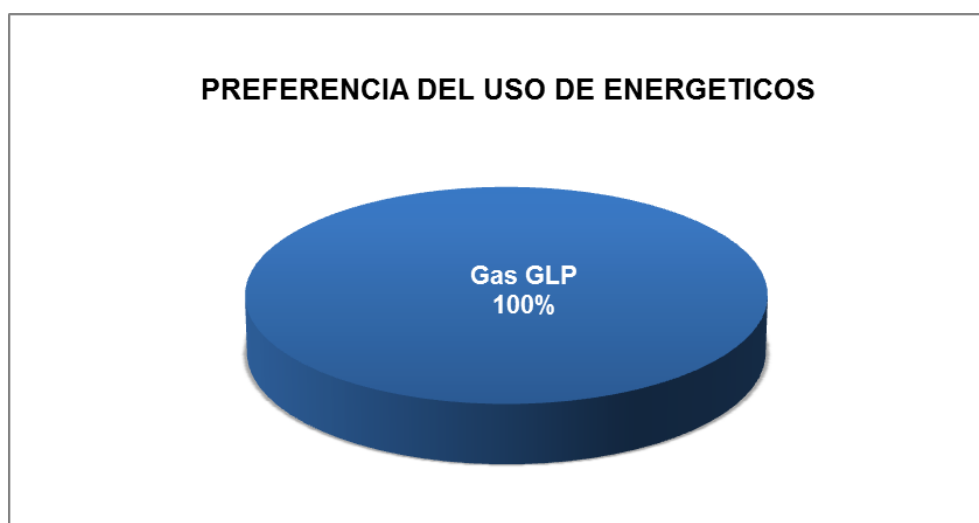
Fuente: encuestas residenciales Proviservicios S.A

3.2.2.2. Análisis de Consumo Energético Actual. Mediante este análisis, se pretende evaluar y cuantificar las fuentes energéticas utilizadas para la cocción de alimentos (Véase gráfica 3 y Cuadro 7).

3.2.2.3 Fuentes Energéticas Utilizadas. En el cuadro 7 se muestran tabulados los resultados obtenidos en la encuesta realizada a la muestra poblacional, de los cuales se puede concluir:

- El único energético utilizado en el casco urbano es el gas propano en cilindros de 40 y 100 [Lbs]. (ver grafica 2)
- En general, la población manifiesta su preocupación por el elevado costo del servicio de gas propano en cilindros, ya que dicho valor asciende a un valor de **\$49.647** mensual en promedio, equivalente al 91% de 40 [Lbs] al mes. (ver cuadro 7)

Gráfica.3. Consumo de energéticos en la zona.



Fuente: encuestas residenciales Proviservicios S.A.

El consumo promedio equivalente de gas propano en cilindro se obtuvo como el cociente del valor promedio mensual de los energéticos utilizados (gas propano en cilindros = \$ 49.647, sobre el costo del cilindro de 40 libras \$42.200, dando como resultado un consumo promedio de 1.18 cilindros de 40 Libras mensual mente por cada usuario.

Para el cálculo del consumo de GLP por redes se asume un porcentaje de rendimiento de consumo de gas GLP en cilindros igual al 90% dando como resultado 1.06 cilindros mensuales por usuario.

Cuadro 7. Costo Promedio de los Energéticos

ID	GAS			
	Un. LBS	Vr. Unid.	Duración (días)	Vr. Un/mes
1	33	38.000	17	67.059
2	33	38.000	20	57.000
3	33	38.000	20	57.000
4	33	38.000	30	38.000
5	33	38.000	16	71.250
6	33	38.000	15	76.000
7	33	38.000	30	38.000
8	33	38.000	30	38.000
9	33	38.000	15	76.000
10	100	117.000	45	78.000
11	33	38.000	30	38.000
12	33	38.000	30	38.000
13	40	42.200	30	42.200
14	33	38.000	20	57.000
15	33	38.000	30	38.000
16	33	38.000	30	38.000
17	33	38.000	30	38.000
18	33	38.000	30	38.000
19	33	38.000	30	38.000
20	33	38.000	30	38.000
21	33	38.000	30	38.000
22	33	38.000	15	76.000
23	33	38.000	45	25.333
24	40	42.200	15	84.400
25	33	38.000	20	57.000
26	33	38.000	20	57.000
27	40	42.200	30	42.200
28	33	38.000	20	57.000
29	33	38.000	25	45.600
30	40	42.200	30	42.200
31	33	38.000	25	45.600
32	33	42.000	30	42.000
33	33	38.000	30	38.000
34	33	38.000	25	45.600
35	40	42.200	30	42.200
TOTALES	35		918	1.737.642
PROMEDIO/MES			26,2	49.647

Fuente: encuestas residenciales Proviservicios S.A.

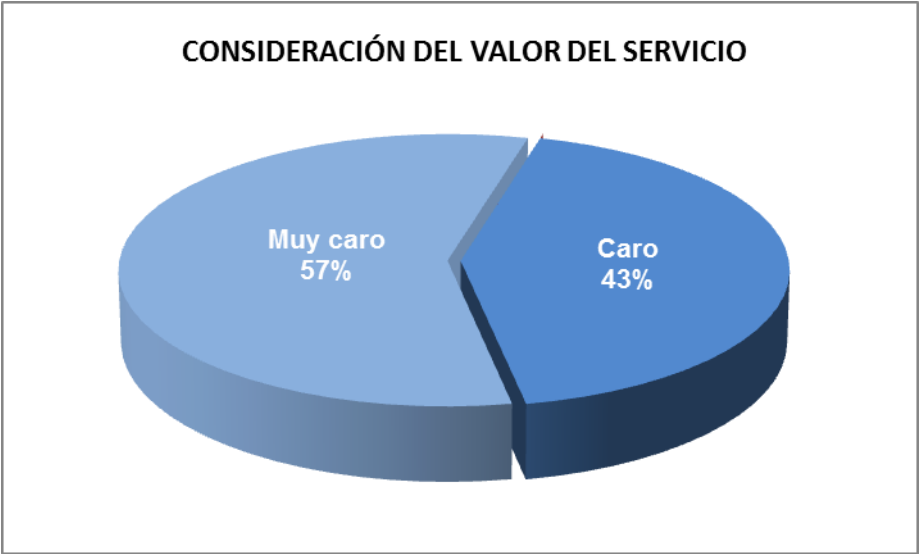
3.2.2.4 Consideración del Costo Energético Utilizado. En el Cuadro 8 y grafica 4 se presenta la tabulación de los datos de la opinión de los usuarios con respecto al costo del servicio energético del cual hacen uso actualmente.

Cuadro 8. Valor del Servicio Utilizado.

Preferencia	Cantidad	% Distribución
Económico	0	0%
Normal	0	0%
Caro	15	43%
Muy caro	20	57%
TOTAL	35	100%

Fuente: encuestas residenciales Proviservicios S.A.

Grafica 4. Consideración del Valor del Servicio.



Fuente: encuestas residenciales Proviservicios S.A.

Como se puede apreciar en el Cuadro 8 y en la gráfica 4, los usuarios muestran un gran inconformismo con respecto al valor del servicio actual de GLP en

cilindros, viéndose esto reflejado en la consideración del servicio como caro con un 43% y muy caro por el 57% de los usuarios encuestados.

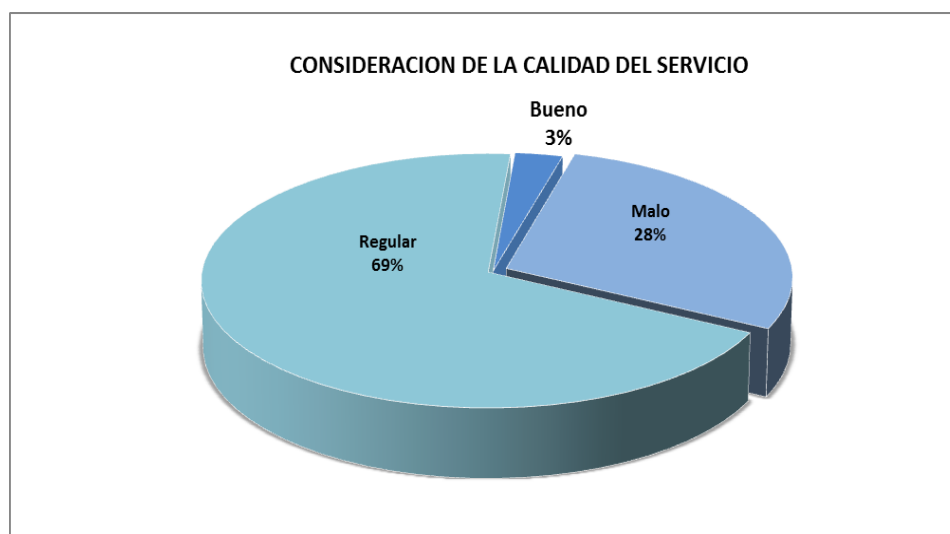
3.2.2.5 Calidad del Servicio Utilizado. De acuerdo con el servicio, comodidad y facilidad de acceder al energético que actualmente utiliza la población, se obtuvieron los siguientes resultados (Ver Cuadro 9 y grafica 5).

Cuadro 9. Calidad del Servicio.

CALIDAD DEL SERVICIO		
Preferencia	Cantidad	% Distribución
Malo	10	28%
Regular	24	69%
Bueno	1	3%
TOTAL	62	100%

Fuente: encuestas residenciales Proviservicios S.A.

Grafica 5. Consideración de la Calidad del Servicio.



Fuente: encuestas residenciales Proviservicios S.A.

El 3% de la población encuestada, cataloga de “Buena” la calidad actual del servicio de GLP en cilindros; la muestra de población encuestada, resalta que

debido al cambio de cilindros impuestos por el gobierno, el servicio presento una mejora en la calidad, pero que el valor del servicio tuvo un incremento considerable y que a pesar de esto la cantidad de gas por cilindro sigue siendo la misma, de ahí , que el porcentaje ponderado de la encuesta, representado con el 97% este conformado por usuarios inconformes con el servicio.

3.2.2.6 Interés de Compra del Servicio de Gas combustible por Red.

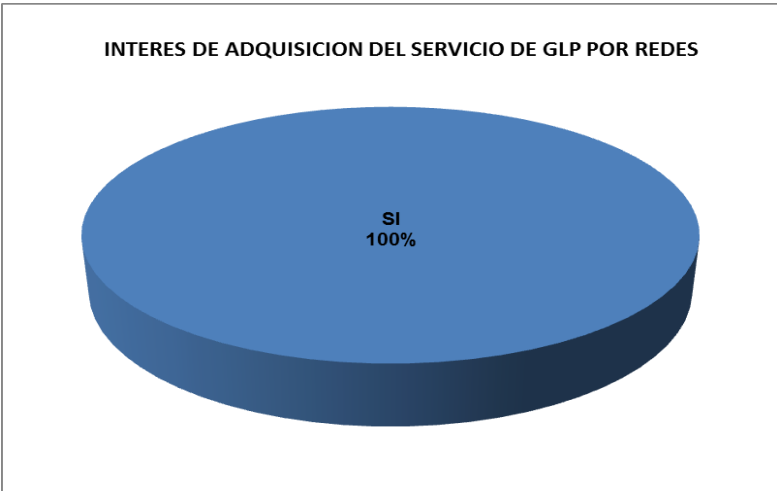
- **Deseo de Adquisición del Servicio de Gas Combustible por Red.**
Finalmente mediante las encuestas se determina el interés de los usuarios por adquirir el servicio de GLP por redes. EN el Cuadro 10 y la gráfica 6 se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro 10. Interés de Adquisición.

INTERES DE ADQUISICION		
Preferencia	Cantidad.	%
SI	35	100%

Fuente: encuestas residenciales Proviservicios S.A.

Grafica 6. Interés de Adquisición del GLP por redes



Fuente: encuestas residenciales Proviservicios S.A.

Las características que presenta el proyecto, los beneficios de tipo económico y de calidad (disponibilidad, seguridad, comodidad, etc.) permiten que al plantear las condiciones de acceso al servicio, los usuarios muestren una alta disposición (100%) hacia la consecución del mismo en sus viviendas.

3.2.3. Resultado Sector Comercial.

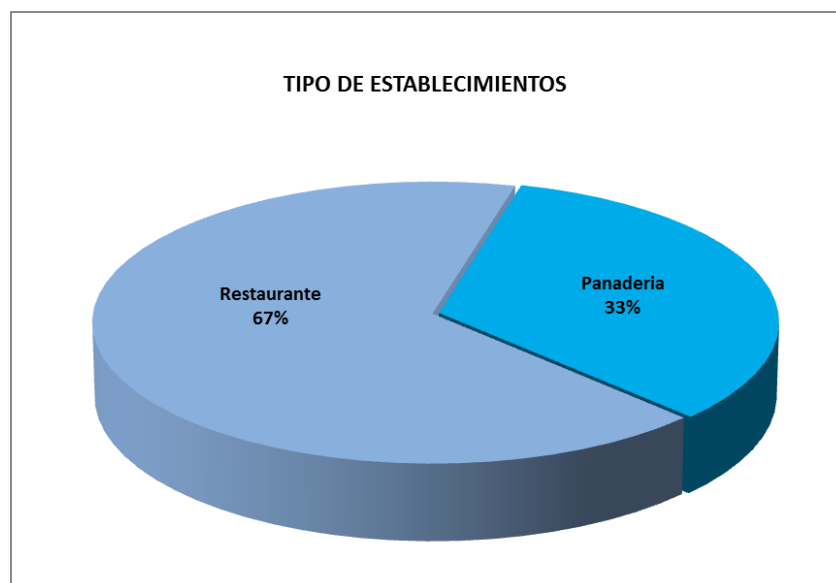
3.2.3.1 Tipo de Establecimiento. El sector comercial en cuanto al consumo de gas, está representado en su totalidad por restaurantes y panaderías, principalmente ubicados en el centro del casco urbano del municipio. Aunque también hay presencia de otro tipo de establecimientos comerciales (misceláneas, graneros, famas, droguerías, carpinterías, tiendas, entre otros) estos no fueron tenidos en cuenta ya que el parámetro de selección utilizado fue: “Uso de gas combustible” y dichos establecimientos no entran dentro de dicho grupo. Por otro lado, no son representativos a la hora de realizar los cálculos de varianza, desviación típica y desviación estándar de los resultados obtenidos de las encuestas realizadas; los resultados obtenidos se muestran a continuación, Ver grafica 7 y Cuadro 11.

Cuadro 11. Tipo de Establecimientos Encuestados.

TIPO DE ESTABLECIMIENTO		
Panadería	4	33%
Restaurante	8	67%
Otro	0	0%
Cafetería	0	0%
Negocio Informal	0	0%
TOTAL	12	100%

Fuente: encuestas residenciales Proviservicios S.A.

Grafica 7. Tipo de Establecimientos



Fuente: encuestas residenciales Proviservicios S.A.

3.2.3.2. Fuente Energética Utilizada y Costo. De acuerdo al estudio realizado en campo, el 100% de los encuestados utilizan únicamente GLP en cilindros y leña (la leña se utiliza en asaderos, pero en dichos casos, la leña no representa el 100% del uso de cocción, pues se utiliza para casos específicos como la cocción de carne a la brasa y este es utilizado simultáneamente con el GLP para la preparación de platos cuya preparación es más simplificada). En el cuadro 12 y la gráfica 8 se muestra la preferencia de uso energético en establecimientos comerciales.

Cuadro 12. Energéticos Utilizados

Combustible	Cantidad de establecimientos	% distribución
Gas propano en cilindros	0	0%
Gas propano en cilindros y Leña	12	100%
Electricidad	0	0%
Leña	0	0%
TOTAL	12	100%

Fuente: encuestas residenciales Proviservicios S.A.

Grafica 8. Preferencia del Uso de Energéticos



Fuente: encuestas residenciales Proviservicios S.A.

El Cuadro 13., muestra el costo promedio que están pagando los establecimientos comerciales, llegando a un promedio mensual de **\$122.159**.

Cuadro 13. Costo promedio consumo comercial

GAS PROPANO				
ID	Un.	Vr. Unid.	Duración (días)	Vr. Un/mes
1	40	42.000	20	63.000
2	100	117.000	15	234.000
3	100	117.000	15	234.000
4	100	108.000	16	202.500
5	40	42.000	30	42.000
6	40	42.000	15	84.000
7	100	117.000	20	175.500
8	100	117.000	14	250.714
9	40	42.000	20	63.000
10	100	117.000	30	117.000
11	40	42.000	13	96.923
12	100	117.000	16	219.375
TOTALES	12		224	1.465.909
Promedio			19	122.159

Fuente: encuestas residenciales Proviservicios S.A.

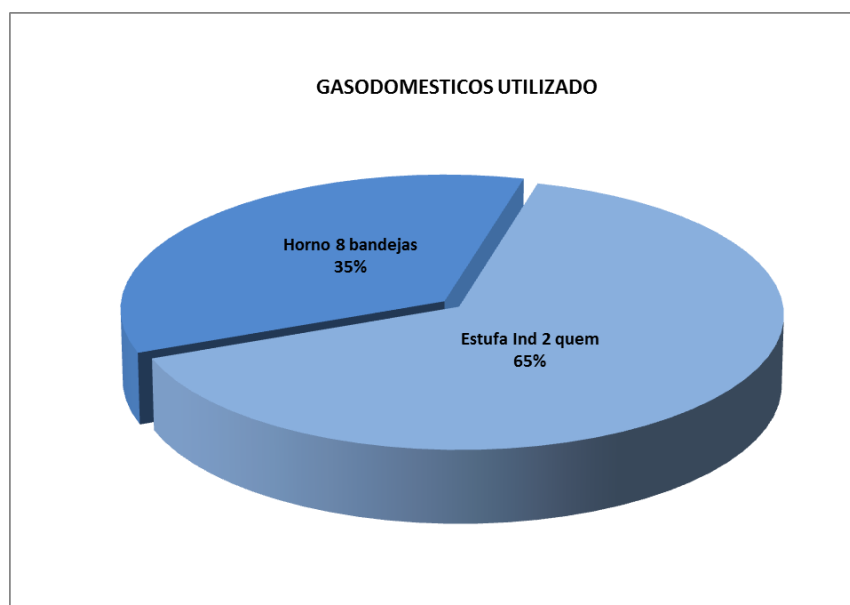
3.2.3.3. Artefactos a Gas Utilizados. En los establecimientos comerciales encuestados, predomina el uso de estufas industriales de dos, tres y cuatro puestos. En el Cuadro 14 y grafica 9 se tabulan los resultados obtenidos.

Cuadro 14. Tipo de Gasodoméstico Utilizado

Tipo	Cantidad(Días)	%
Estufa 4 quemadores	0	0%
Estufa Ind 2 quem	11	65%
Estufa Ind. 3 quem	0	0%
Horno 4 bandejas	0	0%
Horno 8 bandejas	6	35%
Asadero	0	0%
Horno 6 bandejas	0	0%
Greca	0	0%
TOTAL	17	100%

Fuente: encuestas comerciales Proviservicios S.A.

Grafica 9. Gasodomésticos Utilizado en los Establecimientos Comerciales



Fuente: encuestas comerciales Proviservicios S.A.

3.2.3.4. Consideración de los Costos de las Fuentes Energéticas Utilizadas.

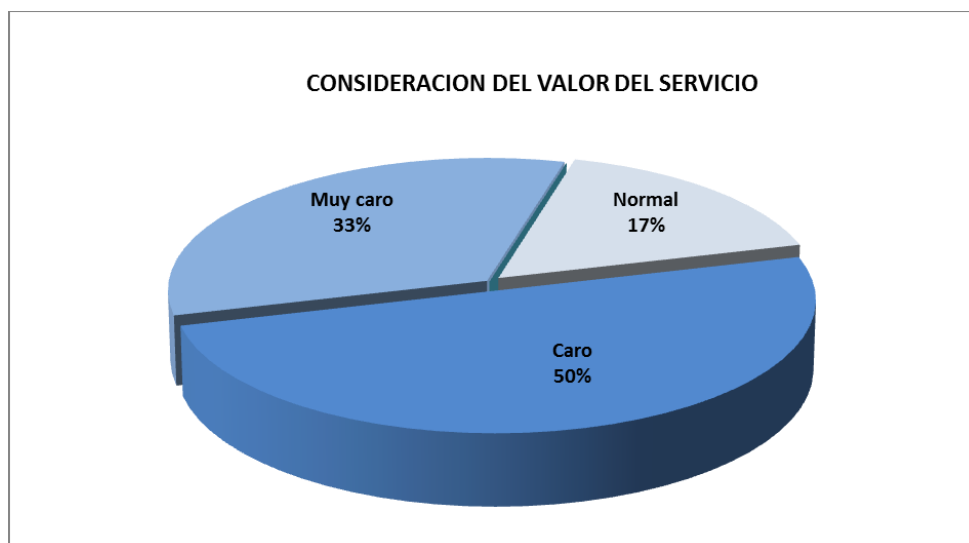
En el Cuadro 15. y la gráfica 10 se presenta el resultado del como los usuarios consideran el costo del servicio actual de suministro de energético en el sector comercial.

Cuadro 15. Consideración de los Energéticos

Descripción	Cantidad	%
Económico	0	0%
Normal	2	17%
Caro	6	50%
Muy caro	4	33%
TOTAL	12	100%

Fuente: encuestas comerciales Proviservicios S.A.

Grafica 10. Consideración del Valor del Servicio Actual



Fuente: encuestas comerciales Proviservicios S.A.

3.2.3.5. Calidad del servicio Energético Utilizado en la Zona. De acuerdo con el servicio, comodidad y facilidad de acceder al energético que actualmente se

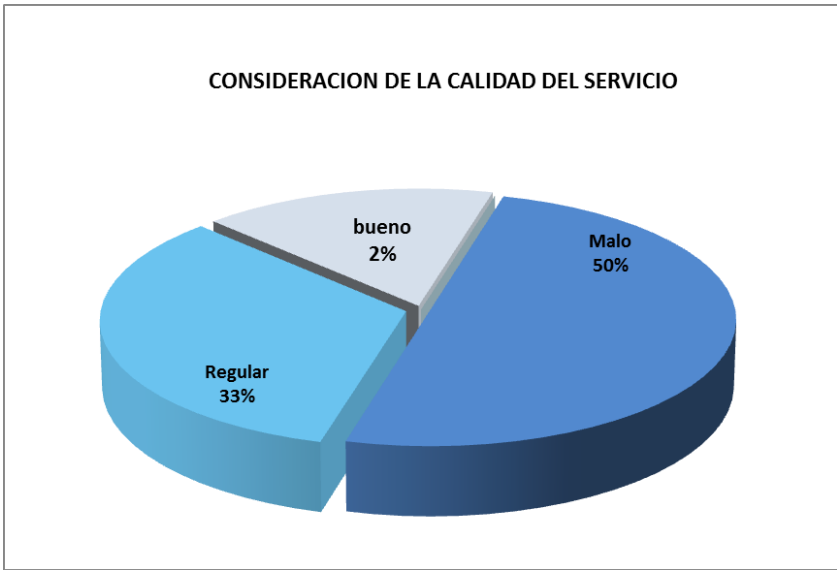
utiliza, en los establecimientos se obtuvieron los siguientes resultados (ver Cuadro 16 y grafica 11.).

Cuadro 16. Consideración de la Calidad del Servicio Energético

Descripción	Cantidad	%
Malo	6	50%
Regular	4	33%
Buena	2	17%
Muy buena	0	0%
TOTAL	12	100%

Fuente: encuestas comerciales Proviservicios S.A.

Grafica 11. Calidad del Servicio Utilizado Actualmente



Fuente: encuestas comerciales Proviservicios S.A.

3.2.3.6. Interés de Compra del Servicio de GLP por Redes. Finalmente se determinó el interés de los comerciantes del Municipio por obtener el servicio de GLP por redes.

3.2.3.7. Deseo de Adquisición del Servicio de Suministro de GLP por Redes.

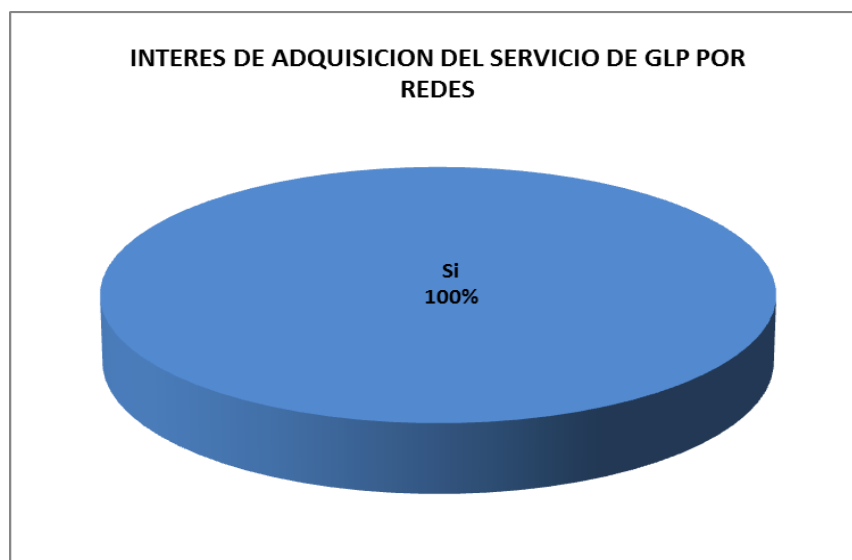
En el Cuadro 17 y gráfica 12 se presenta el resultado de las encuestas realizadas a los propietarios de los establecimientos de carácter comercial en el centro del casco urbanos del Municipio.

Cuadro 17. Aceptación por el Servicio de GLP por Redes

Preferencia	Cant.	%
SI	12	100%
NO	0	0%
TOTAL	12	100%

Fuente: encuestas comerciales Proviservicios S.A.

Grafica 12. Gusto por la Adquisición del GLP por Redes



Fuente: encuestas comerciales Proviservicios S.A.

3.3. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE GAS.

3.3.1 Consumo Promedio Mensual por Tipo de Usuario. La demanda residencial, comercial, e institucional de gas propano por redes y gas natural se encuentra registrado en el siguiente cuadro:

Cuadro 18. Consumo Promedio Mensual por Tipo de Usuario

PROMEDIOS DE CONSUMO - BASES DE CALCULO		
Valor del Cilindro GLP de 40 libras*	42.200	\$/40 lb
Fuente de GLP: Barrancabermeja factor de capacidad	8,53	Galones de GLP
DEMANDA RESIDENCIAL DE GLP EN CILINDROS MUNICIPIO DE LA ESPERANZA		
Costo promedio por usuario mes Gas GLP EN CILINDROS*	49.647	\$/mes
Costo promedio por usuario mes ELECTRICIDAD*	-	\$/mes
Costo promedio por usuario mes LEÑA*	-	\$/mes
Costo promedio por usuario mes CARBON*		\$/mes
Total Mes por usuario	49.647	\$/mes
Consumo de energia equivalente en cilindros de 40 lbs	1,18	cilindros 40 lbs/mes
Rendimiento de los cilindros de GLP	0,90	porcentaje
Consumo promedio real de GLP/usuario	1,06	cilindros 40 lbs/mes
Consumo de energia equivalente de GLP en M3	9,03	m3/mes
VALOR PROMEDIO MENSUAL DE PROPANO EN CILINDROS (\$/MES)	49.647	\$/mes
DEMANDA COMERCIAL DE GAS MUNICIPIO DE LA ESPERANZA		
Costo promedio por usuario mes Gas GLP EN CILINDROS*	198.588	\$/mes
Costo promedio por usuario mes ELECTRICIDAD*	-	\$/mes
Costo promedio por usuario mes LEÑA*	-	\$/mes
Costo promedio por usuario mes CARBON*	-	\$/mes
Total Mes por usuario	198.588	\$/mes
Consumo de energia equivalente en cilindros de 40 lbs	4,71	cilindros 40 lbs/mes
Rendimiento de los cilindros de GLP	0,90	porcentaje
Consumo promedio real de GLP/usuario	4,24	cilindros de 40 lbs/mes
Consumo de energia equivalente de GLP en M3	36,14	m3/mes
DEMANDA INSTITUCIONAL DE GLP EN CILINDROS MUNICIPIO DE LA ESPERANZA		
Costo promedio por usuario mes Gas GLP EN CILINDROS*	99.294	\$/mes
Costo promedio por usuario mes ELECTRICIDAD*	-	\$/mes
Costo promedio por usuario mes LEÑA*	-	\$/mes
Costo promedio por usuario mes CARBON*	-	\$/mes
Total Mes por usuario	99.294	\$/mes
Consumo de energia equivalente en cilindros de 40 lbs	2,35	cilindros 40 lbs/mes
Rendimiento de los cilindros de GLP	0,90	porcentaje
Consumo promedio real de GLP/usuario	2,12	cilindros de 40 lbs/mes
Consumo de energia equivalente de GLP en M3	18,07	m3/mes
DEMANDA INDUSTRIAL DE GAS MUNICIPIO DE LA ESPERANZA		
Consumo de energia equivalente en cilindros de 40 lbs	11,76	cilindros 40 lbs/mes
Rendimiento de los cilindros de GLP	0,90	porcentaje
Consumo promedio real de GLP/usuario	10,59	cilindros de 40 lbs/mes
Consumo de energia equivalente de GLP en M3	90,35	m3/mes

Fuente: Estudio de mercado Proviservicios

3.3.2. Calculo Progresivo de Usuarios Vinculados. Para calcular el número de usuarios progresivos hasta el año 20, se tuvo en cuenta el porcentaje de penetración de las conexiones y la tasa anual de crecimiento de los usuarios del 2,0% (Ver cuadro 20).

3.3.3. Proyección de la Demanda de GLP a 20 Años. La proyección de la demanda se obtuvo con base al consumo promedio mensual por tipo de usuario (cuadro 18), a la clasificación de usuarios según la estratificación del municipio (Cuadro 19) y a los usuarios vinculados anualmente (Cuadro 20). Finalmente en el cuadro 20 se presentan las conexiones nuevas y acumuladas y la proyección de la demanda a 20 años.

A continuación se presenta la estratificación socio económica del municipio de La Esperanza.

Cuadro 19. Estratificación del municipio.

ESTRATIFICACIÓN PROYECTO GUAPOTA								
TIPO DE CLIENTES	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	RESIDENCIAL	Comercial	Institucional	industrial	TOTAL
USUARIOS POTENCIALES	306	175	0	481	13	6	1	501
USUARIOS NO POTENCIALES								
Total	306	175	-	481	13	6	1	501

Fuente: Estratificación encuestas Proviservicios S.A.

Cuadro 20. Proyección de la Demanda de GLP por Redes a 20 años

AÑO	USUARIOS TOTALES	USUARIOS POTENCIALES	Vinculación progresiva de usuarios según el año de anillado																				Conexiones de Usuarios por año	Conexiones de Usuarios Acumulados	% Anillado
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	501	501	501																				501	501	100%
2	511	511		10																			10	511	100%
3	521	521			10																		10	521	100%
4	532	532				10																	10	532	100%
5	542	542					11																11	542	100%
6	553	553						11															11	553	100%
7	564	564							11														11	564	100%
8	575	575								11													11	575	100%
9	587	587									12												12	587	100%
10	599	599										12											12	599	100%
11	611	611											12										12	611	100%
12	623	623												12									12	623	100%
13	635	635													12								12	635	100%
14	648	648														13							13	648	100%
15	661	661															13						13	661	100%
16	674	674																13					13	674	100%
17	688	688																	13				13	688	100%
18	702	702																		14			14	702	100%
19	716	716																			14		14	716	100%
20	730	730																				14	14	730	100%
TOTAL	730	730	501	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	730	730	100%
ACUMULADO				501	511	521	532	542	553	564	575	587	599	611	623	635	648	661	674	688	702	716	730		

NÚMERO DE CONEXIONES ACUMULADAS

RESIDENCIAL			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Estrato 1			306	312	318	325	331	338	345	351	359	366	373	380	388	396	404	412	420	428	437	446
Estrato 2			175	179	182	186	189	193	197	201	205	209	213	218	222	226	231	236	240	245	250	255
Estrato 3			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estrato 4			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMERCIAL																						
Rango 1			13	13	14	14	14	14	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	18	18	19	19
INSTITUCIONAL																						
Rango 1			6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9
industrial																						
rango 1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total			501	511	521	532	542	553	564	575	587	599	611	623	635	648	661	674	688	702	716	730

PROYECCION DE LA DEMANDA

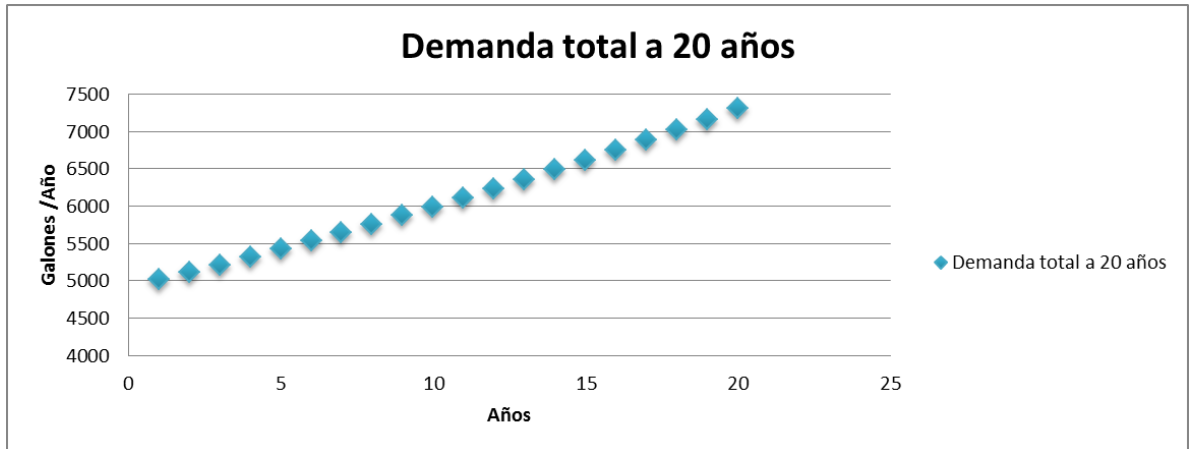
USUARIO			VOLUMEN (m³ / año)																			
RESIDENCIAL			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Estrato 1			33.176	33.840	34.517	35.207	35.911	36.629	37.362	38.109	38.871	39.649	40.442	41.250	42.075	42.917	43.775	44.651	45.544	46.455	47.384	48.331
Estrato 2			18.973	19.353	19.740	20.135	20.537	20.948	21.367	21.794	22.230	22.675	23.128	23.591	24.063	24.544	25.035	25.536	26.046	26.567	27.099	27.641
Estrato 3			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estrato 4			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMERCIAL			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rango 1			5.638	5.751	5.866	5.983	6.103	6.225	6.349	6.476	6.606	6.738	6.872	7.010	7.150	7.293	7.439	7.588	7.739	7.894	8.052	8.213
INSTITUCIONAL			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rango 1			1.301	1.327	1.354	1.381	1.408	1.436	1.465	1.494	1.524	1.555	1.586	1.618	1.650	1.683	1.717	1.751	1.786	1.822	1.858	1.895
Presentan Consumo Residencial			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
industrial			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
rango 1			1.084	1.106	1.128	1.151	1.174	1.197	1.221	1.245	1.270	1.296	1.322	1.348	1.375	1.403	1.431	1.459	1.488	1.518	1.548	1.579
			60.173	61.376	62.604	63.856	65.133	66.435	67.764	69.119	70.502	71.912	73.350	74.817	76.313	77.840	79.396	80.984	82.604	84.256	85.941	87.660

			2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026	2.027	2.028	2.029	2.030	2.031
CONTRATO DE SUMINISTRO GALONES			5.014	5.115	5.217	5.321	5.428	5.536	5.647	5.760	5.875	5.993	6.112	6.235	6.359	6.487	6.616	6.749	6.884	7.021	7.162	7.305
acumulado			5.014	10.129	15.346	20.667	26.095	31.631	37.278	43.038	48.913	54.906	61.019	67.253	73.613	80.099	86.716	93.464	100.348	107.369	114.531	121.836

Fuente: Estudio de mercado Proviservicios

3.4. ANÁLISIS DE OFERTA Y DEMANDA DE GLP.

Grafica 13 demanda total a 20 años



Fuente: Estudio de mercado Proviservicios

Para suplir las necesidades de GLP en el municipio se firmó un contrato de suministro en firme el cual garantiza la entrega de un volumen máximo de gas sin interrupciones durante el periodo de alcance, lo cual nos garantiza que se pueda suplir de manera efectiva, la demanda de GLP durante la proyección establecida, para este caso 20 años.

4. CONCEPTUALIZACIÓN MATEMÁTICA.

4.1. FUNDAMENTACIÓN MATEMÁTICA.

Para garantizar una selección adecuada del modelo matemático que mejor modele y represente el flujo de gas combustible a través de tuberías de polietileno, se hace necesario conocer las relaciones existentes para el modelamiento de flujo de gas en tuberías y de manera simultánea realizar un perfil de los pro y los contra de cada una de las relaciones para finalmente elegir de manera segura la relación matemática que modele de manera eficaz y exacta las propiedades de flujo de gas en tuberías de polietileno para el caso actual de estudio (diseño de redes domiciliarias de suministro de GLP para el municipio de la Esperanza, del departamento de Norte de Santander).

4.1.1. Fundamentos Matemáticos. *Tomas R. Weymouth* fue uno de los primeros en desarrollar una ecuación de flujo de gas, que permitiera calcular razonablemente el diámetro requerido de una tubería de gas. La ecuación que lleva su nombre fue deducida a partir de datos operacionales.

Desde que esta relación fue presentada, ha sido extensamente probada y muchas personas han propuesto modificaciones y diferentes técnicas de aplicación que han mejorado su exactitud y utilidad. Hoy estas versiones mejoradas encuentran amplia aplicación en la industria del gas, conjuntamente con otra relación conocida como la “Formula de Panhandle”.

Esta ecuación y algunas otras han sido derivadas por Jhonson y Beward, a partir de un balance de energía que concluye que todas estas relaciones caen dentro de la formula general.

$$Q_b = 1,6156 \frac{T_b}{P_b} \frac{\overline{P_1^2 - P_2^2}}{\gamma * T_f * L * f} \quad 3-1$$

Dónde:

Q_h : tasa de flujo, pies cúbicos por hora a T_b y P_b .

T_b : temperatura base o de contrato °R normalmente a 520 °R.

P_b : presión base o de contrato, lpca.

P_1 : presión de entrada al sistema considerado, lpca.

P_2 : presión de salida del sistema, lpca.

γ : gravedad específica del gas aire = 1,0 .

d : diámetro interno de la tubería, en pulgadas.

T_f : temperatura promedio del gas en el sistema en condiciones de flujo, °R .

L : Longitud de la tubería, millas.

f : coeficiente de fricción.

G.G. Wilson ha deducido la ecuación general, basándose en la primera ley de la termodinámica:

$$\Delta E = q - W \quad 3-2$$

dónde:

ΔE : variación de la energía interna de un cuerpo.

Q : calor absorbido por el cuerpo.

W : trabajo realizado por el cuerpo.

y concluye con la siguiente ecuación:

$$Q = C * \frac{T_b}{P_b} \frac{\overline{P_1^2 - P_2^2} * d^5}{\gamma * T_f * L * Z_p} * \frac{1}{f} \quad 3-3$$

Dónde el valor de $(1/f)^{1/2}$ se denomina factor de transmisión.

La diferencia básica de las ecuaciones 3-1 y 3-3 radica en el factor de compresibilidad Z , que en el caso de la ecuación 3-3, se aplica como un simple promedio de (Z_p) .

Las numerosas relaciones desarrolladas por diferentes autores caen dentro de cuatro principales clasificaciones:

a) Aquellas donde el coeficiente de fricción es una constante numérica:

<i>Rix:</i>	$(1/f)^{1/2} =$	14,72
<i>Pole:</i>	Diámetro	$(1/f)^{1/2}$
	3/4" 1"	9,56
	1 1/4" 1 1/2"	10,50
	2"	11,47
	3"	12,43
	4" y mayores	12,90

b) Aquellas donde el coeficiente de fricción es una función del diámetro interno de la tubería, d:

Spitzglass:

$$\frac{1}{f} = \frac{354}{1 + \frac{3,6}{d} + 0,03 d} \quad 3-4$$

Weymouth:

$$\frac{1}{f} = 11,19 d^{1,6} \quad 3-5$$

Unwin:

$$\frac{1}{f} = \frac{227}{1 + \frac{12}{7d}} \quad 3-6$$

Oliphant:

$$\frac{1}{f} = 13,0 + 0,433 \bar{d} \quad 3-7$$

c) Un número de ecuaciones cuyo coeficientes de fricción es una función del número de Reynolds, un criterio adimensional que a menudo aparece en la forma:

$$R_e = \frac{\rho * D * V}{\mu} \quad 3-8$$

que emplea unidades consistentes de longitud y tiempo, a saber:

Pandhandle “A”:

$$\frac{1}{f} = (6,872) R_e^{0,0730} \quad 3-9$$

Nueva Panhandle:

$$\frac{1}{f} = (16,49) R_e^{0,01961} \quad 3-10$$

Blasius:

$$\frac{1}{f} = (3,56) R_e^{0,125} \quad 3-11$$

Müller:

$$\frac{1}{f} = (3,35) R_e^{0,130} \quad 3-12$$

Less:

$$\frac{1}{f} = \frac{R_e^{0,35}}{0,0018 R_e^{0,35} + 0,153} \quad 3-13$$

- d) Aquellas donde el coeficiente de fricción es una función del número de Reynolds y del diámetro interno de la tubería:

Fritzsche:

$$\frac{1}{f} = 5,145 \, R_e * d^{0,071} \quad \mathbf{3-14}$$

Se ha incluido una lista de las ecuaciones más usadas y su respectivo factor de transmisión:

Cuadro 21. Algunas ecuaciones de flujo de uso común

Ecuación	Fórmula ^a			Factores de transmisión
Fritzsche ^b	$Q_b = \left(1,720 \frac{T_b}{P_b} \right) \left[\frac{(P_1^2 - P_2^2) D^5}{T.L} \right]^{-0.538} \cdot (1/G)^{0.462}$			$5,145 (R.D)^{0.071}$
Completamente turbulento	$Q_b = \left(0,4692 \frac{T_b}{P_b} \right) \left[\frac{(P_1^2 - P_2^2) D^5}{G.T.Z_p.L} \right]^{-0.500} \cdot \log(3,7D/k)$			$4 \log(3,7D/k)$
Distribución del IGT	$Q_b = \left(0,6643 \frac{T_b}{P_b} \right) \left[\frac{(P_1^2 - P_2^2)}{T.L} \right]^{5/9} \cdot \left(\frac{D^{8/3}}{G^{4/9} \mu^{1/9}} \right)$			$4,169 (R)^{0.100}$
Ecuación de Mueller	$Q_b = \left(0,4937 \frac{T_b}{P_b} \right) \left[\frac{(P_1^2 - P_2^2)}{T.L} \right]^{0.575} \cdot \frac{D^{2.725}}{(G^{0.425} \mu^{0.150})}$			$3,35 (R)^{0.130}$
Panhandle A ^b	$Q_b = \left(2,450 \frac{T_b}{P_b} \right) \left[\frac{(P_1^2 - P_2^2)}{T.L} \right]^{0.539} \cdot \frac{D^{2.618}}{G^{0.461}}$			$6,872 (R)^{0.0730}$
Pole	$Q_b = C \left(h_w \frac{D^3}{GL} \right)^{0.500}$	Diám. Tub. (pulg)	C ^c	$\sqrt{1/f}$
		¾ a 1	1,732	9,56
		1 ¼ a 1 ½	1,905	10,50
		2	2,078	11,47
		3	2,252	12,43
		4	2,338	12,90
Spitzglass (alta presión) ^d	$Q_b = 3,415 \left[\frac{(P_1^2 - P_2^2) D^5}{G.L(1 + 3,6/D + 0,03D)} \right]^{-0.500}$			$\left[\frac{354}{(1 + 3,6/D + 0,03D)} \right]^{0.500}$
Spitzglass (baja presión) ^d	$Q_b = 3,550 \left[\frac{h_w D^5}{G.L(1 + 3,6/D + 0,03D)} \right]^{-0.500}$			$\left[\frac{354}{(1 + 3,6/D + 0,03D)} \right]^{0.500}$
Weymouth	$Q_b = 1,3124 \left(\frac{T_b}{R_b} \right) \left[\frac{(P_1^2 - P_2^2) D^{16/3}}{G.T.L} \right]^{-0.500}$			$11,19 D^{1/16}$

Fuente: “Cálculos de tuberías y redes de gas”, MARTÍNEZ Macías J.

La ecuación de Weymouth cae dentro de la segunda clasificación, ya que el coeficiente de fricción es una función del diámetro interno de la tubería. Por lo tanto:

$$f = \frac{0.088}{d^{0.3333}} \quad \mathbf{3-15}$$

Este valor, en términos del factor de transmisión, quedaría así:

$$\frac{1}{f} = 11.19 d^{0.3333} \quad \mathbf{3-16}$$

Si el valor de "f" se sustituye en la ecuación 3-1 y si la tasa de flujo se expresa en pies cúbicos por día (pcdn), la ecuación de Weymouth se reduce a:

$$Q = 433.488 \frac{T_b}{P_b} \frac{\overline{P_1^2 - P_2^2} \cdot d^{16/3}}{\gamma \cdot T_f \cdot L} \quad \mathbf{3-17}$$

$$Q = C \cdot d^{8/3} \frac{\overline{P_1^2 - P_2^2}}{L} = K \frac{\overline{P_1^2 - P_2^2}}{L} \quad \mathbf{3-18}$$

$$Q = \frac{C \cdot d^{8/3}}{L} \overline{P_1^2 - P_2^2} \quad \mathbf{3-19}$$

$$Q = \frac{K}{L} \overline{P_1^2 - P_2^2} \quad \mathbf{3-20}$$

En las cuales:

Q: pies cúbicos de gas en 24 horas, medidos a T_b y P_b .

C: constante de Weymouth, expresado de este modo:

$$C = \frac{433.488 T_b}{P_b \cdot \gamma \cdot T_f} \quad \mathbf{3-21}$$

K: coeficiente de Weymouth, expresado de este modo:

$$K = C \cdot d^{8/3} \quad \mathbf{3-20}$$

4.1.1.1. Efecto del Factor de Transmisión Sobre el Caudal Calculado. Como se puede observar en la ecuación de flujo de gas en tuberías (Ecuación 3-1), el

factor "f" es el parámetro determinante en el valor del caudal; del modo como se evalúe dependerá la respuesta.

Generalmente en la literatura, algunos autores, han llamado factor de transmisión a este valor y lo aplican como el inverso de la raíz cuadrada $(1/f)^{1/2}$.

La mejor manera de medir las diferencias que se logran al calcular el caudal, con cada uno de los modelos, es realizar un análisis comparativo y de sensibilidad, teniendo como parámetro de comparación resultados obtenidos en laboratorio y determinar cada uno de los perfiles para los cuales, cada una de las relaciones aplica de manera más exacta y precisa.

Cuadro 22. Factor de transmisión.

Ecuación	Valor de $1/\sqrt{f}$	$(1/\sqrt{f})_{2"}$	$(1/\sqrt{f})_{20"}$	$R_{i/w}$	$R_{w/i}$
Weymouth	$(11,19)d^{1/6}$	12,6295	18,3190	1,0000	1,0000
Pole	cte.	11,4700	-	0,9082	-
Spitzglass	$\sqrt{1 + \frac{3,6}{d} + (0,03)d}$	11,2367	14,1641	0,8897	0,7732
Unwin	$\sqrt{1 + \frac{12}{(7)d}}$	11,1394	14,4373	0,8820	0,7881
Olphant	$13,0 + (0,433)d^{1/2}$	13,6225	14,8998	1,0786	0,8133
Panhandle A.	$(6,872)Re^{0,073}$	17,6043	23,2560	1,3939	1,2695
N. Panhandle	$(16,49)Re^{0,01961}$	21,2308	22,8795	1,6810	1,2489
Blasius	$(3,56)Re^{0,125}$	17,8238	28,7109	1,4112	1,5673
Mueller	$(3,35)Re^{0,13}$	17,8886	29,3702	1,4164	1,6033
Lees	$\sqrt{\frac{Re^{0,35}}{(0,0018)R^{0,35} + 0,153}}$	16,9455	21,1156	1,3417	1,1527
Fritzche	$(5,145)Re^{0,071}$	13,5244	20,7744	1,0708	1,1340
Dist. I.G.T.	$(4,169)R^{0,100}$	15,1248	17,7960	1,1976	0,9694

Fuente: "Cálculos de tuberías y redes de gas". MACÍAS J. MARTÍNEZ

4.1.2 Cálculos de Redes de Gas. El cálculo de la caída de presión para una sola tubería requiere solamente de la aplicación de la ecuación de flujo. Sin embargo, en un sistema de distribución la mayor parte de las tuberías están interconectadas, formando una red. Como consecuencia de la interconexión entre diferentes tramos, el gas puede fluir desde la fuente hasta los nodos de consumo, por diferentes vías y a diferentes tasas de flujo. Por eso, cuando se habla de resolver una red, se requiere especificar el cálculo del caudal en cada tramo y la presión en cada nodo.

Existen diversos tipos de inconvenientes que pueden exigir el análisis riguroso de una red:

- a. Desarrollo de planes para reforzar una red existente para la distribución de gas.
- b. Determinación del efecto de nuevas tasas de flujo agregada a un sistema de distribución en operación.
- c. Estudio del efecto de válvulas y reguladores de presión en tuberías existentes.
- d. Tendido y cálculo de diámetros de ductos para una nueva distribución.

La compleja red que forma un sistema de distribución origina por si sola un maravilloso problema de análisis de flujo. El gas puede introducirse al conjunto de varios puntos: estaciones de compresión a la entrada de una ciudad; planta de almacenamiento para satisfacer la demanda pico o desde las facilidades de almacenamiento de la instalación.

Por complemento, en algunos casos se consiguen varias redes superpuestas, que trabajan en diferentes niveles de presión. Redes de 200 a 300 mallas y de 500 a 600 secciones de tubería son muy comunes. Algunas mallas contienen alrededor de 1000 tramos y ciudades muy grandes tienen 10.000 o más secciones de tubería interconectadas. En una oportunidad, el único método para resolver los

problemas de flujo fue por ensayo y error; pero desde 1961, los computadores digitales y análogos se han venido utilizando para el cálculo de redes.

La complejidad de los cálculos implícitos en una red de gas dificulta su diseño y las posibilidades de predecir su comportamiento futuro.

Los primeros análisis de los problemas llevaron a tabular parámetros que intervienen en la ecuación general de flujo de gas en tuberías horizontales, aplicadas en formas generalizadas: Weymouth y Panhandle. Al facilitar el uso de estas ecuaciones, se comenzó la solución sencilla de redes de gas, introduciendo la ecuación de Weymouth en el concepto de red de gas.

Un diagrama de red es la forma más conveniente de describir el flujo en el sistema. Indica como la tubería se conecta con ella y contiene la mayor parte de la información necesaria para resolver el problema. Es el procedimiento más altamente utilizado en la solución de redes de gas. Por lo general, se comienza asignando arbitrariamente el caudal inicial en cada tramo. Sin embargo, hay casos que no requieren suposición inicial de los flujos, como el balance de presiones.

El diagrama de la red consiste en un mapa de escala del sistema de tuberías; no obstante, para un problema más largo y complicado, es preferible preparar un diagrama especial con las principales partes del sistema, incluyendo las salidas laterales y desviaciones. Las longitudes de los tramos deben ser distorsionadas en la escala para clarificar la estructura de las redes y evitar el congestionamiento de datos.

4.1.2.1. Método de Hardy Cross. El fundamento matemático de la mayoría de métodos de cálculo utilizados en las redes de gas tienen su base en la teoría de Hardy Cross que, a su vez, proviene de una aplicación directa de las leyes de Kirchoff, las cuales establecen lo siguiente:

- a. En todo nodo, la sumatoria algebraica de los flujos que entran y salen es igual cero.
- b. En todo circuito cerrado o red, la suma total de las pérdidas de carga es igual a cero.

La pérdida total de carga (h) para una cierta longitud de tubería (L) y una pérdida unitaria de carga (α) es igual a:

$$h = \alpha * L * Q^n \quad \mathbf{3-21}$$

Donde la resistencia de la tubería (r) es:

$$r = \alpha * L \quad \mathbf{3-22}$$

Y, por lo tanto:

$$h = r * Q^n \quad \mathbf{3-23}$$

Dependiendo de la ecuación que seleccione, el exponente n varía entre 1,75 y 2. En el caso específico de Weymouth, $n=2,0$.

El procedimiento para cerrar redes de gas se basa en el cálculo de un ajuste (ΔQ_0) para el caudal de flujo (Q_0) previamente asignado, de tal manera que la nueva tasa de flujo, en el tramo referido será:

$$Q_n = Q_0 + \Delta Q_0 \quad \mathbf{3-24}$$

Dónde:

Q : *Caudal corregido*

ΔQ_0 : *Es la corrección y*

Q_0 : *Es el caudal original asignado al tramo*

Suponiendo que se introduce en la red una tasa de flujo (Q_t), destinada a irrigar el sistema y descargar por los nodos 2,3 y 4; de modo que:

$$Q_t = Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad \mathbf{3-25}$$

Ser recoge una distribución inicial del gas en el sistema Q_{12} , Q_{23} , Q_{34} , y Q_{14} y, con base en esto, se calcula el factor de corrección del caudal (ΔQ_0).

La nueva tasa de flujo en cada tramo será el caudal anterior, más el valor algebraico que resulte de la corrección ($Q_t + \Delta Q_0$), como aparece continuación:

$$Q_n = Q_0 + \Delta Q_0 \quad \mathbf{3-26}$$

$$Q'_{12} = Q_{12} + \Delta Q_0 \quad \mathbf{3-27}$$

$$Q'_{23} = Q_{23} + \Delta Q_0 \quad \mathbf{3-28}$$

Las leyes de Kirchoff seguirán siendo válidas en cada uno de los nodos de la red. La pérdida de carga total con el caudal corregido será igual a:

$$h = r * Q^n \quad \mathbf{3-29}$$

$$h = r * (Q_0 + \Delta Q_0)^n \quad \mathbf{3-30}$$

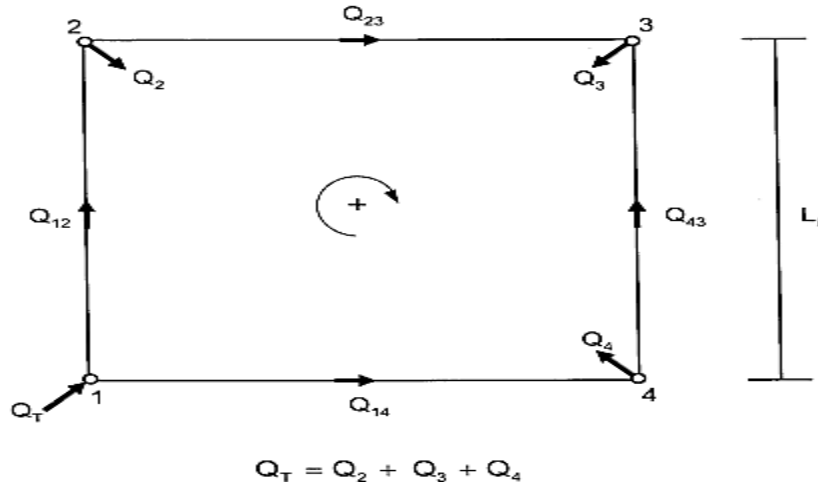
$$h = r * (Q_0^n + \frac{n * Q_0^{n-1}}{1!} \Delta Q_0 + \dots + \Delta Q^n) \quad \mathbf{3-31}$$

Y dado que ΔQ_0 es un valor pequeño, el tercer término y los demás podrán despreciarse y el valor de h se expresara de la forma:

3-32

$$h = r Q_0^n + n * \Delta Q_0 * Q_0^{n-1}$$

Figura 3. Esquema de una red para el desarrollo de la ley de Kirchoff.



En cada nodo se debe cumplir la Ley de Kirchoff.

Fuente: "Cálculos de tuberías y redes de gas". MACÍAS J. MARTÍNEZ

$$Q_T = Q_{12} + Q_{14} \quad 3-33$$

$$Q_{14} = Q_4 + Q_{43} \quad 3-34$$

$$Q_{12} = Q_2 + Q_{23} \quad 3-35$$

$$Q_3 = Q_{23} + Q_{43} \quad 3-36$$

La sumatoria de las pérdidas de carga en la red será, entonces:

$$h = r * Q_0^n + n * \Delta Q_0 * r * Q_0^{n-1} \quad 3-37$$

Para que se cumpla la segunda ley de Kirchoff, la suma algebraica de las pérdidas de carga debe ser igual a cero ($\sum h=0$), o de tal manera que:

$$0 = \sum_{i=1}^n r * Q_0^n + n * r * \sum_{i=1}^n Q_0^{n-1} * \Delta Q_0 \quad 3-38$$

$$\Delta Q_0 = - \frac{\sum_{i=1}^n r * Q_0^n}{n * \sum_{i=1}^n r * Q_0^{n-1}} \quad 3-39$$

O también:

$$\Delta Q_0 = - \frac{\sum_{i=1}^n r_i * Q_i^n}{n * \sum_{i=1}^n r_i * Q_i^{n-1}} \quad \mathbf{3-40}$$

Usando la ecuación de Weymouth para el cálculo de cada tramo:

$$Q = \frac{C * d^{8.3}}{L} * \sqrt{P_1^2 - P_2^2} \quad \mathbf{3-41}$$

O bien:

$$Q = K * \sqrt{\frac{P_1^2 - P_2^2}{L}} \quad \mathbf{3-42}$$

De donde se infiere que:

$$\Delta P^2 = K^{-2} * Q^2 * L \quad \mathbf{3-43}$$

Y al comparar con la ecuación 3-21:

$$h = \alpha * L * Q^n$$

$$h = r * Q^n$$

Resulta que:

$$n = 2$$

$$\alpha = K^{-2} \quad \mathbf{3-44}$$

Se concluye que la expresión que se ha denominado pérdida de carga, es, es realidad, la diferencia de los cuadrados de las presiones que, a su vez, incluye el valor de Z. Como se muestra en la siguiente expresión:

$$h = \frac{P_1}{Z_1}^2 - \frac{P_2}{Z_2}^2 = \Delta P^2 \quad \mathbf{3-45}$$

El factor de corrección (ecuación 3-39 o 3-40) se reduce, entonces, a la forma:

3-46

$$\Delta Q_0 = - \frac{\sum_{i=1}^n L_i * Q_i^2}{n * \sum_{i=1}^n L_i * Q_i}$$

El término ΔQ_0 , expresado en el sistema original, quedaría así:

3-47

$$\Delta Q_0 = - \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Q_i^2 * L_i}{K_i^2}}{2 \sum_{i=1}^n \frac{Q_i^2 * L_i}{K_i^2}}$$

4.1.2.1.2. Método Modificado De Hardy Cross. Este método se aplica a la solución de redes con varias fuentes o insumos y múltiples descargas. Su objetivo es el de balancear el caudal que entra por las diferentes estaciones.

Y de la misma manera se aplicará el método de desmallare simplificado, el procedimiento de cálculo puede implicar la reducción de la malla original a un equivalente diámetro común, con lo cual la determinación del factor de corrección (ΔQ_0) es más sencillo.

Cuando se trate un mayor número de nodos de suministro, se deberá concluir, como mínimo, cada nodo en cada una de las conexiones.

El enlace entre las mallas se tomara como una red adicional. Se calcula el factor de corrección (ΔQ_0) para cada malla o conexión, hasta que el valor absoluto de ΔQ_0 sea despreciable.

4.1.2.2. Método de Renouard. El método de Renouard supone que si:

3-48

$$h = r * Q^n$$

3-49

$$h' = n * r * Q^{n-1}$$

La ecuación 3-38 puede escribirse de la siguiente forma:

3-50

$$0 = \sum_{i=1}^n h + \Delta Q_0 - \sum_{i=1}^n h'$$

Siendo:

$$h = \frac{\Delta P^2}{2} = K^{-2} * Q^2 * L \quad 3-51$$

$$h' = \frac{1}{2} * K^{-2} * Q * L \quad 3-52$$

Y para una red reducida a un sistema equivalente:

$$h = Q_i^2 * L_i \quad 3-53$$

$$h = \frac{1}{2} * Q_i * L_i \quad 3-54$$

De donde, sustituyendo en la ecuación 3-50 y despejando, resulta:

$$\Delta Q_0 * \sum_{i=1}^n Q_i * L_i = - \frac{\sum_{i=1}^n Q_i^2 * L_i}{2} \quad 3-55$$

Renouard considera que $\Delta Q_0 = X_i$ y lo aplica a mallas colindantes, por lo cual:

$$X_i \sum_{i=1}^n Q_i * L_i - X_j \sum_{j=1}^n Q_j * L_j = - \frac{\sum_{i=1}^n Q_i^2 * L_i}{2} \quad 3-56$$

Donde X_i es la corrección de flujo (ΔQ_0) para una malla i y X_j , en el ajuste de la malla colindante j . Este procedimiento lleva al establecimiento de un sistema de tantas ecuaciones como mallas existan en la red, cuya solución entrega, de una sola vez, los ajustes del caudal para cada uno de los tramos. En la sección común el ajuste del caudal se hace corrigiendo con las diferencias de los ΔQ_0 entre el valor de la malla respectiva y la adyacente.

4.1.2.3. Método De Demallaje Simplificado. El método de demallaje simplificado reduce el número de mallas en la red, y en el ejemplo específico, a una sola malla. Consiste en eliminar los tramos intermedios y distribuir el flujo de cada tramo cortado, hacia los respectivos nodos de alimentación; de tal manera que la

solución se simplifique. Luego se trabaja el sistema hasta obtener un valor despreciable de ΔQ_0 (menor que la tercera cifra decimal o 0,009). Para ello se emplea la misma ecuación de Hardy Cross.

$$\Delta Q_0 = - \frac{\sum_{i=1}^n Q_i^2 * L_i}{2 \sum_{i=1}^n Q_i * L_i} \quad \mathbf{3-57}$$

4.1.2.3.1. Método de Demallaje Simplificado Aplicado a Varias Fuentes y Múltiples Salidas. Consiste en distribuir el flujo que llega por dos o más fuentes en una malla cuyos tramos críticos han sido cortados. La dirección del flujo seguirá considerándose positiva en el sentido de las agujas del reloj y viceversa.

Después de la primera asignación de caudales, el procedimiento de cálculo es el mismo utilizados por Hardy Cross para una sola malla.

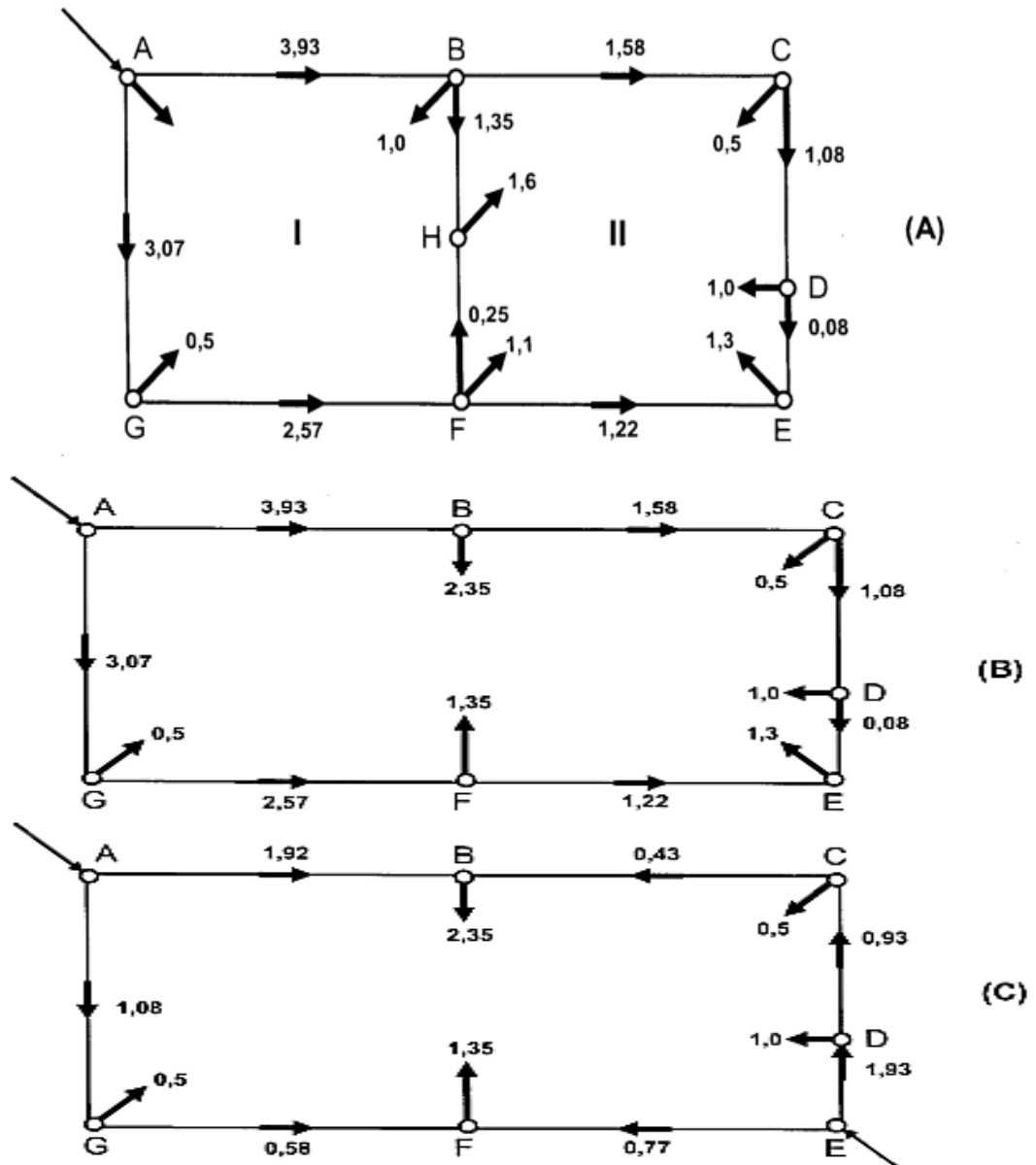
La Figura 4 muestra tres métodos comparativos utilizando los métodos de Hardy Cross y demallaje simplificado para una o dos fuentes.

La Figura 4A es la solución a una red de dos mallas aplicando Hardy Cross. Nótese la distribución del caudal en cada tramo y la dirección del flujo.

La Figura 4B ilustra la solución del mismo problema, con el método de demallaje simplificado. Los tramos críticos B-F han sido cortados y la red ha sido reducida a una sola malla. El flujo se distribuye en un mismo sentido, desde la fuente hasta el nodo de equilibrio "E".

La Figura.4C presenta la respuesta del mismo problema utilizando dos fuentes. Aparecerán, entonces, dos nodos de equilibrio (B-F) y el flujo se desplazará desde las fuentes hacia los nodos de equilibrio. Con excepción del cambio de signo en algunos tramos, el proceso de cálculo es similar.

Figura.4. Diagrama comparativo de los métodos H. C. (A) y demallaje simplificado, para 1 y 2 fuentes.



Fuente: "Cálculos de tuberías y redes de gas". MACÍAS J. MARTÍNEZ

Siendo A y E las fuentes de la red, formadas por las mallas I y II; y B, C, D, F y G, los nodos de consumo, se siguieron los pasos que se especifican a continuación:

- a) Reduzca la red a un sistema equivalente. En este caso se ha asignado un diámetro común a todo el sistema.
- b) Corte el tramo crítico B-F y redistribuya el consumo del nodo intermedio hacia los extremos.
- c) Asigne la primera distribución de flujo en los tramos, de manera tal que se cumpla la ley de Kirchoff.
- d) Tabule y calcule los siguientes valores para cada tramo: Q_i , L_i , $Q_i L_i$, Q_i^2 , $Q_i^2 L_i$.
- e) Determine el valor de ΔQ_0 . Los valores de $Q_i^2 L_i$ Para cada tramo estarán afectados por el signo correspondiente a su dirección de flujo. Las cifras de $Q_i L_i$ se toma como valores absolutos.
- f) Sume algebraicamente los valores de ΔQ_0 , calculados en el paso e, a la tasa de flujo asignada a cada tramo.
- g) Obtenga los valores de presión aplicando directamente la ecuación de flujo, a partir de la presión en la fuente del nodo de mínima presión.

4.1.2.4. Solución de Redes por Ensayo y Error. Por algunos años, el único método usado en la solución de redes fue el sistema de ensayo y error. Probablemente no había dos personas que emplearan exactamente el mismo procedimiento, sin embargo, se seguían los siguientes pasos:

- a) Asignar las tasas de flujo en todas las secciones de la tubería, lo cual debe satisfacer en cada nodo la primera ley de Kirchoff. En grandes redes, el procedimiento consiste en estudiar la zona irrigada por la fuente y trabajar desde el perímetro de cada área de invasión de una determinada fuente, hacia esta.
- b) Calcular las pérdidas de presión en las diferentes secciones de tubería, utilizando la ecuación de flujo.
- c) Sumar pérdidas de presión en cada malla, a lo largo de las secciones continuas de tubería que unen dos fuentes, los valores de estas sumas se verifican luego con la segunda ley de Kirchoff.

- d) Modificar las tasas de flujo asignadas en el paso a) tratando de lograr c).
Repetir b, c y d.

Se continúan las modificaciones en las tasas de flujo, hasta que las pérdidas de presión satisfagan la segunda ley de Kirchoff dentro de una tolerancia aceptable. Este procedimiento de ensayo y error es muy tedioso y los errores son difíciles de evitar. Todavía se usa en soluciones manuales de problemas de flujo.

Un analista experimentado difícilmente puede resolver una red por ensayo y error, pero trabaja el problema solamente hasta obtener suficientes detalles y establecer el diámetro de tubería adecuado para una determinada carga. Se empieza balanceando las cargas entre las fuentes hasta satisfacer aproximadamente la segunda ley de Kirchoff. Luego se investigan los tramos de tubería que tienen mayores pérdidas de presión y se corrigen, tratando de satisfacer la segunda ley de Kirchoff en estas áreas.

4.1.2.5. Algunas Simplificaciones para el Cálculo de Redes de Gas. El cálculo de una red de gas implica la determinación de la dirección y la tasa de flujo para cada uno de los tramos y el conocimiento de la presión en los nodos del sistema, suponiendo que se tiene el diámetro de las secciones de tubería, las cuales se deben seleccionar antes de comenzar a resolver el problema.

La mayoría de los métodos utilizados necesitan el conocimiento previo del diámetro o bien repetir los tediosos cálculos implícitos, en caso de que el diámetro escogido no sea satisfactorio.

La reducción de la red a un sistema equivalente elimina estas desventajas, por cuanto la distribución del flujo es independiente del diámetro de la tubería, como se muestra a continuación:

$$\Delta P^2 = Q_i^2 * L_i \quad \text{3-58}$$

Una vez completado el análisis de flujo, el diámetro por utilizar será una función de la caída de presión disponible como se muestra a continuación:

$$\Delta P^2 = \frac{Q_i^2 * L_i}{K_i^2} \quad \text{3-59}$$

$$K_i = C * d_i^{8.3} \quad \text{3-60}$$

Con la cual se puede calcular la presión en cada nodo de la red, hasta encontrar el punto de equilibrio

Si el diámetro así seleccionado no cumple con los requerimientos de caudal y diferencial de presión, bastaría optar por un nuevo diámetro, re calcular el valor de K y las nuevas presiones.

4.1.2.6. Reducción de una Red a un Sistema Equivalente. Al tabular los diferentes parámetros que intervienen en la ecuación de Weymouth, se simplifico de manera notable él trabaja implícito en el cálculo de mallas, quedando la ecuación general reducida a la forma:

$$Q_i = \frac{C \cdot d_i^{8.3}}{L_i^{1/2}} \cdot \sqrt{\Delta P^2} \quad \text{3-61}$$

O bien:

$$Q_i = \frac{K_i}{L_i} \cdot \sqrt{\Delta P^2} \quad \text{3-62}$$

No obstante, si cada uno de los tramos de la red tuviera diferentes diámetros, sería suficiente reducir todo el diámetro del sistema a un diámetro común, en el cual la pérdida de carga sería función de la tasa de flujo (Q_i) y de la longitud de la tubería (L_i). Esto se expresa con la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^n Q_i^2 \cdot L_i = 0 \quad 3-63$$

Seguidamente se enumeran las diferentes ecuaciones utilizadas en el cálculo de longitudes equivalentes:

Weymouth:

$$\frac{L_E}{L_O} = \frac{d_E^{8/3}}{d_O^{8/3}} \quad 3-64$$

Panhandle:

$$\frac{L_E}{L_O} = \frac{d_E^{4.96}}{d_O^{4.96}} \quad 3-65$$

$$\frac{L_E}{L_O} = \frac{d_E^{4.854}}{d_O^{4.854}} \quad 3-66$$

Su uso dependerá principalmente de las condiciones de trabajo y de las preferencias del ingeniero. Sin embargo, la ecuación de Weymouth se considera satisfactoria en el cálculo de sistemas de bajas presiones, lo que normalmente ocurre en los sistemas mallados. Es conveniente advertir que Weymouth no se recomienda en diámetros menores de 2", a no ser que se ajuste con un factor de eficiencia.

4.2. GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE LA MEJOR ECUACIÓN.

WEYMOUTH		
Buena	Para tuberías menores de 12".	EXXON
Buena	Para: $2" > D > 16"$.	M.Martínez.
Buena	Flujo completamente turbulento, altas presiones y $D < 20"$.	IGT
Conservadora	Flujo completamente turbulento, mediana a alta presión y $D < 20"$.	IGT

PANHANDLE		
Recomendable	Para tuberías mayores de 12".	EXXON
Buena	Para: $4 \cdot 10^6 < Re < 40 \cdot 10^6, D > 16"$	M.Martínez.
Buena	Para altas temperaturas, flujo parcialmente turbulento, $Re > 300.000$.	IGT
Relativamente Buena	Para distribución, para presiones medianas y altas, $D > 16"$.	IGT

Redes de Distribución a Bajas Presiones		
OLIPHANT	Recomendada para $P < 35$ lpcm.	EXXON
SPITGLASS	Recomendada para $D < 12"$	IGT
POLE	Recomendada para $D < 4"$.	IGT
MUELLER	Muy buena para derivaciones de servicio, diámetros pequeños, tuberías de cobre, aluminio o plásticas. Normalmente se usa con $D < 2"$ y presiones de 1" de gua.	AGA

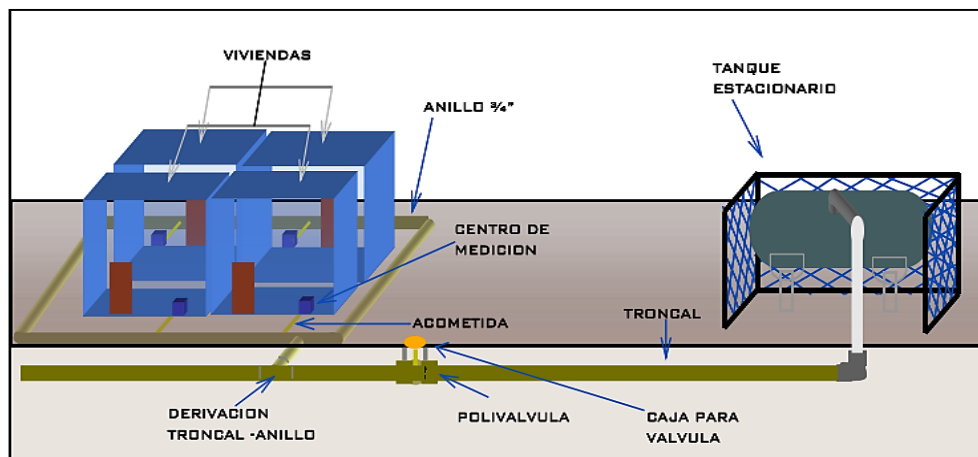
Fuente: "Cálculos de tuberías y redes de gas". MACÍAS J. MARTÍNEZ

5. DISEÑO.

5.1. INFRAESTRUCTURA REQUERIDA EN EL MUNICIPIO.

El gas licuado del petróleo o propano comúnmente llamado, es el mismo gas distribuido en cilindros que son conectados directamente en gaso-domésticos en cada vivienda, solo que bajo este sistema, este es transportado en carro-tanques hasta las estaciones de almacenamiento que en su configuración más básica constan de un tanque de almacenamiento estacionario y una estación de regulación cuyas dimensiones dependen del número de usuarios a atender (consumo), desde estos tanques se inyecta el gas a las redes de distribución del municipio. Estos recipientes deben cumplir con el código internacional ASME y la Norma Técnica Colombiana 3853. Para el caso particular de La Esperanza se determinó una estación de almacenamiento, regulación, y suministro de GLP y por consiguiente una red de distribución, con el fin de optimizar el suministro de gas de los usuarios y dar cumplimiento a las normas vigentes.

Figura 5. Infraestructura requerida por el Municipio



Fuente: Estudio de factibilidad Guapota. Proviservicios S.A.

Para el municipio de La Esperanza, el GLP se transportara desde las plantas mayoristas ubicadas en el municipio de Barrancabermeja (Santander), ubicado a 157 [Km] del casco urbano de La Esperanza.

Las principales actividades a ejecutar para conseguir el desarrollo total del proyecto involucran dos aspectos primordiales:

- Diseño y construcción de las redes de distribución de GLP domiciliaria para el municipio.
- Diseño y construcción de una estación de almacenamiento de GLP.

5.2. REDES DE DISTRIBUCIÓN.

Las redes de distribución se diseñan de modo que todos los usuarios cuenten con el suministro adecuado de gas combustible aun en las horas de mayor consumo. Además se realiza el diseño de modo que en el futuro pueda utilizarse con gas natural si realizar ninguna modificación a la red original.

5.2.1. Procedimiento General De Diseño De Las Redes De Distribución. Las redes de distribución (troncales y anillos de distribución) se instalaran en tubería de polietileno de media densidad (PE-80) cuyo diámetro provisto es de 2", 1" y ¾" de pulgada y operaran a una presión máxima de 21 [psig]* trazadas sobre calzadas y andenes, desde donde se conectaran mediante acometidas a los usuarios.

5.2.2 Cartografía del Proyecto. Esta fase de vital importancia para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, consistió en la búsqueda y análisis de la cartografía disponible de la zona de estudio. El análisis y la crítica de la información recogida permiten la comparación del estado anterior con la situación

actual del área de estudio, el conocimiento de la evolución de algún elemento y las posibles causas de dicha evolución.

El objetivo de esta fase fue de obtener los mapas y planos del municipio incluyendo el sector rural en forma impresa y de tipo digital (planos en AutoCAD).

* NTC 3838: “Se podrán emplear presiones hasta de 1.400 [mbar] (20.3 [psig]) en sistemas de tuberías localizados en el interior de edificaciones, atendiendo los requisitos señalados en el numeral 3.1, literal i de la NTC2505”.

Se utilizaron como fuentes de información las suministradas, entre otras por las siguientes instituciones: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), INGEOMINAS y el Municipio (EOT).

Los planos permiten identificar la infraestructura vial y la arquitectura del municipio, además de ser la base para realizar diseños de los posibles trazados de la red de distribución.

5.2.3. Ecuaciones de Flujo. Existen varias ecuaciones de flujo que permiten predecir el comportamiento del gas a través de la red de distribución.

La diferencia básica para las ecuaciones de flujo que permiten predecir el comportamiento del flujo de gas en tuberías radica en el valor correspondiente al coeficiente de fricción. Para el diseño de las redes, en este caso se utilizó la Ecuación de Flujo de Müller, por lo que se comporta muy bien bajo las condiciones de presión y temperatura presentes en el sitio del proyecto; aunque también se realizó la simulación con la ecuación de Weymouth.

La ecuación de Müller para el flujo de gas en tuberías, es la siguiente:

$$Q = 04937 \frac{T_b}{P_b} \frac{P_1^2 - P_2^2}{T.L}^{0.575} \frac{D^{2.725}}{G^{0.425} \mu D^{0.150}} \quad 4-1$$

Q : Tasa de flujo, pies cúbicos por hora a condiciones normales.

T_b : Temperatura base, [°R].

P_b : Presión base.

P_1 : Presión de entrada al sistema considerado, [psia].

P_2 : Presión de salida del sistema considerado, [psia].

D : Diámetro interno de la tubería, [in].

G : Gravedad específica del gas, (aire=1.0).

L : Longitud de la tubería, [millas].

μ : $7 \times 10^{-6} \text{ lbmol/seg}$

5.2.3.1. Definición de Variables.

- **Presión Máxima y Mínima de las Redes.** La máxima y mínima presión de operación del sistema de operación depende del elemento a transportar por la misma, y el tipo de tubería a utilizar. Para el caso particular de La Esperanza, el diseño contempló como combustible GLP y el tipo de tubería el polietileno de media densidad – PE80.

Cuadro 23. Presiones de Operación.

GAS COMBUSTIBLE	PRESION MÁXIMA	PRESIÓN MÍNIMA
GLP	21 [psig]	15,54 [psig]

Fuente: autor

- **Temperatura Base y de Flujo.** La temperatura considerada en los cálculos de flujo de gas, tomada en cuenta en el diseño de la red de distribución para el municipio es de 29°C o 84.2°F. Cuando la temperatura ambiente aumenta, la presión en las redes se incrementa, reduciéndose la caída de presión en las tuberías optimizando el flujo de gas por el sistema.

La temperatura base corresponde a las condiciones base, referencia o estándar de temperatura, es decir, 15.5°C o 60°F.

- **Gravedad Específica del Gas.** Se define como la relación entre el peso molecular de un gas cualquiera y el peso molecular del aire, ambos en condiciones estándar (60°F, 14.7 [Psia]). Para el caso de estudio se tomó una gravedad específica de 1.73.
- **Presión Base.** Corresponde a la condición base, referencia o estándar de presión, es decir, 14.7 [Psia].
- **Velocidad del Gas.** La velocidad del gas afecta la capacidad del sistema, la cual puede variar con la presión y el volumen de gas transportado. Un sistema de distribución de GLP no puede presentar una velocidad mayor a 120 [ft/S]. EL exceso debe evitarse, pues puede producir lo siguiente:
 - Ruidos o silbidos en la tubería que pueden irradiarse en las residencias cercanas.
 - Polvo, líquido u otros materiales pequeños pueden ser arrastrados por el movimiento rápido del gas, produciendo abrasión en los codos y tuberías, debido a las coaliciones que estos producen.
 - Una alta velocidad indica que la tubería operando cerca de su máxima capacidad, lo cual debe evitarse.

- **Eficiencia de Flujo.** Es un factor que permite establecer las limitaciones del sistema que no incluye la ecuación, tales como material de la tubería y estado de las mismas. Dicho factor depende de la rugosidad interna de la tubería y tiene un valor máximo de 1. Para tubería de polietileno de media densidad cuyo estado sea nueva el factor utilizado es de 0.98.
- **Factor de Demanda.** Para un grupo de suscriptores, clientes o usuarios, se define como la relación entre la máxima demanda simultánea de gas del grupo y el total de la carga conectada. Este factor de demanda es diferente para cada gasodoméstico, entendiéndose como gasodoméstico todo artefacto que funcione con gas como combustible. Se hace menor a medida que aumenta el número de usuarios.

Cuadro 24. Factor de Demanda o Simultaneidad.

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

Fuente: Empresas Públicas de Medellín.

5.2.4. Consumo de Energía por Vivienda. EL caudal de consumo por vivienda, se calculó de acuerdo al estudio de mercado llevando a cabo el siguiente procedimiento:

1. Se estableció el consumo mensual de GLP en cilindros por vivienda, el cual corresponde a 9.035 [m³/mes].
2. Se convirtió el consumo de [m³/mes] a [m³/hora].

3. Se multiplicó este consumo por el poder calorífico del GLP en [BTU/m³] para obtener el consumo en [BTU/hora] (98.009 [BTU/m³]).

El cuadro 24 Muestra el resumen de estas conversiones

Cuadro 25. Conversión de Consumo a Unidades de Energía.

CANTIDAD	UNIDAD
9.035	Consumo [m ³ /mes]
0.301	Consumo [m ³ /día]
0.086	Consumo [m ³ /hora]
8.433	Consumo [BTU/hora]

Fuente: autor

EL consumo por unidad de vivienda se tomó en promedio de 8.433 [BTU/hora].

5.2.5. Trazado de las Redes de Distribución.

5.2.5.1. Actualización del Plano con el Detalle del Municipio. Se registró fotográficamente la morfología urbana del municipio caracterizando de forma general la estructura física del casco urbano, actualizándose tanto las vías urbanas vehiculares como peatonales (pendiente del terreno, ancho y alto de andenes y vías, pasos elevados, pasos especiales, etc.). Además se tomó en cuenta:

- Determinación del número de viviendas por manzana.
- Determinación aproximada del número de viviendas a construir en los lotes y definir las posibles áreas de expansión del municipio.
- Reconocimiento de la red hidrográfica del municipio, estableciendo los puntos críticos o cruces de la línea de distribución sobre pasos especiales (áreas

sensibles o de tratamiento especial) y cuerpos de agua (como cañadas, quebradas y ríos).

- Revisión o redefinición del trazado preliminar de los anillos periféricos, las poliválvulas y válvulas de seccionamiento.
- Revisión del trazado preliminar de la troncal para determinar su longitud real y el impacto que ocasiona sobre el medio.

5.2.5.2. Previsiones Técnicas para Satisfacer Necesidades Futuras. Se estableció que el consumo de los locales comerciales equivale a 4 veces el consumo residencial según los datos arrojados en el estudio de mercado, mientras el consumo de los institucionales equivale a 2 veces el consumo residencial. Se asumió que todos los locales comerciales de alimentos (panaderías, Restaurantes y queserías etc.) Se conectarán a la red de GLP, de acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de mercado.

Otro factor a tener en cuenta es el crecimiento poblacional, el cual se fijó en un 2.0% anual, para un horizonte o vida útil del proyecto de 20 años, a partir del año 2.012.

5.2.5.3. Trazado de las Troncales. Una vez tabulada la información antes obtenida, se procedió a realizar el trazado definitivo de la tubería sobre el plano del casco urbano del municipio, teniendo en cuenta:

- Zonas verdes, lotes, terrenos baldíos, colegios, escuelas, iglesias, parques, etc.
- Las vías principales y secundarias, pasajes comerciales, peatonales, etc.
- Características del terreno tales como tierra, asfalto, concreto, empedrado, etc.
- Topografía del terreno.
- Presencia de ríos, quebradas, puentes, etc., procurando que las redes tengan el menor número de pasos elevados posibles.

- Evitar un diseño complicado.
- Estética, armonía y principios de diseño.
- Presencia de reservas forestales y construcciones catalogadas como patrimonio histórico y cultural.
- Garantizar el suministro de gas por cualquier ruta posible, en caso de que alguna sección de la red quede interrumpida por algún motivo.
- Evitar el transporte excesivo de gas por la red.

5.2.5.4. Trazado de los Anillos. Como los anillos están encargados de proporcionar gas a los usuarios directamente, deben circundar completamente cada manzana. Un criterio común para el trazado es que cada nodo debe abastecer entre seis y nueve manzanas.

Este número varía de acuerdo al tamaño de la manzana, al número de usuarios, al consumo por usuario y a las costumbres de la región.

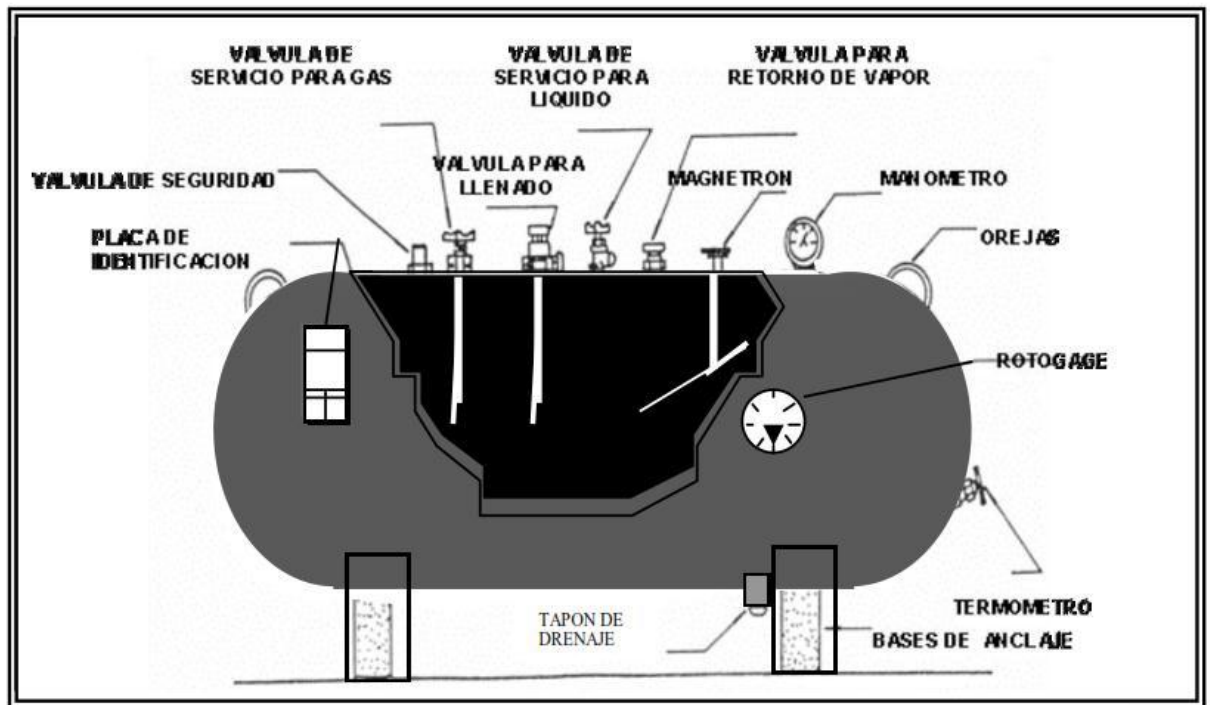
Estas variables han determinado que los anillos de distribución se hayan diseñado en tubería de polietileno de media densidad de $\frac{3}{4}$ " de diámetro. Por experiencia y por criterio común de las distribuidoras, la unificación de un diámetro de tubería, facilita entre otros, las siguientes actividades.

- La construcción de la red de gas.
- Un mayor control de los inventarios de tubería.
- Facilidad al momento de adelantar reparaciones, control de fugas y atención de emergencias.

5.3 TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Son contruidos siguiendo el Código ASME, sección VII, División1. En la figura 6. Se observan las principales características de un tanque de almacenamiento de Gas Licuado de Petróleo.

Figura 6. Tanque de almacenamiento



Fuente: Estudio de Factibilidad Guapota, Proviservicios 2012, modificado por el autor.

5.3.1. Ubicación de Tanques de Almacenamiento. Los tanques de almacenamiento deben ser ubicados en sitios que cumplan con las siguientes exigencias presentadas por la normatividad del Ministerio de Minas y Energía (Resol. 80505/87).

5.3.1.1. Distanciamiento. Los tanques estacionarios en superficie y enterrados, deberán colocarse a una distancia mínima entre sí, de edificios y linderos vecinos, de acuerdo a lo indicado en la figura 7 y en el siguiente cuadro:

Cuadro 26. Distancia mínima entre tanques

Capacidad de agua por Tanque Estacionario. [gls]	Distancias Mínimas [m]		
	A edificaciones y linderos vecinos		Entre tanques estacionarios
	Enterrados	Superficiales	
De 0.45 a 1: (120 a 250)	3	3	Ninguna
De 1.01 a 1.9: (251 a 500)	3	3	1
De 1.91 a 7.6: (501 a 2000)	3	7.6	1
De 7.61 a 15.2: (2001 a 4000)	7.6	7.6	1
De 15.21 a 114: (4001 a 30000)	15	23	1.5
De 114.01 a 265: (30001 a 70000)	15	30	(*)

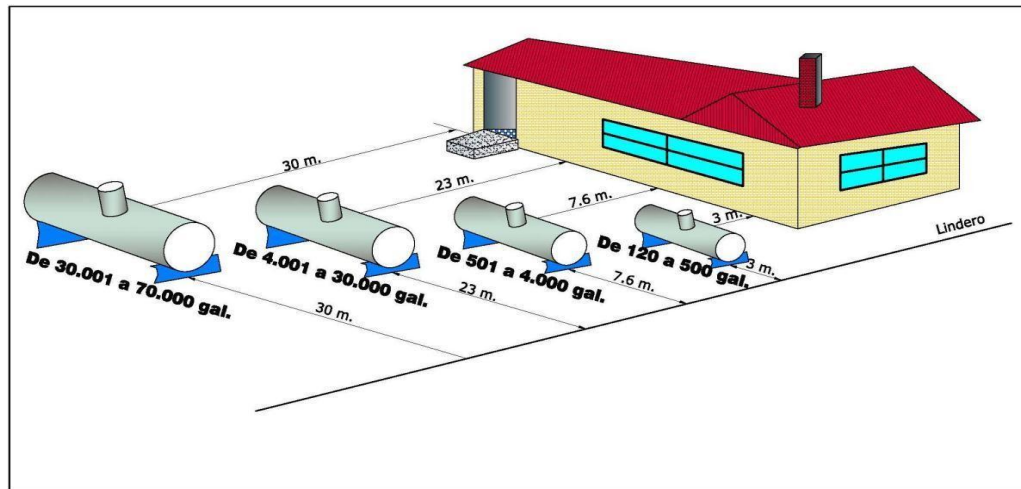
Fuente: Estudio de factibilidad Guapota, Proviservicios S.A 2012.

Las distancias para los Tanques Estacionarios en superficie se medirán entre la pared externa del Tanque o Tanques Estacionarios más cercana a cualquier construcción y al lindero de predios vecinos.

Los Tanques Estacionarios e superficie y enterrados, deben ubicarse en el exterior de la edificación y no podrán estar ubicados en los siguientes lugares:

- En el interior de las edificaciones (patios o jardines interiores).
- Debajo de las edificaciones (semisótanos o sótanos).

Figura 7. Distancia mínima entre tanques



Fuente: Estudio de factibilidad Guapota, Proviservicios S.A 2012.

El área donde esté ubicado el Tanque Estacionario deberá estar provista de una ventilación natural mediante la disposición de espacios abiertos ubicados al mismo nivel del Tanque Estacionario. La ubicación del Tanque Estacionario no será permitida si su ventilación se realiza a través de edificaciones locales o ductos. La suma de los volúmenes de los Tanques Estacionarios ubicados en un mismo sitio no debe sobrepasar los 10.000 galones cuando se encuentren ubicados en superficie.

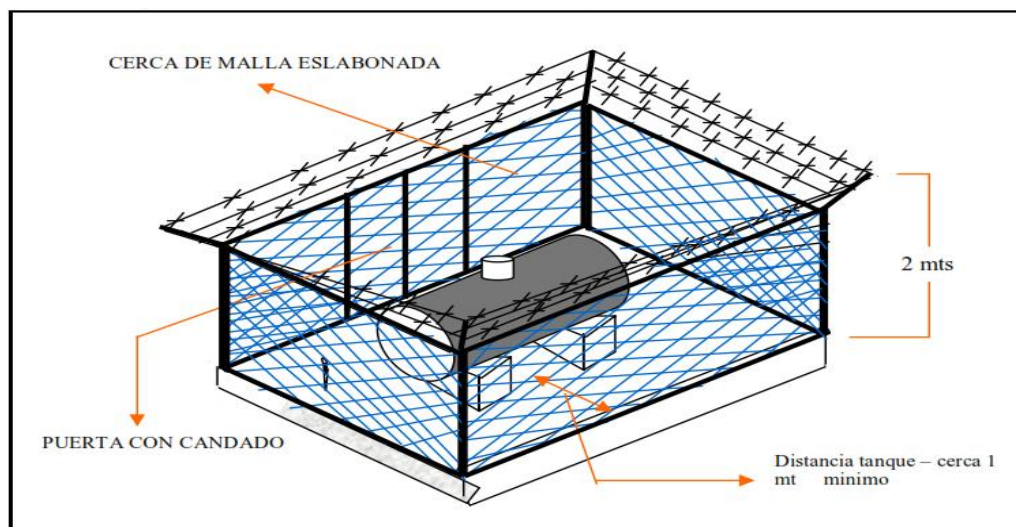
Para la ubicación del Tanque Estacionario en superficie o enterrado se deberá contar con el estudio de suelo con el fin de garantizar estabilidad de la instalación y la protección contra la corrosión. Adicionalmente, se debe respetar y cumplir el ordenamiento urbanístico establecido en el respectivo distrito o municipio

5.3.2. Bases para Tanques de Almacenamiento. Las bases para tanques de GLP se deben construir en concreto reforzado con acero, y se diseñarán con base en la capacidad portante del suelo y las dimensiones y peso del Tanque Estacionario. Dichos tanques se ubicarán en un área dispuesta para tal fin y

contara con excelente ventilación y espacios abiertos que le permiten un fácil acceso, lo cual garantiza la inspección y llenado en forma como y segura.

Del mismo modo, una vez sentadas las bases y realizado el montaje de los Tanques Estacionarios, se hace necesaria la construcción de encerramientos (Ver Figura 8) para garantizar el óptimo funcionamiento de la estación reduciendo el porcentaje de fallas en el sistema a causa de hurtos, saboteos o manipulación indebida de los equipos por parte de personal no autorizado.

Figura 8. . Bases para Tanques de Almacenamiento.



Fuente: Estudio de factibilidad Guapota, Proviservicios S.A 2012.

5.3.3. Dimensionamiento de los Tanques de Almacenamiento. Para el dimensionamiento de un tanque de almacenamiento de GLP se deben tener en cuenta la demanda atendida, 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 30% de su capacidad total, supla la demanda máxima horaria con la condición más crítica de temperatura.

5.3.3.1. Vaporización del Tanque. Para el cálculo de la vaporización del tanque se utiliza la siguiente formula.

$$H = (D \times L \times C) \quad 4-1$$

Donde,

H = Vaporización al 30% de la capacidad total en [BTU/h].

D = Diámetro del Tanque e Pulgadas.

L = Longitud total del tanque en pulgadas.

C = Factor de vaporización.

Las dimensiones de los tanques varían de acuerdo al fabricante. Adicionalmente, para medir el factor de vaporización es necesario utilizar la temperatura ambiente del sitio donde se va a instalar el tanque. El número de tanques necesarios se calcula con base a la vaporización y en la demanda máxima horaria, así:

$$NT = DMH/H \quad 4-2$$

Donde,

NT = Numero de tanque

DMH = Demanda máxima horaria, en [BTU/h].

H = Vaporización al 30% de la capacidad total en [BTU/h].

Si los decimales de N son mayores o iguales a 0.15, se aproxima al entero siguiente.

$$DMH = VIV \times dMH \times C \quad 4-3$$

Donde,

VIV = Número de viviendas, usuarios, etc.

dMH = Demanda máxima horaria por vivienda en [BTU/h].

C = Factor de simultaneidad.

5.3.3.2. Tiempo de Recarga. El tiempo de recarga se calcula a partir de la capacidad máxima de llenado del tanque y el consumo promedio diario.

$$TR = MLL - 0.30 \times CT/CPD \quad 4-4$$

Donde,

TR = Tiempo de recarga en días.

MLL = Nivel máximo de llenado de líquido.

CT = Capacidad de los tanques, en Gal.

CPD = Consumo promedio diario, en [Gal/día]

MLL: Para un GLP líquido con gravedad específica de 0.5408 (equivalente a una gravedad específica relativa al gas de 1.73), con una temperatura de líquido de 15.5°C (60°F) y con instalación superficial, el nivel de máximo llenado es de 90%.

5.3.4. Diseño de los Sistemas de Tanques de Almacenamiento. Para el diseño de los sistemas de Almacenamiento de GLP se calculó:

- Demanda máxima horaria (Caudal de diseño).
- Número de tanques especificando su capacidad en volumen.
- Tiempo entre recargas para garantizar su buena operación.

5.3.4.1. Sistema de Tanques de Almacenamiento. Ubicado, en la vía que conduce hacia el barrio El Reposo, se encuentra diseñado para abastecer el total de los habitantes del municipio.

La demanda máxima horaria se calculó de acuerdo al cuadro 27.

Cuadro 27. Sistema de Tanques de Almacenamiento.

TIPO DE USUARIO SEGÚN CONSUMO	USUARIOS ACTUALES	USUARIOS A 20 AÑOS	CONSUMO POR USUARIO M3/MES GLP	CONSUMO TOTAL M3/MES GLP	CONSUMO M3/DÍA GLP	CONSUMO BTU/día	CONSUMO BTU/H	FACTOR DE SIMULTANEIDAD	DEMANDA MAXIMA HORARIA DMH BTU/Hr
USUARIOS RESIDENCIALES	481	701	9,03	6.331	211,03	20.683.172	5.909.478	0,37	2.513.063
USUARIOS COMERCIALES	13	19	36,14	684	22,81	2.236.019	638.862		
USUARIOS INSTITUCIONALES	6	9	18,07	158	5,26	516.004	147.430		
usuarios industriales	1	1	90,35	132	4,39	430.004	122.858		
TOTALES	501	730		7.305	243,50	23.865.199	6.818.628		2.513.063

Fuente: autor.

Para satisfacer la demanda de Gas Licuado del Petróleo (GLP) en el municipio, se debe instalar un tanque de almacenamiento de 4.000 Galones de capacidad. El tiempo entre recargas de GLP del tanque es de diez días. En el cuadro 28 se presentan los principales cálculos.

Cuadro 28. Tiempo de recarga tanque

No	Gas Propano	Cantidad	Unidad
1	Consumo Diario	23.865.199	BTU/Día
2	DEMANDA MAXIMA HORARIA DMH	2.513.063	BTU/hr
3	Vapor. 1 Tanque 4,000 Gal = D*L*C = (5)*(6)*(7)	3.057.120	BTU/HR
4	Se toma un tanque con capacidad de:	4.000	Gal
5	D = Diámetro (pulg)	72	Pulg
6	L =Longitud (pulg)	220	Pulg
7	C = Constante de vaporización	193	
8	Numero de Tanques = (2)/(3)	0,82	TANQUES
9	Dado que $0.48 < 1,15$, NT = 1. Lo anterior quiere decir que se necesita 1 tanque de 2000 galones para abastecer el sector.		
10	Nivel máximo de llenado - MLL	90%	
11	Consumo promedio diario - CPD	243,50	Gal/Día
12	Capacidad de los tanques	4.000	Gal
13	Tiempo de recarga del tanque - TR	10	Días

Fuente: Estudio de factibilidad Guapota, Proviservicios S.A 2012, modificado por autor.

5.4. REDES DE DISTRIBUCIÓN.

Las redes de distribución se conectan a los sistemas de almacenamiento del municipio (tanques estacionarios), para llevar el suministro de GLP a los usuarios.

5.4.1. Red De Distribución. A través de esta se dará suministro al total de los usuarios del municipio, la red a su vez estará conectada al sistema de tanque de almacenamiento conformado por 1 tanques con capacidad de 4.000 galones. La figura 9 muestra el esquema de la red de distribución de GLP del municipio de La Esperanza.

5.4.1.1. Simulación del diseño. La determinación del caudal por nodo tuvo en cuenta la suma de las viviendas actuales ubicadas en el municipio, el consumo equivalente comercial e institucional y el crecimiento proyectado a 20 años. El caudal por nodo se observa en el cuadro 27. Estos caudales son introducidos al simulador para calcular la caída de presión en cada uno de los nodos.

Cuadro 29. Caudal por nodo para la Red Troncal

SIMULACIÓN TRONCAL									
Nodo	Viviendas a 2012	Equivalencia Establecimientos comerciales* (4)	Equivalencia Establecimientos institucionales*	Equivalencia Establecimientos industriales*	Crecimiento a 20 años	Qviv (BTU/h)	FD	Qnodo (BTU/h)	Qnodo (MMPCD)
1	33	-	-	10	63	8.433	0,4440	234.561	0,002028
2	91	8			144	8.433	0,3912	475.815	0,004115
3	95	20	2	-	170	8.433	0,3860	554.852	0,004798
5 inflex	-	-	-	-	-	8.433	0,0000	-	0,000000
4 nf		-				8.433		-	0,000000
7 inflex	-	-		-		8.433	0,0000	-	0,000000
6	77	24	8	-	159	8.433	0,3970	531.644	0,004597
8	104	-	2	-	154	8.433	0,3804	495.394	0,004284
9	81	-	-	-	118	8.433	0,3964	394.478	0,003411
S.Total 3(FUENTE)	481	52	12	10	809			2.686.743	0,023234
Equivalencia	481	13	6	1	730				

Fuente: autor.

Con base a los planos cartográficos de diseño se obtienen las longitudes de tubería, las cuales se registran en el cuadro 30.

Cuadro 30. Longitud Tubería Troncal por Tramos

TRAMO	DISTANCIA		DIAMETRO
	METROS	MILLAS	PULG
4 nf - 5 inflex	36,3	0,023	2
5 inflex -3	30,20	0,019	1
3-2	68,26	0,042	1
2-1	426,16	0,265	1
5 inflex -6	161,63	0,100	2
6 - 7 inflex	44,43	0,028	2
7-8	94,05	0,058	1
8-9	230,75	0,143	1
total	1091,78	0,6785	

Fuente: Autor.

- **Resultados del Software**

Los cálculos simulados en el software de diseño para la Red Troncal en tubería de polietileno se aprecian en el siguiente cuadro.

Cuadro 31. Caudal y Presión de la Red Troncal por Sección de Tubería

Nodo	Presión [psia]	Presión [psig]
1	32,043	17,343
2	32,823	18,123
3	33,926	19,226
4	35,700	21,000
5	35,448	20,748
6	35,140	20,440
7	35,094	20,394
8	31,905	17,205
9	30,670	15,970

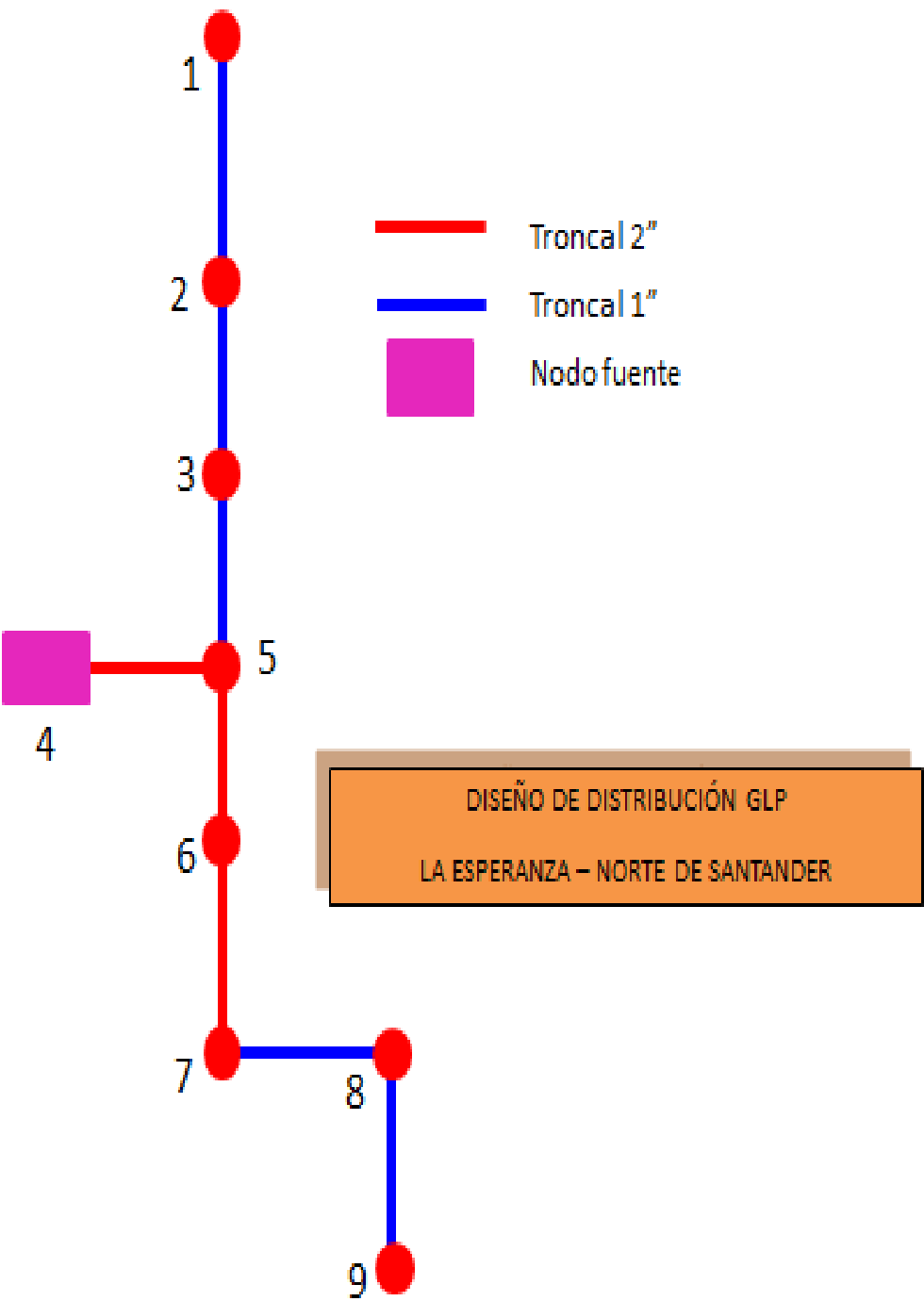
Tramo	Longitud [millas]	Caudal [MMpc/día]
4-5	0,0226	0,023181
3-5	0,0188	-0,010941
2-3	0,0424	-0,006143
1-2	0,2649	-0,002028
5-6	0,1005	0,012239
6-7	0,0276	0,008907
7-8	0,0585	0,008907
8-9	0,1434	0,003411

Fuente: Autor.

El valor de presión más bajo en el sistema es de 30,670 psia es decir 15,554psig. La presión mínima de entrada a los reguladores es de 10 psig, luego el diseño cumple con las especificaciones de máxima caída de presión.

El diagrama final de diseño de la red troncal arrojada por el simulador por diámetros de tubería se encuentra en la figura 9.

Figura 9. Esquema de Simulación Red Troncal.



Fuente: Autor.

- **Velocidad del gas**

Se escogió la velocidad del gas como parámetro de análisis para comprobar la efectividad de nuestro diseño. La velocidad del gas afecta la capacidad del sistema, la cual puede variar con la presión y el volumen de gas transportado. Los resultados se presentan en el cuadro 32. Se analizaron los puntos críticos (tramos de caudales mayores, a mayor caudal mayor velocidad) en cada tipo de tubería (diferentes diámetros), obteniéndose velocidades en el rango permitido para todos los tramos ubicados a lo largo del trazado de la red.

Cuadro 32. Velocidades del Gas

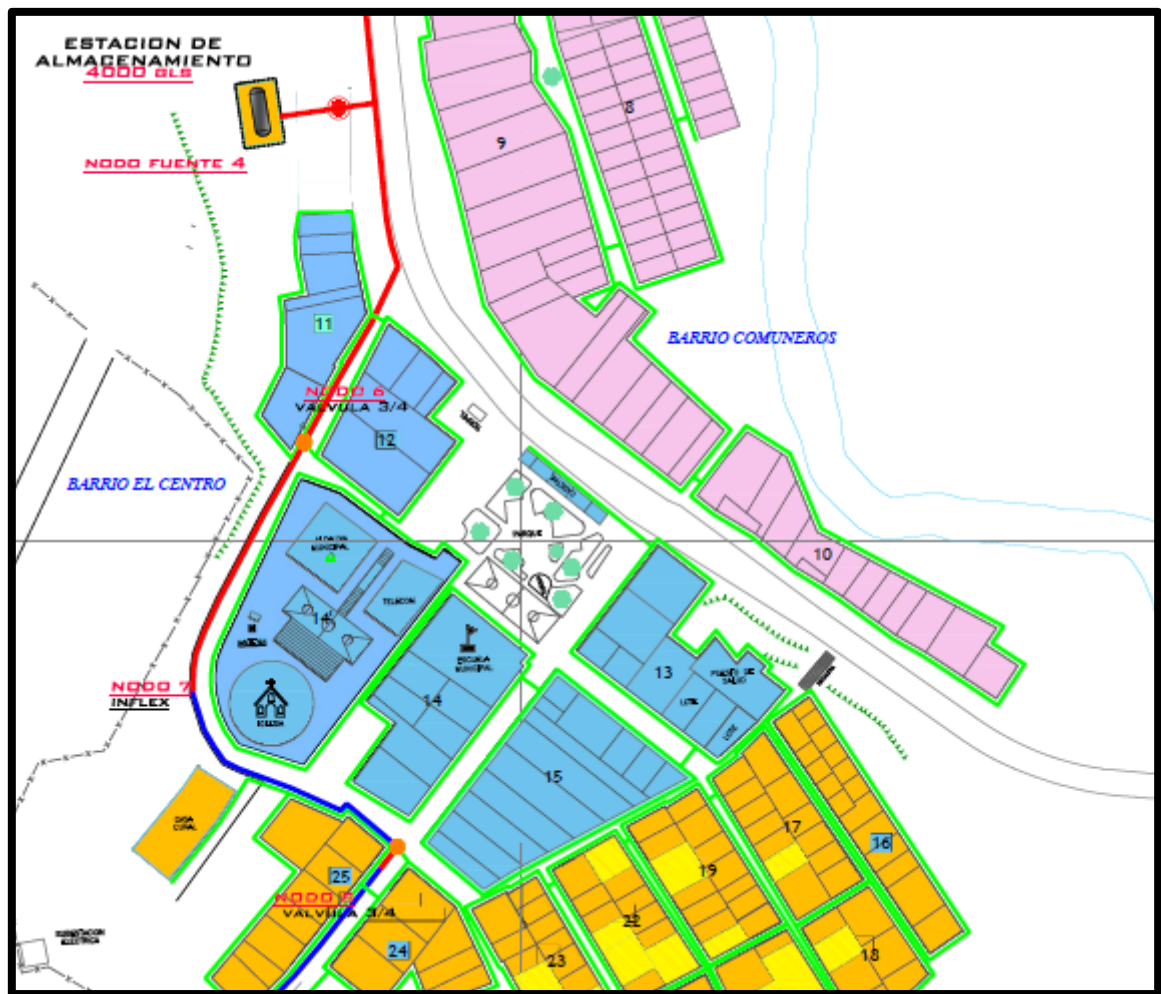
VELOCIDADES						
TRAMO	CAUDAL		DIAMETRO pulg	AREA		VELOCIDAD ft/seg
	MIMPCD	ft3/seg		pulg2	ft2	
4 nf - 5 inflex	0,023181	0,268	2	3,142	0,022	12,306
5 inflex -3	-0,010941	-0,127	1	0,785	0,005	23,232
3-2	-0,006143	-0,071	1	0,785	0,005	13,044
2-1	-0,002028	-0,023	1	0,785	0,005	4,306
5 inflex -6	0,012239	0,142	2	3,142	0,022	6,497
6 - 7 inflex	0,008907	0,103	2	3,142	0,022	4,728
7-8	0,008907	0,103	1	0,785	0,005	18,913
8-9	0,003411	0,039	1	0,785	0,005	7,243

Fuente: Autor

Esta velocidad de flujo en los nodos críticos está bastante lejos de la velocidad máxima permitida de 120 ft/seg, lo cual indica que la Red se encuentra bien diseñada.

Figura 10. (a y b) Esquema de la Esperanza – incluyendo el Trazado de las Redes (fig 9).





Fuente: Proviservicios, modificado por el autor.

5.5. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

El cronograma de ejecución de un proyecto de Masificación de GLP por redes se organiza de manera tal que todos los usuarios potenciales tengan la posibilidad de acceder al servicio. (Ver cuadros 33 y 34).

La planeación de las obras se estructuran en dos fases bien definidas, que permite en el menor tiempo iniciar con la prestación del servicio a los usuarios, estas son:

- Fase 1: Construcción y operación de la Red de Distribución.
- Fase 2: Instalaciones Domiciliarias a los Usuarios

Cuadro 33. Fase 1: Construcción y Operación de la Red de Distribución de GLP

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																																																	
ETAPAS	ACTIVIDADES	DURACION (Meses / Semanas)																																															
		1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				12			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4												
I PRELIMINARES	Legalizacion del Contrato																																																
	Implementación Plan de Seguridad Industrial																																																
	Socialización y concertación del Proyecto																																																
	Contratación del Personal																																																
	Compra de Materiales																																																
II CONSTRUCCION	Corte y rotura de calles, andenes y vías																																																
	Excavacion de zanjas																																																
	Instalacion de tubería de polietileno																																																
	Prueba de hermeticidad																																																
	Relleno, compactacion y tapado de zanjas																																																
	Reposicion del area intervenida																																																
	Constuccion y Montaje Estaciones de Almacenamiento																																																
	Planos As Built																																																
	Construccion de Instalaciones Domiciliarias																																																
	Interventoría																																																
III OPERACIÓN	Gasificación de la Red																																																
	Adquisición de Activos para la AOM																																																
	Operación y Mantenimiento -ESP																																																
	Senuimiento ambiental																																																

Fuente: Bases Excel Guapota, Proviservicios 2012 modificado por el autor.

Cuadro 34. Fase 2: Instalaciones Domiciliarias a los Usuarios

FASE 2: INSTALACIONES DOMICILIARIAS A LOS USUARIOS																																																	
ETAPAS	ACTIVIDADES	DURACION (Meses / Semanas)																																															
		1				1				2				3				4				5				6				7				8				9				11				12			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
I PRELIMINARES	Implementación Plan de Seguridad Industrial																																																
	Socialización y concertación del Proyecto																																																
	Comercialización y Venta de las Instalaciones																																																
II CONSTRUCCION	Plano Isometrico de la Instalación - Preliminar																																																
	Constucción e Instalación de Acometidas																																																
	Montaje e Intalación de Centros de Medición																																																
	Construcción e instalacion de la Red Interna																																																
	Prueba de Hermeticidad																																																
	Reposicion del area intervenida																																																
	Adecuación de Gasodomesticos																																																
	Plano Isometrico Final																																																
	Certificación de Instalaciones																																																
	Interventoría																																																
III OPERACIÓN	Puesta en servicio de las Instalaciones																																																
	Adquisición de Activos para la AOM																																																
	Operación y Mantenimiento -ESP																																																
	Seguimiento ambiental																																																

Fuente: Bases Excel Guapota, Proviservicios 2012, modificado por el autor.

6. PRESUPUESTO

El objetivo es el de estimar los costos básicos de la construcción del sistema de GLP por redes para el casco urbano de La Esperanza, para una cobertura actual del 100% del municipio mencionado anteriormente.

6.1. UNIDADES CONSTRUCTIVAS

Para la identificación y valoración de los costos del proyecto, se adoptan las unidades constructivas establecidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) como componentes típicos de dichos sistemas².

Las Unidades Constructivas o de Obra se encuentran referenciadas al año 2001, lo cual hace necesaria la actualización de acuerdo a los índices de precios al productor-IPP y al consumidor - IPC.

² Resolución 011 de Febrero 12 de 2003.

6.2. PRESUPUESTO SUMINISTRO DE GLP POR REDES SECTOR URBANO

6.2.1. Cantidades de obra - Construcción Redes De Distribución

6.2.1.1. Red de Distribución:

- Suministro de Tubería y Accesorios. En el cuadro 35 se relacionan las cantidades totales de tubería necesarias para la construcción de las redes en el municipio de La Esperanza.

Cuadro.35. Cantidad Tendido Tubería de Polietileno por Diámetro

TOTAL TUBERIA			
Diámetro TPE	METROS	KILOMETROS	PORCENTAJE
3/4" IPS	6207,0	6,2	85%
1" IPS	849	0,8	12%
2 " IPS	242	0,2	3%
TOTAL	7.299	7,3	100%

Fuente: Autor

- Cantidad de obra para la Construcción de la Red. En el Cuadro 36 se relacionan las cantidades de obra necesarias para la construcción de la red de suministro del municipio.

Cuadro 36. Cantidad de Obra Civil.

Total					
Diámetro TPE	Calzada Asfalto	Concreto	Anden Tableta	Zona Verde	TOTAL
	Cantidad m.	Cantidad m.	Cantidad m.	Cantidad m.	Cantidad m.
3/4" IPS	-	3.509	284	2.414	6.207
1" IPS	-	849,42	-	-	849,42
2 " IPS	-	242,36	-	-	242,36
TOTAL	-	4.601	284	2.414	7.299

Fuente: Autor.

6.2.2. Costo Del Proyecto. El costo total del proyecto comprende el costo de las redes de distribución, el sistema de almacenamiento y las instalaciones domiciliarias residenciales para el municipio.

6.2.2.1. Costo Total Red de Distribución. El presupuesto para la construcción de las redes de distribución para el casco urbano del municipio de La Esperanza se presenta en el cuadro 37.

Cuadro 37. Costo Red de Distribución.

PRESUPUESTO REDES						
Unidades Constructivas Homologadas						
Ítem	UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	Valor por Km. COL \$ de DIC/2013	Unidad	Cantidad	Valor por Km. COL \$ de DIC/2013
1	TPE3/4CO	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 3/4" EN CONCRETO	40.063.926	ML	3.509	140.584.316
2	TPE1CO	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 1" EN CONCRETO	42.558.792	ML	849	36.150.289
3	TPE2CO	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 2" EN CONCRETO	53.052.961	ML	242	12.857.916
3	TPE3/4TA	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 3/4" EN ANDEN TABLETA	45.131.343	ML	284	12.817.301
1	TPE3/4ZV	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 3/4" EN ZONA VERDE	15.213.245	ML	2.414	36.724.773
SUBTOTAL UNIDADES CONSTRUCTIVAS HOMOLOGADAS					7.299	\$ 239.134.596
Unidades Constructivas Especiales - No Homologadas						
Ítem	UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	Valor por Km. COL \$ de DIC/2013	Unidad	Cantidad	Valor por Km. COL \$ de DIC/2013
		PASOS ELEVADOS - OBRAS ESPECIALES				
	No Homologada	PASO ELEVADO N° 1 Luz 9 mts	9.000.000	Unid	1	9.000.000
	No Homologada	PASO ELEVADO N° 2 Luz 9 mts	9.000.000	Unid	1	9.000.000
	No Homologada	PASO ELEVADO N° 3 Luz 12 mts	15.000.000	Unid	1	12.000.000
3	No Homologada	PASO ELEVADO N° 4 Luz 12 mts	15.000.000	Unid	1	12.000.000
SUBTOTAL UNIDADES CONSTRUCTIVAS HOMOLOGADAS						\$ 42.000.000
TOTAL REDES DE DISTRIBUCIÓN						\$ 281.134.596

Fuente: Estudio de factibilidad Guapota, Proviservicios S.A 2012, modificado por autor.

6.2.2.2. Costo Sistema de Almacenamiento y Suministro de GLP. En este ítem se presentan los costos totales de la implementación de la estación de suministro y almacenamiento de GLP del municipio de La Esperanza.

Cuadro 38. Inversiones de la Implementación del Sistema de GLP por REDES.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	LOTE	GLO	1	60.000.000	60.000.000
2	ADECUACION DEL LOTE	GLO	1	10.927.500	10.927.500
3	OBRA CIVIL	GLO	1	67.484.931	67.484.931
4	OBRA MECANICA Y SISTEMA DE REGULACION	GLO	1	73.634.267	73.634.267
5	OBRA ELECTRICA Y SISTEMA CONTRA INCENDIO	GLO	1	49.437.400	49.437.400
6	TANQUE DE ALMACENAMIENTO 4000 GAL	UN	1	84.905.000	84.905.000
TOTAL INVERSIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO					346.389.098
AIU				23%	79.669.493
TOTAL COSTO ESTACION DE ALMACENAMIENTO					426.058.591

Fuente: autor

6.2.2.3. Costo Total Infraestructura de Distribución. En el Cuadro 39 se muestran los costos totales del proyecto, de los sistemas de GLP por redes.

Cuadro 39. Costo Total Infraestructura de Distribución

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR TOTAL
1	Sistema de Almacenamiento y suministro de GLP	GLO	1	426.058.591
2	Redes de Distribución	GLO	1	281.134.596
TOTAL INVERSION				707.193.187

Fuente: Autor

6.2.2.4. Instalaciones Domiciliarias. En el cuadro 40 se presenta el presupuesto de las instalaciones domiciliarias residenciales de Estrato 1 del proyecto.

Cuadro 40. Presupuesto Instalaciones Domiciliarias

ITEM	DESCRIPCIÓN	Valor por Unidad COL \$ de DIC/2013	Cantidad	TOTAL INVERSIÓN COL\$ de DIC/2013
1	USUARIOS ESTRATO 1, 2			606.060.000
1.1	(ACOMETIDA + MEDIDOR)	501.060	481	241.009.860
1.2	RED INTERNA	758.940	481	365.050.140
	VALOR TOTAL	1.260.000		
2	USUARIOS COMERCIALES			32.760.000
2.1	DERECHOS DE CONEXIÓN COMERCIALES (ACOMETIDA + MEDIDOR)	1.002.120	13	13.027.560
2.2	RED INTERNA	1.517.880	13	19.732.440
	VALOR TOTAL	2.520.000		
3	USUARIOS INSTITUCIONALES			11.340.000
3,1	DERECHOS DE CONEXIÓN INSTITUCIONALES (ACOMETIDA + MEDIDOR)	751.590	6	4.509.540
3,2	RED INTERNA	1.138.410	6	6.830.460
	VALOR TOTAL	1.890.000		
	USUARIOS INDUSTRIALES			2.520.000
4,1	DERECHOS DE CONEXIÓN INDUSTRIALES (ACOMETIDA + MEDIDOR)	1.002.120	1	1.002.120
4,2	RED INTERNA	1.517.880	1	1.517.880
	VALOR TOTAL	2.520.000		
TOTAL COSTOS DIRECTOS			501	652.680.000

Fuente: Autor.

6.2.2.5. Inversiones Administración, Operación y Mantenimiento. Son inversiones realizadas por la empresa – ESP prestadora del servicio público para garantizar la continuidad con calidad y economía de la prestación del servicio de GLP por redes. En el Cuadro 41 se describen las inversiones requeridas por el proyecto.

Cuadro 41. Inversión En Activos De Administración, Operación Y Mantenimiento

INVERSIONES EN CALIDAD				
Ítem	DESCRIPCIÓN	Valor por Und. COL \$ de DIC./2013	Cantidad	TOTAL COL \$ de DIC./2013
1	CABEZAS DE PRUEBA DE PRESIÓN	321.928	1	321.928
2	DETECTOR SENSOR ELECTROQUIMICO	13.475.529	1	13.475.529
3	SISTEMA DIGITAL DE GRABACIÓN DE LLAMADAS, MULTIMUNICIPIOS	208.127.239	0,05	10.406.362
4	SISTEMA DE INFORMACION, MULTIMUNICIPIOS	153.668.768	0,05	7.683.438
TOTAL				31.887.257
INVERSIONES EN OTROS ACTIVOS - MUNICIPIO				
Ítem	DESCRIPCIÓN	Valor por Und. COL \$ de DIC./2013	Cantidad	TOTAL COL \$ de DIC./2013
1	MAQUINARIA	26.603.360	0,5	13.301.680
2	EQUIPO DE COMPUTO	3.990.504	1,0	3.990.504
	VEHICULOS	26.603.360	1,0	26.603.360
3	MOTOCICLETA	7.981.008	1,0	7.981.008
4	MUEBLES Y EQUIPOS DE OFICINA	3.990.504	1,0	3.990.504
5	EQUIPO DE COMUNICACIÓN	2.660.336	0,5	1.330.168
TOTAL				57.197.224
TOTAL ACTIVOS				89.084.481

Fuente: Estudio de factibilidad Guapota, Proviservicios S.A 2012, modificado por autor.

6.2.2.6. Interventoría. De acuerdo a lo establecido por el Sistema General de Regalías su distribución en porcentajes es la siguiente:

El valor de la Interventoría técnica equivale a un 10% del monto solicitado al SGR igualmente la Interventoría Administrativa y financiera será del 4% del monto solicitado al SGR.

Cuadro 42 Interventoría del Proyecto

Descripción	Porcentaje	Valor Dic./2013
Costo Infraestructura de Distribución	52%	707.193.187
Costo Instalaciones Domiciliarias	48%	652.680.000
TOTAL COSTO DIRECTO	100%	1.359.873.187

Descripción	Porcentaje	Valor Dic./2013
Cofinanciacion SGR		
Infraestructura de Distribución	60%	565.754.550
Conexiones Domiciliarias	26%	240.500.000
Subtotal Cofinanciacion SGR	86%	806.254.550
Interventoría Administrativa y Financiera	4%	37.500.212
Interventoria Tecnica	10%	93.750.529
Valor Total Solicitado SGR	100%	937.505.290

Fuente: Estudio de factibilidad Guapota, Proviservicios S.A 2012, modificado por autor.

6.2.2.7. Costo Total. En el Cuadro 43 se muestran los costos totales del proyecto, la red externa, acometidas, centros de medición, red interna e Interventoría.

Cuadro 43. Costo Total Del Proyecto

COSTO TOTAL DEL PROYECTO			
Ítem	FASES	Descripción	Valor Total
1	Infraestructura de Distribución	Red de Distribución GLP por redes	281.134.596
2		Sistema de almacenamiento y regulación	426.058.591
3		TOTAL	707.193.187
4	Instalaciones Domiciliarias	Derechos de Conexión	259.549.080
5		Red Interna	393.130.920
6		TOTAL	652.680.000
SUBTOTAL			1.359.873.187
7	Interventoria	Interventoría Tecnica	93.750.529
8		Interventoría Administrativa y Financiera	37.500.212
9		TOTAL	131.250.741
10	Operación	Activos Administración, Operación y Mantenimiento	89.084.481
TOTAL PROYECTO			1.580.208.409

Fuente: Autor.

6.2.3. Costos AOM. Para efectos del estudio, se ha considerado que el costo del primer año de Administración, Operación y Mantenimiento (AOM) equivale al 3% del costo de la Inversión (\$ 281.134.596) de las redes de Distribución, \$ 426.058.591 del sistema de almacenamiento y regulación y \$ 89.084.481 de activos de Administración, Operación y Mantenimiento). Es decir, para el primer año el costo de AOM sería aproximadamente de \$ 23.888.330. Para efecto de los cálculos de viabilidad se aplica un aumento en los costos de AOM del 1.5% con respecto al del año inmediatamente anterior.

6.2.4. Esquema de Cofinanciación. En el siguiente cuadro se relaciona la cofinanciación que puede tener el proyecto ante el Sistema General de Regalías.

Cuadro 44. Propuesta De Cofinanciación

ESQUEMA DE COFINANCIACION					
INFRAESTRUCTURA DE DISTRIBUCIÓN					
Ítem	Fases	Descripción	Ente Cofinanciador	Porcentaje de Participación	ValorTotal
1	Infraestructura de Distribución	Construcción Troncal , Red de Distribución y Sistema de Almacenamiento y Regulación	Gobernacion de Norte Santander - OCAD DPTAL	80%	565.754.550
			Empresa prestadora de servicio (Diseños Electricos y Estudio de Suelos)	20%	141.438.637
		TOTAL INFRAESTRUCTURA DE DISTRIBUCIÓN		100%	707.193.187
CONEXIONES DOMICILIARIAS RESIDENCIALES					
2	Conexiones Domiciliarias	INSTALACIONES DOMICILIARIAS ESTRATO 1			
		Subsidio Instalacion Domiciliaria	Gobernacion de Norte Santander - OCAD DPTAL	40%	153.000.000
		Saldo instalacion interna	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios	60%	232.560.000
		TOTAL INSTALACION DOMICILIARIA ESTRATO 1		100%	385.560.000
		INSTALACIONES DOMICILIARIAS ESTRATO 2			
		Subsidio Instalacion Domiciliaria	Gobernacion de Norte Santander - OCAD DPTAL	40%	87.500.000
		Saldo instalacion interna	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios	60%	133.000.000
		TOTAL INSTALACION DOMICILIARIA ESTRATO 2		100%	220.500.000
		INSTALACIONES INDUSTRIALES			
		Conexión Industrial	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios	40%	1.002.120
		Red Interna Industrial	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios	60%	1.517.880
		TOTAL INSTALACION INDUSTRIALES		100%	2.520.000
		INSTALACIONES COMERCIALES			
		Conexión Comercial	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios	40%	13.027.560
		Red Interna Comercial	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios	60%	19.732.440
		TOTAL INSTALACION COMERCIAL		100%	32.760.000
		INSTALACIONES INSTITUCIONALES			
		Conexión Institucional	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios	40%	4.509.540
		Red Interna Institucional	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios	60%	6.830.460
		TOTAL INSTALACION INSTITUCIONAL		100%	11.340.000
		TOTAL INSTALACIONES DOMICILIARIAS RESIDENCIALES		100%	652.680.000
INTERVENTORIA					
3	Interventoría	Técnica	Gobernacion de Norte Santander - OCAD DPTAL	71%	93.750.529
		Administrativa y Financiera	Gobernacion de Norte Santander - OCAD DPTAL	29%	37.500.212
		TOTAL INTERVENTORIA		100%	131.250.741
OPERACIÓN					
4	Operación	ACTIVOS ADMINISTRACION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Empresa prestadora de Servicios	100%	89.084.481
TOTAL PROYECTO					1.580.208.409

Fuente: Estudio de factibilidad Guapota, Proviservicios S.A 2012, modificado por autor.

Cuadro 45. Resumen Propuesta de Cofinanciación

Ítem	Ente Cofinanciador	Descripción	Valor	%
1	Gobernacion de Norte Santander - OCAD DPTAL	Infraestructura de Distribución	\$ 565.754.550	59%
		Instalaciones Domiciliarias	\$ 240.500.000	
		Interventoría Tecnica, Administrativa y Financiera.	\$ 131.250.741	
2	USUARIOS	Usuanos Financiados por Empresa prestadora de servicios	\$ 412.180.000	26%
3	Empresa prestadora de servicio	Activos de Administración, Operación y Mantenimiento	\$ 89.084.481	15%
		Infraestructura de Distribución	\$ 141.438.637	
	TOTAL		\$ 1.580.208.409	100%

Fuente: Estudio de factibilidad Guapota, Proviservicios S.A 2012, modificado por autor.

6.2.5. Flujo de Fondos del Proyecto. En el cuadro 46 se presenta el flujo de fondos mensual para la ejecución del proyecto y el resumen de cofinanciación

Cuadro 46. Flujo De Fondos Del Proyecto

FLUJO MENSUAL DE INVERSIÓN - 1ER AÑO		DURACIÓN - MESES												TOTAL
Descripción	Ente Cofinanciador	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	
INFRAESTRUCTURA DE DISTRIBUCIÓN														
Construcción Troncal, Red de Distribución y sistema de almacenamiento y regulación	Gobernación de Norte Santander - OCAD DPTAL	47.146.212	47.146.212	47.146.212	47.146.212	47.146.212	47.146.212	47.146.212	47.146.212	47.146.212	47.146.212	47.146.212	47.146.212	665.754.550
	Empresa prestadora de servicio (Diseños Electricos y Estudio de Suelos)	11.786.553	11.786.553	11.786.553	11.786.553	11.786.553	11.786.553	11.786.553	11.786.553	11.786.553	11.786.553	11.786.553	11.786.553	141.438.637
CONEXIONES ESTRATO 1														-
Subsidio Instalacion Domiciliaria	Gobernación de Norte Santander - OCAD DPTAL					19.125.000	19.125.000	19.125.000	19.125.000	19.125.000	19.125.000	19.125.000	19.125.000	153.000.000
Saldo instalacion interna	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios					29.070.000	29.070.000	29.070.000	29.070.000	29.070.000	29.070.000	29.070.000	29.070.000	232.560.000
CONEXIONES ESTRATO 2														-
Subsidio Instalacion Domiciliaria	Gobernación de Norte Santander - OCAD DPTAL					10.937.500	10.937.500	10.937.500	10.937.500	10.937.500	10.937.500	10.937.500	10.937.500	87.500.000
Saldo instalacion interna	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios					16.625.000	16.625.000	16.625.000	16.625.000	16.625.000	16.625.000	16.625.000	16.625.000	133.000.000
CONEXIONES INDUSTRIALES														-
Red Interna Industrial	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios					189.735	189.735	189.735	189.735	189.735	189.735	189.735	189.735	1.517.880
Red Interna Comercial	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios					189.735	189.735	189.735	189.735	189.735	189.735	189.735	189.735	1.517.880
CONEXIONES COMERCIALES														-
Conexión Comercial	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios					1.628.445	1.628.445	1.628.445	1.628.445	1.628.445	1.628.445	1.628.445	1.628.445	13.027.560
Red Interna Comercial	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios					2.466.555	2.466.555	2.466.555	2.466.555	2.466.555	2.466.555	2.466.555	2.466.555	19.732.440
CONEXIONES INSTITUCIONALES														-
Conexión Institucional	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios					563.693	563.693	563.693	563.693	563.693	563.693	563.693	563.693	4.509.540
Red Interna Institucional	Usuario-Financiado por Empresa prestadora de Servicios					853.808	853.808	853.808	853.808	853.808	853.808	853.808	853.808	6.830.460
INTERVENTORIA														-
Interventoría Técnica	Gobernación de Norte Santander - OCAD DPTAL	7.812.544	7.812.544	7.812.544	7.812.544	7.812.544	7.812.544	7.812.544	7.812.544	7.812.544	7.812.544	7.812.544	7.812.544	93.750.529
Interventoría Administrativa y Financiera	Gobernación de Norte Santander - OCAD DPTAL	3.125.018	3.125.018	3.125.018	3.125.018	3.125.018	3.125.018	3.125.018	3.125.018	3.125.018	3.125.018	3.125.018	3.125.018	37.500.212
ACTIVOS ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Empresa prestadora de Servicios	7.423.707	7.423.707	7.423.707	7.423.707	7.423.707	7.423.707	7.423.707	7.423.707	7.423.707	7.423.707	7.423.707	7.423.707	89.084.481
TOTAL		77.294.034	77.294.034	77.294.034	77.294.034	158.943.504	158.943.504	158.943.504	158.943.504	158.943.504	158.943.504	158.943.504	158.943.504	1.580.724.169

7. TARIFA INDICATIVA DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

El cálculo de la tarifa se hace de acuerdo a la resolución CREG 011 de 2003, resolución por la cual se establecen los criterios generales para remunerar las actividades de distribución y comercialización de gas combustible, y las fórmulas generales para la prestación del servicio público domiciliario de distribución de gas combustible por redes de tubería.

7.1. PRINCIPALES DEFINICIONES

7.1.1 Acceso al Sistema de Distribución. Es la utilización de los Sistemas de Distribución de gas combustible por redes de tubería, por parte de los Almacenadores, Comercializadores, otros Distribuidores y usuarios, a cambio del pago de cargos por uso de la red y de los cargos de conexión correspondientes, con los derechos y deberes establecidos en la Resolución CREG-067 de 1995 o aquellas disposiciones que lo sustituyan, modifiquen o complementen.

7.1.2 Canasta de Tarifas. Metodología de control tarifario consistente en la fijación, por parte del Distribuidor, de cargos máximos diferenciados por rangos de consumo. Dichos cargos y rangos de consumo deben cumplir con la condición de que sus ingresos asociados no superen los ingresos asociados al Cargo Promedio de Distribución aprobado por la Comisión.

7.1.3 Cargo Promedio de Distribución. Es el cargo promedio unitario de distribución en pesos por metro cúbico (\$/m³), aprobado por la Comisión, aplicable a un Sistema de Distribución de Gas Combustible.

7.1.4 Conexiones de Acceso al Sistema de Distribución (Conexión). Activos de uso exclusivo, que no hacen parte del Sistema de Distribución, que permiten conectar un Comercializador, un Almacenador, otro Distribuidor, o un usuario a un Sistema de Distribución de gas combustible por redes de tuberías. La conexión se compone básicamente de los equipos que conforman el centro de medición y la acometida, activos que son propiedad de quien los hubiere pagado, si no fueren inmuebles por adhesión.

7.1.5 Demanda de Volumen. Cantidad de gas combustible que el Distribuidor proyecta entregar anualmente a los consumidores finales para el Horizonte de Proyección, expresado en metros cúbicos.

7.1.6 Distribución de Gas Combustible. Es el transporte de gas combustible a través de redes de tubería, desde las Estaciones Reguladoras de Puerta de Ciudad, o desde un Sistema de Distribución, hasta la conexión de un usuario, de conformidad con la definición del numeral 14.28 de la Ley 142 de 1994.

7.1.7 Distribuidor de Gas Combustible por Redes (Distribuidor). Persona encargada de la administración, la gestión comercial, la planeación, la expansión, la operación y el mantenimiento de todo o parte de la capacidad de un Sistema de Distribución. Los activos utilizados pueden ser de su propiedad o de terceros.

7.1.8 Empresas de Servicios Públicos. Las que define el Título I, Capítulo I, de la Ley 142 de 1994.

7.1.9 Estación Reguladora de Puerta de Ciudad o Puerta de Ciudad. Estación reguladora de presión, en la cual se efectúan labores de tratamiento y medición del gas. A partir de este punto inician las redes que conforman total o parcialmente un Sistema de Distribución y el Distribuidor asume la custodia del gas combustible.

7.1.10 Fecha Base. Es la fecha de referencia que se tiene en cuenta para realizar los cálculos de los cargos que el Distribuidor o el Comercializador presentan a la CREG en cada Período Tarifario, y corresponde al 31 de diciembre del año anterior al año de la solicitud tarifaria. Con respecto a la Fecha Base se hacen los cálculos de valor presente utilizados en la metodología de remuneración y se expresan los valores de las inversiones y gastos.

7.1.11 Fórmula Tarifaria Específica. Conjunto de criterios y de métodos de carácter particular, sujetos a la Fórmula Tarifaria General, resumidos por medio de una fórmula, en virtud de los cuales cada Comercializador puede modificar periódicamente las tarifas que cobra a sus Usuarios Regulados. Cuando se haga referencia a fórmula tarifaria de una empresa debe entenderse la Fórmula Tarifaria Específica.

7.1.12 Fórmula Tarifaria General. Conjunto de criterios y de métodos de tipo general en virtud de los cuales se determina, a los Comercializadores de gas que atienden a Usuarios Regulados, la tarifa promedio por unidad de gas combustible.

7.1.13 Gas Combustible. Es cualquier gas que pertenezca a una de las tres familias de gases combustibles (gases manufacturados, gas natural y gas licuado de petróleo) y cuyas características permiten su empleo en artefactos a gas, según lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC-3527, o aquellas que la modifiquen, sustituyan o complementen.

7.1.14 Gas Licuado de Petróleo (GLP). Es una mezcla de hidrocarburos extraídos del procesamiento del gas natural o del petróleo, gaseosos en condiciones atmosféricas, que se licuan fácilmente por enfriamiento o compresión. El GLP está constituido principalmente por propano y butano.

7.1.15 Gas Natural. Es una mezcla de hidrocarburos livianos, principalmente constituida por metano, que se encuentra en los yacimientos en forma libre o en forma asociada al petróleo. El Gas Natural, cuando lo requiera, debe ser acondicionado o tratado para que satisfaga las condiciones de calidad de gas establecidas por la CREG.

7.1.16 Gas Natural Comprimido (GNC). Gas Natural cuya presión se aumenta a través de un proceso de compresión y se almacena en recipientes de alta resistencia.

7.1.17 Horizonte De Proyección. Período de tiempo, fijado en 20 años, utilizado para simular el comportamiento de las variables de demanda y gastos de administración, operación y mantenimiento asociados a la utilización de la Inversión Base, en la metodología tarifaria.

7.1.18 Mercado Relevante de Comercialización. Conjunto de usuarios conectados directamente a un mismo Sistema de Distribución, para el cual la Comisión de Regulación de Energía y Gas ha aprobado el cargo respectivo.

7.1.19 Mercado Relevante de Distribución. Conjunto de usuarios pertenecientes a un municipio o a un grupo de municipios, para el cual la CREG establece cargos por uso del Sistema de Distribución al cual están conectados.

7.1.20 Pérdidas de Gas en Distribución. Es la diferencia entre el gas combustible medido (en condiciones estándar) en Puerta(s) de Ciudad y el gas combustible medido (en condiciones estándar) en las conexiones de los usuarios, excluyendo el gas combustible requerido para operar el Sistema de Distribución.

7.1.21 Período Tarifario. Período por el cual la Fórmula Tarifaria General con sus respectivos componentes tienen vigencia, de acuerdo con lo establecido en el artículo 126 de la Ley 142 de 1994.

7.1.22 Red Primaria de Distribución. Sistemas de tuberías destinados a la conducción de gas hacia sectores puntuales de consumo en los centros urbanos o la interconexión de varias comunidades. Para el caso de gas natural están comprendidas entre la estación receptora (city gate) de cada localidad y las estaciones reguladoras secundarias dispuestas en la red de distribución. Por lo general, se componen de tuberías de acero operadas a alta presión.

7.1.23 Red Secundaria de Distribución. Sistemas de tuberías que se derivan de las Redes Primarias en las estaciones reguladoras de distrito y se extienden hacia las instalaciones de los usuarios en un sector determinado de la red de distribución. Por lo general se componen de tuberías de materiales plásticos especiales, operadas a media presión.

7.1.24 Reglamento de Comercialización. Conjunto de disposiciones expedidas por la Comisión, a las cuales deben someterse las Empresas de Servicios Públicos, los usuarios y demás Agentes que desarrollen la actividad de comercialización de gas combustible en un Mercado Relevante de Comercialización.

7.1.25 Reglamento de Distribución. Conjunto de disposiciones expedidas por la Comisión, a las cuales deben someterse las Empresas de Servicios Públicos, los usuarios y demás Agentes que utilicen Sistemas de Distribución de gas combustible por redes de tubería. Hasta tanto la Comisión establezca uno diferente, el Reglamento de Distribución será el adoptado mediante Resolución CREG-067 de 1995;

7.1.26 Senda Tarifaria. Conjunto de Cargos Máximos de Distribución definidos por el Distribuidor para cada uno de los períodos anuales de un horizonte de diez años, conforme a la metodología establecida en esta Resolución.

7.1.27 Sistema de Distribución. Es el conjunto de gasoductos que transporta gas combustible desde una Estación Reguladora de Puerta de Ciudad o desde otro Sistema de Distribución hasta el punto de derivación de las acometidas de los inmuebles, sin incluir su conexión y medición.

7.2. PRINCIPIOS GENERALES.

La metodología que se aplicará para el cálculo de los cargos por uso de los Sistemas de Distribución tendrá en cuenta los siguientes principios generales

- a) Los cargos por uso de los Sistemas de Distribución serán aprobados por la CREG de forma tal que los usuarios de las redes paguen un único cargo por el uso de cada sistema, independientemente del número de propietarios del mismo.
- b) Los cargos remunerarán al Distribuidor la infraestructura necesaria para llevar el suministro desde el Punto de Salida del Sistema Nacional de Transporte o desde los tanques de almacenamiento en los casos de distribución de GLP y GNC por redes, hasta el punto de entrega al usuario. Incluyen los costos de conexión del Sistema de Distribución al Sistema de Transporte, pero no incluyen los costos de conexión del usuario al respectivo Sistema de Distribución.
- c) Los Almacenadores, los Comercializadores y los usuarios conectados a un Sistema de Distribución, según corresponda, pagarán al Distribuidor o a los Distribuidores correspondientes los cargos por uso aprobados por la CREG de acuerdo con la metodología que se define en la Resolución 011 de 2003 para el cálculo de estos cargos.

- d) El cargo por uso del Sistema de Distribución que se cobre a un usuario deberá ser el mismo independientemente del Comercializador que lo atienda.
- e) Cuando un Sistema de Distribución se deriva de otro Sistema de Distribución, la custodia del gas combustible es asumida por el segundo Distribuidor a partir de la frontera comercial correspondiente.

7.3. REMUNERACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE DISTRIBUCIÓN DE GAS COMBUSTIBLE POR REDES DE TUBERÍA

La actividad de Distribución de Gas Combustible por redes de tubería se remunerará utilizando la metodología de Canasta de Tarifas, aplicada con base en los cargos por uso aprobados por la CREG a partir de cálculos de costos medios de mediano plazo.

7.4. CÁLCULO DE LOS COSTOS MEDIOS DE MEDIANO PLAZO

Los costos medios de mediano plazo, para el Mercado Relevante de Distribución, se calculan a partir de la Inversión Base, el Costo de Capital Invertido, los gastos de Administración, Operación y Mantenimiento (AOM) y la Demanda de Volumen del mercado correspondiente, aplicando los criterios tarifarios establecidos en la Ley 142 de 1994.

7.4.1. Inversión Base. La Inversión Base comprenderá la Inversión Existente a la fecha de la solicitud tarifaria y el Programa de Nuevas Inversiones que proyecte el Distribuidor:

- a) Inversión Existente a la fecha de la solicitud tarifaria en activos inherentes a la operación (puertas de ciudad, gasoductos, estaciones de regulación y accesorios) y otros activos.

Los activos correspondientes a la Inversión Existente serán los activos reconocidos en la última revisión tarifaria más los activos construidos durante el período tarifario anterior. Todos los activos de la Inversión Existente deberán inventariarse, homologándolos a las Unidades Constructivas definidas en la presente Resolución. Activos tales como cruces subfluviales y otros no homologables a las Unidades Constructivas, deberán ser reportados separadamente.

- b) Programa de Nuevas Inversiones en Activos Inherentes a la Operación y en Otros Activos

La empresa reportará, en pesos de la Fecha Base, el Programa de Nuevas Inversiones que proyecta realizar durante el siguiente Período Tarifario, así como la fecha de entrada en operación de Activos Inherentes a la Operación, o la fecha de ejecución de la inversión en Otros Activos. Las inversiones proyectadas reportadas por la empresa serán revisadas y ajustadas, de ser necesario, de conformidad con los criterios de eficiencia adoptados por la CREG, mediante esta Resolución, para establecer la Inversión Base.

El Distribuidor presentará a la Comisión el Programa de Nuevas Inversiones indicando las metas de cobertura anual y dará cuenta de dicho Programa a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, para lo de su competencia.

En el evento en que un Distribuidor ejecute, durante el respectivo Período Tarifario, una inversión no prevista en el Programa de Nuevas Inversiones presentado a la CREG en su solicitud de cargos, estos activos serán considerados

en la revisión de los cargos que se efectúe a mitad del Período Tarifario, o en el Período Tarifario siguiente, según corresponda; mientras esto sucede, dichas inversiones serán remuneradas con los cargos regulados vigentes para el Sistema de Distribución del cual hagan parte. Asimismo, las inversiones no ejecutadas y previstas en el Programa de Nuevas Inversiones serán consideradas en la revisión de los cargos que se efectúe a mitad del Período Tarifario.

Los activos correspondientes al Programa de Nuevas Inversiones se reportarán de acuerdo con las Unidades Constructivas que se presentan en el Anexo 1 de la presente Resolución.

- c) Ajuste de la Inversión Base correspondiente a la Red Secundaria de Distribución por Criterio de Eficiencia.

La determinación de la eficiencia en la utilización de Redes Secundarias de Distribución considerará la relación entre la longitud total de la Red Secundaria, estimada para el último año del Período Tarifario y el número de usuarios totales proyectados a esa fecha. El ajuste correspondiente a este criterio de eficiencia se aplicará a la Inversión Base asociada a Redes Secundarias, de acuerdo con la metodología del Anexo 8 de la Resolución 011/03.

7.5. COSTO DE CAPITAL INVERTIDO

El Costo de Capital Invertido para remunerar los activos de la actividad de Distribución de Gas Combustible, corresponderá al definido mediante Resolución CREG-045 de 2002.

7.6. GASTOS DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los gastos de administración, operación y mantenimiento (AOM) de cada empresa se determinarán con base en la metodología de análisis envolvente de datos. La proyección de gastos de AOM durante el Horizonte de Proyección deberá ser reportada por las empresas en pesos de la Fecha Base.

7.7. CÁLCULO DEL CARGO PROMEDIO DE DISTRIBUCIÓN

La CREG aprobará para cada Mercado Relevante de Distribución, los cargos por uso correspondientes, establecidos a partir de los costos medios de mediano plazo que remuneren la Inversión Base y los gastos de AOM respectivos. La estimación de los costos medios para la prestación del servicio de Distribución de Gas Combustible se basa en el cálculo de valores presentes, de la siguiente forma:

- a) La Inversión Existente se refiere a precios de la Fecha Base utilizando el Índice de Precios al Productor reportado por el Banco de la República.
- b) Para cada uno de los años del Periodo Tarifario se toma el Programa de Nuevas Inversiones correspondiente y se descuenta a valor presente de la Fecha Base, utilizando la tasa de Costo de Capital Invertido.
- c) Se calcula el valor presente de los Gastos de AOM. Estos gastos serán descontados con la tasa de Costo de Capital Invertido;
- d) Se calcula el valor presente de la Demanda de Volumen correspondiente a la Inversión Base. Esta demanda será descontada con la tasa de Costo de Capital Invertido.
- e) Los costos medios correspondientes se determinarán como la relación entre el valor presente descontado de los costos de inversión y los gastos de AOM

según se establece en los literales a), b) y c), y el valor presente descontado de la Demanda de Volumen (literal d) de este numeral.

- f) El costo medio calculado corresponderá al Cargo Promedio de Distribución del Mercado Relevante de Distribución.

7.8. UNIDADES CONSTRUCTIVAS

Para la identificación y valoración de Sistemas de Distribución de gas combustible por redes de tubería, se adoptan las Unidades Constructivas definidas en el Anexo 1 de la Resolución 011/03.

Parágrafo 1: Excepto los activos incluidos en el rubro de Otros Activos, los terrenos e inmuebles y los casos justificados por los Agentes, basados en reglamentación especial o condiciones extraordinarias, no se admitirán para el cálculo tarifario, Unidades Constructivas diferentes a las establecidas en la presente Resolución. Los activos respectivos deberán clasificarse, directamente o por homologación, en las Unidades Constructivas establecidas.

7.9. SENDA TARIFARIA PARA REMUNERAR LA ACTIVIDAD DE DISTRIBUCIÓN DE MERCADOS NUEVOS.

Para los Mercados Relevantes nuevos, el Distribuidor podrá emplear, para la determinación del Cargo Promedio de Distribución, la metodología de costos medios de mediano plazo o proponer una Senda Tarifaria. Dicha Senda estará conformada por un conjunto de cargos máximos de distribución, expresados en precios de la Fecha Base, establecidos libremente por el Distribuidor con una duración equivalente al tiempo que reste del Período Tarifario vigente y el siguiente Período Tarifario en un Mercado Relevante, con la obligación de no

modificarla dentro de este período de tiempo. La aplicación de esta Senda requiere mutuo acuerdo entre el Agente y la Comisión y aprobación, mediante resolución, por parte de la CREG.

7.10. FÓRMULAS DE CONVERSIÓN DE CARGOS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL Y CARGOS DE DISTRIBUCIÓN DE GLP.

La metodología para establecer los factores de equivalencia energética para hacer correspondientes los Cargos Promedio de Distribución de gas natural con los Cargos de Distribución de GLP por redes de tubería, expresados en \$/m³ seguirá el procedimiento consignado en el Anexo 6 de la Resolución 011/03.

7.10.1 Vigencia de los cargos. Los Cargos Promedio de Distribución que apruebe la Comisión tendrán una vigencia de cinco (5) años, contados a partir de la entrada en vigencia de la resolución que apruebe la fórmula tarifaria específica correspondiente. Vencido este período, dichas fórmulas continuarán rigiendo hasta tanto la Comisión no fije las nuevas.

7.11. CALCULO DE LA TARIFA

7.11.1. Calculo del Cargo Promedio de Distribución. Para el cálculo del cargo promedio de distribución se utilizan parámetros dados por la CREG en la resolución No. 013 de 2003, tales como la tasa de recuperación del capital a través del cargo variable (11,31%). El cargo de distribución promedio se calculó de acuerdo a lo descrito en el numeral 6.9.

El cuadro 47 presenta el cálculo de la tasa de recuperación del capital utilizada para obtener el cargo promedio de distribución.

Cuadro 47. Calculo de la Tasa Recuperación del Capital

	TASA DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	NOMENCLATURA	VALOR
1	Beta desapalancado	Bu	0,279
2	Tasa Nominal de Impuestos	T	35,00%
3	Valor en Porcentaje de endeudamiento	D	40,00%
4	Valor en Porcentaje del capital propio	E	60,00%
5	Beta	B	0,400
6	Prima de Riesgo del mercado	nrm	7,80%
7	Prima de Riesgo del Negocio	nrn	
8	Tasa Libre de Riesgo	rf	6,07%
9	Tasa de riesgo del país	nrp	6,19%
1	Costo del capital propio o equity	KE	
1	Peso ponderado del capital propio	WE	
1	Costo de la deuda	KD	10,40%
1	Peso ponderado de la deuda	WD	
1	Tasa WACC después de impuestos	WACC di	11,93%
1	Tasa WACC antes de impuestos	WACC ai	18,36%
1	Tasa de inflación en dólares americanos	i	2,60%
1	Tasa de retorno en términos reales antes de	tr	15,36%
1	Factor de ajuste		0,70%
1	Tasa de retorno en términos reales antes		11,31%

Fuente: Estudio de factibilidad Guapota, Proviservicios S.A 2012, modificado por autor.

El cargo promedio de distribución (**Dm**) calculado para la tarifa de GLP por redes en el casco urbano del Municipio de La Esperanza es de **\$ 1.578,6 \$/m³**.

Cuadro 48. Cargo Promedio de Distribución

Dm INV Empresa Prestadora del servicio	\$ 448,6	22%
Dm INVERSIONES SGR	\$ 1.130,0	56%
Dm INVERSION TOTAL	\$ 1.578,6	78%
Dm AOM	\$ 452,5	22%
Dm TOTAL	\$ 2.031,1	100%

Fuente: Estudio de factibilidad Guapota, Proviservicios S.A 2012, modificado por autor.

7.11.2. Cargo de Comercialización. Se ha fijado un Cargo de Comercialización igual al del Municipio de Zapatoca (Resolución 118 de 2007), el cual es un mercado similar al municipio de La Esperanza. El cargo de comercialización se actualizó de diciembre de 2007 a Diciembre de 2012 de acuerdo al IPC reportado por el Banco de la República.

Cuadro 49. Calculo del Cargo de Comercialización

DETALLE	DIC 31 de 2007	DIC 31 de 2008	DIC 31 de 2009	DIC 31 de 2010	DIC 31 de 2011	DIC 31 de 2012	DIC 31 de 2013
Cargo de Comercialización (\$/factura)	\$ 2.310,6	\$ 2.442,0	\$ 2.629,3	\$ 2.681,9	\$ 2.766,9	\$ 2.870,1	\$ 2.977,2

Fuente: Resolución CREG 118 de 2007 - Aprobacion de Tarifas Municipio de Zapatoca

Fuente: Resolución CREG 118 2007. Se asume el mismo cargo de Zapatoca - Santander, siguiendo lo establecido en el parágrafo 1-Art.23 de la Resolución CREG 011 de 2003.

7.11.3. Tarifa Indicativa. Con el monto Cofinanciado por el Sistema General de Regalías de las redes y sistemas de almacenamiento y regulación (60% - \$984.206.925), sería necesario cobrar solamente el cargo por AOM, las inversiones de la Empresa prestadora de servicios en redes de distribución (20% - \$151.479.489) y los activos de calidad (\$ 89.084.481), es decir \$ 901.1 \$/m3. En este caso, el costo total de la tarifa (\$/m3) sería:

Cuadro 50. Tarifa Indicativa

ITEM	COSTOS POR METRO CÚBICO	Costos Dic. 2.013
1	Ingreso Maximo por producto del Gran comercializador Ecopetrol \$/Galon (Gt)	\$ 2.829,9
2	Ingreso Maximo por Transporte de GLP Ecopetrol \$/Galon (Et)	\$ 109,1
3	Margen del Comercializador Mayorista \$/Galon (Nt)	\$ 145,0
4	Costo Transporte terrestre \$/Galon (Tt)	\$ 550,0
5	Cargo de Distribucion (DVjm) - Dm Proviservicios SA ESP	\$ 901,1
6	Porcentaje reconocido de Perdidas (1-p)	\$ 1,0
7	Factor de Conversion Volumetrica	\$ 1,0
CARGO VARIABLE Mvjm		\$ 4.628,3

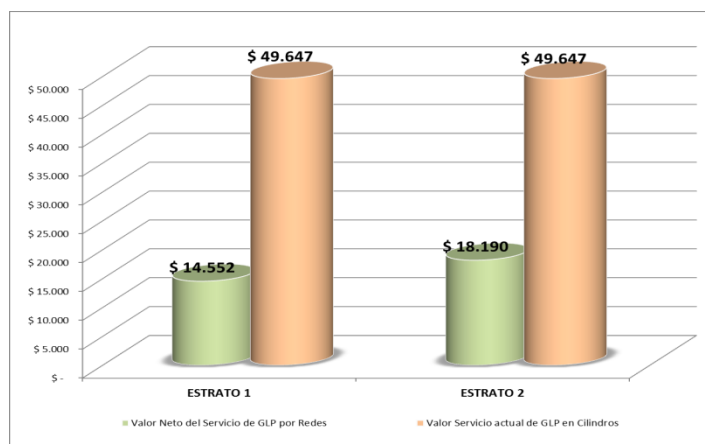
Fuente: Estudio de factibilidad Guapota, Proviservicios S.A 2012, modificado por autor.

Aplicando los descuentos otorgados por el Fondo de Solidaridad Social y redistribución de Ingresos, FSSRI para los estratos 1 y 2 que corresponden al 100% de la población de La esperanza, el costo mensual de la factura y el ahorro se ve reflejado en el Cuadro 51.

Cuadro 51. Costo de la Factura Subsidiada

COSTO FACTURA REAL	ESTRATO 1	ESTRATO 2
Valor Factura Base (sin Subsidios)	\$ 36.379	\$ 36.379
Subsidio FSSRI	\$ 21.827	\$ 18.190
Valor Neto del Servicio de GLP por Redes	\$ 14.552	\$ 18.190
Valor Servicio actual de GLP en Cilindros	\$ 49.647	\$ 49.647
Ahorro	\$ 35.095	\$ 31.457
%Ahorro	71%	63%

Fuente: Autor.



Fuente: Autor.

Cuadro 52. Financiación redes internas

Valor Total Instalación Domiciliaria hasta 10 mts de Acometida y 18 mts de Red Interna		1.260.000		
item	Descripción	Usuario Estrato 1	Usuario Estrato 2	Usuario Estrato 3
1	Subsidio del SGR	\$ 150.318	\$ 100.212	
2	Subsidio del Departamento y/o Municipio.	\$ 489.125	\$ 489.125	\$ 489.125
4	Cuota Inicial	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000
4	SALDO A FINANCIAR	\$ 470.557	\$ 520.663	\$ 620.875

Fuente: Estudio de factibilidad Guapota, Proviservicios S.A 2012, modificado por autor.

Cuadro 53. Plan de pago

PLAN DE PAGO	
VALOR TOTAL CONEXIÓN	\$ 1.260.000,00
SUBSIDIO GOBERNACION	\$ 489.125,00
SUBSIDIO MUNICIPIO	
CUOTA INICIAL	\$ 150.000,00
SALDO A PAGAR	\$ 620.875,00
INTERES	2,00%
PLAZO (MESES)	48
VALOR CUOTA FJA	\$ 20.241,66

CUOTA	VALOR CUOTA	INTERESES	CAPITAL	SALDO CAPITAL
0				620.875
1	20.242	12.418	7.824	613.051
2	20.242	12.261	7.981	605.070
3	20.242	12.101	8.140	596.930
4	20.242	11.939	8.303	588.627
5	20.242	11.773	8.469	580.158
6	20.242	11.603	8.639	571.519
7	20.242	11.430	8.811	562.708
8	20.242	11.254	8.988	553.720
9	20.242	11.074	9.167	544.553
10	20.242	10.891	9.351	535.203
11	20.242	10.704	9.538	525.665
12	20.242	10.513	9.728	515.937
13	20.242	10.319	9.923	506.014
14	20.242	10.120	10.121	495.892
15	20.242	9.918	10.324	485.568
16	20.242	9.711	10.530	475.038
17	20.242	9.501	10.741	464.297
18	20.242	9.286	10.956	453.342
19	20.242	9.067	11.175	442.167
20	20.242	8.843	11.398	430.768
21	20.242	8.615	11.626	419.142
22	20.242	8.383	11.859	407.283
23	20.242	8.146	12.096	395.187
24	20.242	7.904	12.338	382.849
25	20.242	7.657	12.585	370.265
26	20.242	7.405	12.836	357.428
27	20.242	7.149	13.093	344.335
28	20.242	6.887	13.355	330.980
29	20.242	6.620	13.622	317.358
30	20.242	6.347	13.895	303.464
31	20.242	6.069	14.172	289.291
32	20.242	5.786	14.456	274.835
33	20.242	5.497	14.745	260.090
34	20.242	5.202	15.040	245.051
35	20.242	4.901	15.341	229.710
36	20.242	4.594	15.647	214.063
37	20.242	4.281	15.960	198.102
38	20.242	3.962	16.280	181.822
39	20.242	3.636	16.605	165.217
40	20.242	3.304	16.937	148.280
41	20.242	2.966	17.276	131.004
42	20.242	2.620	17.622	113.382
43	20.242	2.268	17.974	95.408
44	20.242	1.908	18.333	77.075
45	20.242	1.541	18.700	58.375
46	20.242	1.167	19.074	39.300
47	20.242	786	19.456	19.845
48	20.242	397	19.845	(0)
TOTAL	971.600	350.725	620.875	971.600

Fuente: Estudio de factibilidad Guapota, Proviservicios S.A 2012, modificado por autor.

8. CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

- Los recursos del fondo nacional de regalías que el gobierno otorga a este tipo de proyectos se ven reflejados en la disminución de la tarifa, permitiendo al usuario un ahorro significativo en contraste con la distribución de GLP por cilindros.
- Este proyecto se realizó gracias al interés y apoyo de las administraciones municipales y departamentales, con la participación y aceptación de la comunidad quienes recibieron con la idea de implementar este proyecto en el municipio teniendo en cuenta que con este proyecto se mejorara la oferta energética para los usuarios de manera segura y más económica.
- Los recursos del fondo nacional de regalías que el gobierno otorga a este tipo de proyectos se ven reflejados en la disminución de la tarifa, permitiendo al usuario un ahorro significativo en contraste con la distribución de GLP por cilindros.
- Al realizar el análisis de sensibilidad de parámetros como diámetros de troncal, anillos con variaciones en la presión se determinó que el modelo óptimo para el municipio de La esperanza es usar una troncal con diámetro variable (1" y 2") con anillos de $\frac{3}{4}$ " distribuidos estratégicamente para mantener la presión requerida y cumpliendo con los requisitos establecidos.
- La topografía del municipio hizo necesario un diseño de red abierta diseñada de manera que los anillos quedaran distribuidos de la manera más uniforme posible para así evitar pérdidas de presión sectorizadas, se hizo necesario rediseñar y redistribuir los anillos, el trazado de la troncal y la ubicación del

tanque de almacenamiento con el fin de reducir pérdidas de presión, costo de materiales y mano de obra.

- Gracias al estudio demográfico y social se obtuvo la información puntual necesaria para establecer las variables indispensables para elaborar nuestro diseño y obtener datos más exactos.
- Para obtener los valores de demanda potencial de GLP se debe tener en cuenta el consumo promedio por vivienda, las futuras zonas de expansión, el número de usuarios, teniendo siempre en cuenta si son usuarios residenciales, comerciales, industriales o institucionales, cada uno representa un consumo diferente, olvidar esto podría arrojar valores muy alejados de la realidad.
- Para garantizar que todos los habitantes del municipio tuvieran acceso a la instalación domiciliaria se optó por crear una estrategia de financiación para facilitar la adquisición de la red interna en cada domicilio.
- Un diseño de redes de distribución de gas domiciliario debe ajustarse a las normas técnicas y resoluciones emitidas por las entidades competentes.
- Al realizar los cálculos correspondientes se debe tener en cuenta que el diámetro utilizado debe ser el diámetro interno, mas no el nominal, puesto que este segundo disminuirá e maneras significativa las pérdidas de presión en cada tramo.
- EL ingeniero o diseñador es quien traza la red a lo largo del municipio y por lo tanto quien debe determinar la ubicación de todos los criterios presentes en la red, el software utilizado es solo una herramienta para hacer los cálculos, está en ningún momento define criterios de distribución o ubicación.

- Se utilizó la formulación de müeller para el flujo de gas en tuberías, debido a que es el modelo matemático que representa de manera más precisa el flujo de glp en tuberías de diámetro inferiores a 2" bajas presiones y distancias cortas.

9. BIBLIOGRAFÍA

- CORREA, Diego Fernando, NIVIA REY Jhon Jairo. “Factibilidad técnico económica, para el diseño de redes domiciliarias de gas propano para el municipio de Guayata”.
- ECOPETROL S.A. “El petróleo en Colombia”.
- EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN. “Guía para el diseño e instalaciones de gas en edificaciones”. Segunda edición. Bogotá 1997.
- MARTÍNEZ Macías J. “Cálculos de tuberías y redes de gas”.
- PINO MORALES Fernando. “Curso de Gasotecnia”.
- PAVCO 2005. “Manual tuberías”.
- SERRANO QUINTERO Mariela “Plan de Desarrollo Municipal La esperanza 2008-2011”.
- Estudio de factibilidad guapota, Proviservicios S.A, 2012

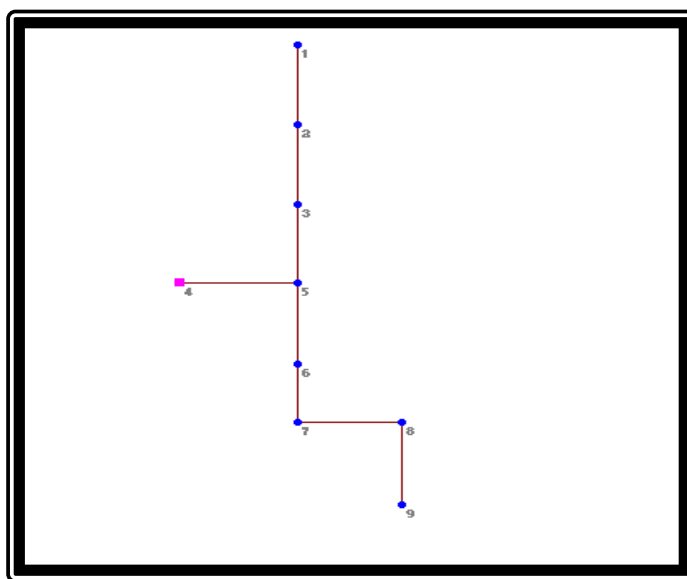
ANEXOS

ANEXO A. DISEÑO DE LA RED DOMICILIARIA DE GLP

1. TRONCAL OPCION 1 RED ABIERTA

1.1 TRONCAL

Figura 1. Troncal opción 1.



Fuente: autor

Temperatura de flujo= 82,4° F

Gravedad específica= 1,73

Eficiencia de flujo= 0,98

Temperatura base = 60°F

Presión base = 14,7 psia

Presión fuente= 20 psig

Ecuación utilizada = Müller

1.1.1. Cálculos Troncal

Tabla 1. Presión troncal opción 1.

Nodo	Presión [psia]	Presión [psig]
1	32,043	17,343
2	32,823	18,123
3	33,926	19,226
4	35,700	21,000
5	35,448	20,748
6	35,140	20,440
7	35,094	20,394
8	31,905	17,205
9	30,670	15,970

Fuente: autor

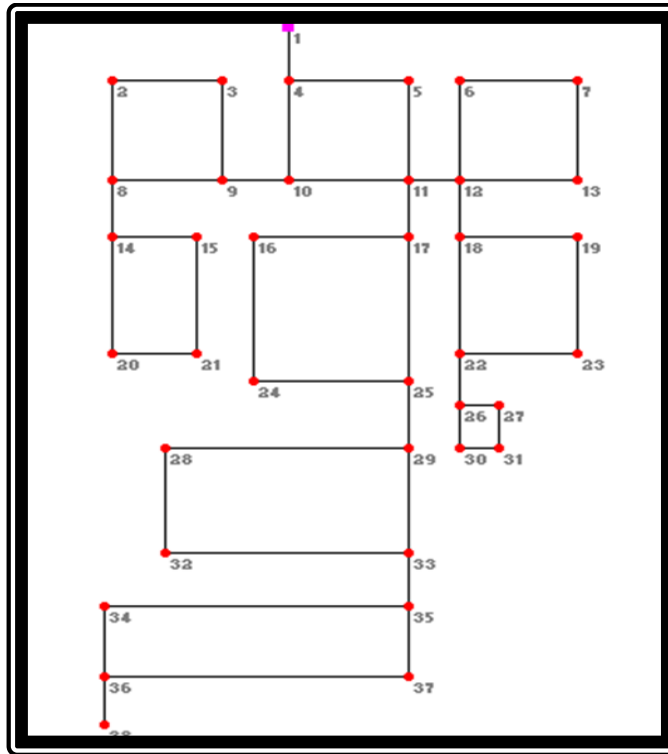
Tabla 2. Longitud y caudal opción 1.

Tramo	Longitud [millas]	Caudal [MMpc/día]
4-5	0,0226	0,023181
3-5	0,0188	-0,010941
2-3	0,0424	-0,006143
1-2	0,2649	-0,002028
5-6	0,1005	0,012239
6-7	0,0276	0,008907
7-8	0,0585	0,008907
8-9	0,1434	0,003411

Fuente: autor

1.2 ANILLO 1A NODO 9

Figura 2. Anillo 1A nodo 9.



Fuente: autor

Temperatura de flujo= 82,4° F

Gravedad específica= 1,73

Diámetro tubería = 3/4 “

Eficiencia de flujo= 0,98

Temperatura base = 60°F

Presión base = 14,7 psia

Presión fuente = 15,97psig

Ecuación utilizada = Müller

1.2.1 Cálculos Anillo 1a Nodo 9

Tabla 3. Presión anillo 1A nodo 9.

Nodo	Entrega [MMpc/día]	Presión [psig]
1	NF	15,97
2	0,000126	15,649
3	0,000084	15,653
4	0,000126	15,859
5	0,000126	15,747
6	0,000126	15,639
7	0,000084	15,633
8	0,000126	15,648
9	0,000126	15,659
10	0,000126	15,660
11	0,000126	15,646
12	0,000126	15,646
13	0,000084	15,632
14	0,000084	15,648
15	0,000042	15,647
16	0,000084	15,557
17	0,000084	15,594
18	0,000126	15,644
19	0,000126	15,638
20	0,000042	15,646
21	0,000042	15,646
22	0,000126	15,633
23	0,000168	15,634
24	0,000042	15,557
25	0,000042	15,557
26	0,000042	15,633
27	inflex	15,633
28	0,000126	15,553
29	0,000126	15,554
30	inflex	15,633
31	inflex	15,633
32	0,000126	15,553
33	0,000126	15,554
34	0,000084	15,554
35	0,000126	15,554
36	0,000084	15,554
37	0,000084	15,562
38	0,000084	15,554

Fuente: autor

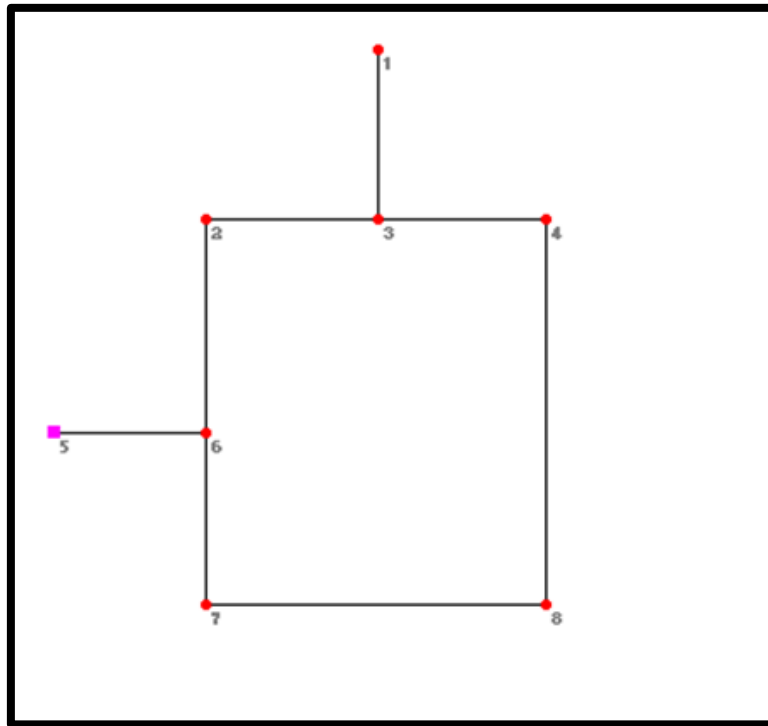
Tabla 4. Longitud y caudal anillo 1A nodo 9.

Tramo	Longitud [millas]	Caudal [MMpc/dia]
1-4	0,00283	0,003403
4-5	0,01483	0,001525
5-11	0,01720	0,001399
10-11	0,01948	0,000954
4-10	0,01561	0,001752
11-12	0,00106	0,001009
6-12	0,01740	-0,000356
6-7	0,03282	0,000230
7-13	0,01711	0,000146
12-13	0,03653	-0,000062
18-19	0,01020	0,000449
19-23	0,01076	0,000323
22-23	0,00998	-0,000155
18-22	0,01133	0,000014
9-10	0,00093	-0,000672
3-9	0,01714	-0,000342
2-3	0,01943	-0,000258
2-8	0,01582	0,000132
8-9	0,01722	-0,000204
11-17	0,01053	0,001218
17-25	0,01053	0,001014
24-25	0,01685	-0,000006
16-24	0,01106	0,000060
16-17	0,01561	-0,000120
25-29	0,00123	0,000966
28-29	0,02230	-0,000105
28-32	0,01057	-0,000021
32-33	0,01612	-0,000147
29-33	0,01057	0,000735
33-35	0,00093	0,000462
34-35	0,04245	-0,000010
34-36	0,00833	-0,000074
36-37	0,04132	-0,000242
35-37	0,00839	0,000326
36-38	0,00314	0,000084
22-26	0,00909	0,000043
8-14	0,00186	0,000210
14-15	0,00580	0,000196
15-21	0,01058	0,000050
20-21	0,00598	-0,000112
14-20	0,01120	-0,000070

Fuente: autor

1.3 ANILLLO 1B NODO 1

Figura 3. Anillo 1B nodo 1



Fuente: autor

Temperatura de flujo= 82,4° F

Gravedad específica= 1,73

Diámetro tubería =3/4"

Eficiencia de flujo= 0,98

Temperatura base = 60°F

Presión base = 14,7 psia

Presión fuente = 17,343 psig

Ecuación utilizada = Müller

1.3.1 Cálculos Anillo 1b Nodo 1

Tabla 5. Presión anillo 1B nodo 1.

Nodo	Entrega [MMpc/día]	Presión [psig]
1	0,000372	17,123
2	0,000421	17,169
3	0,000372	17,124
4	0,000421	17,124
5	NF	17,343
6	0,000372	17,197
7	0,000421	17,198
8	0,000637	17,136

Fuente: autor

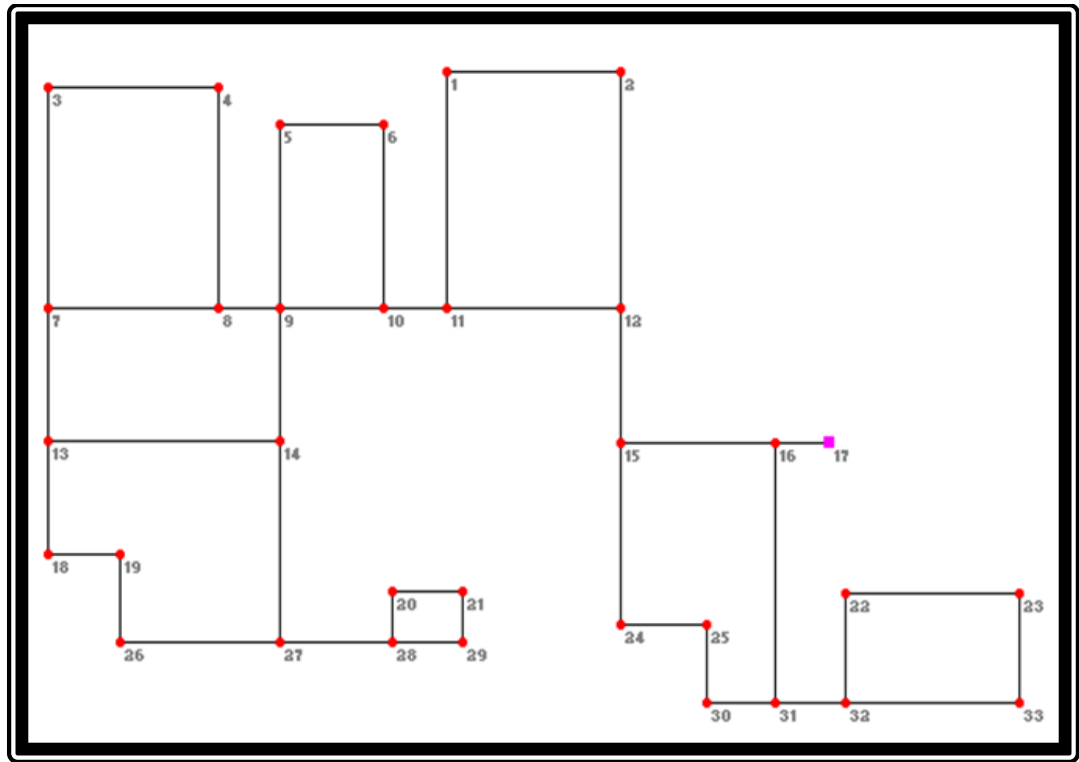
Tabla 6. Longitud y caudal anillo 1B nodo1.

Tramo	Longitud [millas]	Caudal [MMpc/día]
5-6	0,00186	0,003016
2-6	0,02306	-0,001296
2-3	0,01865	0,000875
4-8	0,00373	-0,000290
7-8	0,00945	0,000297
6-7	0,04562	0,001348
3-4	0,02380	0,000131
1-3	0,01554	-0,000372

Fuente: autor

1.4 ANILLO 2A NODO 6.

Figura 4. Anillo 2A nodo 6.



Fuente: autor

Temperatura de flujo= 82,4° F

Gravedad específica= 1,73

Diámetro tubería= 3/4"

Eficiencia de flujo= 0,98

Temperatura base = 60°F

Presión base = 14,7 psia

Presión fuente = 20,440 psig

Ecuación utilizada = Müller

1.4.1 Cálculos Anillo 2a Nodo 9.

Tabla 7. Presión anillo 2A nodo 9.

Nodo	Entrega [MMpc/día]	Presión [psig]
1	0,000084	19,221
2	0,000169	18,910
3	0,000127	19,006
4	0,000127	19,008
5	0,000169	19,057
6	0,000169	19,087
7	0,000127	19,005
8	0,000169	19,020
9	0,000211	19,024
10	0,000127	19,148
11	0,000084	19,171
12	0,000084	19,751
13	0,000169	19,004
14	0,000127	19,007
15	0,000127	19,843
16	0,000084	20,263
17	NF	20,440
18	0,000127	18,925
19	0,000000	18,923
20	inflex	18,853
21	inflex	18,853
22	0,000211	19,982
23	0,000211	19,967
24	0,000084	19,870
25	0,000000	20,254
26	0,000211	18,922
27	0,000127	18,922
28	0,000886	18,853
29	inflex	18,853
30	0,000084	19,910
31	0,000127	19,993
32	0,000211	19,978
33	0,000169	19,978

Fuente: autor

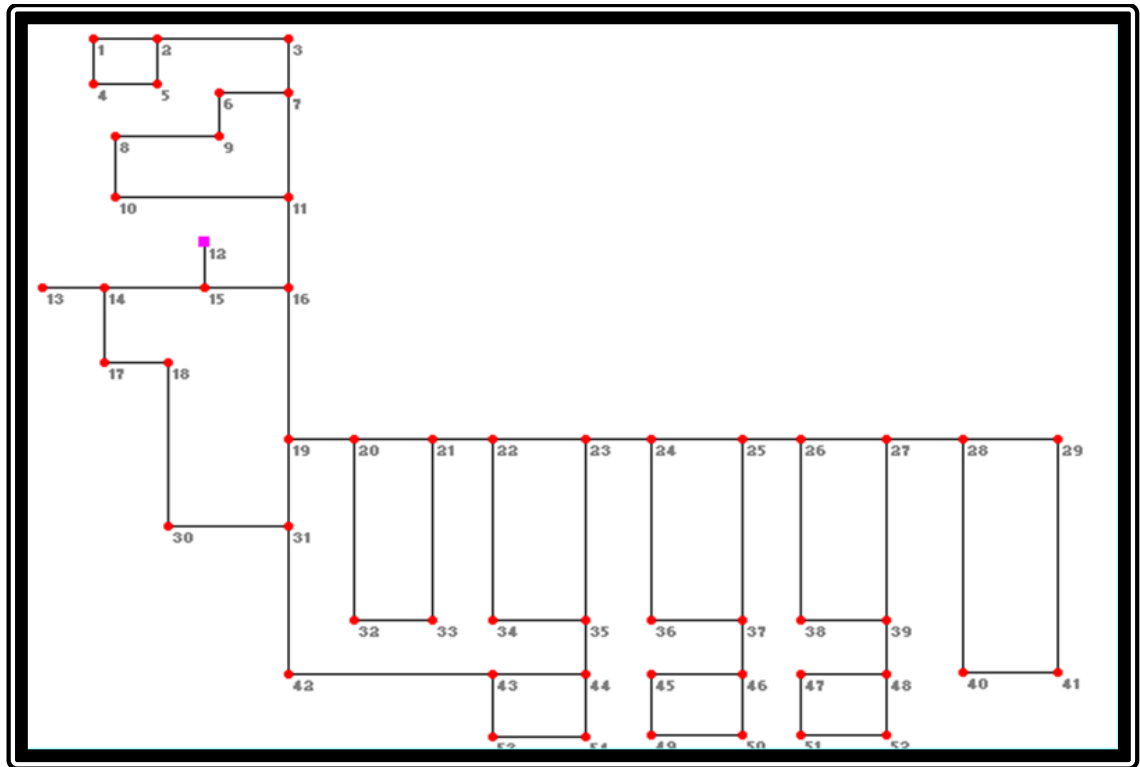
Tabla 8. Longitud y caudal anillo 2A nodo9.

Tramo	Longitud [millas]	Caudal [MMpc/dia]
23-33	0,01409	-0,000049
32-33	0,07411	0,000218
22-32	0,01303	-0,000373
22-23	0,06595	0,000162
31-32	0,00310	0,000802
16-31	0,02995	0,001789
15-16	0,02035	-0,002729
15-24	0,01973	-0,000692
24-25	0,01418	-0,000776
25-30	0,00897	-0,000776
30-31	0,01994	-0,000860
12-15	0,00218	-0,003294
11-12	0,03591	-0,002371
1-11	0,05044	0,000587
1-2	0,03136	-0,000671
2-12	0,04451	-0,000840
10-11	0,00124	-0,002873
6-10	0,02879	-0,000085
5-6	0,02344	-0,000679
5-9	0,04298	0,000510
9-10	0,02787	-0,001898
8-9	0,00249	-0,000866
4-8	0,04210	-0,000316
3-4	0,01971	-0,000189
3-7	0,04635	0,000062
7-8	0,03167	-0,000382
7-13	0,00311	0,000316
13-14	0,03705	-0,000161
14-27	0,02733	0,001043
26-27	0,01348	-0,000030
19-26	0,01257	0,000181
18-19	0,02835	0,000181
13-18	0,01997	0,000308
27-28	0,03017	0,000886
16-17	0,00311	-0,004603
9-14	26,03045	0,001331

Fuente: autor

1.5 ANILLO 2B NODO 8

Figura 5. Anillo 2B nodo 8.



Fuente: autor

Temperatura de flujo= 82,4° F

Gravedad específica= 1,73

Diámetro tubería = 3/4"

Eficiencia de flujo= 0,98

Temperatura base = 60°F

Presión base = 14,7 psia

Presión fuente = 17,205 psig

Ecuación utilizada = Mülle

1.5.1 Cálculos Anillo 2b Nodo 8.

Tabla 9. Presión anillo 2B nodo 8.

Nodo	Entrega [MMpc/día]	Presión [psig]
1	inflex	16,706
2	0,000040	16,706
3	inflex	16,706
4	inflex	16,706
5	inflex	16,706
6	0,000121	16,695
7	0,000081	16,706
8	0,000081	16,674
9	inflex	16,691
10	0,000081	16,669
11	0,000081	16,657
12	NF	17,205
13	0,000121	16,634
14	0,000081	16,635
15	0,000000	16,900
16	0,000040	16,660
17	0,000081	16,521
18	inflex	16,261
19	0,000040	16,113
20	0,000081	16,083
21	0,000162	15,854
22	0,000121	15,810
23	0,000081	15,685
24	0,000081	15,670
25	0,000081	15,565
26	0,000121	15,552
27	0,000121	15,516

Nodo	Entrega [MMpc/día]	Presión [psig]
28	0,000121	15,515
29	0,000162	15,511
30	0,000081	16,202
31	0,000040	16,109
32	0,000081	15,975
33	0,000121	15,918
34	0,000121	15,723
35	0,000121	15,547
36	0,000081	15,625
37	0,000081	15,568
38	0,000121	15,527
39	0,000081	15,514
40	0,000162	15,508
41	0,000162	15,508
42	inflex	15,742
43	0,000081	15,552
44	0,000040	15,547
45	0,000121	15,597
46	0,000081	15,567
47	0,000081	15,514
48	0,000121	15,514
49	0,000081	15,582
50	0,000081	15,572
51	0,000121	15,513
52	0,000081	15,513
53	0,000081	15,482
54	0,000081	15,467

Fuente: autor

Tabla 10. Longitud y caudal anillo 2B nodo 8.

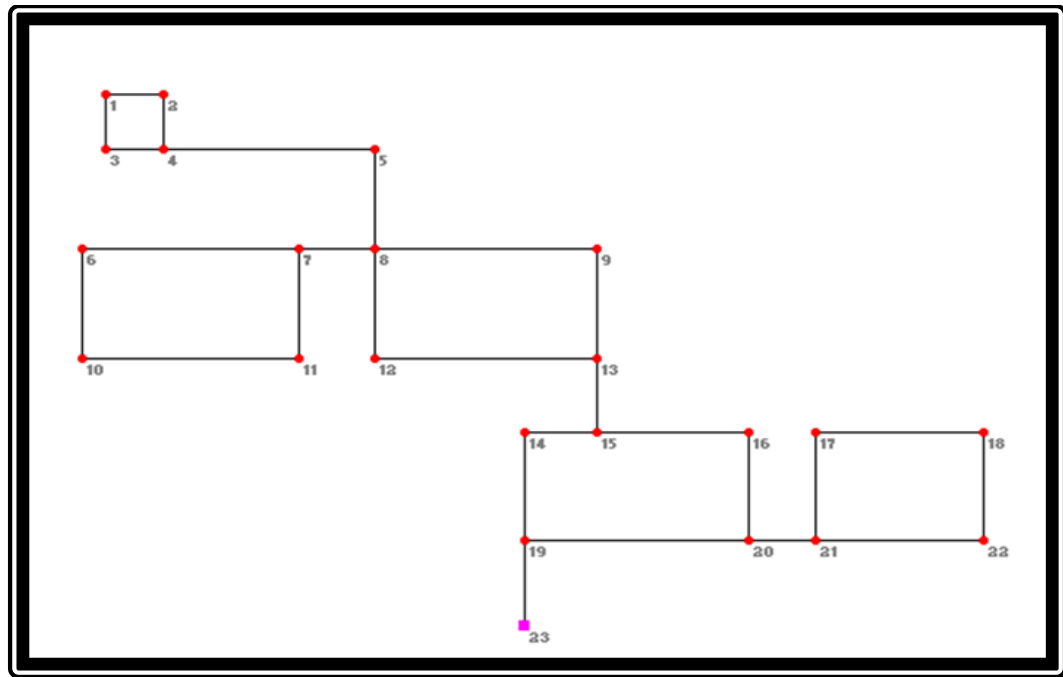
Tramo	Longitud [millas]	Caudal [MMpc/dia]
29-41	0,05528	0,000131
40-41	0,01408	0,000031
28-40	0,05526	0,000193
28-29	0,01211	0,000293
27-28	0,00093	0,000607
27-39	0,03566	0,000128
38-39	0,01660	0,000357
26-38	0,03295	0,000478
26-27	0,01547	0,000956
39-48	0,00093	0,000404
48-52	0,02461	0,000095
51-52	0,01752	-0,000014
47-51	0,02313	0,000107
47-48	0,01660	-0,000188
25-26	0,00159	0,001455
25-37	0,03170	-0,000152
36-37	0,01844	0,000597
24-36	0,03139	0,000678
24-25	0,01666	0,001348
23-24	0,00103	0,002143
22-23	0,01572	0,001558
22-34	0,03108	0,000933
34-35	0,01690	0,000812
23-35	0,03139	-0,000666
21-22	0,00150	0,002612
21-33	0,03873	-0,000717
32-33	0,01667	0,000838
20-32	0,04037	0,000919
20-21	0,01672	0,002056
19-20	0,00093	0,003057

Tramo	Longitud [millas]	Caudal [MMpc/dia]
19-31	0,01413	0,000308
30-31	0,01434	0,001448
18-30	0,00846	0,001529
17-18	0,00965	0,001529
14-17	0,01367	0,001610
14-15	0,02584	-0,001812
16-19	0,01464	0,003405
11-16	0,00497	-0,000486
10-11	0,04637	0,000291
8-10	0,01104	0,000372
6-9	0,00647	0,000453
6-7	0,01097	-0,000574
7-11	0,01956	-0,000695
3-7	0,00842	-0,000040
2-3	0,02461	-0,000040
13-14	0,01549	-0,000121
37-46	0,00093	0,000364
46-50	0,01753	-0,000300
49,50	0,01993	0,000381
45-49	0,02313	0,000462
45-46	0,02139	-0,000583
35-44	0,00093	0,000025
43-44	0,01649	0,000295
43-53	0,01213	0,001340
53-54	0,01612	0,000530
44-54	0,01617	0,000280
15-16	0,01464	0,003931
12-15	0,00331	0,005743
31-42	0,03923	0,001716
42-43	0,02012	0,001716

Fuente: autor

1.6 ANILLO 3A NODO 3

Figura 6. Anillo 3A nodo 3.



Fuente: autor

Temperatura de flujo= 82,4° F

Gravedad específica= 1,73

Diámetro tubería = 3/4"

Eficiencia de flujo= 0,98

Temperatura base = 60°F

Presión base = 14,7 psia

Presión fuente = 19,226 psig

Ecuación utilizada = Müller

1.6.1. Cálculos Anillo 3a Nodo 3

Tabla 11. Presión anillo 3A nodo 3.

Nodo	Entrega [MMpc/día]	Presión [psig]
1	inflex	16,561
2	inflex	16,561
3	inflex	16,561
4	0,000287	16,561
5	0,000246	16,568
6	0,000164	16,520
7	0,000164	16,529
8	0,000410	16,569
9	0,000246	16,863
10	0,000164	16,519
11	0,000164	16,519
12	0,000246	16,585
13	0,000246	16,579
14	0,000205	18,080
15	0,000205	16,830
16	0,000328	16,884
17	0,000205	16,880
18	0,000369	16,859
19	0,000328	18,420
20	0,000246	16,902
21	0,000205	16,894
22	0,000369	16,859
23	NF	19,226

Fuente: autor

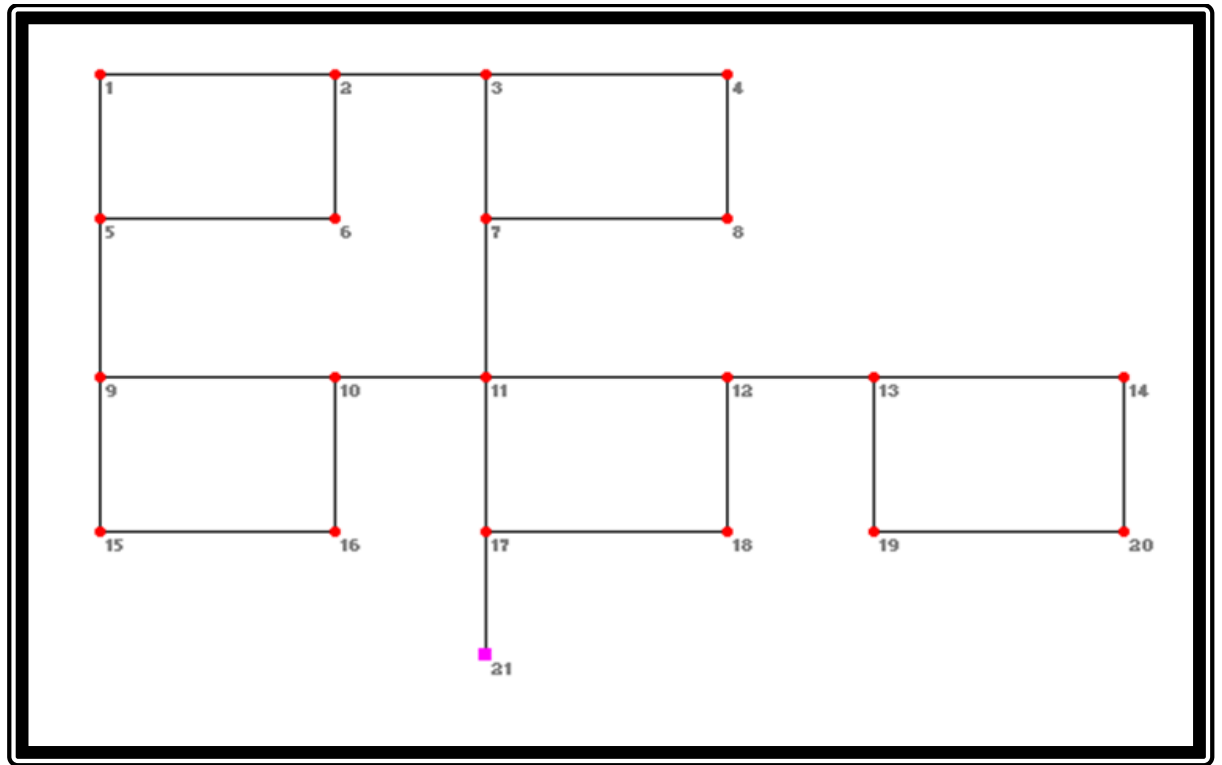
Tabla 12. Longitud y caudal anillo 3A nodo 3.

Tramo	Longitud [millas]	Caudal [MMpc/dia]
18-22	0,01616	-0,000062
17-18	0,07201	0,000307
17-21	0,01715	-0,000512
21-22	0,06000	0,000431
20-21	0,00187	0,001148
19-20	0,12429	0,002013
14-19	0,01888	-0,002457
14-15	0,08079	0,002252
16-20	0,01506	-0,000619
19-23	0,01156	-0,004797
15-16	0,05370	-0,000291
13-15	0,00342	-0,002337
12-13	0,10069	-0,000786
8-12	0,01687	-0,000540
8-9	0,08380	-0,001060
9-13	0,01740	-0,001306
7-8	0,00270	-0,000656
6-7	0,02427	-0,000339
6-10	0,01644	0,000175
10-11	0,02829	0,000011
7-11	0,01682	0,000153
5-8	0,00249	-0,000533
4-5	0,02610	-0,000287
2-4	0,00000	0,000102

Fuente: autor

1.7 ANILLO 3B NODO 2.

Figura 7. Anillo 3B nodo 2.



Fuente: autor

Temperatura de flujo= 82,4° F

Gravedad específica= 1,73

Diámetro tubería = 3/4"

Eficiencia de flujo= 0,98

Temperatura base = 60°F

Presión base = 14,7 psia

Presión fuente = 18,123 psig

Ecuación utilizada = Müller

1.7.1. Cálculos Anillo 3b Nodo 2

Tabla 13. Presión anillo 3B nodo 2.

Nodo	Entrega [MMpc/día]	Presión [psig]
1	0,000166	17,251
2	0,000166	17,25
3	0,000208	17,25
4	0,000208	17,25
5	0,000166	17,249
6	0,000166	17,249
7	0,000208	17,261
8	0,000208	17,243
9	0,000208	17,211
10	0,000249	17,254
11	0,000374	17,265
12	0,000166	17,27
13	0,000125	17,269
14	0,000166	17,269
15	0,000208	17,244
16	0,000249	17,247
17	0,000374	17,563
18	0,000208	17,402
19	0,000125	17,283
20	0,000166	17,272
21	NF	18,123

Fuente: autor

Tabla 14. Longitud y caudal anillo 3B nodo 2.

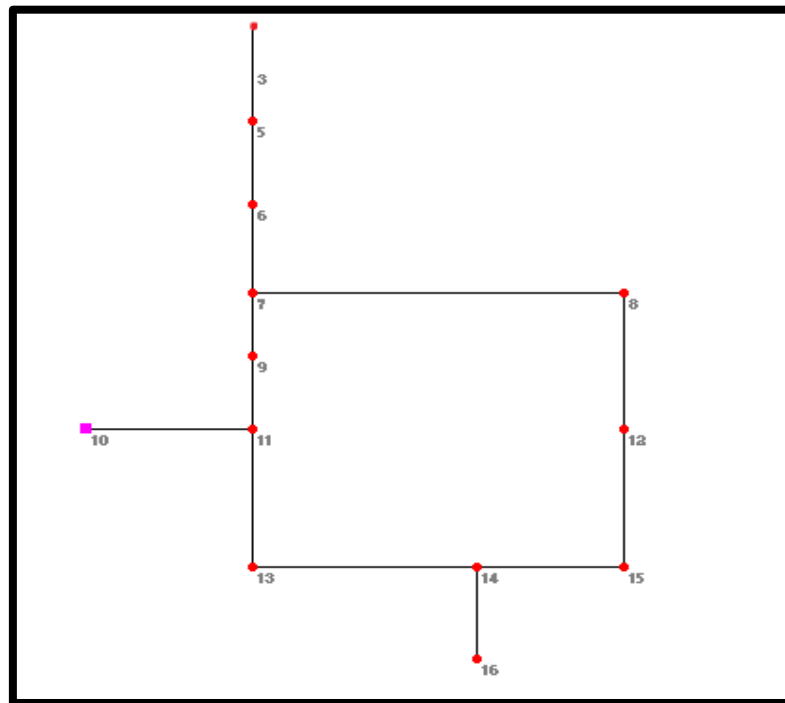
Tramo	Longitud [millas]	Caudal [MMpc/dia]
1-2	0,02983	0,000102
2-6	0,00812	0,000213
5-6	0,03108	-0,000047
1-5	0,00873	-0,000268
2-3	0,00127	-0,000277
3-4	0,03294	0,00001
4-8	0,01438	-0,000198
7-8	0,03480	0,000406
3-7	0,01438	-0,000496
5-9	0,00119	-0,000387
9-10	0,03543	-0,000637
10-16	0,01439	0,000414
15-16	0,03667	-0,000165
9-15	0,01431	0,000043
10-11	0,00195	-0,001301
11-12	0,03605	-0,000227
12-18	0,01570	-0,000975
17-18	0,03791	0,001183
11-17	0,01528	-0,002557
12-13	0,00106	0,000582
13-14	0,02371	-0,00003
14-20	0,02090	0,000196
19-20	0,02720	0,000362
13-19	0,01955	0,000487
17-21	0,01109	-0,004114
7-11	0,00119	-0,001109

Fuente: autor

2. OPCIÓN 2 TRONCAL CON MALLA CERRADA

2.1 TRONCAL

Figura 8. Troncal con malla cerrada.



Temperatura de flujo= 82,4° F

Gravedad específica= 1,73

Eficiencia de flujo= 0,98

Temperatura base = 60°F

Presión base = 14,7 psia

Presión fuente = 21 psig

Ecuación utilizada = Müller

2.1.1Cálculos troncal opción 2

Tabla 15. Presión troncal opción 2.

Nodo	Entrega [MMpc/dia]	Presión [psig]
1	0,002028	13,795
2	0,000000	13,795
3	0,000000	13,795
4	0,000000	14,245
5	0,004115	14,67
6	0,004798	15,897
7	0,000000	20,619
8	0,000000	20,619
9	0,000000	20,702
10	0,003411	21,00
11	0,000000	20,777
12	0,004284	20,619
13	0,000000	20,696
14	0,000000	20,637
15	0,000000	20,632
16	0,000000	19,408

Tabla 16. Longitud y caudal roncal opción 2.

Tramo	Longitud [millas]	Caudal [MMpc/dia]
10-11	0,022747	0,023181
11-13	0,045308	0,007418
13-14	0,052206	0,007418
14-15	0,016159	0,004007
12-15	0,039596	-0,004007
8-12	0,039279	0,000277
7-8	0,113984	0,000278
7-9	0,032337	-0,011219
9-11	0,009012	-0,015816
6-7	0,056060	-0,010941
5-6	0,042424	-0,006143
3-5	0,264860	-0,002028
3-4	0,000000	0,000115
2-4	0,000000	-0,001153
1-2	0,000000	-0,01153
1-3	0,000000	0,001153
14-16	0,157707	0,003411

3. CANTIDAD DE TUBERIA Y COSTOS (Comparación Entre Opciones)

3.1 OPCIÓN 1 MALLA ABIERTA

Tabla 17. Presupuesto redes opción 1

PRESUPUESTO REDES						
Unidades Constructivas Homologadas						
Ítem	UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	Valor por Km. COL \$ de DIC/2013	Unidad	Cantidad	Valor por Km. COL \$ de DIC/2013
1	TPE3/4CO	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 3/4" EN CONCRETO	40.063.926	ML	3.509	140.584.316
2	TPE1CO	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 1" EN CONCRETO	42.558.792	ML	849	36.150.289
3	TPE2CO	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 2" EN CONCRETO	53.052.961	ML	242	12.857.916
3	TPE3/4TA	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 3/4" EN ANDEN TABLETA	45.131.343	ML	284	12.817.301
1	TPE3/4ZV	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 3/4" EN ZONA VERDE	15.213.245	ML	2.414	36.724.773
SUBTOTAL UNIDADES CONSTRUCTIVAS HOMOLOGADAS					7.299	\$ 239.134.596

Fuente: Autor

3.2 OPCIÓN 2 CON MALLA CERRADA

Tabla 18. Presupuesto redes opción 2.

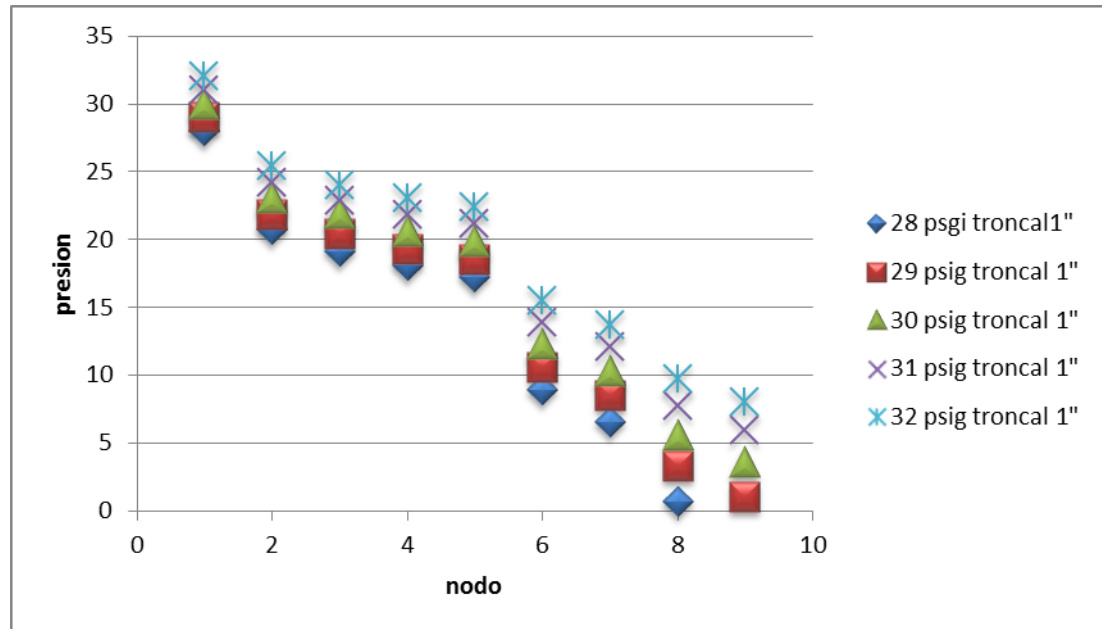
PRESUPUESTO REDES						
Unidades Constructivas Homologadas						
Ítem	UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	Valor por Km. COL \$ de DIC/2013	Unidad	Cantidad	Valor por Km. COL \$ de DIC/2013
1	TPE3/4CO	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 3/4" EN CONCRETO	40.063.926	ML	3.509	140.584.316
2	TPE1CO	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 1" EN CONCRETO	42.558.792	ML	820	34.898.209
3	TPE2CO	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 2" EN CONCRETO	53.052.961	ML	596	31.619.565
3	TPE3/4TA	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 3/4" EN ANDEN TABLETA	45.131.343	ML	284	12.817.301
1	TPE3/4ZV	CANALIZACIÓN TUBERÍA DE 3/4" EN ZONA VERDE	15.213.245	ML	2.414	36.724.773
SUBTOTAL UNIDADES CONSTRUCTIVAS HOMOLOGADAS					7.623	\$ 256.644.165

Fuente: Autor

ANEXO B. SENSIBILIZACION DE PARAMETROS

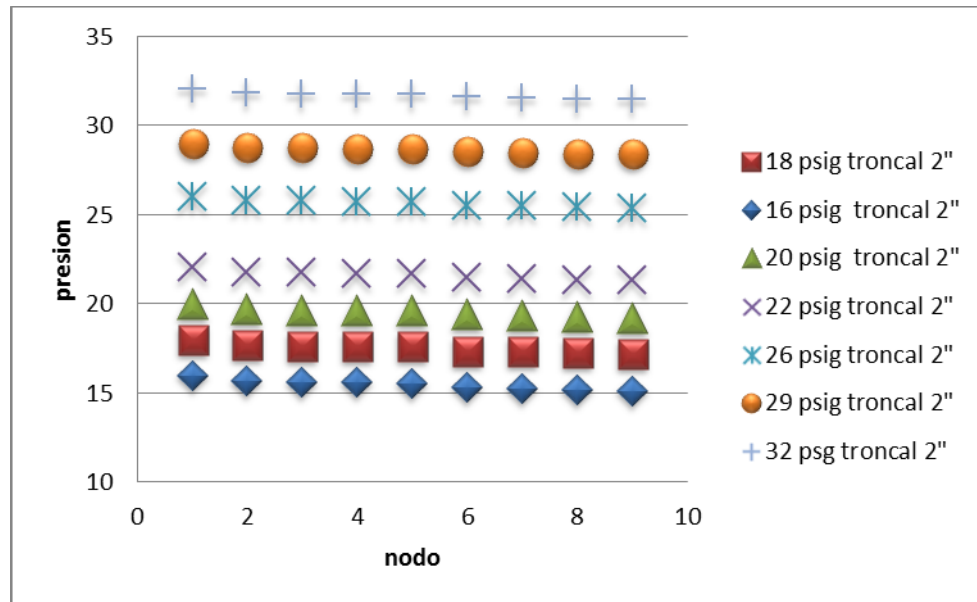
Para seleccionar el modelo más adecuado para el diseño de la red de distribución de GLP se realizó una sensibilización de parámetros variando valores de diámetros en tubería troncal y tubería de anillos, se graficaron los valores más significativos y que se asemejaban más a la realidad de la red para el municipio de La Esperanza, Norte de Santander.

Grafica 1. Troncal 1" con variación de presiones



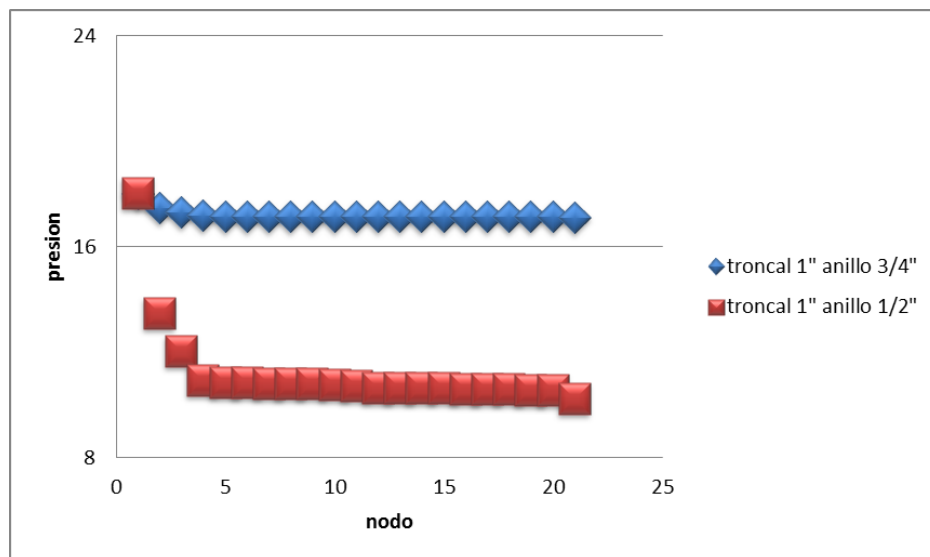
Fuente: autor

Grafica 2. Troncal 2" con variación de presiones



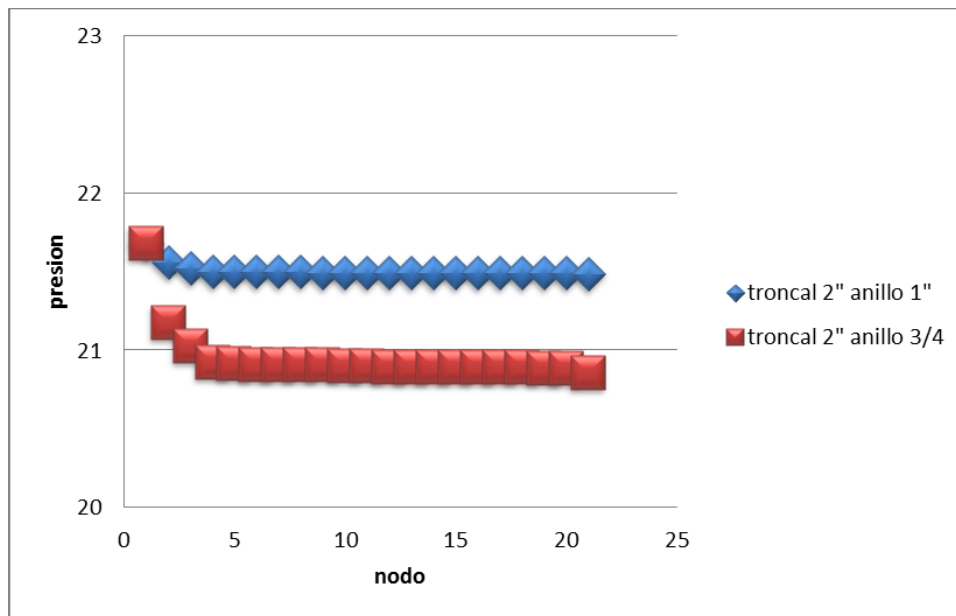
Fuente: autor

Grafica 3. Troncal 1" anillos $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ a igual presión.



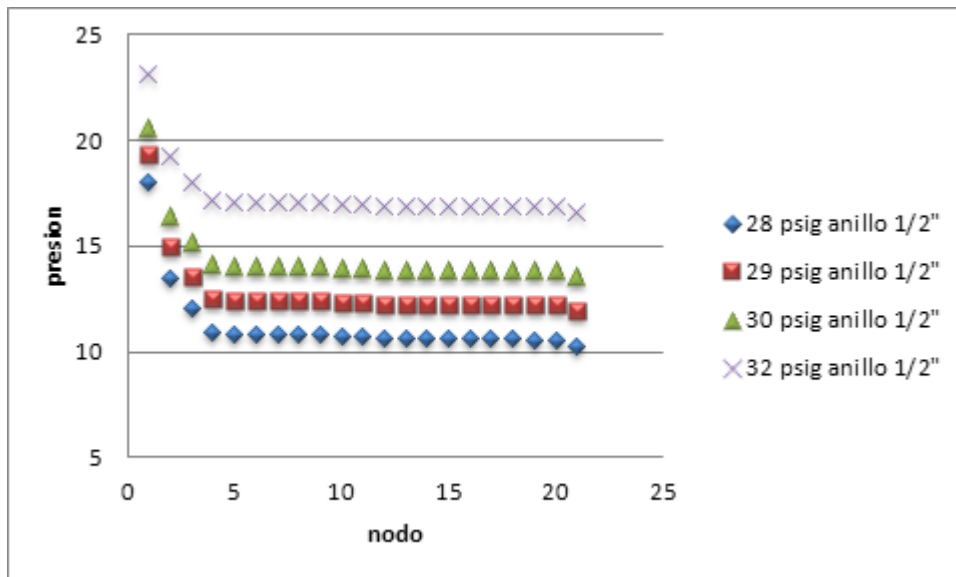
Fuente: autor

Grafica 4. Troncal 2" anillos 1" y ¾" a igual presión



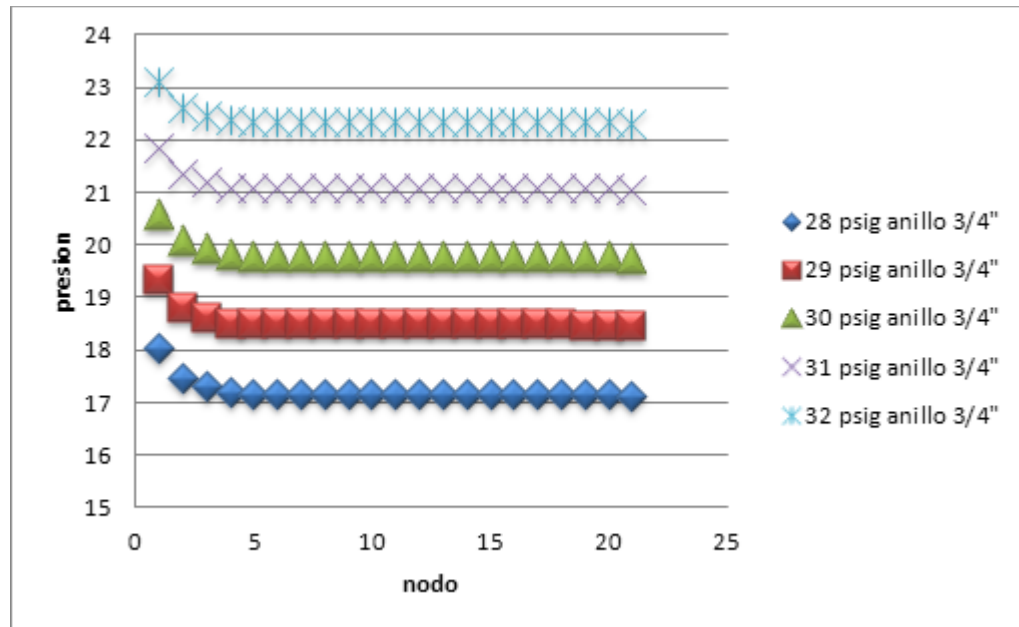
Fuente: autor

Grafica 5. Troncal 1" anillo ½" con variación de presiones.



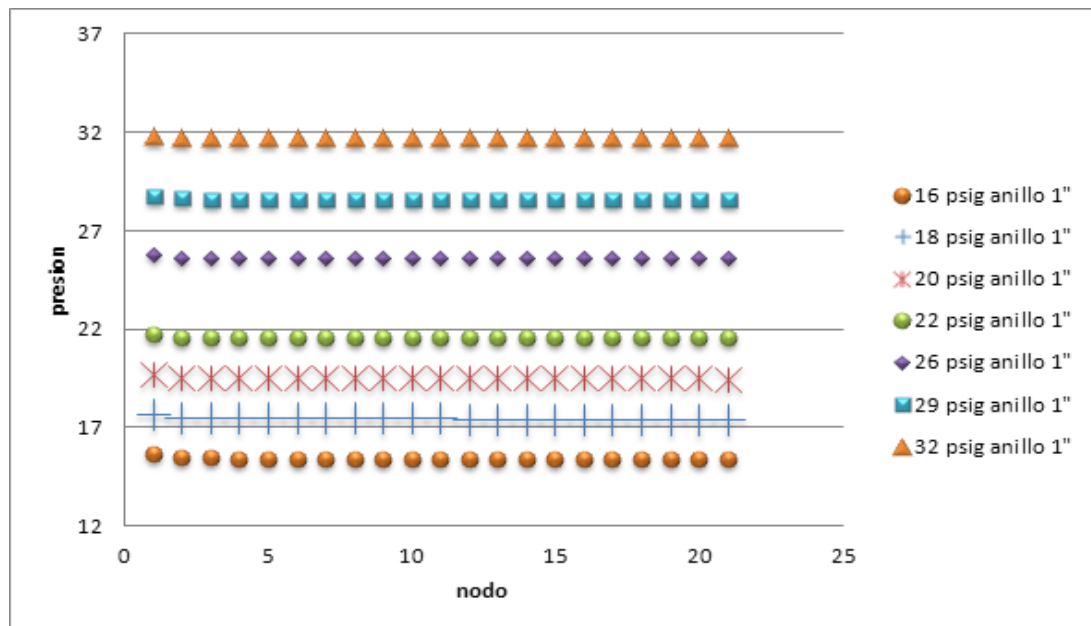
Fuente: autor

Grafica 6. Troncal 1" anillo ¾ con variación de presiones.



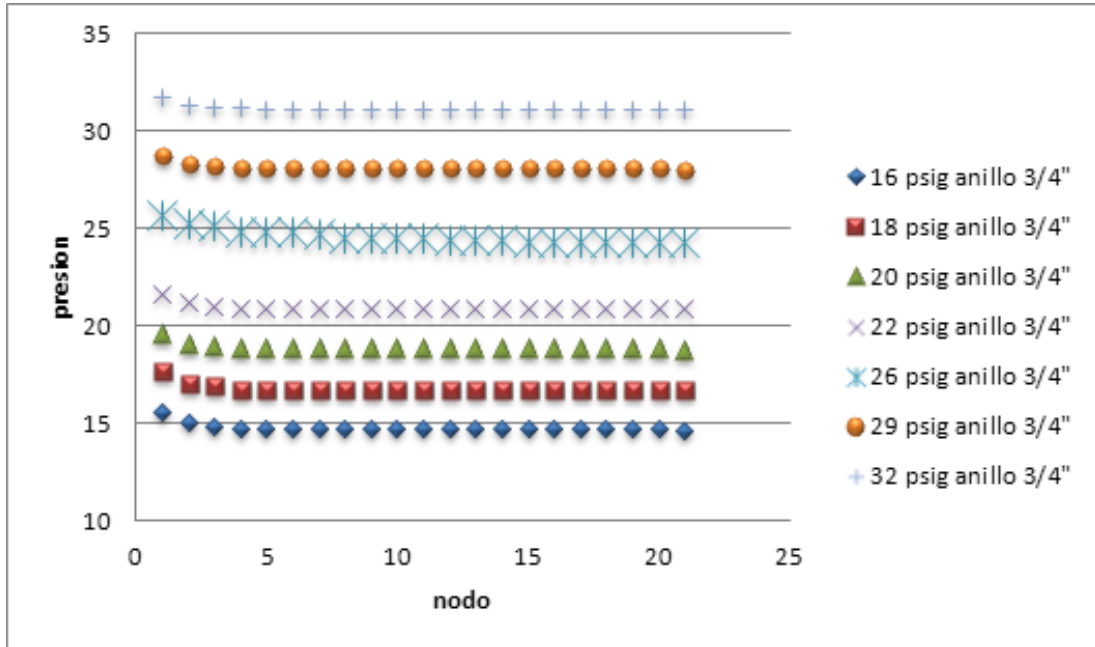
Fuente: autor

Grafica 7. Troncal 2" anillo 1" con variación de presiones



Fuente: autor

Grafica 8. Troncal 2" anillo $\frac{3}{4}$ "con variación de presiones



Fuente: autor

ANEXO C. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO, PASOS PARA LA UTILIZACION DEL SOFTWARE

1. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO (UTILIZANDO EL SIG)

1.1 TIPO GAS SUMINISTRADO

La red debe diseñarse para transportar tanto GLP (gas licuado del petróleo), en estado gaseoso a partir de tanques de almacenamiento estacionarios, como para garantizar el transporte de gas natural o cualquier otro gas combustible disponible. Para el caso del proyecto de distribución en el Municipio de LA ESPERANZA en el Departamento de Norte de Santander, el combustible a suministrar es el Gas Licuado del Petróleo.

1.2 PREVISIONES TÉCNICAS PARA SATISFACER NECESIDADES FUTURAS

Se estipulan consumos adicionales para locales comerciales equivalentes al porcentaje del sector residencial, Estos consumos (comercial) no modifican el número de usuarios reales, el cual se define según el Número de viviendas, de las cuales se espera una cobertura del **100%**. El consumo calculado para estos sectores se suma al número de viviendas por manzana en el sector.

1.3 TRAZADO DE LA TRONCAL Y MALLAS

Una vez tabulada la información antes obtenida, se procede a realizar el trazado definitivo de la tubería sobre el plano de la Cabecera Municipal de LA ESPERANZA, teniendo en cuenta:

- Zonas verdes, lotes, terrenos baldíos, colegios, escuelas, iglesias, parques, etc.
- Las vías principales y secundarias, pasajes comerciales, peatonales, etc.
- Características del terreno tales como tierra, asfalto, concreto, empedrado, etc.
- Topografía del terreno.
- Presencia de ríos, quebradas, puentes, etc., evitando que la red troncal tenga el menor número de pasos elevados posibles.
- Evitar un diseño complicado.
- Estética, armonía y principios de diseño.
- Presencia de reservas forestales y construcciones catalogadas como patrimonio histórico y cultural.
- Garantizar el suministro del gas por cualquier ruta que se pueda, en caso de que alguna sección de la red quede interrumpida por algún motivo.
- Evitar el transporte excesivo de gas por la red.

Luego de hacer un estudio y análisis de estas variables, se debe lograr la mejor distribución y optimización de los diferentes tramos de tubería troncal y anillos de la red de gas domiciliario. Se toma una (1) alternativa de suministro diseñada de forma óptima para el proceso de distribución.

Se determina un (1) Lote para la Ubicación de la estación reguladora (almacenaje) requerida para el suministro y obtener la cobertura estimada para la Cabecera Municipal.

1.4 CÁLCULO Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Una vez escogida la ecuación de flujo, el método de solución a utilizar e introducidos los demás datos al software, se obtienen resultados óptimos de presión en cada uno de los puntos de entrega (nodos), los caudales y los diámetros de tubería por tramo.

1.5 FUNCIONAMIENTO DEL SOFTWARE

El software de diseño de redes de gas, está desarrollado en ambiente Windows, lo que permite que su manejo sea sencillo. A continuación se explican las variables de entrada y la forma como deben ser calculadas.

1.5.1 Ecuación de flujo utilizada. El software de diseño utilizado facilita la selección de una ecuación de flujo, entre un grupo de ecuaciones.

1.5.2 Simulación En El Software. Con la información documentada, se procede a la aplicación de los principios técnicos de diseño, Construcción Y Operación De Redes De Distribución Domiciliaria De Gas Combustible. Posteriormente se realiza un estudio de las variables requeridas por el software de diseño (presión, temperatura, gravedad específica del Gas, eficiencia de flujo), para lo cual se buscaron datos de las características geofísicas del Municipio, como altura, temperatura registradas (máxima y mínima), además del análisis de los resultados de la cromatografía del Gas, con el fin de obtener datos más exactos de la composición y características del fluido combustible a transportar o distribuir.

1.6 BASES DE CÁLCULO

Se calculó el caudal en cada tramo partiendo del punto más lejano de la estación de recibo hasta la misma estación, considerando el caudal correspondiente al número de viviendas proyectadas a 20 años incluyendo las proyecciones de consumo del sector comercial, industrial e institucional. En la malla el sentido positivo del caudal coincide con el de las manecillas del reloj y al revés es negativo. El método matemático de solución usado en redes de gas fue el de Hardy Cross.

1.6.1 Presión Mínima. Se diseñó la red de gas con una presión mínima de llegada al regulador de cada vivienda de 15 - 18 psig, para garantizar la operación óptima de los reguladores y de los artefactos o gasodomésticos de la vivienda.

1.6.2 Presión Máxima. La presión máxima en el sistema es de 21 psig y se presenta únicamente a la salida de la Estación de Entrega – Nodo Fuente y recorrido hasta el casco urbano en cada alternativa, aun cuando la condición establecida por el fabricante como la máxima presión permisible de operación para la tubería de polietileno de media densidad es de 60 psig,

1.6.3 Factor de Demanda. Para un grupo determinado de personas, se define como la relación entre la máxima demanda simultánea de Gas del grupo y el total de la carga conectada. Este factor de demanda es diferente para cada gasodoméstico y se hace menor a medida que aumenta el número de usuarios. Los factores de demanda (FD) que se tuvieron en cuenta para el diseño de la red, donde Nv corresponde al número de viviendas a las que se les instalará el servicio de Gas se presentan a continuación.

1.6.4 Velocidad del gas. Esta afecta la capacidad del sistema, la cual puede variar con la presión y el volumen de gas transportado. Un sistema de distribución

de gas (GLP) no debe presentar una velocidad mayor a 60 ft/seg, límite que puede extenderse hasta los 120 ft/seg cuando se trata de gas filtrado. El exceso debe evitarse, pues se puede producir lo siguiente:

- Ruidos o silbidos en la tubería que pueden irradiarse a las residencias cercanas.
- Polvo, líquido u otros materiales pequeños pueden ser arrastrados por el movimiento rápido del gas, produciendo abrasión en codos y tubería, debido a las coaliciones que estos producen.
- Una alta velocidad indica que la tubería está operando cerca de su máxima capacidad, lo cual debe evitarse.

1.6.5 Temperatura de Flujo. La temperatura considerada en los cálculos de flujo de gas, tomada en cuenta en el diseño de la red de distribución para el Municipio de LA ESPERANZA es de 28°C o 82,4°F.

Cuando la temperatura ambiente aumenta, la presión se incrementa en las redes, reduciéndose la caída de presión en las tuberías optimizando el flujo de gas por el sistema.

1.6.6 Gravedad Específica del Gas. Se define como la relación entre el peso molecular de un gas cualquiera y el peso molecular del aire, ambos a condiciones estándar (60 °F, 14.7 psia), para GLP 1.73.

1.6.7 Eficiencia de Flujo. Es un factor el cual tiene un valor máximo de 1, que permite determinar las limitaciones del sistema por variables que no incluye la ecuación, tales como condiciones de operación, material de la tubería y estado de las mismas. Se tomo

0.98. La eficiencia de flujo está relacionada con las pérdidas por fricción, las cuales de acuerdo a su relación directa con la rugosidad absoluta para el caso de las tuberías de polietileno es despreciable, aproximadamente 0.00001.

2. PROCEDIMIENTO EN EL SOFTWARE

Teniendo como panorama el diseño de una red para un municipio llamado La Esperanza, utilizando el SIG (sistema integrado de gas), se mostrara a continuación cada paso a seguir al momento de diseñar el proyecto.

Para hacer la corrida del software es necesario incluir algunos datos de entrada que son: Temperatura base (°F), presión base (psia), eficiencia de flujo, gravedad específica del gas y temperatura de flujo.

El SIG es un software de diseño que permite calcular las presiones en cada nodo de la red junto con los caudales en cada tramo para diversos modelos de ecuaciones y diferentes métodos de solución.

Figura 1. Pantallazo inicial SIG

The screenshot shows a window titled "Datos para redes" with a close button in the top right corner. The window is divided into several sections:

- Input Fields:** Five labeled input boxes are arranged vertically:
 - Temperatura de flujo, [°F]
 - Gravedad específica del gas
 - Eficiencia de flujo
 - Temperatura base, [°F]
 - Presión base, [psia]
- Método de solución:** A section containing a label and four radio buttons:
 - ☒ Teoría Lineal
 - ☐ Renouard
 - ☐ Newton Raphson
 - ☐ Hardy Cross
- Ecuación de flujo:** A section on the right containing a label and a list of radio buttons:
 - ☒ Waymouth
 - ☐ Panhandle A
 - ☐ Nueva Panhandle
 - ☐ Blasius
 - ☐ Mueller
 - ☐ Lees
 - ☐ Fritzsche
 - ☐ Rix
 - ☐ Pole
 - ☐ Spitzglass
 - ☐ Unwin
 - ☐ Oliphant
- Buttons:** Three buttons are located at the bottom right:
 - Aceptar
 - Cancelar
 - Ayuda

Fuente: autor.

Luego de indicar los datos de entrada, escogemos el método de solución con el que deseamos realizar el diseño y la ecuación de flujo que necesitamos.

Figura 2. Datos de entrada al SIG.

Datos para redes

Temperatura de flujo, [°F]	84.2
Gravedad específica del gas	1.73
Eficiencia de flujo	0.98
Temperatura base, [°F]	60
Presión base, [psia]	14.7

Método de solución:

☒ Teoría Lineal ☐ Renouard
☐ Newton Raphson ☐ Hardy Cross

Ecuación de flujo:

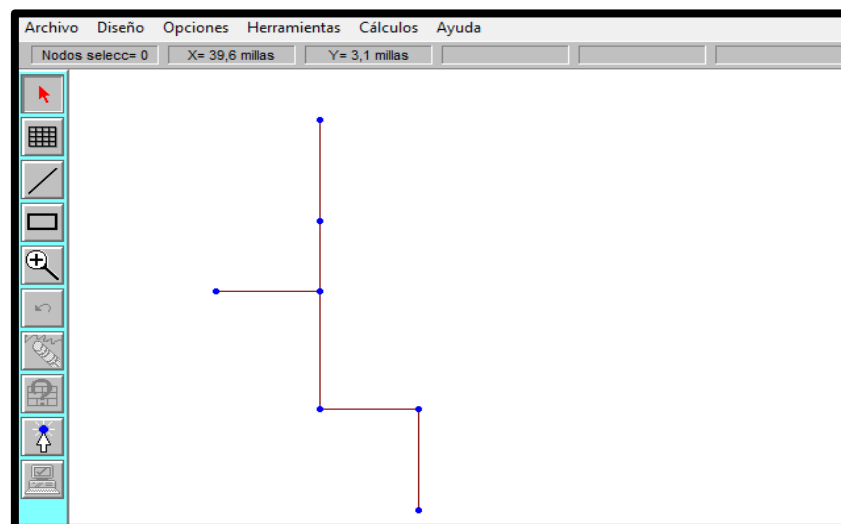
☒ Waymouth
☐ Panhandle A
☐ Nueva Panhandle
☐ Blasius
☐ Mueller
☐ Lees
☐ Fritzsche
☐ Rix
☐ Pole
☐ Spitzglass
☐ Unwin
☐ Oliphant

Aceptar Cancelar Ayuda

Fuente: autor.

Luego de haber introducido los datos, procedemos a dibujar los tramos y nodos de la red.

Figura 3. Dibujo de tramos.

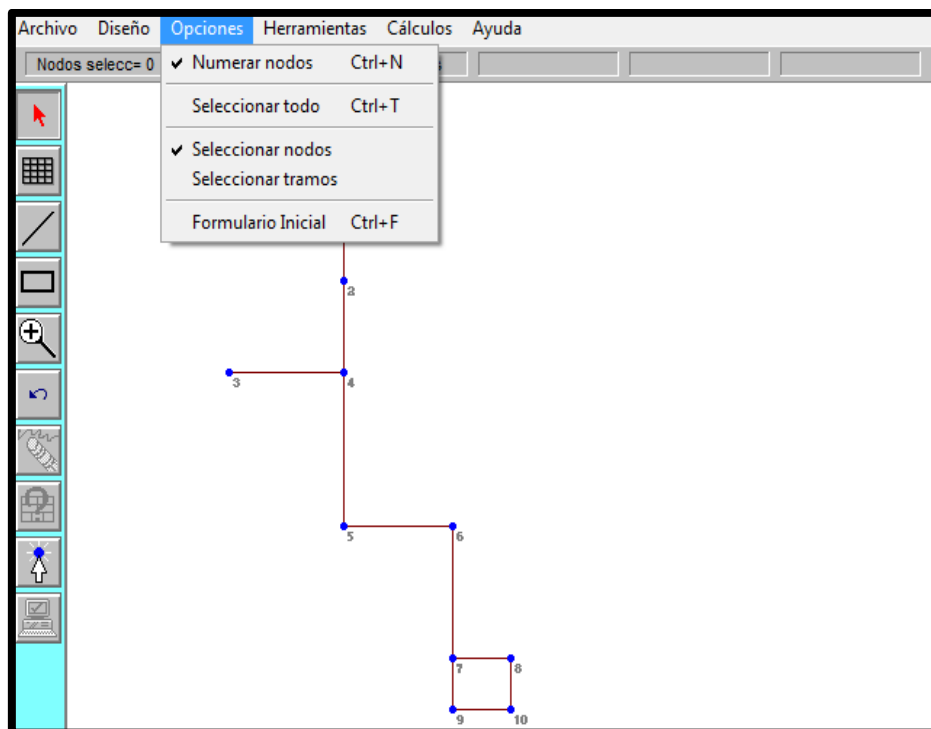


Fuente: autor.

Ahora procedemos a introducir la diámetro y la longitud en cada tramo siendo previamente numerados con la opción: Opciones-Numerar nodos.

Para numerar:

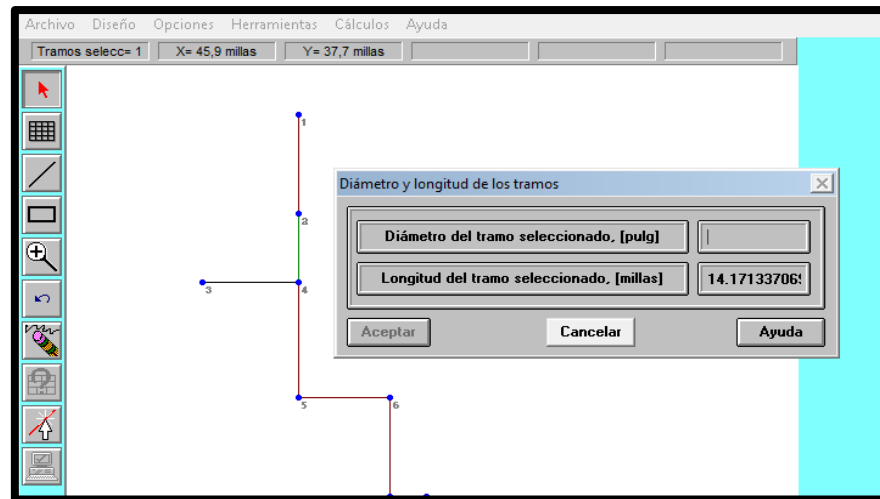
Figura 4. Ingreso de datos SIG.



Fuente: autor.

Para introducir datos de diámetro y longitud se utiliza la herramienta seleccionar tramos ubicada en la barra izquierda.

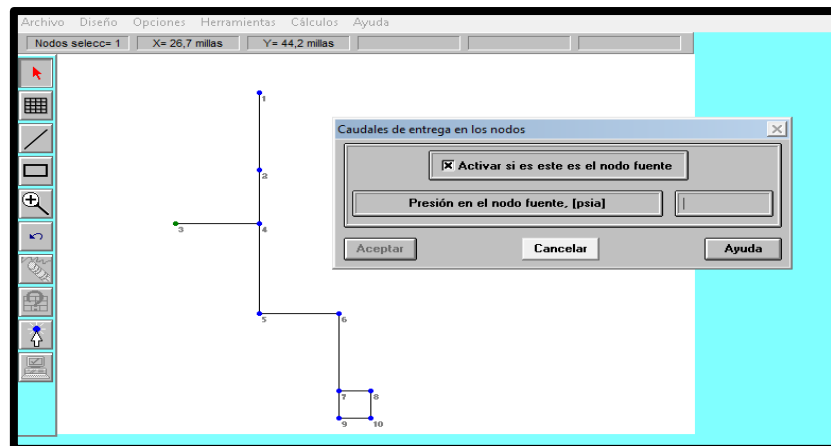
Figura 5. Selección de tramos.



Fuente: autor.

Después de haber seleccionado los diámetros con sus respectivas longitudes, procedemos a indicar los caudales en cada nodo, con la misma herramienta de diámetros pero fijándose en que este activada en la opción seleccionar nodos.

Figura 6. Selección de nodos.

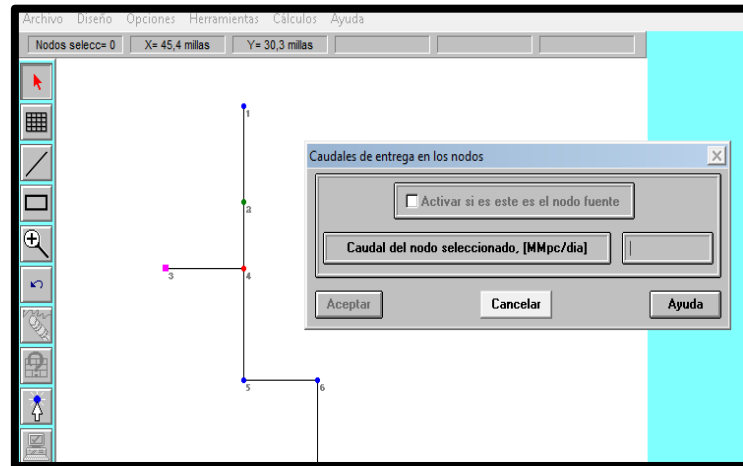


Fuente: autor.

Como podemos ver en la imagen, se debe indicar si el nodo donde estamos ingresando el dato es o no un nodo fuente, si es el nodo fuente, debemos ingresar

una presión de entrada, si no es nodo fuente, se debe ingresar el valor de caudal que tenemos para dicho nodo.

Tabla 7. Ingreso de caudales.



Fuente: autor.

Luego de haber asignado todos los datos, es decir que todos los nodos estén de color rojo, ubicamos la herramienta calcular que está debajo de la herramienta seleccionar nodos-seleccionar tramos, y el programa nos arrojará datos de presión en cada nodo y los respectivos caudales.

Figura 8. Datos de salida SIG.

Tramo		Caudal, [MMpc/dia]
3-4		0.020533
2-4		-0.009284
1-2		-0.001662
4-5		0.011248
5-6		0.011248
6-7		0.003692
7-8		0.000000
8-10		0.000000
9-10		0.000000
7-9		0.000000

Nodo	Presión, [psia]
1	34.939
2	34.983
3	35.000
4	34.986
5	34.954
6	34.515
7	34.397
8	34.397
9	34.397
10	34.397

Fuente: autor.

A continuación se va a calcular paso a paso el dato de entrada de caudal para cada nodo.

Primero necesitamos hallar un de energía equivalente de GLP en m^3 , para esto podemos hacer una tabla con los valores necesarios.

Tabla 1. Consumo mensual.

PROMEDIOS DE CONSUMO - BASES DE CALCULO		
Valor del Cilindro GLP de 40 libras*	42.200	\$/40 lb
Fuente de GLP: Barrancabermeja	8,53	Galones de GLP
Contenido Teórico de Gas Natural por cilindro de 40 lbs	21,3	m3 GN/cilindro de 40 lb
DEMANDA RESIDENCIAL DE GLP EN CILINDROS MUNICIPIO DE LA ESPERANZA		
Costo promedio por usuario mes Gas GLP EN CILINDROS*	49.647	\$/mes
Costo promedio por usuario mes ELECTRICIDAD*	-	\$/mes
Costo promedio por usuario mes LEÑA*	-	\$/mes
Costo promedio por usuario mes CARBON*		\$/mes
Total Mes por usuario	49.647	\$/mes
Consumo de energía equivalente en cilindros de 40 lbs	1,18	cilindros lbs/mes 40
Rendimiento de los cilindros de GLP	0,90	porcentaje
Consumo promedio real de GLP/usuario	1,06	cilindros lbs/mes 40
Consumo de energía equivalente de GLP en M3	9,03	m3/mes
Consumo equivalente de Gas Natural en M3	22,59	m3/mes
CONSUMO PROMEDIO RESIDENCIAL DE GAS NATURAL EN M3	22,59	m3/mes
VALOR PROMEDIO MENSUAL DE PROPANO EN CILINDROS (\$/MES)	49.647	\$/mes

Fuente: Bases Excel Guapota, Proviservicios 2012, modificado por el autor.

El valor del cilindro de GLP es el precio de distribución que tiene un cilindro de GLP en el municipio, este valor se encuentra en la página de la CREG, sección tarifas de distribución.

Como ya dijimos anteriormente el dato que necesitamos conocer el consumo equivalente de GLP en metros cúbicos, para esto debemos empezar por hallar un valor de costo promedio por usuario mes de cada fuente de energía utilizada en la

zona, para este caso solo se usa GLP en cilindros, este dato se obtiene con los datos de las encuestas.

El valor que nos da sumar estos costos de cada tipo de energético lo multiplicamos por el costo de un cilindro de 40 libras y obtenemos el consumo equivalente de energía en cilindros de 40 lbs. Este valor lo multiplicamos por n factor de rendimiento de los cilindros que es (0.90) y obtenemos el consumo promedio real por usuario que vendría siendo 1,06 m3/mes, este valor lo multiplicamos por el factor de capacidad en galones, este factor depende de la refinera fuente.

Y obtenemos el consumo de energía equivalente de glp en m3.

Así lo hacemos para los sectores comerciales institucionales e industriales y hacemos una relación de a cuantos establecimientos residenciales equivale el consumo de un industrial, un institucional y un industrial.

Tabla 2. Tipos de demanda.

DEMANDA COMERCIAL DE GAS MUNICIPIO DE LA ESPERANZA		
Costo promedio por usuario mes Gas GLP EN CILINDROS*	198.588	\$/mes
Costo promedio por usuario mes ELECTRICIDAD*	-	\$/mes
Costo promedio por usuario mes LEÑA*	-	\$/mes
Costo promedio por usuario mes CARBON*	-	\$/mes
Total Mes por usuario	198.588	\$/mes
Consumo de energía equivalente en cilindros de 40 lbs	4,71	cilindros 40 lbs/mes
Rendimiento de los cilindros de GLP	0,90	porcentaje
Consumo promedio real de GLP/usuario	4,24	cilindros de 40 lbs/mes
Consumo de energía equivalente de GLP en M3	36,14	m3/mes
DEMANDA INSTITUCIONAL DE GLP EN CILINDROS MUNICIPIO DE LA ESPERANZA		
Costo promedio por usuario mes Gas GLP EN CILINDROS*	99.294	\$/mes
Costo promedio por usuario mes ELECTRICIDAD*		\$/mes

DEMANDA COMERCIAL DE GAS MUNICIPIO DE LA ESPERANZA		
	-	
Costo promedio por usuario mes LEÑA*	-	\$/mes
Costo promedio por usuario mes CARBON*	-	\$/mes
Total Mes por usuario	99.294	\$/mes
Consumo de energía equivalente en cilindros de 40 lbs	2,35	cilindros 40 lbs/mes
Rendimiento de los cilindros de GLP	0,90	porcentaje
Consumo promedio real de GLP/usuario	2,12	cilindros de 40 lbs/mes
Consumo de energía equivalente de GLP en M3	18,07	m3/mes
Consumo equivalente de Gas Natural en M3	45,17	m3/mes
DEMANDA INDUSTRIAL DE GAS MUNICIPIO DE LA ESPERANZA		
Consumo de energía equivalente en cilindros de 40 lbs	11,76	cilindros 40 lbs/mes
Rendimiento de los cilindros de GLP	0,90	porcentaje
Consumo promedio real de GLP/usuario	10,59	cilindros de 40 lbs/mes
Consumo de energía equivalente de GLP en M3	90,35	m3/mes
Consumo equivalente de Gas Natural en M3	225,87	m3/mes

Fuente: Bases Excel Guapota, Proviservicios 2012, modificado por el autor.

Ahora procedemos a hallar un caudal por vivienda, lo primero que debemos hacer es pasa el consumo de energía en m3/ mes a BTU /hora.

Tabla 3. Conversión consumo de energía.

QVIV	
PODER CALORIFICO GLP	98.009
9,035	consumo m3/mes
0,301	consumo m3/día
0,086	consumo m3/hora
8.433	consumo BTU/hora

Fuente: autor

Teniendo este consumo de BTU/hora debemos multiplicarlo por el factor de simultaneidad y por el crecimiento esperado a 20 años.

El crecimiento esperado a 20 años de halla con la tasa de crecimiento anual que para el caso de la esperanza es de 2%.

Y el factor de simultaneidad lo encontramos tabulado de la siguiente manera:

Tabla 4. Factor de simultaneidad

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

Fuente: Empresas Públicas De Medellín

SIMULACIÓN TRONCAL									
Nodo	Viviendas a 2012	Equivalencia Establecimientos comerciales* (4)	Equivalencia Establecimientos institucionales*	Equivalencia Establecimientos industriales*	Crecimiento a 20 años	Qviv (BTU/h)	FD	Qnodo (BTU/h)	Qnodo (MMPCD)
1	33	-	-	10	63	8.433	0,4440	234.561	0,002028
2	186	28	2	-	315	8.433	0,3555	943.403	0,008158
4(inflex)	-	-	-	-	-	8.433	0,0000	-	0,000000
5(inflex)	-	-	-	-	-	8.433	0,3698	-	0,000000
6	181	24	10	-	313	8.433	0,3561	940.621	0,008134
7	81	-	-	-	118	8.433	0,3964	394.478	0,003411
	-	-	-	-	-				
	-	-	-	-	-				
	-	-	-	-	-				
	-	-	-	-	-				
	-	-	-	-	-				
S.Total 3(FUENTE)	481	52	12	10	809			2.513.063	0,021732
Equivalencia	481	13	6	1	730				

Fuente: autor

Al hacer estas multiplicaciones obtenemos el caudal de cada nodo en BTU/h (penúltima columna, debemos pasarlo a MM PCD para ingresarlo al SIG.

Es importante aclarar que hasta que no se ingresen todos los datos necesarios para hacer los cálculos, el software no dará la opción “calcular” y no mostrara error alguno.

ANEXO D. REFERENCIA CONCEPTUAL

El suministro de gas para una o varias comunidades urbanas o rurales se realizan por medio de redes de distribución urbana o rural que son sistemas de tuberías y accesorios encaminados a proveer a cada usuario la cantidad de gas necesaria para sus necesidades.

El sistema de distribución de gas consta de diferentes tipos de accesorios y tuberías que cumplen funciones específicas dentro de su respectiva red, básicamente podemos identificar dos conjuntos de redes en el sistema; red interna y red externa.

Es necesario entender e identificar el funcionamiento tanto de la red externa e interna, los accesorios que las componen, los materiales que se utilizan para la fabricación de toda la red, las normas técnicas y ambientales que rigen su diseño.

A continuación se definirán los parámetros básicos respecto a los diferentes componentes de la red.

1. TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Las tuberías y accesorios de la red de distribución podrán ser de cobre, hierro, acero o material plástico. Todas las válvulas, bridas, reguladores medidores, tramos de tubería, accesorios y otros componentes debe estar rotulados según la una norma de producto específica, bajo la cual fueron fabricados. Debe indicarse el tamaño, tipo de material, fabrican, presión y temperaturas de operación y cuando sea apropiado, el tipo de clase y modelo.

Todas las tuberías y accesorios utilizados para la construcción del sistema de distribución de gas deben tener disponibilidad en el mercado y cumplir con las condiciones de seguridad establecidas respecto a su uso específico, todos los materiales deberán cumplir con las especificaciones establecidas en la norma ANSI/ASME B 31.8 sección 814.1.

En las redes domiciliarias del municipio objeto de este proyecto no se van a utilizar tuberías de acero ni presiones de operación superiores a 60 psi, por lo tanto este manual solo contemplara lo propio a tuberías de polietileno para las redes, y tuberías de cobre o acero galvanizado para las instalaciones internas. Para nuestro proyecto se utilizaran tuberías de polietileno de media-alta densidad, color amarillo, tipo PE-2406 fabricada con resina Marlex TR-418 o similar, totalmente compatible que cumpla con las normas ASTM D-2513, O-2737. D-3035 y la norma NTC1746 ultima actualización; suponiendo que no haya lugar a la utilización de tuberías de otros materiales se hará un análisis general de las tuberías plásticas y algunas recomendaciones al momento de su instalación.

Básicamente la tubería por la cual se va a conducir el gas hacia los usuarios debe cumplir con los siguientes requisitos:

- estar fabricada por empresas certificadas y de conformidad con la Norma ASTM D-2513.
- La tubería debe cumplir parámetros de compresión acordados en la NTC 3624 y de aplastamiento en la ASTM F-1563.
- Debe ser flexible y permitir cambios de dirección en un radio de curvatura no menor de 10 veces el diámetro exterior de la tubería, sin que se presenten defectos. En caso de que no se pueda lograr el doblez con estas especificaciones, se deberá recurrir al uso de accesorios.

1.1 CARACTERISTICAS DE LAS TUBERIAS PLASTICAS

Designación: el código estándar para la designación del material de las tuberías debe consistir en la abreviatura del tipo de plástico en la siguiente forma: “tubos y accesorios de Polietileno (PE)”.

Este código debe ser seguido por número que describen algunas propiedades específicas, de acuerdo con las normas ASTM que sean aplicables y el esfuerzo hidrostático para el agua a 23°C en unidades de 100 psi sin su cifra decimal. Si el código de esfuerzo de diseño hidrostático tiene menos de dos (2) dígitos, se debe colocar un cero (0) antes del número.

Por ejemplo, un tubo PE 2406 es un material hecho con polietileno de grado P24 que tiene un esfuerzo de diseño para agua de 630 psi (4,3 MPa), a una temperatura de 23°C.

1.2 RELACION DIÁMETRO ESPESOR

Conocida como la relación dimensional del tubo termoplástico, que es la relación entre el diámetro del tubo y el espesor de su pared, esta razón resulta de la división entre diámetro exterior del tubo y el espesor mínimo de la pared y es conocida con el nombre de la RDE.

La relación diámetro –espesor (RDE) será de 9.3 para anillos de 2” de diámetro y de 11 para diámetros superiores hasta 4”. En la tabla 1 se indican los diámetros y espesores recomendados.

Nominal (Pulg)	Referencia	RDE	Diámetro exterior promedio		Espesor de pared mínimo	
			mm	Pulg	mm	Pulg
1/2"	0240208001	9	21.30	0.84	2.29	0.090
3/4"	0240308001	11	26.70	1.05	2.41	0.095
1"	0240408001	11	33.40	1.31	3.02	0.119
1 1/4"	0240508001	11	42.10	1.66	3.48	0.151
1 1/2"	0240608001	11	48.3	1.90	4.39	0.173
2"	0240708001	11	60.30	2.37	5.49	0.216
3"	0240908001	11	88.90	3.50	8.08	0.318
4"	0241008001	11	114.30	4.50	10.39	0.409
6"	0241208001	11	168.30	6.63	15.29	0.602

Fuente: Manual Técnico Tubosistemas de conducción de gas. PAVCO

1.3 MATERIALES

El material utilización para la fabricación de los tubos puede ser material virgen o reprocesado, siempre y cuando sus productos (tubos y accesorios) cumplan con los requisitos establecidos en la Norma ASTM D-2513, y deben tener una clasificación de esfuerzo hidrostático a largo plazo recomendada por el Plásticos Pipe Institute (PPI).

Tanto como los tubos, los accesorios deben ser homogéneos en todo su espesor, libres de grietas visibles, huecos, inclusión de material extraño, u otros defectos. Deben ser tan uniformes como sea comercialmente partió en olor, densidad, opacidad y otras propiedades físicas.

1.4 EXCENTRICIDAD

El rango de excentricidad del espesor de pared deberá estar dentro del 12% cuando se mida el espesor de la pared en punto individuadle, de manera que se logre determinar el espesos máximo A y el espesor mínimo B. la gama de excentricidad del espesor de pared definido como E, en porcentaje para cada sección transversal se calcula de la siguiente manera:

$$E = \left(\frac{A - B}{A} \right) * 100$$

1.5 LONGITUD

Los tubos pueden venir almacenados en tramos rectos o en rollos, según su procedencia o según lo requiera el comprador. La longitud no deberá ser menos que la longitud mínima acordada cuando se corrija a 23°C.

Usualmente se utilización rollos de 150 m para tuberías de hasta 3" y tubos de 10 m para tuberías de 3 y 4 "

Para instalaciones internas residenciales y comerciales con presión máxima de trabajo de 300 psi, se utilizara tubería de acero calibre 40, para una presión de operación de 7 pulgadas columna de agua.

Para instalaciones internas se podrá utilizar tubería de cobre flexible o rígida tipo K o L con espesor mínimo de pared de 0.032 según lo establece la Norma NTC-2505. El tubo que se utilice debe ser redondo, de precisión, estirado en frío, sin soldadura, es necesario tener en cuenta que el cobre es incompatible con el amoníaco y sus derivados lo que podría ocasionar problemas de corrosión. Las características para este tipo de tubería serán las correspondientes a las normas ASTM-B88M, tipo A o tipo B y las normas NTC-3944 y NTC-4128.

1.6 ACCESORIOS

1.6.1. Accesorios para soldar. Para todas las tuberías de acero de instalaciones internas, industriales o comerciales con una presión de operación superior a 60 psi, deberán ser soldadas y los accesorios igualmente soldados, se deberá cumplir con las Norma ANSI B-16.9 o ANSI B-16.28 según corresponda. El material será de acero al carbón grado B o equivalente.

1.6.2 Accesorios para roscar. Este tipo de accesorios deben ajustarse a la norma ANSI B-16.11. El material era de acero al carbón, forjado según la norma ASTM A-234 Grado B o su equivalente, y deben estar debidamente contramarcados.

Para presiones menores a 60 psi se utilizaran accesorios de fundición maleable según la Norma GIS B-2301 o equivalente.

Bridas

Figura 1. Accesorios roscados



Deberán cumplir con la Norma ANSI B-16.5, ANSI B-16.24 o equivalente. El material será de acero al carbón, forjado y de calidad ASTM 1-282 o ASTM A-105. Podrán ser del tipo slip-on, eldding-neck o ciegas (blin).

Cada conjunto deberá ser capaz de soportar la máxima presión de operación en la línea y mantener sus propiedades mecánicas dentro del rango de temperatura esperado durante las diferentes operaciones del sistema.

Espárragos y tuercas

Los espárragos deberán estar totalmente roscados, con rosca (UN o Norma ANSI B-1-1, según se haga necesario. El largo se ajustara a lo dispuesto por la norma ANSI B-16.5. Serán de acero ferrítico al cromo-molibdeno, calidad ASTM 1-193, grado 7.

El material de las tuercas será acuerdo ferrítico al carbono, con designación ASTM A-194 Grado 2 H.

1.6.3. Accesorios de polietileno. Los accesorios de polietileno serán del tipo de unión por termo fusión y electro fusión, y deberán cumplir con las norma ASTM D-2517 con presión de diseño determinada por la norma DOT, sección 192.191, según el material empleado y el diámetro del accesorio.

Los accesorios de polietileno debe satisfacer a parte de los requisitos de la norma ATM D-2513, las siguientes normas:

ASTM D-2683 para accesorios tipo campana

ASTM D-3261 accesorios de tipo fusión a tope

ASTM F-1055 accesorios de electro fusión

2. RED EXTERNA

El sistema de esta red parte de los tanques de almacenamiento de la estación receptora, donde se desprende la línea troncal que se conecta con las líneas secundarias de distribución que hacen parte de cada malla para finalmente conectarse al centro de medición de cada usuario.

2.1 COMPONENTES DE LA RED:

2.1.1. Red troncal. Es el conjunto de tubería y accesorios acoplados de manera correcta que son la arteria del sistema de distribución puesto que a partir de ella se ramifican los diferentes anillos de distribución. La función de esta red es transportar el GLP por vías y zonas públicas del municipio desde la estación receptora hasta cada uno de los anillos.

Se usa tubería de polietileno de media-alta densidad con diámetros que varían entre 1 y 4 pulgadas.

2.1.2. Anillos de distribución Conforman las líneas secundarias de la red derivadas de la red troncal que forman mallas o circuitos cerrados y tiene como función conducir el gas desde la línea troncal hasta la acometida de cada usuario. Se utiliza tubería de polietileno con diámetros menores a 1 pulgada.

2.1.3. Acometida domiciliaria. Es una derivación de la línea secundaria que llega hasta el dispositivo de transición (elevador). Su función es transportar el gas desde los anillos de distribución hasta el centro de medición de cada usuario.

2.1.4. Derivación. Representa cualquier prolongación de la red prevista anteriormente.

2.1.5 Tubería para red externa. Se usa tubería de polietileno de media-alta densidad, color amarillo o naranja tipo PE-80 y Pe-100 respectivamente que cumpla con las normas ASTM D-2513, D-2737, D-3035 y la norma NTC 1746 última actualización.

3. RED INTERNA

Es el conjunto de redes, tuberías, accesorios y equipos que conforman el sistema que suministra el servicio al inmueble a partir del medidor hasta cada gas doméstico. Para edificios de propiedad horizontal o condominios, es aquel sistema de suministro del servicio al inmueble a partir del registro de corte general cuando lo hubiere.

3.1 ARTEFACTOS A GAS

Entre los artefactos de uso doméstico más comunes que emplean combustibles gaseosos para su funcionamiento se encuentran: cocinas, estufas, hornos, calentadores de agua, secadoras de ropa, asadores, chimeneas, etc.

La ubicación de estos artefactos dentro de las residencias y su capacidad son de suma importancia tanto en el cálculo de la red como en los aspectos de seguridad de la misma como lo es la ventilación, que favorece un adecuado intercambio de aire y el sistema de evacuación al exterior de los productos de la combustión. Estos artefactos deben cumplir con las NTC correspondientes y los reglamentos técnicos emitidos por la autoridad competente.

Algunas de las consideraciones más importantes de seguridad para estos artefactos:

- Todo artefacto a gas llevara asociada una válvula de paso que sea fácilmente identificable cuya función sea suspender o restituir según se requiera el servicio de gas.

- Deben poseer una válvula con enclavamiento que impida su operación accidental.
- Los artefactos a gas tendrán una placa con información visible del tipo de gas para el cual fueron diseñados e información suficiente sobre su operación y calibración, además de la información exigida por las autoridades competentes como son el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y la Superintendencia de Industria y Comercio.

3.1.1. Potencia de artefactos a gas. Es la cantidad total de energía en la unidad de tiempo utilizada por él, la potencia que realmente se aprovecha de un artefacto a gas es la potencia útil.

3.2. VENTILACIONES

En los lugares donde se hayan instalado artefactos a gas es indispensable garantizar el suministro de aire necesario.

El suministro de gas puede ser realizado en forma directa a través de aberturas permanentes que comunican el lugar con el aire atmosférico exterior. Estos requerimientos de aire varían de acuerdo con la potencia de los artefactos a gas.

3.3 LÍNEA INDIVIDUAL

Es un conjunto de tuberías externas o internas a la edificación que permiten la conducción de gas hacia los distintos artefactos de consumo, comprende desde la salida de los centros de medición, hasta los puntos de salida de los artefactos de consumo.

3.4 CENTRO DE MEDICIÓN

Está conformado por un medidor volumétrico de gas, un regulador de presión, la universal, la válvula de corte y demás accesorios necesarios para la conexión de cada elemento a las correspondientes tuberías.

Su función es medir controlar y regular la presión del gas suministrado a cada usuario.

El tamaño del recinto donde se alberga el centro de medición también conocido como nicho se debe determinar de acuerdo con la capacidad y la cantidad de medidores que se supongan en el diseño.

Estos son algunos componentes del centro de medición

3.4.1. Medidores. Instrumente destinado a registrar el volumen de gas que se consume en los artefactos de cada instalación.

En los medidores de tipo volumétrico, el mecanismo de medida desplaza un volumen constante de gas en forma cíclica, registrándose el mismo en el totalizador mientras exista consumo, los de tipo de velocidad se basan en que el caudal de gas es proporcional a la velocidad, integrando el caudal se obtiene el volumen de gas consumido en determinado periodo.

3.4.2. Reguladores. Es un componente que se utiliza para disminuir la presión de entrada y regular uniformemente la presión de salida de un sistema.

El diseño y la construcción se harán de manera que se garantice la seguridad de su funcionamiento y que sea capaz de soportar esfuerzos mecánicos, temperaturas a condiciones de trabajo y resistencia a la intemperie.

3.4.3. Válvula. Son accesorios que permiten el bloqueo total o parcial del paso de gas en el momento que sea necesario.

3.4.4. Válvula de acometida. Se ubica en el centro de medición de manera que sea fácilmente accesible, esta permite la interrupción del flujo al mismo número de instalaciones al que sirve dicho centro de medición.

3.4.5. Válvula de corte. Es una válvula encargada de suspender y reactivar el flujo de gas en una instalación individual antes de cada medidor de gas. Para centros de medición individual, esta válvula será la misma válvula de acometida y válvula principal. Para centros de medición con un solo medidor, la válvula de corte es la misma válvula de acometida y válvula principal.

3.4.6. Casetas de medición. Son lugares donde se albergan los centros de medición de edificaciones que requieren localizar los mismos en la planta baja; las casetas son localizadas en patios o áreas comunes con acceso directo desde la circulación de entrada del edificio. La caseta de medición dispondrá de ventilación adecuada directa al exterior construida en ladrillo, bloque u otro material incombustible.

3.4.7. Unión Universal. Accesorio que permite el montaje y acoplamiento de tramos de tubería y facilita posteriormente su desensamble en caso necesario. Los asientos de las universales en los sistemas de gas serían planos, no se admiten tipo cónico.

Es un accesorio metálico diseñado para realizar uniones entre tubos de polietileno y tubos metálicos. Deben cumplir con los requisitos establecidos en la NTC-4534.

3.5 TUBERÍAS PARA RED INTERNA

Las tuberías que se utilicen para el transporte de gas deben ser de materiales no atacables por el mismo gas y tampoco por el medio exterior, en caso contrario debes res recubiertos con sustancias que garanticen su protección.

Los materiales aprobados para la construcción de redes internas de gas son; acero al carbono, cobre flexible o rígido, aleaciones de aluminio, acero inoxidable corrugado (CSST) y polietileno.

3.5.1. Tubería de polietileno. Esta tubería debe ser fabricada según especificaciones de la norma NTC – 1746, en aquellos casos en que la red vaya enterrada, en especial en primeros pisos de viviendas unifamiliares, siempre respetando las especificaciones de profundidad estipuladas en la NTC – 2505.

3.5.2. Tubería de Acero galvanizado. Este tipo de tubería se fabrica a partir de banda de acero laminada en caliente y soldada longitudinal y helicoidalmente.

En instalaciones internas, residenciales y comerciales con presión máxima de trabajo de 300 psi se utilizará tubería de acero calibre 40, para una presión de operación de 7 pulgadas columna de agua. Tubería de cobre

3.5.3. Tubería de cobre. El tubo de cobre que se utilice para la construcción de instalaciones de gas debe ser un tubo redondo, de precisión, estirada en frío, sin soldadura para su empleo con accesorios soldados por capilaridad.

No se debe usar tubería de cobre si el contenido de sulfuro de hidrogeno por cada metro cubico estándar (cien pies cúbicos) del gas es superior en promedio a 7 miligramos, ya que este material se corroe al contacto con esa sustancia.

3.5.4. Tubería PE AL PE (Polietileno-Aluminio-Polietileno)-. Este tipo de tuberías fusionan las ventajas de una tubería metálica y plástica puesto 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. Las características principales de esta tubería son: conductividad térmica, resistencia a la corrosión y una vida útil de 50 años.

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

3.5.5. Tubería corrugada de acero inoxidable. Se podrá utilizar tubería flexible corrugada de acero inoxidable, tipo CSST fabricada según especificaciones de las normas ANSI / AGA LC1 o la NTC-4579. Esta clase de tubería se utilizara para presiones menores o iguales a 345 mbar (5psig).

4. DEFINICIONES TÉCNICAS

El diseño de las redes externas tiene como objetivo seleccionar las dimensiones de las tuberías y accesorios que garanticen una presión que se encuentre dentro de los parámetros previamente definidos para la máxima demanda que alimentara la red.

La máxima demanda que soportara la red se puede definir por varios métodos, los cuales dependen del comportamiento del sistema.

4.1 FACTOR DE COINCIDENCIA O SIMULTANEIDAD

Este factor se refiere a la relación entre la máxima demanda coincidente (máxima demanda simultanea) del grupo y la suma de las máximas demandas de las instalaciones individuales para un grupo de instalaciones.

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

4.2 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).

Es mucho más fácil obtener el factor de demanda que el de simultaneidad puesto que la información sobre la demanda solo se requiere para todo el grupo de instalaciones y la otra información es la correspondiente a los artefactos instalados por los suscriptores y sus correspondientes potencias.

4.3 BASES DE CÁLCULO DE LA RED

4.3.1 Presión máxima de operación permisible. Máxima presión de operación que efectivamente se presenta en un sistema de tuberías para gas durante un ciclo de un año contado a partir de la fecha de inicio de operación del sistema.

4.3.2. Máxima presión de ensayo permisible. Máxima presión interna del fluido de prueba prescrita por las normas aplicables para los ensayos de presión de un sistema de tuberías, de acuerdo con el tipo de material en que está construido y la clase de localidades que involucra en su trazado.

4.3.3. Presión normal de suministro. Presión de entrega domiciliaria del gas que deben mantener las empresas suministradoras en las conexiones de entrada de las instalaciones individuales de sus respectivos usuarios.

4.3.4. 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 pueda producirse ruidos en las tuberías que de alguna manera afecten a la comunidad.

Una menor velocidad del gas disminuye la posibilidad de que se produzca el fenómeno de cavitación y también las posibilidades de daño válvula, reguladores y demás equipos por el efecto erosivo de las particulares que pudiesen estar presentes en el gas.

4.4 ESPECIFICACIONES DE INSTALACIÓN

4.4.1 Localidad Y Clase. Para fines de diseño y construcción de redes, la norma ANSI/ASME B 31.8 ha establecido localidades de acuerdo con la ocupación humana, trazando una zona de un ancho de 400 m a lo largo de la ruta de la tubería con la tubería en el centro de esta zona y dividiendo la tubería en secciones aleatorias de 1,6 Km. de longitud tales que las longitudes individuales incluirán el número máximo de edificaciones destinadas a ocupación humana. Se cuenta el número de edificaciones destinadas a ocupación humana dentro de cada zona de 1,6 Km. Para este fin, cada unidad separada de residencia en una edificación multifamiliar será contada como una edificación separada destinada a ocupación humana.

De acuerdo con los resultados obtenidos se pueden clasificar así:

4.4.2. Localidad Clase 1. Una localidad clase 1 es cualquier sección de tubería de 1.6 km de longitud que contenga menos de 10 edificaciones destinadas para ocupación humana. Una localidad clase 1 tiene por objeto reflejar zonas baldías, desiertos, terrenos montañosos, pastizales, tierra de cultivo y áreas de baja densidad poblacional.

Una Localidad Clase 1, división 1 es aquella donde el factor de diseño de la tubería es mayor de 0,72 pero igual o menor de 0.80, y que ha sido hidrostáticamente probada a 1,25 veces la presión máxima de operación.

Una Localidad Clase 1, división 2 es aquella en donde el factor de diseño de la tubería es igual o menor a 0,72, y la cual ha sido probada a 1.1 veces la presión máxima de operación.

4.4.3. Localidad Clase 2. Una localidad clase 2 es cualquier sección de tubería de 1.6 km de longitud que contenga más de 10 pero menos de 46 edificaciones destinadas para ocupación humana. Las localidades clase 2 tienen por objeto reflejar zonas con una densidad intermedia entre una localidad clase 1 y una localidad clase 3, tales como cordones perimetrales alrededor de pueblos y ciudades,, áreas industriales suburbanas, áreas residenciales campestres, etc.

4.4.4. Localidad Clase 3. Una localidad clase 3 es cualquier sección de tubería de 1.6 km de longitud que contenga más de 46 edificaciones destinadas a la ocupación humana, a no ser que en dicho sector prevalezcan las características prescritas para una localidad clase 4. Las localidades de la clase 3 tienen por objeto reflejar zonas tales como desarrollos residenciales suburbanos, sectores industriales urbanos y otras áreas poblacionales que no correspondan a la clasificación clase 4.

4.4.5. Localidad Clase 4. Incluye áreas donde prevalezcan edificaciones de más de 4 pisos arriba del terreno y donde el tráfico es pesado o denso y puedan existir numerosos desarrollos de servicios subterráneos.

Cuando se clasifican localidades con el objeto de determinar el factor de diseño para la construcción y prueba de una tubería que debe prescribirse, se deberá considerar la posibilidad de desarrollo futuro del área antes de tomar una determinación sobre la localidad y clase. Si a la vez de planificar una tubería nueva para un desarrollo futuro, parece probable el cambio de Localidad y Clase, esto se deberá tomar en consideración en el diseño y prueba de la tubería propuesta.

4.5 INSTALACIÓN

Para la instalación de la tubería de polietileno deben tomarse en cuenta las siguientes precauciones:

4.5.1. Excavación. Las excavaciones deberán ajustarse a las recomendaciones del fabricante en cuanto a profundidad de la misma. Para tuberías de diámetro menor o iguales a 4". la profundidad deberá ser de 60 cm, lo cual garantiza que la tubería no sufrirá aplastamiento ni reducción en su área de flujo.

Se evitará instalar la tubería sobre piedras con aristas cortantes. Cuando se presente esta situación, se procederá a colocar un colchón de arena de 5 cm de espesor en toda el área. Al colocar la tubería en la zanja, se tendrá la precaución de tenderla serpenteada, es decir no recta, a fin de facilitar los movimientos de contracción y dilatación que se puedan presentar.

Cuando se haga un cambio de dirección sin codo, se deberá dar a la excavación la curvatura necesaria para no forzar la tubería. Dicha curvatura deberá tener un radio mínimo igual a 10 veces el diámetro del tubo.

4.5.2. Relleno. Una vez colocada la tubería en el fondo de la zanja, se procederá a cubrir la misma con el material producto de la excavación, retirando las piedras con aristas agudas que pudieran quedar en contacto con la tubería.

Como una medida de protección y para evitar daños en la tubería cuando se efectúen reparaciones bajo tierra en líneas de; otros servicios, así como para facilitar su localización, se colocará una cinta de material plástico y color llamativo localizado a 30 cm por encima de la tubería.

4.5.3. Preparación de la tubería. Una vez tendida la tubería al borde de la zanja y lista para hacer la unión, se procederá a quitarle la protección que se puso en los extremos. Se deberá garantizar una limpieza adecuada de los extremos de la tubería, asegurándose que no contenga polvo, grasa, aceite o lodo que puedan entorpecer la unión.

4.5.4. Corte de la tubería. El corte de la tubería de polietileno deberá hacerse con un serrucho de diente fino para evitar daños a los anillos de corte. Se recomienda mantener los dientes limpios y bien afilados.

Los cortes deberán hacerse a 90° para facilitar su inserción en el accesorio y lograr una fusión uniforme que garantice una unión correcta con el accesorio o con el siguiente tramo.

Una vez colocada la tubería en el carro alineador, se deberá usar el escuadrado para rectificar el corte a 90 grados.

4.5.5. Biselamiento y eliminación de rebabas

Figura 1. Corte Perpendicular y Biselamiento



Antes de proceder a ejecutar la unión, se deberán eliminar las rebabas que pudieran haber quedado en los extremos de la tubería debido al corte, así como el

reborde exterior de la misma, utilizando para ello la herramienta biseladora (figura 3).

4.6 INSTALACIÓN (INTERNAS)

Las tuberías de las instalaciones internas deberán quedar a salvo de daños mecánicos cuando crucen pasillos o lugares de tránsito de personas o vehículos.

Cuando queden adosadas a las paredes, deberán sujetarse con abrazaderas, soportes o grapas adecuadas. Deberá existir una separación mínima de 20 cm de conductos eléctricos. No se admitirán curvas o dobleces en las tuberías rígidas, debiendo absorberse cualquier cambio de dirección por medio de accesorios. No se permitirán uniones en tramos rectos menores de 6 metros que no tenga desviación.

En el caso de tubería empotrada o embebida en muros o en pisos, se deberá proteger contra la corrosión con un medio adecuado, dependiendo de la naturaleza química del agente corrosivo.

4.6.1. Revestimiento. Cuando las tuberías o accesorios quedan en contacto con agentes o medios corrosivos, se deberán revestir con materiales resistentes a la corrosión, eliminando previamente toda presencia de óxido.

Para el efecto podrán utilizarse materiales bituminosos, fibra de vidrio o cintas plásticas que garanticen un aislamiento adecuado. Cualquier daño al revestimiento durante el transporte o la instalación de la tubería deberá repararse en forma inmediata.

Cuando se trate de tubería o accesorios galvanizados que queden embebidos en paredes, la protección aislante consistirá en pintura imprimadora de base asfáltica.

ANEXO E. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

PROVISERVICIOS S.A Y FUNDACIÓN E.S.S

El Decreto 1220 del 21 de abril de 2005, expedido por el Gobierno Nacional establece que: “No quedan sometidas a licencia ambiental, ni a evaluación o autorización previa las siguientes actividades:

El transporte y conducción de hidrocarburos líquidos que se desarrollen por fuera de los campos de explotación que impliquen la construcción y montaje de infraestructura de líneas de conducción con diámetros iguales o superiores a 6 pulgadas (15.24 cm), y el transporte de hidrocarburos gaseosos que se desarrollen por fuera de los campos de explotación y que reúnan las siguientes condiciones: Longitudes mayores de diez (10) kilómetros, diámetros mayores a seis (6) pulgadas y presión de operación superior a veintiocho (28) bares (400 psi), incluyendo estaciones de bombeo y/o reducción de presión y la correspondiente infraestructura de almacenamiento y control de flujo”.

En consecuencia cabe señalar que el proyecto de suministro de GLP por redes del municipio de La Esperanza, se caracteriza por manejar una presión máxima de operación de veintiún (21) psig y un diámetro máximo de tubería igual a dos (2) pulgadas, lo que determina la no necesidad de licencia ambiental. No obstante dada la importancia de la elaboración de un plan de manejo ambiental que permita prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales negativos y fortalecer los positivos, que puedan derivarse como consecuencia de las actividades de construcción y operación, el proyecto incluye un plan de manejo ambiental, el cual propone un conjunto de acciones a realizar, en busca de la conservación de las características propias del área a intervenir.

1.1. DESCRIPCION DEL AREA DE INFLUENCIA

1.1.1. Área de Influencia Directa. El área de influencia directa, según su definición corresponde al espacio físico que es afectado por el proyecto en forma inmediata y directa, es decir comprende el área donde se construirán las estaciones de suministro y almacenamiento de GLP y las redes de distribución en el casco urbano del municipio de .

Se complementa el área de influencia con aquellas vecindades que pudieran resultar afectadas directamente por cada una de las fases del proyecto (construcción, instalación y operación) y en las cuales puedan llegar a manifestarse elementos o situaciones que alteren o perturben las condiciones medioambientales del municipio incluidos habitantes, bienes y servicios.

Las características más relevantes sobre el área de influencia directa están relacionadas en el Cuadro 48.

1.1.2. Área de Influencia Indirecta. La determinación del área de influencia indirecta está condicionada por aspectos como la generación de empleo, los servicios que ofrecerá a la ciudadanía y lo que el proyecto representa en materia económica localmente, es decir lo que puede demandar el proyecto para su ejecución como: materiales de construcción, servicios públicos, mano de obra, diseños, etc. lo cual hace difícil su delimitación, pero se puede decir que abarca el casco urbano del municipio de La Esperanza. El área de influencia indirecta corresponde también al sector rural del municipio. La distribución espacial de la población se ha mantenido sin modificaciones sustanciales. Existe un gran porcentaje de población urbana que desarrolla sus actividades económicas en el sector rural.

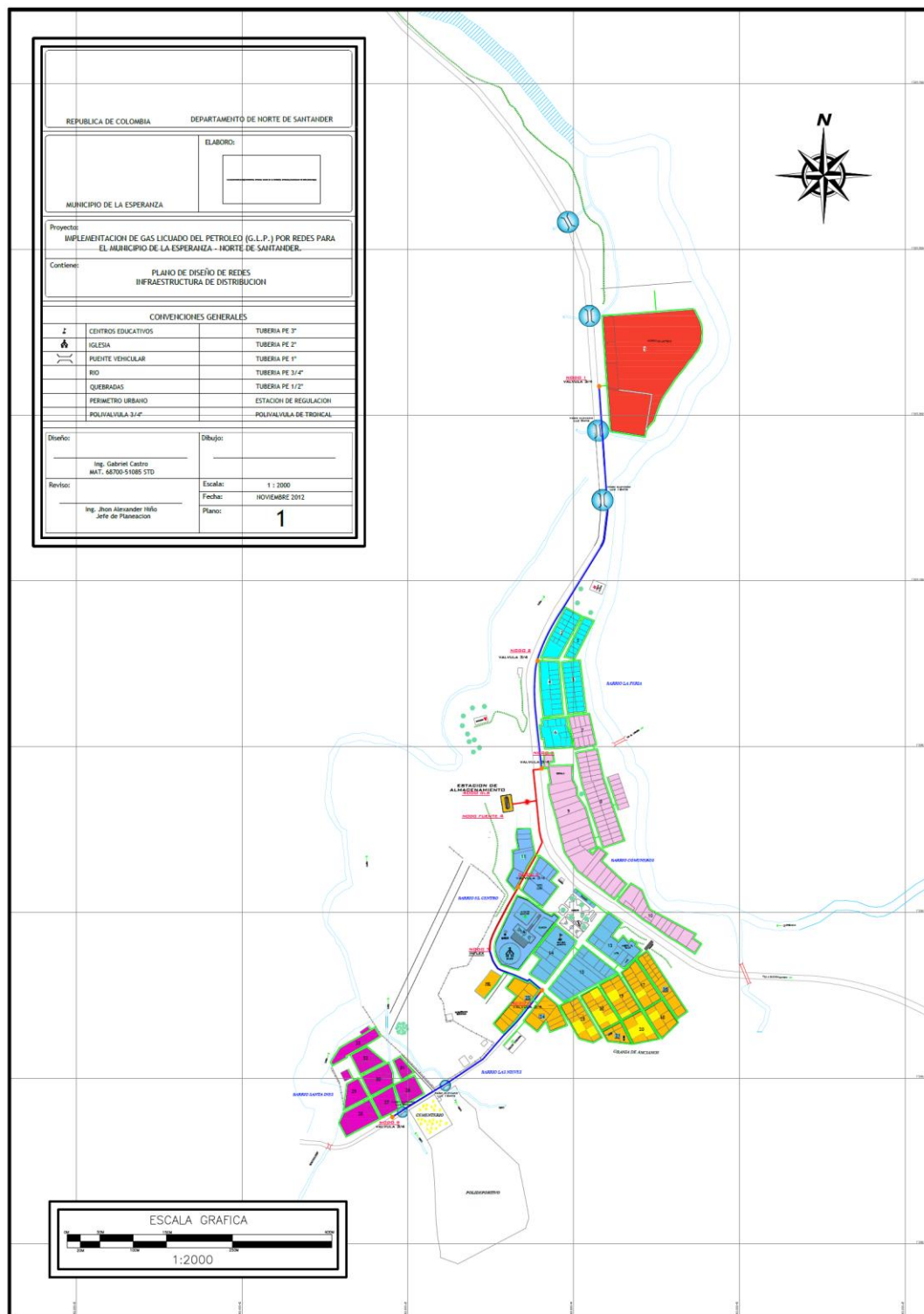
1.1.3. Delimitación y Caracterización del Área de Influencia. A continuación se establecen algunas de las principales características que presenta el municipio de La Esperanza, que corresponden al área de influencia directa e indirecta del proyecto.

Cuadro 1. Caracterización del Área de Influencia Directa e Indirecta

DELIMITACION	INVENTARIO AMBIENTAL	DIAGNOSTICO
N		
El área de influencia corresponde a todo el casco urbano del municipio de La Esperanza.	1. ASPECTOS GENERALES Población casco urbano: Aproximadamente 1.536 habitantes. Economía: En el municipio la Esperanza un alto porcentaje (86.9%) de su población, o sea 11.035 habitantes, vive en el sector rural y su actividad económica está dirigida a los sectores agrícola y pecuario. No. Viviendas: aproximadamente 1.536 en el Casco Urbano. 2. RECURSOS NATURALES • Recurso hídrico: El municipio cuenta con 3 fuentes hídricas importantes el río caraño y las quebradas la raya y la arenosa. • Recurso fauna: En el municipio de la esperanza la fauna aunque no es muy diversa, cuenta con un gran ámbito ganadero, bovino, porcino, equino y avícola.	• Mejoramiento en la calidad de vida de la comunidad del municipio. • Desarrollo institucional del municipio. Complemento de la infraestructura de servicios. • Desarrollo del Plan de Masificación del Gas. • Con el desarrollo del proyecto se espera disminuir la presión que sobre los bosques ejerce parte de la población para obtener la leña.

Fuente: Proviservicios S.A.

Figura 1. Áreas de Influencia Municipio de La Esperanza.



Fuente: Proviservicios S.A, modificado por el autor.

1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.2.1. Acciones Básicas Del Proyecto. La red de distribución de GLP domiciliario está proyectada para prestar servicio de gas a aproximadamente 501 usuarios, lo que implica un cubrimiento del 100% del casco urbano del municipio. Las instalaciones internas están proyectadas para cubrir aproximadamente el 100% de los usuarios con red (501 usuarios).

1.2.1.1. Actividades Necesarias. Las principales actividades a ejecutar para conseguir el desarrollo total del proyecto involucran dos (2) aspectos primordiales:

1. Construcción y al sistema de suministro y almacenamiento de GLP: En el momento en que se cuente con las respectivas licencias y/o autorizaciones (Ministerio del Medio Ambiente, Alcaldía Municipal) se realizará la conexión de los tanques de suministro de GLP a las troncales que alimentarán la red de distribución domiciliaria al casco urbano del Municipio de La Esperanza.
2. La construcción de la red de distribución se realizará a lo largo de los andenes y calzadas (solo donde no sea posible por condiciones físicas instalarla en andén). Las principales actividades de construcción y obras civiles que se desarrollarán para la conexión y para el tendido de la red de distribución son:
 - Inspección de las condiciones físicas de la vía.
 - Identificación del recorrido a seguir por la línea troncal y los anillos de distribución.
 - Replanteo y adecuación del área.
 - Corte de la zanja para instalación de la tubería.
 - Excavación de la zanja para albergar la tubería. (relleno con colchón de arena de 10 cm que soporta la tubería).

- Instalación de la tubería.
- Señalización de la línea de gas.
- Relleno y compactación de la zanja.
- Reposición y adecuación del área de trabajo.
- Prueba neumática a la red troncal.
- Puesta en servicio (presión de operación = 60 psig).

1.2.2. Efectos Ambientales. Durante toda la fase de construcción de la red se presentan una variedad de efectos ambientales que son tomados en cuenta para prevenir, minimizar, mitigar, evitar o reponer el efecto del impacto. Los efectos ambientales que frecuentemente se presentan durante la etapa de construcción del proyecto y en algunos casos en el desarrollo de la etapa de operación son:

1.2.2.1. Emisiones de Ruido. Los taladros de perforación, los equipos de excavación y los vehículos encargados del transporte de material de relleno y/o escombros, son los equipos generadores de ruido para el proyecto.

Los impactos sonoros pueden ser de interés durante las etapas de construcción y operación del proyecto. Los ruidos que se presentarán por parte del proyecto, están asociados a la operación de los diferentes equipos utilizados durante la rotura de calzadas y/o andenes, excavación, retiro de escombros, levantamiento de asfalto y demás operaciones de construcción de la red. Para minimizar este impacto se establecerán ciertas medidas de prevención y mitigación de los mismos, las que se pueden apreciar en las fichas de manejo ambiental.

1.2.2.2. Emisión de Gas por Escapes a la Atmósfera. Las emisiones de gas producidas por el proyecto están asociadas con la fase de operación de la red, y pueden tener origen en las diferentes pruebas que se le hacen a la tubería antes de entrar en operación y en las posibles fugas producto de cualquier eventualidad que se pueda presentar, fallas en las pegadas de tubería y/o accesorios o fallas del

material en el cuerpo de estos y fallas de la red causadas por agentes externos (elementos mecánicos que deterioren la tubería).

1.2.2.3 .Emisiones de Polvo y MATERIAL PARTICULADO. Este tipo de emisiones es bastante molesto para algunos pobladores del municipio, debido a que la generación de polvo al medio causa a ciertas personas traumas de tipo alérgico a nivel de las vías respiratorias. El polvo y el material articulado son generados desde el momento de la apertura de zanjas hasta la reposición del área de trabajo, este periodo de emisión puede ser corto o prolongado dependiendo de los contratiempos que se presenten en el desarrollo del tendido de la red. Para prevenir los efectos generados sobre el medio se han dispuesto ciertas medidas dirigidas a prevenir y/o mitigar este impacto, estas tienen que ver con el riego y cubrimiento del material de excavación y relleno al lado de la zanja, así como del material sobrante (escombros) transportado hasta el sitio de disposición de escombros definido por el municipio

1.2.2.4. Contaminación de Aguas. Se puede generar por acción de las aguas de escorrentía producto de las aguas lluvias que arrastren material de excavación y/o relleno y contaminen cuerpos de agua donde puedan ser depositados o que con el tiempo puedan provocar bloqueos por deposición de sólidos en el trayecto del recorrido de las aguas negras por el alcantarillado. Para prevenir este efecto se colocará un plástico sobre los montículos de tierra que se ha sacado de la zanja y se dispondrán piedras, ladrillos o cualquier otro elemento que pueda actuar como “barrera” alrededor del material acumulado, evitando su arrastre. En el caso de inundaciones de la zanja se realizará la evacuación de agua al lado de la vía o con motobomba directamente al caño colector de aguas de forma rápida, segura y con bajo impacto visual y estético en la localidad.

1.3. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental está orientado a mitigar, minimizar, prevenir y compensar los impactos negativos generados durante y después de la construcción de la obra.

1.3.1. Identificación de Impactos

1.3.1.1. Matriz de identificación de Impactos En el Cuadro 49 se presenta las actividades durante la operación y construcción de las redes de distribución de GLP, con sus respectivos efectos e impactos ambientales.

Cuadro 2. Matriz de identificación de Impactos Ambientales

ACCIÓN	EFFECTO	IMPACTO
CONSTRUCCIÓN		
EXCAVACIÓN PARA ZANJAS	Generación de ruidos, gases y polvo	Deterioro de la calidad del aire y ambiente local
	Invasión de vías vehiculares y peatonales	Riesgo y condiciones peligrosas para la circulación vehicular y particular
	Daños a otras redes de servicios públicos	Interrupción de servicios públicos
DISPOSICIÓN DE MATERIALES DE EXCAVACIÓN Y ESCOMBROS	Arrastre de material particulado	Alteración de la calidad del aire y del agua
	Obstaculización de vías vehiculares y peatonales	Riesgo y condiciones peligrosas para el tránsito vehicular y peatonal
INSTALACIÓN DE TUBERÍA	Cierre parcial de vías	Restricción de tráfico vehicular
RELLENO DE ZANJAS Y ADECUACIÓN DE VÍAS	Inadecuado relleno y restauración	Condiciones peligrosas para el tránsito vehicular y peatonal
DEMANDA DE MANO DE OBRA CALIFICADA	Generación de empleos temporales y fijos	Beneficios económicos mejoran ingresos - calidad

ACCIÓN	EFFECTO	IMPACTO
CONSTRUCCIÓN		
Y NO CALIFICADA		de vida. Aumento temporal demanda de insumos, bienes y servicios.
OPERACIÓN		
SUMINISTRO DE GAS AL MUNICIPIO DE LA ESPERANZA	Disponibilidad del servicio al 100% de la población del casco urbano	Mejoramiento de la calidad de vida
		Comodidad, disponibilidad continua y seguridad
		Estimula desarrollo comercial e industrial de la región
DEMANDA DE PERSONAL DE OFICINA Y TÉCNICO CALIFICADO	Generación de empleos fijos	Disminución en los índices de empleo del municipio
ACCIDENTES QUE GENEREN FUGAS EN REDES	Riesgo de explosión e incendio	Posibles alteraciones ambientales
		Daños a la propiedad y riesgo de lesiones personales

Fuente: Proviservicios S.A.

1.3.2. Alternativas de Manejo. A continuación en el siguiente cuadro se estructuran las fichas que condensan el Plan de Manejo Ambiental para la fase constructiva y operativa de las Redes de Distribución de GLP en el Municipio de La Esperanza.

Cuadro 3.. Matriz de identificación

IMPACTO	ACTIVIDADES	TIPO DE MEDIDA	RESPONSABLE	MEDIDA DE MANEJO TIPO
Ocupación temporal del espacio público y afectación del tráfico vehicular y peatonal.	Apertura de la zona de trabajo, transporte y tendido de la tubería, alineación, y prueba para tubería de conducción, excavación de la zanja y disposición de material sobrante, ejecución de cruces especiales, reposición de la zona de trabajo.	Mitigable	Empresa Contratista.	Subprograma de manejo del tráfico vehicular y peatonal
Afectación de los servicios públicos.	Apertura de la zona de trabajo, excavación de la zanja, ejecución de cruces especiales.	Preventiva y/o mitigable	Empresa contratista y Propietario del proyecto. Durante y después de la construcción del proyecto y en el mantenimiento del mismo.	Para prevenir este impacto se hará una revisión detallada de los planos y referenciación de la infraestructura de servicios públicos existentes dentro de la zona por donde pasará la tubería de gas. Se le solicitará información y se coordinarán las obras con Planeación Municipal, con el fin de determinar si se presenta en los sitios destinados a la tubería de gas, algún tipo de estructura (cables, ductos, tubería, etc.) que pueda verse afectada por las excavaciones de la zanja o despeje de la zona de trabajo.} Como medida de tipo técnico y preventivo, se

IMPACTO	ACTIVIDADES	TIPO DE MEDIDA	RESPONSABLE	MEDIDA DE MANEJO TIPO
				respetarán las distancias mínimas establecidas a otras redes de servicio público y se cumplirá con los parámetros y especificaciones de diseño. Es posible en algún momento no poder cumplir con las distancias mínimas de espacio en la instalación de la tubería, de todas maneras se tomarán precauciones con el fin de evitar daños y cortes innecesarios de los servicios públicos. Para evitar conflictos con la comunidad, se mantendrá una permanente comunicación entre el contratista, la interventoría y los vecinos de los lugares por donde pase la tubería.
Riesgo de Accidentalidad	Apertura de la zona de trabajo, transporte y tendido de la tubería, alineación, pega y prueba, excavación de la zanja, tapado de la zanja y disposición de material sobrante, ejecución de cruces especiales, prueba neumática, reposición de la zona de trabajo.	Preventiva	Durante la construcción, la empresa contratista. Durante la operación y mantenimiento de la línea, la empresa de servicios públicos encargada de la operación de la red	Este impacto se manejará de acuerdo a la creación e implementación de cuatro programas que interactuarán de manera coordinada y complementaria, minimizarán los riesgos tanto como para la comunidad como para los trabajadores o en caso de un accidente se actuará eficazmente para atender la emergencia, estos son: Programa de

IMPACTO	ACTIVIDADES	TIPO DE MEDIDA	RESPONSABLE	MEDIDA DE MANEJO TIPO
				información comunitaria
				Subprograma de tráfico vehicular y/o peatonal
				Programa de seguridad industrial y salud ocupacional durante la construcción
				Articulación con el plan de contingencias en operación
Generación de Ruido	Apertura de la zona de trabajo, transporte y tendido de la tubería, alineación, pega y prueba, excavación de la zanja, tapado de la zanja y disposición de material sobrante, ejecución de cruces especiales, reposición de la zona de trabajo, operación y mantenimiento.	mitigable	La empresa contratista. Durante las actividades constructivas y en la operación y mantenimiento del sistema.	Para zonas residenciales el uso y operación de equipos para la construcción, reparación o trabajos de demolición se restringirá al periodo diurno, definido según en la zona que se labore. Solo en casos especiales y con previa autorización de la autoridad competente y comunicación a la comunidad del sector, se extendería el periodo. En zonas comerciales se podrá trabajar en horario nocturno con el propósito de evitar molestias al desarrollo de esas actividades en el sector. Los vehículos del proyecto deberán cumplir con todo lo pertinente a la legislación ambiental sobre Ruido. Los trabajadores expuestos a niveles

IMPACTO	ACTIVIDADES	TIPO DE MEDIDA	RESPONSABLE	MEDIDA DE MANEJO TIPO
				altos de ruido deberán usar elementos de protección auditiva.
Contaminación Atmosférica	Apertura de la zona de trabajo, excavación de la zanja, tapado de la zanja y disposición de material sobrante, ejecución de cruces especiales, reconformación de la zona de trabajo.	Mitigable	La empresa contratista. Durante el desarrollo de las actividades constructivas.	Para evitar el arrastre de partículas por acción de los vientos sobre suelos se deberán humectar de manera uniforme y periódica, los suelos descubiertos.
				Cuando se realice por algún motivo, el almacenamiento temporal de materiales o residuos de excavación, estos se deben cubrir con plástico o cualquier elemento que evite el levantamiento de partículas por acción del viento o su arrastre por la lluvia. Se recomienda colocar tabloncillos o bloques a los lados que confinen el material y eviten el arrastre de sedimentos.
				Los vehículos utilizados para el transporte de inertes y escombros de construcción deberán cubrirse con plásticos
				Se solicitará la sincronización de la maquinaria, equipos y vehículos, los cuales deberán tener su correspondiente certificado de emisiones atmosféricas.

Cuadro 4. Resumen Fichas Plan de Manejo Ambiental

IMPACTO	ACTIVIDADES	TIPO DE MEDIDA	RESPONSABLE	MEDIDA DE MANEJO TIPO
Afectación del recurso agua	Reposición del área de trabajo. Posibles fugas durante la operación de la red.	Mitigable	Empresa contratista durante la ejecución de las obras y la empresa distribuidora encargada de la operación	Aunque la afectación de este componente es prácticamente nula, se debe tomar como medida preventiva:
				La ejecución de cuerpos de agua se harán aéreas y considerando lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana 3728, sobre cruces especiales. La tubería debe ir encamisada, soportada en estructuras independientes de los puentes peatonales y vehiculares, y ancladas debidamente.
				Las aguas residuales se arrojarán en el sistema de recolección del municipio
Contaminación atmosférica (2)	"Gasificación y purga" de la tubería con GLP. Eventuales fugas de gas durante la operación de la red (daño mecánico, fallas operacionales, fallas humanas, agentes externos).	Mitigable	La empresa de servicios públicos encargada de la operación de la red	Activación del Programa de Seguridad Industrial.
				Procedimientos para detección de fugas, remediación y demás medidas contempladas en el Plan de Contingencia.
Generación de residuos sólidos	Apertura de la zona de trabajo, transporte y tendido de la tubería, excavación de la zanja, tapado de la zanja y disposición de material sobrante, ejecución de cruces especiales, reposición de la zona de trabajo	Mitigable	La empresa contratista	Manejo del almacenamiento y transporte de material
				En caso de existir el centro de acopio definido para el almacenamiento temporal de material inerte deberá estar debidamente delimitado y señalizado.
				El material almacenado debe ser acordonado, apilado y cubierto, a menos que sea transportado inmediatamente a las escombreras autorizadas por el municipio o la

IMPACTO	ACTIVIDADES	TIPO DE MEDIDA	RESPONSABLE	MEDIDA DE MANEJO TIPO
				autoridad competente.
				El almacenamiento temporal de sobrantes en la obra deberá estar dispuesto de tal manera que garantice el no arrastre de los mismos.
				En el transporte de materiales se seguirán los lineamientos expuestos en las ficha de manejo del impacto contaminación atmosférica.
				Manejo de la disposición final de los residuos
				Para la disposición de material sobrante de construcción, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones: - Solo se podrá utilizar los sitios autorizados por la autoridad competente - El contratista deberá cumplir con la resolución 541/94 del Min ambiente, la cual reglamenta lo relacionado con el transporte, el almacenamiento y disposición de materiales y desechos de construcción.
Generación De Expectativas En La Comunidad	Debido al desplazamiento del personal de la empresa propietaria del proyecto o de los consultores o diseñadores de las redes, a los sitios y áreas de influencia donde se construirá el proyecto, especialmente por la posible generación de empleo.	Mitigable	La empresa contratista de las obras y la Empresa de servicios públicos	Previo al inicio de las obras, debe implementarse un Programa de Información a la Comunidad, con énfasis en los siguientes temas:
				Propósitos y beneficios del proyecto.
				Principales características del proyecto, en términos de sus actividades constructivas y operativas.
				Cumplimiento de las medidas y programas del Plan de Manejo.
				Sobre las posibilidades

IMPACTO	ACTIVIDADES	TIPO DE MEDIDA	RESPONSABLE	MEDIDA DE MANEJO TIPO
				reales de empleo para la comunidad.
				El tratamiento que se dará en caso de daños a la infraestructura existente o mejoras realizadas a los predios afectados.
				Seguridad de las personas durante la construcción y la operación del proyecto.
Afectación de la cobertura vegetal y el paisaje	Adecuación de la Zona de Trabajo, Apertura y Conformación del Derecho de Vía y Accesos, Adecuación de Oficinas y Centros de Acopio, Obras Civiles e Instalación de Accesorios, Mantenimiento.	Mitigable	La empresa contratista de las obras y la Empresa de servicios públicos	Para mitigar este impacto se plantea la siguiente medida:
				Empradización y Siembra de Árboles de Compensación
				Una vez terminen las labores de adecuación de la zona de trabajo y construcción de la obra, se hace necesario restablecer todas las zonas verdes afectadas por el proyecto, empradizando y realizando siembras de árboles. La siembra de árboles de compensación deberá concertarse con la autoridad ambiental competente. Los criterios mínimos para la siembra de árboles, incluyen entre otros:
				☐ Selección de especies a plantar
				☐ Ubicación de sitios, siguiendo los lineamientos de arborización que se tenga en el municipio.
				☐ Se debe evitar sembrar especies que puedan interferir o poner en riesgo las estructuras o elementos constitutivos del proyecto, en especial la tubería.
				☐ Se debe evitar la siembra de especies que

IMPACTO	ACTIVIDADES	TIPO DE MEDIDA	RESPONSABLE	MEDIDA DE MANEJO TIPO
				presenten algún grado de toxicidad, exudados desagradables o asociación con otras especies animales molestos como hormigas, avispas, etc.
				Dentro de los trabajos de restauración, tienen gran importancia desde el punto de vista visual, la readecuación del terreno a la topografía inicial y el establecimiento de una cubierta vegetal coherente con la vegetación y usos que caracterizan al sector afectado por las obras e integrada en el paisaje circundante.

1.3.3. Plan de Monitoreo y Seguimiento. El objetivo general del programa de seguimiento, evaluación y monitoreo es verificar el cumplimiento de todos los programas y medidas de control ambiental establecidos en el Plan de Manejo Ambiental. Comprobando además de su aplicación, la eficiencia y eficacia de los mismos.

Para el respectivo monitoreo y seguimiento del Plan de Manejo Ambiental, se contará con una interventoría, la cual velará por el estricto cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.

El Interventor deberá:

- Evaluar el documento técnico denominado Plan de Manejo Ambiental.
- Supervisar todas las actividades de índole ambiental en desarrollo del proyecto, en especial obras de manejo, control y mitigación ambiental.
- Controlar el desarrollo y cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental en la etapa de construcción y/o de funcionamiento.

- Realizar campañas de divulgación del Plan de Manejo y de sensibilización ambiental al personal de la obra y a la comunidad afectada.
- Identificar impactos ambientales no incluidos dentro del Plan de Manejo Ambiental y que puedan presentarse durante la construcción del proyecto estableciendo medidas correctivas.
- Conceptuar sobre el uso de los materiales de zonas de préstamo en caso que el proyecto lo requiera.
- Ordenar la reconstrucción de obras defectuosas, realizadas como elementos de control ambiental.
- Elaborar los informes sobre las visitas practicadas.

1.4. PLAN DE CONTINGENCIA (PDC)

1.4.1. Niveles de Administración del PDC. El PDC para el proyecto de construcción y operación de la red de distribución tendrá (3) niveles de administración dependiendo de la magnitud de los incidentes que se puedan presentar. El Cuadro 51 muestra los niveles de administración del PDC.

Cuadro 5. Niveles de Administración del PDC

Niveles de administración	Definición	Situaciones frecuentes	Responsable	Funciones
NIVEL 3	Corresponde a aquellas situaciones que se presentan con frecuencia ya sea durante la construcción de la red de distribución o durante la operación de la misma, las cuales no son amenaza para	- Escape de gas y/o combustibles, en los que no se registran accidentes ni alarma pública. - Se afecta el suministro de GLP por defecto o	Coordinador en los municipios	- Llevar a cabo la acción de respuesta. - Poner en práctica el PDC - Mantener el control del desarrollo del plan. - Tomar las decisiones operativas durante la

Niveles de administración	Definición	Situaciones frecuentes	Responsable	Funciones
	las personas, el medio o la infraestructura.	por exceso.		emergencia.
NIVEL 2	Corresponde a aquellas situaciones las cuales involucran afectación media de personal, ya sea de la empresa o terceros, la propiedad o el medio circundante, mediante lesiones, daños a la propiedad o degradación de las condiciones ambientales, que requieran una acción mitigación, reposición o corrección en un plazo específico dado.	- Si afecta a personas (heridos leves) o a propiedades de terceros, con daños de poca consideración. - Presencia de escapes sin haber causado daños personales ni materiales, pero con riesgo potencial. - Situaciones que impliquen públicamente a la empresa contratista durante la construcción y a la empresa operadora durante la operación de la red, sin repercusiones importantes para personas y bienes.	Empresa contratista durante la ejecución de las obras y la empresa distribuidora encargada de la operación	- Diseñar y actualizar el PDC - Implementar su funcionamiento. - Tomar las decisiones tácticas. - Coordinar con los organismos locales, que participen en caso de una emergencia. - Evaluar los resultados después de cada emergencia.

Niveles de administración	Definición	Situaciones frecuentes	Responsable	Funciones
NIVEL 1	Involucra situaciones mayores tales como lesiones personales permanentes o muerte, daños mayores a la propiedad y afectación medio ambiental mayor, que involucre acciones de compensación o seguros además de las especificadas en el nivel 2.	- Si afecta a personas (muertos o heridos graves) o a propiedades o de terceros con importantes daños materiales. - Situaciones accidentales que tengan relevancia pública de forma tal que se pueda afectar la imagen de la empresa contratista durante la construcción y a la empresa operadora durante la operación de la red.	Empresas contratistas durante la construcción y operación de la red.	- Aprobar el presupuesto, alcance y contenido del PDC. - Gestionar los recursos que demande el mantenimiento del PDC. - Tomar las decisiones estratégicas a seguir. - Servir de nexo legal, político e institucional entre los diferentes estamentos gubernamentales a nivel Municipal, Departamental y/o Nacional.

1.4.2. Plan Estratégico

1.4.2.1. Estrategias. La aplicación del Plan de Contingencia parte de la evaluación primaria de la situación de la emergencia, en cabeza del Gerente (administrador) de la red de distribución. Se basa principalmente en la capacitación del personal, en cuanto a la valoración de la situación de emergencia que le permite tomar una decisión rápida de acuerdo con la situación presentada.

- **Estrategias de Control**

Las estrategias para controlar emergencias buscan cumplir los siguientes objetivos:

- Controlar el evento en la fuente, evitando de esta manera un mayor grado de afectación.
- Evitar interferencias en las actividades humanas, proteger el medio ambiente, y atender eficientemente las quejas y reclamos que implique la emergencia.
- Minimizar los costos ambientales, urbanísticos y financieros de la emergencia.
- Optimizar el uso de los recursos disponibles por los contratistas y la empresa distribuidora (operadora) durante la ocurrencia de una emergencia.

- **Control de Emergencias sin Incendio**

Los escapes de gas se controlan por lo general dirigiéndolos, diluyéndolos y dispersándolos para eliminar las posibilidades de contacto con fuentes de ignición, mientras simultáneamente se trata de detener el flujo de gas en el punto de fuga.

- **Control de Emergencias con Incendio**

Las emergencias con incendio se controlan generalmente disminuyendo la cantidad de calor producido por el fuego sobre el entorno por medio de la aplicación de agua. Unido a esto se debe controlar el flujo de gas activando las válvulas de corte sobre la línea de conducción.

- **Estrategias de Prevención**

Las acciones de prevención reducen la probabilidad de ocurrencia de una emergencia. El manejo preventivo incluye:

- Mantenimiento periódico de las redes, accesorios, conexiones, equipos contra incendio, herramientas e implementos relacionados con la ocurrencia o control de una emergencia.

- Instalación de sistemas de seguridad y protección en los sitios considerados de alto riesgo, como por ejemplo áreas cercanas a viviendas.
- Definición de los puntos de encuentro, y sitio para la atención de lesionados en caso de emergencia durante la construcción.
- Conocimiento de puntos de control en el sistema.
- Adquisición de los equipos necesarios para la detección de escapes y para la extinción de incendio, y elaboración de un programa de inspección y mantenimiento que asegure su operabilidad durante la emergencia.
- Señalización de los lugares que representen peligro, de los lugares restringidos, y de los sitios de almacenamiento de equipos para control de emergencias.

- **Estrategias Operativas**

Estos corresponden a procedimientos generales para control de fugas, extinción de incendios y manejo de una explosión y para la evacuación y atención médica.

1.4.2.2.Diseño de planes de evacuación . Dependiendo del tipo de amenaza presentada y de la localización de la misma, se establecerá y coordinará un plan de evacuación el personal presente en el área de afectación potencial.

14.2.3. Estrategia para Actividades de Restauración En caso de que sea necesario realizar actividades de restauración de inmuebles, o propiedades públicas o privadas que hayan sido afectadas por la ocurrencia de eventos tales como fuego o explosión de gas proveniente del sistema de distribución, la empresa contratista y/o operadora nombrará un perito evaluador quien realizará el avalúo de los daños causados a la propiedad y con base en dicha evaluación y en la realizada por el dueño o responsable del inmueble, y de acuerdo con los requerimientos de ley del caso, se acordará las actividades, condiciones y responsabilidades necesarias para la restauración de la propiedad afectada en plazo prudente.

1.4.3 Comunicaciones y Centro de Comando. El centro de comando para cada una de las etapas del proyecto es diferente. Durante la construcción y durante la operación es la oficina de atención de la empresa distribuidora en el municipio. En los dos casos el centro de comando debe cubrir las siguientes necesidades:

- Ofrecer espacio y recursos para reuniones del personal operativo para evaluar los acontecimientos y tomar decisiones.
- Centralizar la información, los registros y los contactos con el personal.
- Efectuar un seguimiento permanente y mantener información actualizada sobre los hechos.
- Los requerimientos de apoyo de los grupos de trabajo.
- Registrar hechos secuenciales e importantes para atender los trámites jurídicos y de seguros.
- Recibir y activar la atención de reclamos.
- Centralizar los comunicados internos y los entregados a los medios de comunicación.

La oficina estará equipada con el siguiente material de apoyo y equipo de comunicación:

- Documento del plan de contingencia.
- Planos cartográficos de la línea (indicando accesos, instalaciones y tiempos de desplazamiento).
- Directorio Telefónico interno del personal de respuesta.
- Formatos para registrar eventos durante la emergencia.
- Radio de comunicaciones.
- Teléfono y fax.

7.4.3.1 Infraestructura de comunicaciones. La empresa contratista y/o la empresa operadora, debe disponer de sistemas de comunicaciones tipo celular, así como líneas directas de atención al cliente, para la parte administrativa y operativa que facilita la coordinación de actuaciones en caso de emergencia.

7.4.3.2 Equipos de Control de Emergencias. Para garantizar la operatividad del plan de contingencia se debe contar con equipos suficientes y adecuados, que le permitan al contratista y a la empresa distribuidora (operadora) contar con una capacidad de respuesta ante posibles emergencias.

Como se mencionó anteriormente, se hace necesario que el contratista cuente con una serie de equipos con el fin de tener una capacidad de respuesta adecuada ante posibles emergencias. En el Cuadro 52. Se presentan los requerimientos mínimos de equipos del contratista durante la construcción de la red de distribución.

Cuadro 6. Equipos para el Control de Emergencias Contratista de Construcción

<i>EQUIPO</i>	<i>FUNCION</i>
Un vehículo disponible	Desplazamientos de emergencia
Radio Portátil y línea directa con la empresa distribuidora (operadora)	Comunicaciones
Herramienta menor - llaves expansivas, corta tubos – prensas etc.	Reparación de averías – mantenimiento correctivo
Dos (2) lámparas antiexplosión y linternas con pilas	Ejecución de actividades en horario nocturno - iluminación
Tres (3) extintores multipropósito	Control de incendios
Dos (2) camillas	Traslado de heridos

<i>EQUIPO</i>	<i>FUNCION</i>
Dos (2) botiquines completos	Primeros auxilios
Detector de fugas	Detección de Fugas
Dos (2) hachas	Labores varias
Conjunto de señales	Señalización de áreas durante la atención de emergencias

Fuente: Proviservicios S.A.

1.4.4. Plan Operativo. Este plan lo constituyen el grupo de acciones y decisiones reactivas, que acomete la empresa distribuidora para afrontar adecuada y eficazmente una emergencia. El plan operativo determina las técnicas aplicables para el control de las emergencias ocasionadas por fugas, incendios o explosiones, derrumbes y amenazas naturales y los procedimientos para cada una de las fases de respuesta establecidas en el plan estratégico.

1.4.4.1. Procedimientos Iniciales

- **Reporte de Incidente y Evaluación Preliminar de la Emergencia**

La persona que detecte la emergencia debe reportar el hecho inmediatamente a la Oficina del Contratista de Construcción, durante la construcción, o a la empresa distribuidora (operadora) durante la operación de la red de distribución. La información suministrada durante el reporte del incidente, en cuanto a ubicación y magnitud, servirá para que el operador proceda inmediatamente a suspender la operación en el sector afectado si es necesario y dar aviso a la Sección Operativa.

- **Procedimientos de Notificación y Administración de la Emergencia**

De acuerdo con los resultados de la evaluación preliminar de la emergencia, se determinará la necesidad o no de activar el plan de contingencia. En caso afirmativo, se procederá de inmediato a activarlo en su Nivel 1 de respuesta. Las

primeras acciones de activación del plan de contingencia consistirán en poner en práctica los procesos de notificación y administración de la emergencia. El proceso de notificación define los canales de comunicación por medio de los cuales las personas encargadas de coordinar y dirigir el plan de contingencia, se enteran de la emergencia y ponen en marcha el Plan. Los procedimientos de administración por su parte, consisten en el manejo contable y financiero de la emergencia, mediante la apertura de una cuenta especial en la que se contabilizarán todos los gastos en que se incurra por la atención de la emergencia, la realización de los contactos necesarios con las comunidades localizadas en las áreas afectadas para atender sus quejas y reclamos, y la elaboración de registros de seguimiento de la emergencia.

- **Flujos de Notificaciones en Caso de Emergencias**

En todos los casos en que ocurra una emergencia, cuya evaluación preliminar indique que es necesario activar el plan de contingencia, este se activará inmediatamente en el primer nivel de respuesta. Las emergencias que por su magnitud y cubrimiento requieran la activación del plan de contingencia de la empresa contratista y/o operadora, pueden estar dentro de las siguientes situaciones:

- La evaluación de la emergencia indica que esta puede ser controlada con los recursos disponibles de la empresa contratista y/o operadora.
- Que la emergencia presente proporciones tales que por su magnitud y cubrimiento supere o amenace con superar la capacidad de respuesta de la empresa contratista y/o operadora, como podría ocurrir en caso de un incendio o una explosión de proporciones tales que hagan insuficientes los recursos locales para la atención de la emergencia.

Para la atención de la primera situación de emergencia planteada opera el procedimiento para Nivel 1, que es activado desde el principio de la emergencia.

La segunda situación requiere la activación del Nivel 2, mientras que para la atención de la tercera situación se debe notificar al grupo de dirección y coordinación del Comité Regional de Emergencias.

1.4.4.2. Establecimiento del Centro de Comando. Inmediatamente se decida activar el plan de contingencia debe empezar a operar el Centro de Comando. El personal encargado de la coordinación de las acciones de control de la emergencia debe contar en el centro de comando con equipos de comunicación, documentos del plan de contingencia, y cartografía. El centro de comando debe adecuarse para centralizar la información, efectuar seguimiento, recibir el apoyo solicitado, atender quejas y reclamos, y en general para realizar todas las labores de administración y coordinación del manejo de la emergencia.

1.4.4.3. Selección de la Estrategia Operativa Inmediata para el Control de la Emergencia. Las Estrategias Operativas inmediatas a emplear se deben seleccionar de acuerdo con las condiciones del sitio en el que se puede presentar la emergencia. A continuación se exponen de manera general las estrategias operativas que deben diseñarse a efectos de controlar la emergencia.

- **Para el Control de Fugas**

En el caso de fugas después de cortar el servicio se debe determinar cuál puede ser el área de influencia de la fuga con el fin de establecer cuáles pueden ser los escenarios involucrados. De acuerdo con las características de la fuga, estas se deben monitorear mediante observaciones continuas sobre las zonas de confinamiento o puntos de control que se activen de acuerdo con el área cubierta por la fuga. El monitoreo permitirá evaluar la efectividad de las acciones de control adelantadas, orientadas a minimizar las áreas de afectación y a evitar que la fuga pueda afectar a la comunidad.

- **Para el Control de Incendios y Explosiones**

En el caso de un incendio se debe identificar el escenario expuesto a radiación con el fin de iniciar la evacuación de personal, y la refrigeración de estructuras de acuerdo con la ubicación respecto a la fuente de calor.

1.4.4.4. Dimensionamiento y Proyección de la Emergencia. El dimensionamiento de la emergencia permitirá determinar el nivel de respuesta requerido, de acuerdo con los recursos que demande la contingencia para su manejo, control y para la recuperación de las zonas afectadas. La gravedad de la emergencia estará determinada por su magnitud, las características del área afectada, y las condiciones físicas existentes que faciliten o dificulten la realización de actividades de manejo y control.

- **Por Fuga de Productos**

Inmediatamente se logre precisar la fuente de la fuga, se debe hacer un estimativo del volumen de producto evacuado según lo que indiquen los sistemas de medición, y las características operativas o dimensiones de la tubería averiada. Adicionalmente, se deben observar las condiciones climáticas y ambientales prevalecientes en la zona con el fin de evaluar el desplazamiento de la nube y las condiciones para su control.

- **En Emergencias por Incendio**

El dimensionamiento del incendio y su proyección debe incluir un análisis de lo siguiente:

- Posibilidades de propagación a otras áreas.
- Recursos requeridos para su control.
- Planificación en el tiempo de las acciones de manejo y control.

Esta información permitirá estimar el número y tipo de extintores, y volúmenes de agua requeridos para refrigeración. También se puede determinar la necesidad de activar recursos adicionales a los de la empresa contratista y/o operadora, quienes ejercerían las acciones primarias de control.

- **En Emergencias por Explosión**

En el caso de que ocurra una explosión se deben analizar los siguientes aspectos para determinar su posible comportamiento:

- Causa de la explosión y acciones para el control y prevención de emergencias asociadas al evento inicial.
- Probabilidad de ocurrencia de nuevas explosiones en escenarios relacionados con el sitio de la emergencia.
- Heridos, lesionados y daños a terceros.

1.4.4.5. Procedimientos de decisión de paso a nivel superior. En todos los casos en que se requiera activar el plan de contingencia, este se activará inicialmente en el primer nivel de respuesta, independientemente de la gravedad de la emergencia. Seguidamente se procederá a alertar el nivel superior de respuesta para que esté listo a prestar apoyo en caso necesario. El coordinador en escena debe determinar el nivel real de respuesta requerido para la atención de la emergencia con base en el dimensionamiento y proyección de la misma, y a identificación de los riesgos inmediatos.

El procedimiento a seguir por parte del coordinador en escena es el siguiente:

- Evaluar la fase de desarrollo de la emergencia, sus características y prioridades de atención.
- Determinar la necesidad de equipo y personal especializado para el control de la emergencia.

- Revisar el listado de equipos disponibles en el sitio, y compararlo con la cantidad y tipo de equipos requeridos.
- Identificar el grado de autonomía requerido por parte del operador para la toma de decisiones rápidas y oportunas. La atención de la emergencia no permite trámites burocráticos ni dilatadas discusiones sobre la asignación de recursos.
- Revisar los listados de equipos y personal de apoyo ofrecidos por el nivel superior, en caso de que los recursos existentes en el nivel de atención no sean suficientes para la atención de la emergencia.
- Establecer el nivel real de atención requerido (Nivel 1 o 2).
- Recordar que el éxito en el control de la emergencia depende en gran parte de una respuesta adecuada y oportuna. Una respuesta insuficiente generará el fracaso de la acción, y una respuesta exagerada producirá confusión y dificultará la coordinación por saturación de recursos.

1.4.4.6. Convocatoria y Movilización. En el momento de ser activado el plan de contingencia, el coordinador de los grupos – Brigadas de respuesta debe convocar y reunir a todas las personas que conforman dichos grupos. El coordinador puede realizar la convocatoria de manera directa o delegar esta labor.

Las personas que conforman los diferentes grupos de respuesta deben conocer sus funciones dentro del plan de contingencia y realizarlas según la organización reestablecida en los programas de entrenamiento.

1.4.4.7. Registros sobre la Emergencia. El registro de la emergencia se debe hacer por escrito y en forma audiovisual. Toda la información registrada debe ser supervisada y verificada por el coordinador en escena. Los registros audiovisuales en las diferentes fases de la emergencia y en cada una de sus áreas se deben centralizar y organizar en el centro de comando. Para la preservación y organización de estos registros se debe asignar a una persona específica.

El registro por escrito debe incluir todos los acontecimientos de la emergencia, tanto en sus fases operativas como administrativas. La información que se debe tener en cuenta durante el registro corresponde a la activación de recursos internos y externos, notificaciones, estados climáticos, avance de las acciones de control y resultados, accidentes o emergencias relacionadas con el evento inicial, reportes de áreas afectadas, empleo de recursos externos (mano de obra y equipos), información y visitas de medios de comunicación y autoridades, lesionados o heridos, y manejo ambiental posterior a la emergencia. Para realizar un control adecuado es conveniente manejar un registro tipo bitácora, en el cual se lleve el reporte horario y diario de todas las actividades del control y atención de la emergencia. La información registrada es útil para la elaboración de informes oficiales para investigaciones civiles y de seguros.

1.4.4.8. Control de las Operaciones. El coordinador en escena y el coordinador de la emergencia deben realizar evaluaciones continuas sobre la efectividad de las acciones de manejo y control adelantadas. Con base en dichas evaluaciones se irán ajustando las actividades en ejecución a las condiciones y características que presenten las áreas afectadas, con el propósito de lograr una mayor eficacia y eficiencia en las operaciones.

- **Término de Operaciones de Control de la Emergencia**

Una vez controlado el factor de riesgo generador de la emergencia se procede a realizar la limpieza y reparación de daños ocasionados. Antes de entregar las obras se realizará una visita de reconocimiento final con las personas interesadas, y para la entrega de los sitios de trabajo se debe disponer de un Acta de Aceptación previamente estructurada.

- **Evaluación de la Efectividad del Plan de Contingencia**

Terminada la emergencia, se debe realizar una reunión en el centro de comando en la que participen todas las personas involucradas durante el manejo de la

emergencia, con el propósito de comentar los resultados obtenidos con la aplicación del plan de contingencia, y establecer las “lecciones aprendidas”. Con base en el nivel de éxito obtenido en el control de la emergencia y las lecciones aprendidas, se debe realizar una evaluación sobre la efectividad del plan de contingencia y determinar los ajustes requeridos.

- **Informe Final de la Emergencia**

El informe final será preparado como registro interno de la empresa contratista y/o operadora, con el fin de tener un conocimiento detallado de las circunstancias de la emergencia, su atención y control. El informe escrito final del evento deberá contener como mínimo la fecha y hora de la emergencia, localización, origen de la emergencia y causas, magnitud del evento, áreas o edificaciones afectadas, reportes y notificaciones efectuadas, comunidades afectadas, plan de acción desarrollado, apoyo logístico (solicitado /obtenido /empleado), estimación de costos (acciones de control y manejo posterior a la emergencia), fecha y hora de finalización de la emergencia, y lecciones aprendidas.

1.4.4.9. Clasificación de emergencias. Los parámetros básicos para la clasificación de emergencias son:

Cuadro 7. Grados de Emergencias.

GRADOS DE EMERGENCIA	RECURSOS QUE INTERVIENEN EN LA ATENCION
Interna	La empresa constructora y operadora
Externa menor	Comité local de emergencias y La empresa constructora y operadora
Externa media	Comité local de emergencias y La empresa constructora y operadora
Externa mayor	DNPAD y La empresa constructora y operadora

Fuente: Proviservicios S.A.

Con el objeto de dar la respuesta más adecuada, a través de la asignación de los recursos humanos, técnicos y de organización necesarios para la resolución de una emergencia, los niveles de respuesta son:

- **Emergencias grado 3.** Se les dará respuesta con los recursos de la Dirección.
- **Emergencias grado 2.** Se les dará respuesta con los recursos de La empresa contratista y/o operadora, con el apoyo de los organismos públicos de emergencias, cuando fuera necesario.
- **Emergencias grado 1.** con el apoyo de los organismos públicos de emergencias y de los privados afines, si fuera sobrepasada la capacidad de respuesta de La empresa contratista y/o operadora.

Para la resolución de las emergencias se tomarán las siguientes medidas:

- Verificar si los medios movilizados inicialmente para la resolución son necesarios.
- Establecer comunicación con las autoridades presentes en el área donde se reportó la emergencia.
- Solicitar la intervención de la policía y/o del cuerpo de bomberos para la colaboración en la resolución de la emergencia y disponer de asistencia médica de urgencia para el personal de la empresa o terceros afectados por el siniestro.
- Mantener informada a la línea jerárquica de la Compañía.
- Ordenar las acciones de desplazamiento y alojamiento de los damnificados por la emergencia en los casos que debido a filtraciones, incendio o explosión, resulte necesario evacuar viviendas, edificios públicos o privados, u otro tipo de edificación.
- Dar aviso a las autoridades públicas en caso de emergencias muy graves que hayan trascendido a los medios de comunicación.

- Efectuar el peritaje correspondiente y requerir de las autoridades públicas presentes la debida colaboración para recabar y preservar las evidencias que documentarán y facilitarán el análisis y determinación de las causas de ocurrencia.

1.4.4.10. Planes de Acción – Procedimientos Operativos Normalizados (PON).

Los procedimientos operativos normalizados permiten un proceso ordenado de pensamiento que ayude a superar posibles crisis en la atención de una emergencia. El contenido básico de un procedimiento operativo es el siguiente:

- Qué hacer ante una situación?
- Cómo hacerlo?
- Cuándo se inicia el procedimiento?
- Con quién se coordina?
- Qué alternativas podrían presentarse?
- Cuándo termina?
- A quién se reporta?

Los planes de acción y las actuaciones para los diversos casos de emergencias se establecen en los siguientes procedimientos y normativas:

1.4.5. Procedimiento Operativo Normalizado, Sismo. El siguiente diagrama de flujo muestra el procedimiento a seguir en caso de presentarse un sismo que pueda llegar a afectar las redes de distribución de GLP.

Figura 2. Procedimiento Operativo Normalizado en caso de Sismo

Procedimiento Operativo Normalizado en caso de sismo

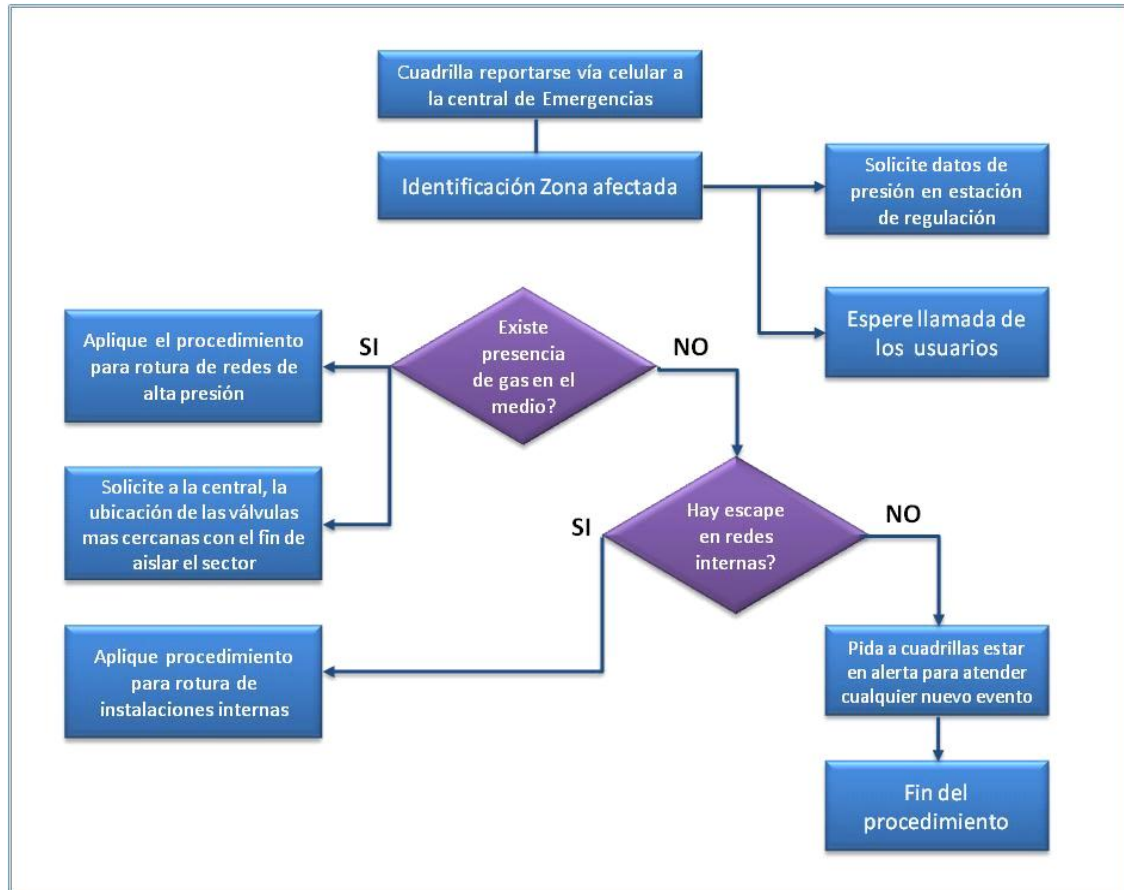
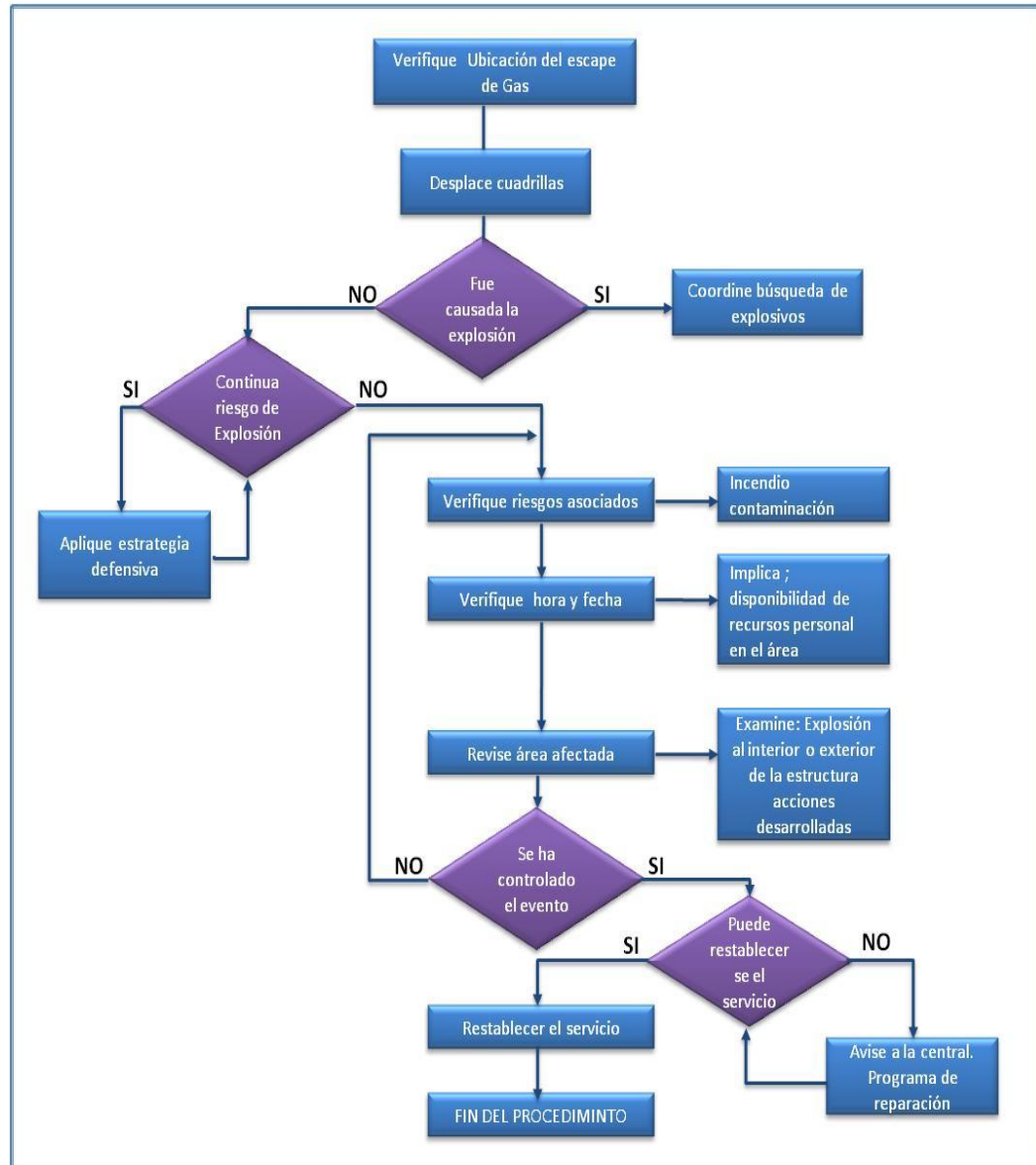


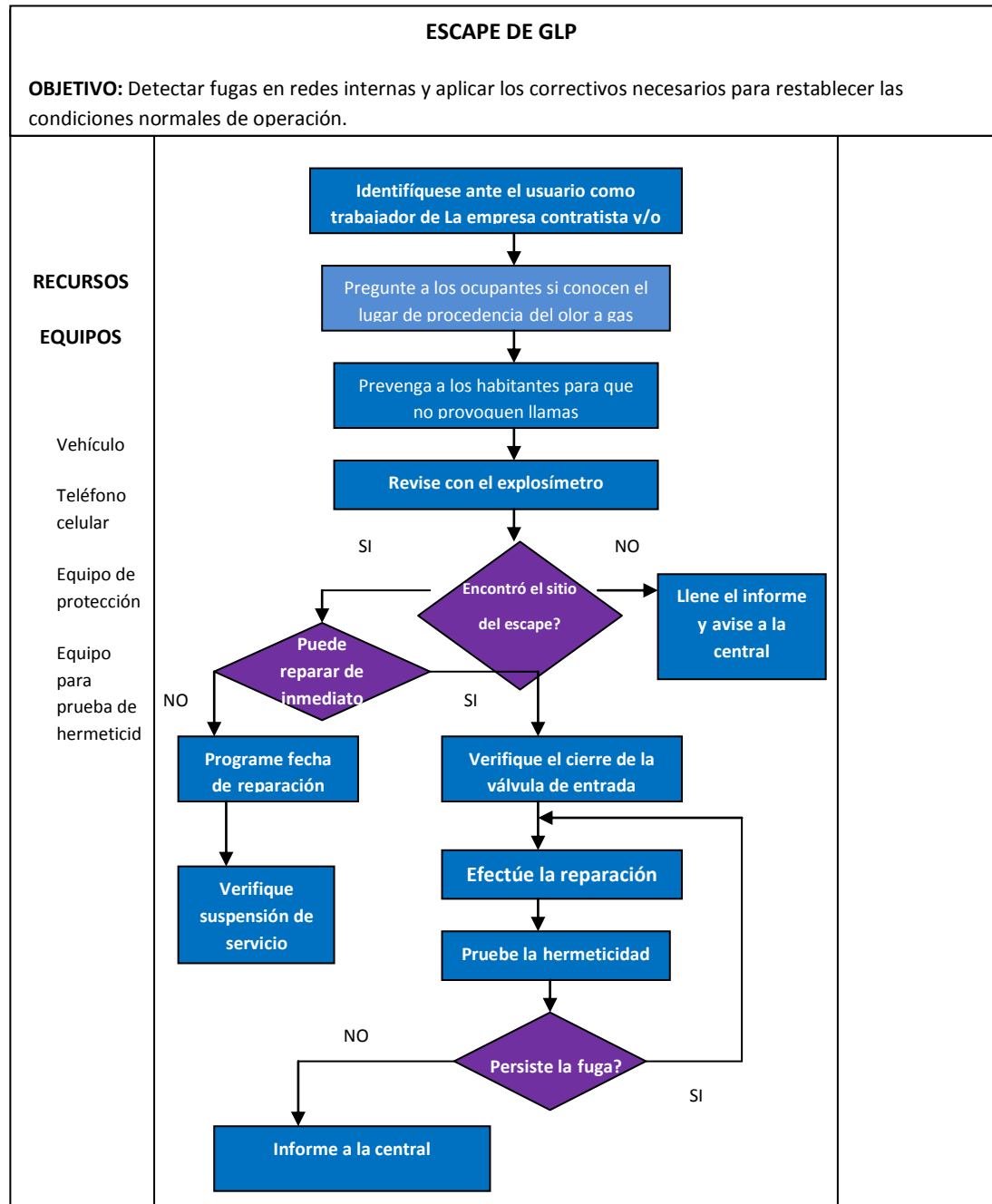
Figura 3. Procedimiento Operativo Normalizado en caso de explosión

Procedimiento Operativo Normalizado en caso de explosión



1.4.6. Procedimiento Operativo Normalizado En Caso De Escapes De GLP

Figura 4 .Procedimiento en caso de escape de gas instalaciones internas



1.4.7.1 Actuación En Avisos De “Corte De Gas”. Cuando por una reparación o mantenimiento se prevea que una parte de la red perderá presión a tal punto que los reguladores de servicio no operen apropiadamente, o cuando por cualquier causa la presión en un sector caiga a tal nivel, se procederá al corte del servicio al sector.

Salvo en una emergencia grave que no dé tiempo para el procedimiento, no es aconsejable cerrar las válvulas de troncal o anillo y permitir que el consumo de los usuarios reduzca la presión hasta que queden sin servicio, porque muchos quemadores pueden apagar sus llamas y continuar dejando escapar gas, que puede acumularse y causar un accidente.

El procedimiento correcto consiste en:

- Visitar todas las instalaciones, una por una, cerrando la válvula de acometida y asegurándola para que no pueda ser reabierta por el usuario o un tercero.
- Se dará aviso al usuario de que el servicio ha sido suspendido temporalmente y se le informará la hora aproximada en que se restablecerá. Si el usuario no se encuentra, se dejará una nota con esta información.
- Cuando el corte involucre demasiados usuarios se puede reemplazar por otros procedimientos, entre los que se enumeran:
- El aviso previo del corte y las instrucciones para el restablecimiento del servicio a los usuarios mediante la utilización de algún medio de comunicación (radio, prensa, volantes, visitas, etc.).
- Una vez se hayan cortado los servicios de toda la manzana, se cerrará la válvula de anillo que la surte. Las válvulas de troncal se cerrarán únicamente

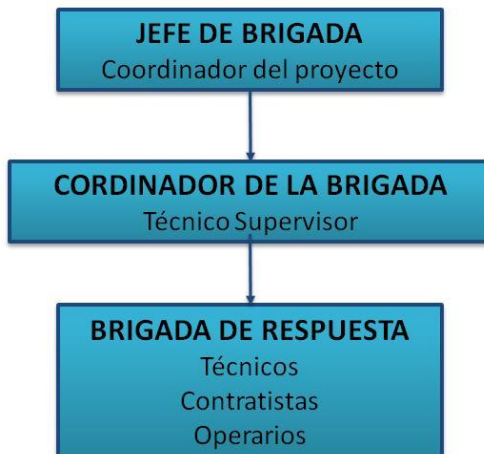
cuando se hayan cerrado las de los anillos conectados al tramo o sector aislado por dichas válvulas de troncal.

- Cuando se supere la emergencia o se realice la reparación, se presionarán las troncales y luego se abrirá la válvula del anillo más cercano a la reparación.
- Se reinstalará el servicio usuario por usuario, verificando que éste se encuentre presente y chequeando que los aparatos de consumo operen apropiadamente. Si se requiere purgar de aire la instalación, se hará hasta que los equipos trabajen en forma estable.
- Para procedimientos que involucren un número excesivo de usuarios, se podrá recurrir a medios de comunicación, para instruir al usuario en el restablecimiento de su servicio, pero en todo caso se atenderá personalmente en dicho restablecimiento a aquellos que, aun habiendo recibido las instrucciones para hacerlo por sí mismos, soliciten a la empresa realizarlo directamente.
- Si el usuario no se encuentra, se dejará cerrada y asegurada la válvula de acometida y se le dejará una nota para que llame para la reconexión del servicio
- Se procederá en la misma forma hasta reinstalar el servicio a todos los anillos e instalaciones del sector afectado.

1.4.7.2. Organización Operativa. La acción de respuesta del PDC depende de la disponibilidad permanente de una brigada capacitada y entrenada, conformada por los propios empleados de la empresa y apoyada por los cuerpos de atención de emergencias en los municipios.

A continuación se presenta la conformación del grupo mínimo de la brigada.

Figura 5. Brigada de Atención de Emergencias



Cuadro 8. Responsabilidades durante una emergencia

CARGO	RESPONSABILIDADES		
	Sin emergencia	Durante la emergencia	Después de la emergencia
Coordinador del Proyecto	- Conocer detalladamente los procedimientos de emergencias. - Mantener el inventario de equipos requeridos. - Disponer en forma permanente del listado de centros de atención y personal auxiliar	- Evaluar de forma preliminar la emergencia. - Activar la Brigada. - Coordinar las operaciones de control. - Suministrar los materiales y equipos requeridos según el plan de control de la emergencia. - Localización y suministro del personal auxiliar	- Participar en las evaluaciones de la emergencia. - Participar en las evaluaciones del PDC. - Participar en las actualizaciones del PDC. - Notificar la emergencia a Vicepresidencia de Ingeniería

CARGO	RESPONSABILIDADES		
	Sin emergencia	Durante la emergencia	Después de la emergencia
Coordinador de la brigada.	- Conocer perfectamente los procedimientos de emergencia establecidos. - Mantener actualizado el grado de capacitación del personal de la brigada. - Administrar los recursos materiales y equipos. - Participar en entrenamientos y simulacros.	- Activar el Plan de Control según el tipo de emergencia. - Asignar las funciones a la Brigada. - Administrar los recursos materiales y equipos. - Programar el requerimiento de suministros para atención de emergencias.	- Presentar el listado de reparación y recargue de equipos. - Presentar informe sobre gastos de insumos. - Evaluar el desempeño de la Brigada. - Notificar a Coordinador del Proyecto.
Brigadistas	- Colaborar en la evaluación de riesgos, revisión de los equipos de protección y seguridad. - Participar en los entrenamientos y simulacros. - Colaborar en la capacitación de los empleados.	- Operar los equipos de control de fugas e incendios. - Alistar los equipos. - Operar los equipos de medición (explosímetros, gasoscopios) - Realizar la limpieza del sector afectado.	- Registro de la inspección del área afectada. - Colaborar en el mantenimiento de los equipos de control utilizados. - Notificar a Coordinador de Brigada.

- **Asignación de Funciones.**

PDC – Tipo (Nivel) 1

Cuadro 9. Asignación de funciones

NIVEL	Función Básica	Tipo de Contingencia	Alcance	Manejo	Atención
PDC – NIVEL 1	Atención y control de la emergencia	Emergencia menor a mediana en áreas no confinadas y confinadas.	Fuga menor con incendio	Se requiere de la activación y puesta en acción de la brigada y de un inventario de equipos seleccionados para la atención.	Siempre activa, tiempo de alarma: alerta amarilla

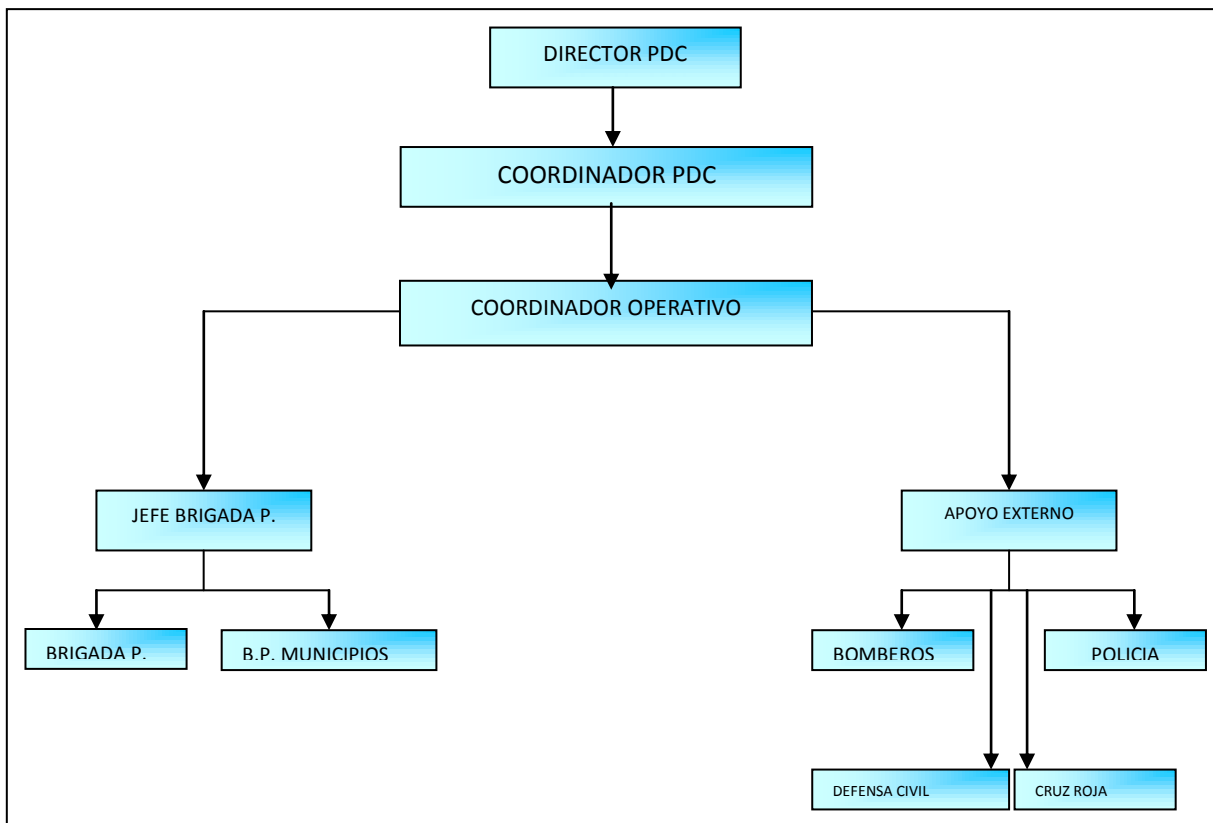
En el Cuadro 56 se muestra las responsabilidades de la brigada de atención a emergencias.

Cuadro 10. Responsabilidades de la brigada de atención de emergencias

PDC – Tipo (Nivel) 2

NIVELES	Función Básica	Tipo de Contingencia	Alcance	Manejo	Atención
PDC – NIVEL 2	Atención y control de la emergencia	Emergencia mediana mayor en área, confinada y no confinada en zona de difícil acceso.	Fuga mayor con incendio	Se requiere de la activación del PDC en las oficinas, en los municipios cercanos y prevención a comités locales y regionales de apoyo especializado.	alerta roja

Figura 6. Organigrama Operativo Plan de Contingencia



En el Cuadro 58 se muestran las funciones y responsabilidades de los coordinadores de atención a emergencias.

Cuadro 11. Funciones y responsabilidades de los coordinadores de atención a emergencias

CARGO	FUNCIONES	RESPONSABILIDADES		
		Sin emergencia	Durante la emergencia	Después de la emergencia
DIRECTOR GENERAL PDC	Es el responsable ante las autoridades por la implementación y efectividad de la operación de control de la emergencia	- Verificar que el PDC este actualizado. - Apoyar la consecución de recursos necesarios para implementar el PDC. - Mantener activos los canales para la obtención de ayuda externa.	- Autorizar al coordinador en escena para que active el PDC. - Activar la ayuda externa. - Autorizar los boletines de prensa, compras y contrataciones. - Apoyar la consecución de recursos para atender la emergencia.	- Promover la reunión de evaluación del PDC. - Solicitar informes finales correspondientes a la emergencia. - Apoyar la reposición de equipos y la entrega de los de apoyo externo. - Apoyar la reposición de equipos e insumos propios utilizados en la atención de la emergencia.
COORDINADOR DEL PDC.	Coordinar la ejecución óptima del PDC.	- Seguimiento del Programa de Capacitación. - Mantener el presupuesto del PDC. - Seguimiento del Programa de Entrenamiento y simulacros. - Mantener contacto con autoridades y centros de apoyo a emergencias.	- Evaluar la emergencia e informar el grado de ésta. - Evaluar en conjunto con el coordinador de los municipios la emergencia. - Establecer el Plan de acción y activar los recursos. - Autorizar y gestionar los informes ante las autoridades. - Dirigir, controlar y evaluar las actividades de los coordinadores	- Verificar las consecuencias de la emergencia y elaborar el informe final para el Director del PDC. - Coordinar la recolección de informes de pérdidas y daños ocasionados por la contingencia. - Apoyar la reposición de equipos y la entrega de los de apoyo externo.

CARGO	FUNCIONES	RESPONSABILIDADES		
		Sin emergencia	Durante la emergencia	Después de la emergencia
			del PDC. - Autorizar los gastos que demanden las operaciones.	- Apoyar la reposición de equipos e insumos propios utilizados en la atención de la emergencia. - Notificar a Director del PDC.
COORDINADOR OPERATIVO	Ejecutar Procedimiento operativo del PDC.	- Participar en simulacros y entrenamientos - Mantener actualizado el inventario del equipo. - Mantener actualizado el listado del personal entrenado para emergencias.	- Coordinar las actividades de la Brigada Permanentemente - Solicitar y distribuir los recursos humanos, materiales y logísticos. - Llevar el registro de las actividades para evaluar el Plan de acción. Presentar los informes de las actividades de control de la emergencia	- Participar en la evaluación del PDC. - Supervisar las necesidades de consecución y/o reposición de equipos. - Evaluar los procedimientos realizados en el control de la emergencia. - Notificar a Coordinador del PDC.