

FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE REDES
DE GAS NATURAL PARA EL TRAMO SABANAS DE SAN ÁNGEL A
MONTERRUBIO (MAGDALENA).

KAREN STELLA ROSARIO MUÑOZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL GAS
BUCARAMANGA

2020

FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE REDES
DE GAS NATURAL PARA EL TRAMO SABANAS DE SAN ÁNGEL A
MONTERRUBIO (MAGDALENA).

KAREN STELLA ROSARIO MUÑOZ

Trabajo de Grado para optar al título de
Especialista en Ingeniería del Gas

Director
ERNESTO CALDERÓN CARRILLO.
Ingeniero Civil
Especialista en Ingeniería del Gas

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL GAS
BUCARAMANGA

2020

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	14
1 OBJETIVOS	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA GEOGRÁFICA	17
2.1 GEOGRAFÍA	17
2.2 LIMITES	17
2.3 DIVISIÓN POLÍTICA	17
2.4 CLIMA	18
2.5 LA TEMPERATURA	18
2.6 HIDROGRAFÍA	18
3 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO	20
4 CÁLCULO DE PRESIÓN DE DISEÑO	26
5 CÁLCULO DE CAUDALES	28
6 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO	35
7 DISEÑO DE REDES	51
7.1 MODELACIÓN DE REDES PE 100 4 IN DISTRIBUCIÓN MONTEERRUBIO – TRAMO SABANAS DE SAN ÁNGEL - MONTEERRUBIO	51
7.1.1 Header Report: Diseño Troncal Monterrubio.	51

7.1.2	Node Report: Diseño Troncal Monterrubio	52
7.1.3	Pipe Report: Diseño Troncal Monterrubio	54
7.2	MODELACIÓN REDES PE 80 4 IN DISTRIBUCIÓN MONTERRUBIO	55
7.2.1	Header Report: Diseño Redes De Dist Monterrubio	55
7.2.2	Node Report: Diseño Redes De Distribución Monterrubio	56
7.2.3	Pipe Report: Diseño Redes De Distribución Monterrubio	70
8	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	96
8.1	PROFUNDIDAD DE LA TUBERÍA	97
8.2	SEÑALIZACIÓN	97
8.3	LIMPIEZA CON ESPUMAS	97
8.4	PRUEBAS DE HERMETICIDAD Y RESISTENCIA	98
8.5	VÁLVULAS	98
8.6	PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA.	99
9	PRESUPUESTO DE INVERSIÓN DE OBRA	100
9.1	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA OBRA DE DISTRIBUCIÓN TUBERÍA PE80.	101
9.2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA OBRA DE SUMINISTRO TUBERÍA PE100.	109
9.3	REVISIÓN DE COSTOS DE OBRA.	114
10	CONCLUSIONES	121
	BIBLIOGRAFÍA	122
	ANEXOS	124

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Viviendas Proyectadas Por Manzana y Población.....	21
Tabla 2. Total Viviendas Proyectadas.....	23
Tabla 3 Total Viviendas Proyectadas.....	28
Tabla 4 Consumos proyectados por población.....	28
Tabla 5 Proyección De Predios y Flujos De Anillos por Paquete.....	29
Tabla 6 Reporte de Nodos - Diseño Troncal Monterrubio PE100.....	53
Tabla 7 Reporte de Tuberías - Diseño Troncal Monterrubio PE100.....	54
Tabla 8 Reporte de Nodos - Diseño Redes De Distribución Monterrubio.....	57
Tabla 9 Reporte De Tuberías - Diseño Redes De Distribución Monterrubio.....	71
Tabla 10 Diámetros PE 80 Redes de Distribución.....	93
Tabla 11 Diámetros pe 100 red de suministro.....	94
Tabla 12 Materiales De Obra - Construcción Redes Pe 80.....	94
Tabla 13 Materiales De Obra - Construcción Redes Pe 100.....	95
Tabla 14 Profundidad De Tuberías.....	97
Tabla 15 APU Canalización Anillo Zona Verde - PE80.....	101
Tabla 16 APU Canalización Anillo Calzada Concreto - PE80.....	102
Tabla 17 APU Canalización Anillo Andén - PE80.....	103
Tabla 18 APU Canalización Troncal Zona Verde - PE80.....	104
Tabla 19 APU Canalización Troncal Calzada Concreto - PE80.....	105
Tabla 20 APU Canalización Troncal Calzada Concreto - PE80.....	106
Tabla 21 APU Cruce De Arroyo A Cielo Abierto Anillo.....	107
Tabla 22 APU Canalización Troncal Zona Verde - PE100.....	109
Tabla 23 APU Tendido y Termofusión P.E. 4".....	110
Tabla 24 APU Cruce con Topo 4".....	111
Tabla 25 APU Cruce con PHD 6" Arena/Arcilla.....	112
Tabla 26 APU Planos As-built.....	113
Tabla 27 Costos de Materiales PE 80.....	114
Tabla 28. Costos de Materiales PE 100.....	115

Tabla 29 Costos De Ejecución De Obra.	116
Tabla 30 Costos Adicionales.....	117
Tabla 31 Costos Directos de la obra.	117
Tabla 32 Total Utilidad Por Venta De Instalaciones Potenciales.	118
Tabla 33 Total ganancia por consumo de potenciales.....	118
Tabla 34 Utilidad de inversión en el primer año del proyecto Monterrubio.	119
Tabla 35 Evaluación de la inversión	120

LISTA DE IMAGENES

Imagen 1 Ubicación del proyecto en el Dpto. del Magdalena.	19
Imagen 2 Tasa de crecimiento exponencial (%), por quinquenios, según departamentos - Periodo 2005-2020.	20
Imagen 3 Propiedades Típicas Del PE 80 Y PE 100	24
Imagen 4 Características De Las Tubería serie IPS- CTS PE80 (PEMD) NTC 1746	25
Imagen 5 Características De Las Tubería Serie Milimétrica PE100 (PEAD) NTC 1746.....	25
Imagen 6 Reporte De Nodos En Modelación Red PE 100.	52
Imagen 7 Reporte de tuberías en modelación red PE 100.	54
Imagen 8 Reporte de nodos en modelación red PE 80.	56
Imagen 9 Reporte de tuberías en modelación red PE 80.	70

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografías 1 (PK) K0 + 000 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio.....	35
Fotografías 2 (PK) K3 + 100 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio.....	36
Fotografía 3 (PK) K3 + 400 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio.....	37
Fotografías 4 (PK) K3 + 800 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio.....	38
Fotografías 5 (PK) K4 + 600 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio.....	39
Fotografías 6 (PK) K5 + 600 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio.....	40
Fotografía 7 (PK) K6 + 200 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio.....	41
Fotografía 8 (PK) K6 + 600 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio.....	42
Fotografía 9 (PK) K10 + 300 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio.....	43
Fotografías 10 (PK) K12 + 200 vía Sabanas de San Ángel - Monterrubio.....	44
Fotografía 11 (PK) K13 + 700 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio.....	45
Fotografía 12 (PK) K15 + 300 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio.....	46
Fotografía 13 (PK) K15 + 600 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio.....	47
Fotografía 14 (PK) K17 + 000 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio.....	48
Fotografía 15 (PK) K19 + 600 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio.....	49

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Planos de redes	124
Anexo 2 Diagramas de Flujo.....	126

GLOSARIO

LÍNEAS PRIMARIAS: Sistema de tuberías destinados a la distribución de gas hacia sectores puntuales de consumo. Están comprendidos entre la salida de la estación receptora y la entrada a las estaciones reguladoras dispuestas en la red de distribución. Por lo general se componen de tuberías metálicas operadas a alta presión.¹

LÍNEAS SECUNDARIAS: Sistema de tuberías que se derivan de las líneas primarias desde la salida de las estaciones reguladoras de distrito y se extienden hacia la línea de acometida de todos los usuarios en un sector determinado de la red de distribución. Por lo general se componen de tuberías de materiales plásticos especiales operados a media presión.¹

MÁXIMA PRESIÓN DE ENSAYO PERMISIBLE: Máxima presión interna de 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 su trazado.¹

MÁXIMA PRESIÓN DE OPERACIÓN PERMISIBLE: Es la máxima presión a la cual puede ser operado un sistema de gas de conformidad con las especificaciones de la norma NTC 3838.¹

REDES DE DISTRIBUCIÓN: Sistema de tuberías y accesorios destinados al abastecimiento de gas, comprendidos entre la salida de la estación receptora (City Gate), estación receptora local o tanque de almacenamiento, hasta la válvula de corte (Registro) ubicada en la acometida.¹

PERFORACIÓN DIRIGIDA: Técnica Consistente en la ejecución de túneles mediante la utilización de un dispositivo que comprime o extrae el suelo tras su paso dejando una perforación por la cual permite la instalación de la tubería; tiene la

¹ Norma Técnica Colombiana 3838 – Gasoductos. Presiones de operación permisibles para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles.

posibilidad de guiar la perforación tanto horizontal como vertical a todo lo largo del lanzamiento.²

² Norma Técnica Colombiana 3728 – Gasoductos. Líneas de transporte y redes de distribución de gas.

RESUMEN

TITULO: FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE GAS NATURAL PARA EL TRAMO SABANAS DE SAN ÁNGEL A MONTERRUBIO (MAGDALENA).*

AUTOR: KAREN STELLA ROSARIO MUÑOZ**

PALABRAS CLAVE: FACTIBILIDAD, DISEÑO, PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN:

El corregimiento de Monterrubio perteneciente al municipio de Sabanas de San ángel en el departamento del Magdalena no cuenta con el servicio de gas natural, en el presente proyecto se podrá revisar y evaluar la posibilidad de llevar a cabo la construcción de las redes de transporte y distribución en este corregimiento. Se realizará el diseño de las redes a instalar, calculando las presiones de diseño, los caudales de consumo de las poblaciones que se verían beneficiadas con la ejecución de obra, estos tendrán una proyección a 20 años con respeto al censo actual con el fin de que la selección de los diámetros requeridos supla las necesidades del consumo en ese periodo de tiempo. Para la construcción del sistema de distribución de gas natural es preciso realizar el análisis de la factibilidad técnica, identificando cada uno de los accidentes geográficos o puntos relevantes a considerar en el trazado de la red, seguidamente se realizará el cálculo de la inversión económica requerida y la viabilidad de la construcción para la aprobación de la ejecución de estas obras.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas; Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director Ing. Ernesto Calderón Carrillo. Especialista en Ingeniería de Gas.

ABSTRACT

TITLE: TECHNICAL-ECONOMIC FEASIBILITY OF THE CONSTRUCTION OF NATURAL GAS NETWORKS FOR THE SABANAS SECTION FROM SAN ÁNGEL TO MONTERRUBIO (MAGDALENA)*

AUTHOR: KAREN STELLA ROSARIO MUÑOZ**

KEYWORDS: FEASIBILITY, DESIGN, BUDGET

DESCRIPTION:

The town of Monterrubio belonging to the municipality of Sabanas de San Ángel in the department of Magdalena does not have natural gas service, in this project the possibility of carrying out the construction for the transport and distribution networks can be reviewed and evaluated in this district. The design of the networks to be installed will be carried out, calculating the design pressures, the consumption flows of the populations that would benefit from the execution of the work, these will have a projection to 20 years with respect to the current census in order that the selection of the required diameters meets the consumption needs in that period of time. For the construction of the natural gas distribution system, it is necessary to carry out the analysis of technical feasibility, identifying each of the geographical features or relevant points to consider in the network layout, then the calculation of the required economic investment will be made and the viability of the construction for the approval of the execution of these works.

* Degree work

** Physicochemical Engineering Faculty. Petroleum Engineering School. Director: Ing. Ernesto Calderón Carrillo. Specialist in Gas Engineering.

INTRODUCCIÓN

El gas natural es un tipo de combustible que genera menor contaminación al ambiente, sin embargo, en el departamento del Magdalena existen distintas poblaciones que no poseen un sistema de redes (transporte y/o distribución) que supla esta necesidad. En muchos de los casos debido a que se encuentran ubicadas en sitios lejanos de los pozos de explotación, redes de transporte o redes de distribución. Este es el caso del corregimiento de Monterrubio en el municipio de Sabanas de San Ángel, dada su ubicación geográfica este a la fecha no cuenta con el servicio público de gas natural, por lo que en este proyecto se realizará el análisis de la factibilidad técnico-económica para la construcción de las redes de transporte en el tramo Sabanas de San Ángel – Monterrubio y las redes de distribución de esta población.

La Comisión De Regulación De Energía Y Gas, en la resolución No. 071 del 3 de diciembre de 1999 estableció el Reglamento Único de Transporte de Gas Natural- (RUT), una vez dado este reglamento para poder realizar el transporte de este combustible se deberá realizar el tratamiento y/o procesamiento requerido según las características de cada pozo o yacimiento, debido a que cada uno posee unas propiedades características en proporciones, cantidades o valores diferentes, tales como la composición, gravedad específica, peso molecular promedio y poder calorífico, con el fin de garantizar una combustión con menor producción de gases contaminantes. Mientras que la densidad relativa de esta mezcla la hace más ligera que el aire por lo que las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera dificultando la formación de mezclas explosivas, brindando mayor seguridad y facilidad al uso de este servicio por parte de la población.

El uso inadecuado de otros tipos de combustibles como el gas propano en cilindros y leña para las labores de cocina podría ocasionar afecciones a la salud debido a

accidentalidad por quemaduras y enfermedades pulmonares de los habitantes, así mismo, se verían afectados tanto el ámbito forestal por la tala desmesurada de zonas boscosas, como la economía y la seguridad de la población por falta de regulaciones y revisiones en los hogares.

Por lo tanto, se ha ideado una propuesta para poder satisfacer la necesidad que tiene la población en el corregimiento de Monterrubio en el departamento del Magdalena, al realizar la modelación de un gasoducto de transporte a altas presiones y una red de distribución domiciliaria, de acuerdo con la cantidad de usuarios y la demanda de consumos que este y los corregimientos vecinos a las que se les suministrará el servicio requieran, se proyectará en un periodo de tiempo determinado, se calcularán los diámetros, presiones de trabajo, se proyectará el valor de la inversión, con el fin de evaluar la viabilidad técnica y económica del proyecto, facilitando que el sistema a construir sea de una infraestructura sencilla que no requiera de numerosos mantenimientos para su uso.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y analizar la factibilidad de construcción de la red de polietileno de alta y media presión para la distribución de gas natural del tramo Sabanas de San Ángel a Monterrubio (Magdalena).

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar la población actual y el crecimiento de la misma en el corregimiento y así determinar los aspectos técnicos que se deberán considerar para la construcción de la red de polietileno.
- Diseñar un sistema de red de transporte y distribución para el abastecimiento de gas natural realizando selección de diámetros y presiones de trabajo del corregimiento Monterrubio (Magdalena).
- Presupuestar la inversión necesaria para la construcción del sistema de abastecimiento de gas natural para el corregimiento.
- Analizar la viabilidad técnica y económica de construcción del proyecto según la demanda poblacional y sus necesidades.

2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA GEOGRÁFICA

El municipio de Sabanas de San Ángel está localizado en la zona centro del Departamento del Magdalena, conformada por los municipios de Chibolo, Sabanas de San Ángel, Tenerife, Plato, Nueva Granada y Ariguaní. Información tomada de la página oficial de la Alcaldía de Sabanas De San Ángel, Magdalena.

2.1 GEOGRAFÍA

Se halla enmarcado dentro de las siguientes coordenadas: 10° 02' latitud norte y 74°13' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, cuenta con una extensión de 1.195,82 km², que representa el 5,15% de la superficie del Departamento³.

2.2 LIMITES

- Al Norte con Pivijay y Fundación.
- Al Sur con los municipios de Ariguaní y Nueva Granada.
- Al Este con Algarrobo y El Copey (Cesar).
- Al Occidente con Nueva Granada, Chibolo y Pivijay³.

2.3 DIVISIÓN POLÍTICA

La división política del municipio de Sabanas de San Ángel se conforma por corregimientos entre los cuales Casa de Tabla, Céspedes, San Roque, Flores de María, Manantial, Pueblito de los Barrios, Monterrubio y Estación Villa, por veredas entre los cuales El Pacifico, la Fortuna, San José, San Martín, Las Melisas, La Horqueta, La Sabana, No te Canses, Santa Rosa, Ovejita, Antoñazo, Llama Cama, Cielo Azul y los resguardos indígenas Santa Elena, El Sinaí, Montecarlo, El Tesoro, Tamarindal, El Tormento, Algarrobo, Calle Larga, Casa Blanca, La Alegría, Las Marías. La Escondida, La Palma, Oceanía, Mata de Guineo, Palmas de Vino,

³ <http://www.sabanasdesanangel-magdalena.gov.co/municipio/nuestro-municipio>.

Capuchito, Parapeto, Florencia, Marquetalia, Brasil I, Brasil II, Monte Líbano, Santa Isabel, La Isla, Los Llanos Issa Oristunna, y Ete Buterilla⁴.

2.4 CLIMA

“De acuerdo con su posición dentro de la zona de influencia de la Sierra Nevada de Santa Marta, el municipio está bajo el efecto climático de los vientos Alisios del Noreste, la Zona de Convergencia Intertropical y la presencia de frentes fríos. También se siente la influencia de los eventos del Niño y la Niña, que provocan sequías prolongadas el uno y lluvias intensas la otra”⁴.

2.5 LA TEMPERATURA

Promedio mensual del Municipio de Sabanas de San Ángel es de 27.68°C; esta se mantiene constante en los valles, parte plana, colinas, y en la planicie aluvial. Los reportes del IDEAM, registran precipitaciones promedio anual entre 1.000 a 1.800 mm. La altitud sobre el nivel del mar es de 75 msnm⁴.

2.6 HIDROGRAFÍA

El municipio forma parte de la cuenca hidrográfica del Río Ariguaní, que mantiene agua durante todo el año; igualmente dispone de microcuencas con recurso hídrico solamente en épocas de invierno. La zona plana baja cuenta con agua subterránea, debido a la relativa cercanía al río Ariguaní. Con vertientes tipo III: A esta vertiente le corresponden las quebradas, caños y arroyos que vierten sus aguas al río Magdalena o ciénagas aledañas. Tiene un total de 48.143,63 hectáreas (has), está conformada por los arroyos: Matecaña, Antoñazo, Piedra, Limones, Oceanía, Loradero, El Moro, Floresta, La Lucha, Aceituna, Planadas, Mulero, Algarrobo, Mercado, Orinoco, María Antonia, Martinete y Pajarero. Comprende los corregimientos de Flores de María, Pueblito de los Barrios, Céspedes, Las Mulas, Y los Resguardos Indígenas, Issa Oristunna y Alemania, las vertientes tipo IV: En

⁴ <http://www.sabanasdesanangel-magdalena.gov.co/municipio/nuestro-municipio>.

esta vertiente están comprendidos todos los arroyos caños y quebradas que son afluentes del río Ariguaní; aquí se incluye el corregimiento de Casa de Tabla y la cabecera municipal con un área de 51.263,62 has. Forman la vertiente los arroyos Cacagüero, La Palma, Betulia, Brazuela, los Caños, Miradas, Carbonero, Diamante, Los Chochos, La Bonga, Torres, Picardía, Tinalita, Jericó, Grecia, Hondo, Sabana, Cedro y Corralito”⁵.

Específicamente el corregimiento de Monterrubio se encuentra al noroeste de la cabecera municipal, de la cual dista 70 km por carreteras .

Imagen 1 Ubicación del proyecto en el Dpto. del Magdalena⁶.



Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

⁵ <http://www.sabanasdesanangel-magdalena.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

⁶ https://www.gifex.com/fullsize/2011-08-24-14507/Mapa_del_Magdalena.html

3 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO

A partir del número de viviendas levantadas en abril de 2018 se hace una proyección de crecimiento a 20 años tomando una tasa de crecimiento del 1.03% dada para el Magdalena en el quinquenio de 2015-2020, según la tasa de crecimiento exponencial (%), por quinquenios según departamentos periodo del 2005-2020⁷.

Imagen 2 Tasa de crecimiento exponencial (%), por quinquenios, según departamentos - Periodo 2005-2020.

Departamentos	Quinquenios		
	2005-2010	2010-2015	2015-2020
NACIONAL	1,19	1,15	1,09
Antioquia	1,31	1,25	1,17
Atlántico	1,32	1,23	1,11
Bogotá, D.C.	1,48	1,35	1,24
Bolívar	1,05	1,15	1,13
Boyacá	0,19	0,14	0,17
Caldas	0,20	0,20	0,20
Caquetá	1,26	1,29	1,25
Cauca	0,77	0,89	0,82
Cesar	1,35	1,25	1,15
Córdoba	1,51	1,54	1,45
Cundinamarca	1,66	1,58	1,49
Chocó	0,95	0,98	0,99
Huila	1,37	1,28	1,18
La Guajira	3,67	3,14	2,65
Magdalena	0,88	0,95	1,03
Meta	2,12	1,98	1,84
Nariño	1,23	1,24	1,19
Norte de Santander	0,85	0,87	0,84
Quindío	0,56	0,56	0,57
Risaralda	0,61	0,57	0,54
Santander	0,53	0,50	0,47
Sucre	0,98	0,98	0,99
Tolima	0,32	0,30	0,27
Valle del Cauca	1,04	1,02	1,01
Arauca	1,29	1,16	1,00
Casanare	1,95	1,81	1,69
Putumayo	1,00	1,14	1,35
San Andrés y Providencia	0,77	0,83	0,83
Grupo Amazonía*	1,65	1,54	1,52

Fuente: DANE.

*Incluye los Departamentos de Amazonas, Guainía, Guaviare, Vaupés y Vichada

Fuente: DANE

⁷ Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Estudios postcensales no. 7 ISBN 978-958-624-078-9 Bogotá - Colombia - 2009, 52p.

Para realizar la proyección del número de viviendas a 20 años se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$F = P(1+i)^n$$

Donde n es el número de años a proyectar, este valor debe ser 20 años, i es el porcentaje de crecimiento anual de la población, P es el valor de viviendas existentes en la actualidad y F es el valor esperado de viviendas a los n-esimos años.

$$F = P (1+0.0103)^{20}$$

En el corregimiento de Monterrubio se tiene que la población actual es de 694 viviendas, también se tendrá en cuenta la población de Pueblito de los Barrios para cumplir con la demanda requerida en la zona, ya que esta se encuentra en el recorrido a realizar, el cual cuenta con una población actual de 56 viviendas:

Por lo cual al proyectarse a 20 años, los predios calculados por cada manzana y localidad son:

Tabla 1. Viviendas Proyectadas Por Manzana y Población.

Cálculo De La Proyección De Viviendas				
Monterrubio			Pueblito De Los Barrios	
Anillo	Predios	Predios a 20 años	Predios	Predios a 20 años
1	24	30	7	9
2	14	18	7	9
3	29	36	7	9
4	13	16	7	9
5	36	45	7	9
6	17	21	7	9
7	18	23	7	9

Tabla 1. (Cont.)

8	21	26	7	9
9	23	29		
10	19	24		
11	19	24		
12	5	7		
13	23	29		
14	23	29		
15	18	23		
16	10	13		
17	8	10		
18	25	31		
19	10	13		
20	16	20		
21	19	24		
22	12	15		
23	14	18		
24	9	12		
25	5	7		
26	15	19		
27	13	16		
28	13	16		
29	23	29		
30	17	21		
31	15	18		
32	9	12		
33	18	23		
34	13	16		
35	12	15		
36	14	18		

Tabla 1. (Cont.)

37	10	13		
38	12	15		
39	19	24		
40	17	21		
41	26	32		
42	9	12		
43	9	12		
Viviendas	694	875	56	72

Obteniendo una proyección de 947 viviendas para la zona en los siguientes 20 años:

Tabla 2. Total Viviendas Proyectadas.

Localidad	Viviendas	Proyección
Monterrubio	694	875
Pueblito De Los Barrios	56	72
Total Viviendas	750	947

En el recorrido de la tubería no se presentan condiciones inusuales que deriven en esfuerzos adicionales al sistema tales como largos tramos auto-soportados, vibraciones mecánicas o sónicas, peso de accesorios especiales, diferencias de temperatura, inundaciones o condiciones geotécnicas adversas, etc.

El gas que se utilizará en este proyecto es gas natural proveniente de los campos menores del departamento del Magdalena, como son el campo El Difícil ubicado en el corregimiento de Pueblo Nuevo y el campo Guama ubicado en el municipio de Nueva Granada.

La gravedad específica promedio de estos dos campos es de 0.6 y un poder calorífico de 1086⁸ Btu/pie³ datos tomados de los parámetros reportados de la fuente de suministro: Tucurinca por la empresa Promigas.

Las tuberías empleadas en este proyecto deben ajustarse a la norma NTC 3728 segunda actualización (editada 2011-12-21).

Las tuberías y accesorios en polietileno para la conducción de gas natural utilizados para este proyecto son de media densidad (PEMD) PE2406 o PE80 para presiones de trabajo de hasta 60 PSIG y de alta (PEAD) PE4710 o PE100 para presiones de trabajo hasta 132 PSIG.

Imagen 3 Propiedades Típicas Del PE 80 Y PE 100

PROPIEDADES TÍPICAS DEL PE 80 Y PE 100 (COMPUESTOS)				
PROPIEDADES	MÉTODOS DE ENSAYO	VALORES		UNIDADES
		PE80	PE100	
DENSIDAD (PIGMENTADO)	ISO 1183	0,928	0,959	g/m ³
TASA DE FLUJO (5Kg/190°C)	ISO 1133	0,85	0,29	g/10min
RESISTENCIA A LA TENSIÓN EN EL PUNTO DE CEDENCIA	ISO 6259	19	25	MPa
RESISTENCIA A LA TENSIÓN EN EL PUNTO DE ROTURA	ISO 6259	-----	38	MPa
ELONGACIÓN (ROTURA)	ISO 6259	>350	>600	%
MÓDULO DE ELASTICIDAD	ISO 527	750	1400	MPa
PUNTO DE ABLANDAMIENTO VICAT	ISO 306	121	128	°C
PUNTO DE ABLANDAMIENTO VICAT (5Kg)	ISO 306	-----	78	°C
ESTABILIDAD TÉRMICA (OIT, 210°C)	ISO 10837	>20	>20	min
COLOR	ISO 9080	AMARILLO	NARANJA	---
RESISTENCIA MÍNIMA REQUERIDA (MRS)	ISO 12162	8	10	MPa

La tabla da los valores típicos medidos en el producto. Estos valores no se deben considerar como especificaciones.

Fuente: Catálogo De Productos Líneas Gas Extrucol

Teniendo en cuenta las condiciones de operación del gasoducto se instalarán tuberías de polietileno de alta densidad detalladas en la imagen 5. Cabe anotar que

⁸ <http://www.promigas.com/Es/BEO/Paginas/ComposicionGasVigente.aspx>

en los ramales como en las redes de distribución la tubería tendrá un RDE igual a 11.

Imagen 4 Características De Las Tubería serie IPS- CTS PE80 (PEMD) NTC 1746

TUBERIA SERIE IPS - CTS PE 80 (PEMD) NTC 1746												
DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR		ESPESOR DE PARED (mm)								LONGITUD	
	PROMEDIO	TOL.*	RDE 17		RDE 11		RDE 9		RDE 7		METROS	
			MÍNIMO	TOL.*	MÍNIMO	TOL.*	MÍNIMO	TOL.*	MÍNIMO	TOL.*	ROLLOS	TRAMOS
pulg.	mm	mm										
½ CTS	15,9	± 0,10	----	----	----	----	----	----	2,27	+ 0,23	200	----
½ IPS	21,3	± 0,102	----	----	----	----	2,29	0,279	----	----	150	----
¾ IPS	26,7	± 0,102	----	----	2,41	+ 0,279	----	----	----	----	150	----
1 IPS	33,4	± 0,127	----	----	3,02	+ 0,356	----	----	----	----	150	----
2 IPS	60,3	± 0,152	----	----	5,49	+ 0,660	----	----	----	----	100	----
3 IPS	88,9	± 0,203	5,23	+ 0,635	8,08	+ 0,965	----	----	----	----	50 - 100	10 - 12
4 IPS	114,3	± 0,229	6,71	+ 0,813	10,39	+ 1,246	----	----	----	----	50	10 - 12
6 IPS	168,3	± 0,279	9,91	+ 1,194	15,29	+ 1,829	----	----	----	----	----	10 - 12
8 IPS	219,1	± 0,33	12,90	+ 1,549	19,94	+ 2,388	----	----	----	----	----	10 - 12
10 IPS	273,0	± 0,381	16,08	+ 1,930	24,84	+ 2,972	----	----	----	----	----	10 - 12
12 IPS	323,8	± 0,432	19,05	+ 2,286	29,46	+ 3,531	----	----	----	----	----	10 - 12
14 IPS	355,6	± 1,6	20,93	+ 2,510	32,33	+ 3,89	----	----	----	----	----	10 - 12
16 IPS	406,4	± 1,83	23,90	+ 2,870	36,96	+ 4,44	----	----	----	----	----	10 - 12

Fuente: Catálogo De Productos Líneas Gas Extrucol

Imagen 5 Características De Las Tubería Serie Milimétrica PE100 (PEAD) NTC 1746

TUBERÍA SERIE MILIMÉTRICA PE100 (PEAD) NTC 1746							
DIAMETRO NOMINAL	ESPESOR DE PARED (mm)				LONGITUD		
	mm	RDE 11		RDE 17		METROS	
		MÍNIMO	TOLERANCIA	MÍNIMO	TOLERANCIA	ROLLOS	TRAMOS
50	4,6	+ 0,7	3,0	+ 0,5	150	-	
63	5,8	+ 0,8	3,8	+ 0,6	100	-	
75	6,8	+ 0,9	4,5	+ 0,7	100	-	
90	8,2	+ 1,1	5,4	+ 0,8	50 - 100	10 - 12	
110	10,0	+ 1,2	6,6	+ 0,9	50	10 - 12	
160	14,6	+ 1,7	9,5	+ 1,2	-	10 - 12	
200	18,2	+ 2,1	11,9	+ 1,4	-	10 - 12	
250	22,7	+ 2,5	14,8	+ 1,7	-	10 - 12	
315	28,6	+ 3,1	18,7	+ 2,1	-	10 - 12	
355	32,3	+ 3,5	21,1	+ 2,4	-	10 - 12	
400	36,4	+ 5,7	23,7	+ 3,8	-	10 - 12	

Fuente: Catálogo De Productos Líneas Gas Extrucol

4 CÁLCULO DE PRESIÓN DE DISEÑO

Por las presiones de operación del proyecto se decide como mejor opción el uso de una tubería de polietileno PE100 para el transporte y PE80 para la distribución. A través de la ecuación de Barlow se estima la presión máxima de operación (MOP). Acorde a la norma ISO 4427 e ISO 4437, la MOP se calcula de la siguiente forma:

$$MOP = 20 * MRS / [(SDR-1) * C]$$

Dónde:

SDR = Es la relación diámetro espesor de pared.

MOP = Presión máxima de operación, bar

MRS = Resistencia mínima requerida, valor de LCL redondeando al valor más próximo inferior de la serie R10 o de la serie R20, dependiendo del valor de LCL.

Para PE 80 = 8 MPa y para PE 100 = 10 MPa (según NTC 1746 o ISO 4437)

C = Es el producto de dos factores $C = CA * CM$, donde CA que depende del fluido que circule por la tubería y CM que depende del tipo de material plástico de la tubería. Los valores de los coeficientes pueden encontrarse en la norma ISO 4437.

Basado en la ecuación de Barlow para tuberías plásticas se calcula la MOP de la tubería.

Para una troncal diseñada en polietileno P80 y utilizando como fluido de trabajo gas natural, los factores son: MRS = 8 MPa, CA =1.6, CM =1.25, SDR=11. Con estos valores se calculó la presión máxima de operación de la red.

Para el diámetro de 4 Inches (Abreviatura In) PE 80 (Red de Distribución):

$$MOP = 20 * 8 / [(11 -1) * 2.0] = 8 \text{ bar} \sim 116.03 \text{ Psig}$$

De acuerdo con lo anterior y aplicando un factor de corrección por temperatura de 1.1 (para 30°C), la máxima presión de operación para una tubería de SDR 11 de PE80 es de 105 psig.

Para una troncal diseñada en polietileno PE100 y utilizando como fluido de trabajo gas natural, los factores son: MRS = 10 MPa, CA =1.6, CM =1.25, SDR=11. Con estos valores se calculó la presión máxima de operación de la red.

Para el diámetro de 4 In PE 100 (Red de Suministro):

$$P = 20 * 10 / [(11 -1) * 2.0] = 10 \text{ bar} \sim 145.038 \text{ Psig}$$

De acuerdo con lo anterior y aplicando un factor de corrección por temperatura de 1.1 (para 30°C), la máxima presión de operación para una tubería de SDR 11 de PE100 es de 132 psig.

Se manejarán presiones para las redes de distribución y red de suministro de,

1. Red de Distribución:

Máxima presión operación tuberías PE80: 60 psig

Mínima presión de operación PE80: 20 psig

2. Línea de Suministro:

Máxima presión operación tuberías PE100: 132 psig

Mínima presión de operación PE100: 65 psig

5 CÁLCULO DE CAUDALES

De la Tabla 3 correspondiente al total de viviendas proyectadas en los próximos 20 años de las poblaciones que serán beneficiadas por este proyecto:

Tabla 3 Total Viviendas Proyectadas.

Localidad	Viviendas	Proyección
Monterrubio	694	875
Pueblito de los barrios	56	72
Total viviendas	750	947

Fuente: Autor

Se procede a realizar el cálculo del caudal requerido por las viviendas a suministrar, caudal que deberá ser afectado por un factor de simultaneidad $K = (0.9687/N^{0.1816})$, se asume un consumo de 2.5 M³/h por vivienda.

Tabla 4 Consumos proyectados por población.

Localidad	Número de Viviendas	Caudal Total (m ³ /h)	Factor simultaneidad	Caudal Corregido (m ³ /h)
Monterrubio	875	2187.5	0.283	619.3
Pueblito de los barrios	72	180	0.446	80.2
Total consumo proyectado residencial	947	2367.5	0.729	699.5

De acuerdo con la tabla anterior, la red debe tener una capacidad mínima 699.5 M³/h para usuarios residenciales y se le adicionará 10 M³/h en cada población teniendo en cuenta conexiones comerciales a futuro. En total 719.5 M³/h.

El análisis de los flujos en las redes de anillo se realiza en las tablas siguientes correspondiente por cada paquete de anillo.

Tabla 5 Proyección De Predios y Flujos De Anillos por Paquete.

Monterrubio (Paquete 1)					
Anillo	Predios	Predios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años
1	24	30	2.5	0.2831	21.2316
2	14	18	2.5	0.2831	12.7389
Total Flujo a 20 años		33.97	M3/h	1199.66	cfh

Monterrubio (Paquete 2)					
Anillo	Predios	Predios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años
1	29	36	2.5	0.28308746	25.4778717
2	13	16	2.5	0.28308746	11.3234985
3	36	45	2.5	0.28308746	31.8473397
Total Flujo a 20 años		68.65	M3/h	2424.31	cfh

Tabla 5. (Cont.)

Monterrubio (Paquete 3)					
Anillo	Pedios	Pedios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años
1	17	21	2.5	0.28308746	14.8620918
2	18	23	2.5	0.28308746	16.2775292
3	21	26	2.5	0.28308746	18.4006851
Total Flujo a 20 años		49.54	M3/h	1749.49936	cfh

Monterrubio (Paquete 4)					
Anillo	Pedios	Pedios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años
1	23	29	2.5	0.28308746	20.5238411
2	19	24	2.5	0.28308746	16.9852478
3	19	24	2.5	0.28308746	16.9852478
4	5	7	2.5	0.28308746	4.95403061
Total Flujo a 20 años		59.45	M3/h	2099.40	cfh

Monterrubio (Paquete 5)					
Anillo	Pedios	Pedios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años
1	23	29	2.5	0.28308746	20.5238411
2	23	29	2.5	0.28308746	20.5238411
3	18	23	2.5	0.28308746	16.2775292
4	10	13	2.5	0.28308746	9.20034257
5	8	10	2.5	0.28308746	7.07718659
Total Flujo a 20 años		73.60	M3/h	2599.26	cfh

Tabla 5. (Cont.)

Monterrubio (Paquete 6)					
Anillo	Pedios	Pedios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años
1	25	31	2.5	0.28308746	21.9392784
2	10	13	2.5	0.28308746	9.20034257
3	16	20	2.5	0.28308746	14.1543732
4	19	24	2.5	0.28308746	16.9852478
5	12	15	2.5	0.28308746	10.6157799
Total Flujo a 20 años		72.90	M3/h	2574.26	cfh
Monterrubio (Paquete 7)					
Anillo	Pedios	Pedios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años
1	14	18	2.5	0.28308746	12.7389359
2	9	12	2.5	0.28308746	8.49262391
3	5	7	2.5	0.28308746	4.95403061
Total Flujo a 20 años		26.19	M3/h	924.74	cfh
Monterrubio (Paquete 8)					
Anillo	Pedios	Pedios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años
1	15	19	2.5	0.28308746	13.4466545
2	13	16	2.5	0.28308746	11.3234985
3	13	16	2.5	0.28308746	11.3234985
4	23	29	2.5	0.28308746	20.5238411
5	17	21	2.5	0.28308746	14.8620918
Total Flujo a 20 años		71.48	M3/h	2524.28	cfh

Tabla 5. (Cont.)

Monterrubio (Paquete 9)						
Anillo	Pedios	Pedios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años	
1	15	18	2.5	0.28308746	12.7389359	
2	9	12	2.5	0.28308746	8.49262391	
Total Flujo a 20 años		21.23	M3/h	749.79	cfh	

Monterrubio (Paquete 10)						
Anillo	Pedios	Pedios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años	
1	18	23	2.5	0.28308746	16.2775292	
2	13	16	2.5	0.28308746	11.3234985	
3	12	15	2.5	0.28308746	10.6157799	
4	14	18	2.5	0.28308746	12.7389359	
5	10	13	2.5	0.28308746	9.20034257	
Total Flujo a 20 años		60.16	M3/h	2124.39	cfh	

Monterrubio (Paquete 11)						
Anillo	Pedios	Pedios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años	
1	12	15	2.5	0.28308746	10.6157799	
Total Flujo a 20 años		10.62	M3/h	374.89	cfh	

Tabla 5. (Cont.)

Monterrubio (Paquete 12)						
Anillo	Pedios	Pedios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años	
1	19	24	2.5	0.28308746	16.9852478	
2	17	21	2.5	0.28308746	14.8620918	
3	26	32	2.5	0.28308746	22.6469971	
4	9	12	2.5	0.28308746	8.49262391	
5	9	12	2.5	0.28308746	8.49262391	
Total Flujo a 20 años		71.48	M3/h	2524.28	cfh	

Pueblito De Los Barrios (Paquete 1)						
Anillo	Pedios	Pedios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años	
1	7	9	2.5	0.4455513	10.0249043	
2	7	9	2.5	0.4455513	10.0249043	
3	7	9	2.5	0.4455513	10.0249043	
Total Flujo a 20 años		30.07	M3/h	1062.08	cfh	

Pueblito De Los Barrios (Paquete 2)						
Anillo	Pedios	Pedios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años	
1	7	9	2.5	0.4455513	10.0249043	
2	7	9	2.5	0.4455513	10.0249043	
3	7	9	2.5	0.4455513	10.0249043	
Total Flujo a 20 años		30.07	M3/h	1062.08	cfh	

Tabla 5. (Cont.)

Pueblito De Los Barrios (Paquete 3)					
Anillo	Pedios	Pedios a 20 años	Flujo	Ks a 20 años	Flujo anillo a 20 años
1	7	9	2.5	0.4455513	10.0249043
2	7	9	2.5	0.4455513	10.0249043
Total Flujo a 20 años		20.05	M3/h	708.05	cfh

6 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

En la visita realizada para la definición del trazado de la tubería se tuvo en cuenta que este tenga la menor afectación posible sobre el entorno, los cuerpos de agua, zonas ambientalmente sensibles, la infraestructura de vías y otros servicios, por tanto, se sugiere realizar el recorrido de esta red en el espacio público de la vía que va desde el municipio de Sabanas de San Ángel al corregimiento de Monterrubio en el departamento del Magdalena, realizando paso por el corregimiento de Pueblito de los Barrios. Dicho trazado fue escogido dado a que al ser instalada la tubería dentro del espacio público no se deberá incurrir en pagos de servidumbre a predios privados, por lo que se encontró que para la construcción de la troncal de suministro deberá tenerse en cuenta:

- Punto Kilometro (PK) K0 + 000

Fotografías 1 (PK) K0 + 000 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio



Hallazgos: Se encuentra box couvert de aproximados 25 mts con basta vegetación y afluente considerable.

Alternativa Técnica: Se recomienda la realización de perforación horizontal dirigida (PHD) para la construcción de este tramo de tubería, esto debido al nivel muestro de este afluente y las condiciones del canal, lo cual indica que al realizar la construcción

de este tramo a cielo abierto no se podría garantizar a futuro la protección de la tubería y se incurrirían en gastos adicionales por mantenimiento.

- Punto Kilometro (PK) K3 + 100

Fotografías 2 (PK) K3 + 100 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio



Hallazgos: Reducción espacio público o zona verde por talud, alrededor de 100 mts.
Alternativa Técnica: Para esta condición se recomienda realizar las excavaciones una vez terminada la pendiente predominante del talud natural o lo que se conoce como pie de ladera, tratando de mantener dichas excavaciones en la zona vegetal lo más alejado posible de la vía. También se recomienda, al momento de la colocación de la señalización, ubicar los postes antes y después de la zona del talud, esto con la finalidad de evitar un accidente con los automotores que transiten por la vía.

- Punto Kilometro (PK) K3 + 400

Fotografía 3 (PK) K3 + 400 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio



Hallazgos: Se encuentra puente tipo pontón de aproximados 8 mts con basta vegetación y bajo nivel de afluente.

Alternativa Técnica: Para esta condición se recomienda realizar las excavaciones a cielo abierto con maquinaria pesada y realizar un paso subfluvial como tratamiento para el cruce de este afluente.

- Punto Kilometro (PK) K3 + 800

Fotografías 4 (PK) K3 + 800 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio



Hallazgos: Se encuentra puente de tipo pontón de aproximados 10 mts con basta vegetación y afluente mínimo.

Alternativa Técnica: Para esta condición se recomienda realizar las excavaciones a cielo abierto con maquinaria pesada y realizar un paso subfluvial como tratamiento para el cruce de este afluente.

- Punto Kilometro (PK) K4 + 600

Fotografías 5 (PK) K4 + 600 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio



Hallazgos: Reducción espacio público zona verde por humedal.

Alternativa Técnica: Para esta condición se recomienda realizar las excavaciones por el espacio público, aunque se reduce este a diferencia de la condición general de la obra, es posible mantener dicha condición sin invadir la vía. También se recomienda, al momento de la colocación de la señalización, ubicar los postes antes y después de la zona del humedal, esto con la finalidad de evitar un accidente con los automotores que transiten por la vía.

- Punto Kilometro (PK) K5 + 600.

Fotografías 6 (PK) K5 + 600 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio



Hallazgos: Se encuentra puente de tipo pontón de aproximados 8 mts con basta vegetación y afluente mínimo.

Alternativa Técnica: Para esta condición se recomienda realizar las excavaciones a cielo abierto con maquinaria pesada y realizar un paso subfluvial como tratamiento para el cruce de este afluente.

- Punto Kilometro (PK) K6 + 200

Fotografía 7 (PK) K6 + 200 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio



Hallazgos: Se encuentra puente de aproximados 14 mts con basta vegetación y afluente considerable.

Alternativa Técnica: Se recomienda la realización de perforación horizontal dirigida (PHD), para la construcción de este tramo de tubería, debido al nivel mostrado del afluente y las condiciones del canal. Lo cual indica que al realizar la construcción de este tramo a cielo abierto no se podría garantizar a futuro la protección de la tubería y se incurrirían en gastos adicionales por mantenimiento.

- Punto Kilometro (PK) K6 + 600

Fotografía 8 (PK) K6 + 600 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio



Hallazgos: Reducción espacio público zona verde por humedal.

Alternativa Técnica: Para esta condición se recomienda realizar las excavaciones por el espacio público, aunque se reduce este a diferencia de la condición general de la obra, es posible mantener dicha condición sin invadir la vía. También se recomienda, al momento de la colocación de la señalización, ubicar los postes antes y después de la zona del humedal, esto con la finalidad de evitar un accidente con los automotores que transiten por la vía.

- Punto Kilometro (PK) K 10 + 300

Fotografía 9 (PK) K10 + 300 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio



Hallazgos: Se encuentra puente de aproximados 12 mts con humedal y densa vegetación.

Alternativa Técnica: Se recomienda la realización de perforación horizontal dirigida (PHD), para la construcción de este tramo de tubería, debido al nivel mostrado del afluente y las condiciones del canal, en donde se evidencia humedal con vegetación densa. Lo cual indica que al realizar la construcción de este tramo a cielo abierto no se podría garantizar a futuro la protección de la tubería y se incurrirían en gastos adicionales por mantenimiento.

- Punto Kilometro (PK) K 12 + 200

Fotografías 10 (PK) K12 + 200 vía Sabanas de San Ángel - Monterrubio



Hallazgos: Se encuentra puente de aproximados 11 mts con densa vegetación y afluente mínimo.

Alternativa técnica: Para esta condición se recomienda realizar las excavaciones a cielo abierto con maquinaria pesada y realizar un paso subfluvial como tratamiento para el cruce de este afluente.

- Punto Kilometro (PK) K 13 + 700

Fotografía 11 (PK) K13 + 700 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio



Hallazgos: Se encuentra box couvert de aproximados 3 mts con humedal y densa vegetación.

Alternativa técnica: Se recomienda la realización de perforación horizontal dirigida (PHD), para la construcción de este tramo de tubería, debido a la condición del sitio en donde se evidencia zona con niveles freáticos alto, humedal denso y extenso, así mismo el ancho de la vía no permite realizar la instalación de la tubería por el costado de esta. La zona tiene un largo aproximado de 70 mts partiendo del eje del box couvert. Se sugiere no realizar la construcción de este tramo a cielo abierto debido a que no se podría garantizar a futuro la protección de la tubería y se incurrirían en gastos adicionales por mantenimiento.

- Punto Kilometro (PK) K 15 + 300

Fotografía 12 (PK) K15 + 300 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio



Hallazgos: Reducción espacio público zona verde por talud, alrededor de 120 mts.

Alternativa Técnica: Para esta condición se recomienda realizar las excavaciones una vez terminada la pendiente predominante del talud natural o lo que se conoce como pie de ladera, tratando de mantener dichas excavaciones en la zona vegetal lo más alejado posible de la vía. También se recomienda, al momento de la colocación de la señalización, ubicar los postes antes y después de la zona del talud, esto con la finalidad de evitar un accidente con los automotores que transiten por la vía.

- Punto Kilometro (PK) K 15 + 600

Fotografía 13 (PK) K15 + 600 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio



Hallazgos: Se encuentra box coulvert de aproximados 7 mts con humedal y vegetación densa.

Alternativa técnica: Se recomienda la realización de perforación horizontal dirigida (PHD), para la construcción de este tramo de tubería, debido a la condición del sitio en donde se evidencia zona con niveles freáticos alto, humedal denso y extenso, así mismo el ancho de la vía no permite realizar la instalación de la tubería por el costado de esta. La zona tiene un largo aproximado de 50 mts partiendo del eje del box coulvert. Se sugiere no realizar la construcción de este tramo a cielo abierto debido a que no se podría garantizar a futuro la protección de la tubería y se incurrirían en gastos adicionales por mantenimiento.

- Punto Kilometro (PK) K 17 + 000

Fotografía 14 (PK) K17 + 000 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio



Hallazgos: Se encuentra puente de tipo pontón de aproximados 10 mts con basta vegetación y afluente mínimo.

Alternativa técnica: Para esta condición se recomienda realizar las excavaciones a cielo abierto con maquinaria pesada y realizar un paso subfluvial como tratamiento para el cruce de este afluente.

- Punto Kilometro (PK) K 19 + 600.

Fotografía 15 (PK) K19 + 600 vía Sabanas de San Ángel – Monterrubio



Hallazgos: Se encuentra puente de aproximados 15 mts con calado alto posible afluente alto.

Alternativa técnica: Se recomienda la realización de perforación horizontal dirigida (PHD), para la construcción de este tramo de tubería, debido al nivel mostrado del afluente y las condiciones del canal. Lo cual indica que al realizar la construcción de este tramo a cielo abierto no se podría garantizar a futuro la protección de la tubería y se incurrirían en gastos adicionales por mantenimiento.

- Punto Kilometro (PK) K 20 + 600; K 22 + 000; K 24 + 500; K 25 + 000; K 25 + 700; K 26 + 000; K 27 + 600; K 28 + 200; K 29 + 300.

Hallazgos: Se encuentran diferentes hallazgos, reducción de espacio público por talud o acortamiento de zona verde.

Alternativa técnica: Para esta condición se recomienda realizar las excavaciones una vez terminada la pendiente predominante del talud natural o lo que se conoce como pie de ladera, tratando de mantener dichas excavaciones en la zona vegetal lo más alejado posible de la vía. También se recomienda, al momento de la colocación de la señalización, ubicar los postes antes y después de la zona del talud, esto con la finalidad de evitar un accidente con los automotores que transiten por la vía.

7 DISEÑO DE REDES

Para el cálculo del diámetro requerido se utiliza un software de Bradley B Bean PE Engineering and Software for the Natural Gas Industry, Gaswork en la versión 9.0, el software requiere para la entrada distintos parámetros con el fin de realizar una modelación del comportamiento “real” del sistema de acuerdo con esta información. Los parámetros mínimos que serán registrados en el software para la verificación de la construcción de esta red son la presión de entrada (presión actual en el punto inicial del sistema), la temperatura, presión atmosférica, gravedad específica, viscosidad, poder calorífico, factor de diseño utilizado para la modelación será de 1. Una vez realizada la modelación de esta red, se tiene obtiene un reporte de los elementos (Tuberías – Pipe) y de los puntos de intersección o consumo (Nodo – Node), donde se definirá el diámetro mínimo que debe ser utilizado para cumplir con las solicitudes o demandas del cliente y la variación en las presiones que tendrá la red en su recorrido.

7.1 MODELACIÓN DE REDES PE 100 4 IN DISTRIBUCIÓN MONTEERRUBIO – TRAMO SABANAS DE SAN ÁNGEL – MONTEERRUBIO

7.1.1 Header Report: Diseño Troncal Monterrubio.

Design Factor: 1	Temperature Calculated: No
Convergence Tolerance: 0,001 Cfh	Temperature Calculation Method: None
Maximum Iterations: 30	Joule-Thomson Effect Considered: No
Upper Dampening Factor: 0	Gas Property Mixing Calculated: No
Lower Dampening Factor: 0,1	Gas Property Mixing Calculated: No
Last Solved: On 09/17/18 At 11:10:10	Apply Design Factor To External Load:
Largest Node Error: *** Not Solved Yet	Yes
***	Ignore Related Node Data: No
Base Pressure: 14,69 Psi	Smart One-Way Processing: Yes
Base Temperature: 60 Fahrenheit	Minimum System Pressure: 0 Psi
Compressibility Method: None	Optimized By: Size

Solved With Program Revision: Revision:
 099 - June 19, 2015
 Customer File Version: 9.5
 Node File Version: 9.4
 Pipe File Version: 9.3

Pipe Fitting File Version: 9.0
 Pipe Vertex File Version: 9.1
 Attribute Valve File Version: 9.1
 Graphic Settings File Version: 9.4
 User Graphics File Version: 9.1

7.1.2 Node Report: Diseño Troncal Monterrubio

Imagen 6 Reporte De Nodos En Modelación Red PE 100.

Rec #	Node Name	Pressure	Pressure Units	Pressure Known	Base Load	External Load	External Load (Fixed)	Total Load	Load Units	Load Known	Adjust Base Q By DF	Base Load Status	Adjust Ex Q By DF
3	San Angel	98.00	Psi	Yes	719.500	0.000	0.000	719.500	M ³ /hr	No	No	On	No
1	PUEBLITO DE LOS BARRIOS	66.67	Psi	No	-90.200	0.000	0.000	-90.200	M ³ /hr	Yes	No	On	No
2	MONTERRUBIO	46.57	Psi	No	-629.300	0.000	0.000	-629.300	M ³ /hr	Yes	No	On	No

Tabla 6 Reporte de Nodos - Diseño Troncal Monterrubio PE100

NODE NAME	PRESURE	P UNIT	KNOWN	BASE LOAD	BASE KNOWN	BASE DEF	BASE STAT	EXT LOAD	EXT LOA D F	EXT T DF
San Ángel	98.00	Psi	YES	719.5	NO	NO	ON	0	0	0
Pueblito De Los Barrios	66.72	Psi	NO	-90.2	YES	NO	ON	0	0	0
Monterrubio	46.67	Psi	NO	-629.3	YES	NO	ON	0	0	0

EXT STAT	TOT ADJ Q	Q UNIT	TEMP	T UNIT	T KNOWN	ELEVATION	Z UNIT	P ATM	PA UNIT
ON	719.5	r	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-90.2	r	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-629.3	r	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi

S G	VISCOSITY	V UNIT	HV	HV UNIT	S HEAT	GP KNOWN	X COORD	Y COORD
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	986235	1600876
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	969449	1615241
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978016.3	1623569

7.1.3 Pipe Report: Diseño Troncal Monterrubio

Imagen 7 Reporte de tuberías en modelación red PE 100.

Hydraulic										Attribute									
Rec #	From Node	To Node	ID Number	Element Type	Status	Equation	Size/Type	Inside D	Roughness	D/R Units	Allow Calculation	Sizing Group	Length	Length Units	Efficiency, Decimal	Total Efficiency, Decimal	Attached Fittings	Equivalent Length	Flow R
1	MONTERRUBIO	PUEBLITO DE LOS BARRIOS	3	Pipe	On	IGT-Improved	4P	3.621	0.00006	Inches	Yes	Group-1	12000.00	Meters	0.95	0.95	0	0.00	-20864
2	PUEBLITO DE LOS BARRIOS	San Angel	4	Pipe	On	IGT-Improved	4P	3.621	0.00006	Inches	Yes	Group-1	21000.00	Meters	0.95	0.95	0	0.00	-23688

Tabla 7 Reporte de Tuberías - Diseño Troncal Monterrubio PE100

GW ID	LINK ID	FROM NODE	TO NODE	HYD TYPE	STAT US	FLO W	Q UNIT	VELO-CITY	VEL UNIT
4	1	San Ángel	Pueblito De Los Barrios	P	ON	5	M ³ /hr	6	Meters/sec
3	1	Barrios	Pueblito De Los Monterrubio	P	ON	3	M ³ /hr	7	Meters/sec

Tabla 7. (Cont.)

P									
DP	FROM P	TO P	UNIT	FAC- TOR	FACI- LITY	LINK OK	EQUA- TION	SIZE TYPE	DIAMET ER
31.2					UnSpecifi		IGT-		
8	98.00	66.72	Psi		1 ed	0	Improved	4P	3.621
20.0					UnSpecifi		IGT-		
5	66.72	46.67	Psi		1 ed	0	Improved	4P	3.621

ROUGHNE SS	D UNIT	LENGT H	L UNIT	EFFICIEN CY	E UNIT	SIZE_O K	ROUGHNE SS	D UNIT	LENGT H
	Inche		Mete		Decim				
6E-05	s	21000	rs	0.95	al	Yes	0	0	0
	Inche		Mete		Decim				
6E-05	s	12599	rs	0.95	al	Yes	0	0	0

Fuente: Autor

7.2 MODELACIÓN REDES PE 80 4 IN DISTRIBUCIÓN MONTEERRUBIO

7.2.1 Header Report: Diseño redes de dist Monterrubio

Design Factor: 1	Temperature Calculated: No
Convergence Tolerance: 0,1 Cfh	Temperature Calculation Method: None
Maximum Iterations: 30	Joule-Thomson Effect Considered: No
Upper Dampening Factor: 0	Gas Property Mixing Calculated: No
Lower Dampening Factor: 0,1	Gas Property Mixing Calculated: No
Last Solved: On 09/17/18 At 18:31:45	Apply Design Factor To External Load: Yes
Largest Node Error: *** Not Solved Yet ***	Ignore Related Node Data: No
Base Pressure: 14,69 Psi	Smart One-Way Processing: Yes
Base Temperature: 60 Fahrenheit	
Compressibility Method: None	

Minimum System Pressure: 0 Psi

Optimized By: Size

Solved With Program Revision:

Revision: 099 - June 19, 2015

Customer File Version: 9.5

Node File Version: 9.4

Pipe File Version: 9.3

Pipe Fitting File Version: 9.0

Pipe Vertex File Version: 9.1

Attribute Valve File Version: 9.1

Graphic Settings File Version: 9.4

User Graphics File Version: 9.1

7.2.2 Node Report: Diseño redes de distribución Monterrubio

Imagen 8 Reporte de nodos en modelación red PE 80.

Rec #	Node Name	Pressure	Pressure Units	Pressure Known	Base Load	External Load	External Load (Fixed)	Total Load	Load Units	Load Known	Adjust Base Q By DF	Base Load Status	Adjust Ex Q By DF
1	Estación Monterrubio	37.00	Psi	Yes	629.25	0.00	0.00	629.25	M^3/hr	No	No	On	No
2	5	36.63	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
3	20	36.17	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
4	25	36.12	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
5	30	36.02	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
6	35	36.00	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
7	45	35.98	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
8	50	35.97	Psi	No	-10.00	0.00	0.00	-10.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
9	55	36.60	Psi	No	-21.23	0.00	0.00	-21.23	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
10	60	36.57	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
11	65	36.56	Psi	No	-12.74	0.00	0.00	-12.74	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
12	70	36.56	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
13	75	36.52	Psi	No	-25.48	0.00	0.00	-25.48	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
14	80	35.44	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
15	85	35.37	Psi	No	-11.32	0.00	0.00	-11.32	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
16	90	35.13	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
17	95	35.08	Psi	No	-31.85	0.00	0.00	-31.85	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
18	105	35.08	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
19	110	36.02	Psi	No	-14.86	0.00	0.00	-14.86	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
20	115	35.34	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
21	120	35.29	Psi	No	-16.28	0.00	0.00	-16.28	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
22	125	34.34	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
23	130	34.33	Psi	No	-18.40	0.00	0.00	-18.40	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
24	135	34.33	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
25	140	35.91	Psi	No	-20.52	0.00	0.00	-20.52	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
26	145	35.12	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
27	150	35.04	Psi	No	-16.99	0.00	0.00	-16.99	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
28	155	34.08	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
29	160	34.05	Psi	No	-16.99	0.00	0.00	-16.99	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
30	165	33.98	Psi	No	0.00	0.00	0.00	0.00	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes
31	170	33.98	Psi	No	-4.95	0.00	0.00	-4.95	M^3/hr	Yes	Yes	On	Yes

Tabla 8 Reporte de Nodos - Diseño Redes De Distribución Monterrubio

NODE NAME	PRES SURE	P_U NIT	P_KN OWN	BASE_ LOAD	BASE_K NOWN	BASE _DF	BASE_ STAT	EXT_L OAD	EXT_LO AD_F	EXT _DF
Estacion										
n										
Monterrubio										
ubio	37.00	Psi	YES	629.25	NO	NO	ON	0	0	NO
5	36.63	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
20	36.17	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
25	36.12	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
30	36.02	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
35	36.00	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
45	35.98	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
50	35.97	Psi	NO	-10.00	YES	YES	ON	0	0	YES
55	36.60	Psi	NO	-21.23	YES	YES	ON	0	0	YES
60	36.57	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
65	36.56	Psi	NO	-12.74	YES	YES	ON	0	0	YES
70	36.56	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
75	36.52	Psi	NO	-25.48	YES	YES	ON	0	0	YES
80	35.44	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
85	35.37	Psi	NO	-11.32	YES	YES	ON	0	0	YES
90	35.13	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
95	35.08	Psi	NO	-31.85	YES	YES	ON	0	0	YES
105	35.08	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
110	36.02	Psi	NO	-14.86	YES	YES	ON	0	0	YES

Tabla 8. (Cont.)

115	35.34	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
120	35.29	Psi	NO	-16.28	YES	YES	ON	0	0	YES
125	34.34	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
130	34.33	Psi	NO	-18.40	YES	YES	ON	0	0	YES
135	34.33	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
140	35.91	Psi	NO	-20.52	YES	YES	ON	0	0	YES
145	35.12	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
150	35.04	Psi	NO	-16.99	YES	YES	ON	0	0	YES
155	34.08	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
160	34.05	Psi	NO	-16.99	YES	YES	ON	0	0	YES
165	33.98	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
170	33.98	Psi	NO	-4.95	YES	YES	ON	0	0	YES
175	33.98	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
180	36.06	Psi	NO	-20.52	YES	YES	ON	0	0	YES
185	35.11	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
195	34.97	Psi	NO	-20.52	YES	YES	ON	0	0	YES
200	31.54	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
220	31.50	Psi	NO	-16.28	YES	YES	ON	0	0	YES
225	30.76	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
230	30.75	Psi	NO	-9.20	YES	YES	ON	0	0	YES
235	30.60	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
240	30.59	Psi	NO	-7.08	YES	YES	ON	0	0	YES
245	30.59	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES

Tabla 8. (Cont.)

250	35.84	Psi	NO	-21.94	YES	YES	ON	0	0	YES
255	34.49	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
260	34.39	Psi	NO	-9.20	YES	YES	ON	0	0	YES
265	30.89	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
270	30.81	Psi	NO	-14.15	YES	YES	ON	0	0	YES
275	28.99	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
280	28.95	Psi	NO	-16.99	YES	YES	ON	0	0	YES
285	28.46	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
290	28.46	Psi	NO	-10.62	YES	YES	ON	0	0	YES
295	28.46	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
300	35.83	Psi	NO	-13.45	YES	YES	ON	0	0	YES
305	34.12	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
310	33.95	Psi	NO	-11.32	YES	YES	ON	0	0	YES
315	29.92	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
320	29.86	Psi	NO	-11.32	YES	YES	ON	0	0	YES
325	26.92	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
340	26.86	Psi	NO	-20.52	YES	YES	ON	0	0	YES
345	26.14	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
350	26.12	Psi	NO	-14.86	YES	YES	ON	0	0	YES
355	26.12	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
360	30.99	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
390	30.99	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
555	30.99	Psi	NO	-9.20	YES	YES	ON	0	0	YES
550	30.99	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
370	30.99	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES

Tabla 8. (Cont.)

380	30.99	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
375	29.03	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
545	29.14	Psi	NO	-8.49	YES	YES	ON	0	0	YES
385	28.87	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
395	28.86	Psi	NO	-8.49	YES	YES	ON	0	0	YES
400	28.86	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
405	36.00	Psi	NO	-12.74	YES	YES	ON	0	0	YES
410	35.95	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
415	36.01	Psi	NO	-12.74	YES	YES	ON	0	0	YES
420	35.90	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
425	35.89	Psi	NO	-8.49	YES	YES	ON	0	0	YES
430	35.81	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
435	35.80	Psi	NO	-4.95	YES	YES	ON	0	0	YES
440	35.80	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
530	35.79	Psi	NO	-16.99	YES	YES	ON	0	0	YES
445	35.95	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
450	35.95	Psi	NO	-8.49	YES	YES	ON	0	0	YES
455	35.97	Psi	NO	-10.62	YES	YES	ON	0	0	YES
460	35.97	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
465	35.87	Psi	NO	-16.28	YES	YES	ON	0	0	YES
470	34.80	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
475	34.68	Psi	NO	-11.32	YES	YES	ON	0	0	YES
480	32.41	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
485	32.35	Psi	NO	-10.62	YES	YES	ON	0	0	YES
490	31.28	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES

Tabla 8. (Cont.)

495	31.26	Psi	NO	-12.74	YES	YES	ON	0	0	YES
500	31.10	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
540	29.15	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
505	29.28	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
510	30.06	Psi	NO	-22.65	YES	YES	ON	0	0	YES
515	30.13	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES
520	33.65	Psi	NO	-14.86	YES	YES	ON	0	0	YES
525	33.72	Psi	NO	0.00	YES	YES	ON	0	0	YES

EXT STAT	TOT ADJ Q	Q UNIT	TEMP	T UNIT	T KNOWN	ELEVA- TION	Z UNIT	P ATM	PA UNIT
ON	629.25	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0 Meters	14.69	Psi	
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0 Meters	14.69	Psi	
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0 Meters	14.69	Psi	
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0 Meters	14.69	Psi	
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0 Meters	14.69	Psi	
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0 Meters	14.69	Psi	
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0 Meters	14.69	Psi	
ON	-10.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0 Meters	14.69	Psi	
ON	-21.23	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0 Meters	14.69	Psi	
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0 Meters	14.69	Psi	
ON	-12.74	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0 Meters	14.69	Psi	
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0 Meters	14.69	Psi	
ON	-25.48	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0 Meters	14.69	Psi	

Tabla 8. (Cont.)

ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-11.32	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-31.85	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-14.86	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-16.28	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-18.40	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-20.52	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-16.99	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-16.99	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-4.95	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-20.52	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-20.52	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-16.28	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi

Tabla 8. (Cont.)

ON	-9.20	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-7.08	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-21.94	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-9.20	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-14.15	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-16.99	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-10.62	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-13.45	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-11.32	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-11.32	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-20.52	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi

Tabla 8. (Cont.)

ON	-9.20	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-8.49	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-8.49	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-12.74	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-12.74	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-8.49	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-4.95	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-16.99	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-8.49	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-10.62	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-16.28	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-11.32	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi

Tabla 8. (Cont.)

ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-10.62	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-12.74	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-22.65	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	-14.86	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi
ON	0.00	M ³ /hr	80	Fahrenheit	YES	0	Meters	14.69	Psi

Fuente: Autor

SG	VISCO-SITY	V UNIT	HV	HV UNIT	S_HEAT	GP KNOWN	X COORD	Y COORD
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978004.1	1623572
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978147.1	1623727
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978398.8	1623722
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978432.4	1623714
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978552	1623683
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978585.7	1623676
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978739.8	1623634
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978757.6	1623629
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978137.6	1623731
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978099	1623725
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978092.7	1623714

Tabla 8. (Cont.)

0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978020.4	1623654
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978149.5	1623726
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978269.4	1623670
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978266.9	1623659
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978261	1623630
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978256.9	1623618
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978237.5	1623562
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978394.8	1623707
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978374.4	1623635
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978372	1623625
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978359.4	1623585
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978356.2	1623575
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978332.3	1623506
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978428.8	1623700
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978405.4	1623627
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978401.6	1623615
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978391.5	1623575
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978387.1	1623564
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978382.6	1623490
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978378.9	1623480
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978370.4	1623455
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978433.1	1623719
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978426.2	1623729
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978414.4	1623730
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978165.8	1623776

Tabla 8. (Cont.)

0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978155.4	1623779
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978057	1623840
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978060	1623850
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978042.9	1623862
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978035.1	1623864
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	977973.9	1623902
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978549.6	1623674
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978525.1	1623587
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978522.1	1623578
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978506.9	1623524
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978503	1623514
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978485.3	1623454
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978482.4	1623444
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978451.4	1623330
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978447.8	1623319
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978431.8	1623241
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978583.7	1623666
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978555.8	1623581
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978552.6	1623569
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978537.4	1623511
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978534.9	1623504
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978511.1	1623446
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978508.1	1623435
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978476.9	1623323

Tabla 8. (Cont.)

0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978474.3	1623311
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978533.7	1623283
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978546.5	1623282
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978652.4	1623274
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978588	1623284
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978590.2	1623296
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978636.3	1623313
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978709.2	1623250
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978639.8	1623321
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978662.3	1623335
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978678.8	1623304
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978682.2	1623300
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978718	1623256
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978585.9	1623677
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978591.9	1623711
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978552.4	1623684
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978573.8	1623721
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978575.4	1623729
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978590.2	1623785
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978591.1	1623791
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978601.6	1623812
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978755.1	1623622
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978605.2	1623777
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978594.4	1623726
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978740.6	1623636

Tabla 8. (Cont.)

0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978717.6	1623722
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978735.5	1623626
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978688.4	1623536
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978683.6	1623520
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978668.8	1623458
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978665.7	1623447
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978650.4	1623399
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978647.6	1623390
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978646.3	1623377
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978666.7	1623344
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978654.1	1623375
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978668.6	1623383
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978671.7	1623393
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978693.2	1623437
0.6	7E-06	Lbm/Ft-sec	1086	Btu/cf	1.3	YES	978695.5	1623444

Tabla 9 Reporte De Tuberías - Diseño Redes De Distribución Monterrubio

GW ID	LINK ID	FROM NODE	TO NODE	HYD TYPE	STATUS	FLOW	Q UNIT	VELO-CITY	VEL UNIT
		Est							
		Monte-							
		rrubio							
2	1	5	5	P	ON	629.25	M^3/hr	8	Meters/sec
3	1	5	20	P	ON	526.63	M^3/hr	7	Meters/sec
6	1	20	25	P	ON	477.09	M^3/hr	6	Meters/sec
7	1	25	30	P	ON	344.04	M^3/hr	4	Meters/sec
8	1	30	35	P	ON	244.96	M^3/hr	3	Meters/sec
9	1	35	45	P	ON	152.25	M^3/hr	2	Meters/sec
11	1	45	50	P	ON	81.48	M^3/hr	1	Meters/sec
12	1	5	55	P	ON	33.97	M^3/hr	8	Meters/sec
13	1	55	60	P	ON	10.72	M^3/hr	3	Meters/sec
14	1	60	55	P	ON	-2.02	M^3/hr	0	Meters/sec
15	1	60	65	P	ON	12.74	M^3/hr	3	Meters/sec
16	1	65	70	P	ON	0.00	M^3/hr	0	Meters/sec
19	1	65	70	P	ON	0.00	M^3/hr	0	Meters/sec
20	1	5	75	P	ON	68.65	M^3/hr	17	Meters/sec
21	1	75	80	P	ON	20.44	M^3/hr	5	Meters/sec
22	1	75	80	P	ON	22.73	M^3/hr	6	Meters/sec
23	1	80	85	P	ON	43.17	M^3/hr	11	Meters/sec
24	1	85	90	P	ON	3.17	M^3/hr	1	Meters/sec
25	1	85	90	P	ON	28.67	M^3/hr	7	Meters/sec
26	1	90	95	P	ON	31.85	M^3/hr	8	Meters/sec
28	1	95	105	P	ON	0.00	M^3/hr	0	Meters/sec
29	1	95	105	P	ON	0.00	M^3/hr	0	Meters/sec

Tabla 9. (Cont.)

30	1	20	110	P	ON	49.54	M ³ /hr	12	Meters/sec
31	1	110	115	P	ON	16.03	M ³ /hr	4	Meters/sec
32	1	110	115	P	ON	18.65	M ³ /hr	5	Meters/sec
33	1	115	120	P	ON	34.68	M ³ /hr	9	Meters/sec
34	1	120	125	P	ON	7.26	M ³ /hr	3	Meters/sec
35	1	120	125	P	ON	11.14	M ³ /hr	5	Meters/sec
36	1	125	130	P	ON	18.40	M ³ /hr	5	Meters/sec
37	1	130	135	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
38	1	130	135	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
39	1	25	140	P	ON	59.45	M ³ /hr	15	Meters/sec
40	1	140	145	P	ON	20.48	M ³ /hr	5	Meters/sec
41	1	140	145	P	ON	18.44	M ³ /hr	5	Meters/sec
42	1	145	150	P	ON	38.92	M ³ /hr	10	Meters/sec
43	1	150	155	P	ON	11.87	M ³ /hr	5	Meters/sec
44	1	150	155	P	ON	10.07	M ³ /hr	5	Meters/sec
45	1	155	160	P	ON	21.94	M ³ /hr	6	Meters/sec
46	1	160	165	P	ON	2.53	M ³ /hr	1	Meters/sec
47	1	160	165	P	ON	2.43	M ³ /hr	1	Meters/sec
48	1	165	170	P	ON	4.95	M ³ /hr	1	Meters/sec
49	1	170	175	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
50	1	170	175	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
51	1	25	180	P	ON	73.60	M ³ /hr	18	Meters/sec
52	1	180	185	P	ON	17.09	M ³ /hr	4	Meters/sec
53	1	180	185	P	ON	35.99	M ³ /hr	9	Meters/sec
54	1	185	195	P	ON	53.08	M ³ /hr	13	Meters/sec

Tabla 9. (Cont.)

55	1	195	200	P	ON	14.80	M ³ /hr	7	Meters/sec
56	1	195	200	P	ON	17.75	M ³ /hr	8	Meters/sec
59	1	200	220	P	ON	32.56	M ³ /hr	9	Meters/sec
60	1	220	225	P	ON	7.88	M ³ /hr	4	Meters/sec
61	1	220	225	P	ON	8.39	M ³ /hr	4	Meters/sec
62	1	225	230	P	ON	16.28	M ³ /hr	5	Meters/sec
63	1	230	235	P	ON	3.05	M ³ /hr	1	Meters/sec
64	1	230	235	P	ON	4.03	M ³ /hr	2	Meters/sec
65	1	235	240	P	ON	7.08	M ³ /hr	2	Meters/sec
66	1	240	245	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
67	1	240	245	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
68	1	30	250	P	ON	72.90	M ³ /hr	18	Meters/sec
69	1	250	255	P	ON	24.23	M ³ /hr	6	Meters/sec
70	1	250	255	P	ON	26.72	M ³ /hr	7	Meters/sec
71	1	255	260	P	ON	50.96	M ³ /hr	13	Meters/sec
72	1	260	265	P	ON	19.63	M ³ /hr	9	Meters/sec
73	1	260	265	P	ON	22.13	M ³ /hr	11	Meters/sec
74	1	265	270	P	ON	41.76	M ³ /hr	12	Meters/sec
75	1	270	275	P	ON	12.80	M ³ /hr	6	Meters/sec
76	1	270	275	P	ON	14.80	M ³ /hr	7	Meters/sec
77	1	275	280	P	ON	27.60	M ³ /hr	8	Meters/sec
78	1	280	285	P	ON	5.76	M ³ /hr	3	Meters/sec
79	1	280	285	P	ON	4.86	M ³ /hr	2	Meters/sec
80	1	285	290	P	ON	10.62	M ³ /hr	3	Meters/sec
81	1	290	295	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec

Tabla 9. (Cont.)

82	1	290	295	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
83	1	35	300	P	ON	71.48	M ³ /hr	18	Meters/sec
84	1	300	305	P	ON	27.33	M ³ /hr	7	Meters/sec
85	1	300	305	P	ON	30.70	M ³ /hr	8	Meters/sec
86	1	305	310	P	ON	58.03	M ³ /hr	15	Meters/sec
87	1	310	315	P	ON	20.55	M ³ /hr	10	Meters/sec
88	1	310	315	P	ON	26.16	M ³ /hr	13	Meters/sec
89	1	315	320	P	ON	46.71	M ³ /hr	13	Meters/sec
90	1	320	325	P	ON	16.47	M ³ /hr	9	Meters/sec
91	1	320	325	P	ON	18.92	M ³ /hr	10	Meters/sec
93	1	325	340	P	ON	35.39	M ³ /hr	11	Meters/sec
94	1	340	345	P	ON	6.94	M ³ /hr	4	Meters/sec
95	1	340	345	P	ON	7.92	M ³ /hr	4	Meters/sec
96	1	345	350	P	ON	14.86	M ³ /hr	5	Meters/sec
97	1	350	355	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
98	1	350	355	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
100	1	360	390	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
101	1	360	555	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
102	1	550	555	P	ON	9.20	M ³ /hr	3	Meters/sec
103	1	370	380	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
104	1	375	545	P	ON	-4.06	M ³ /hr	2	Meters/sec
105	1	375	385	P	ON	4.06	M ³ /hr	2	Meters/sec
106	1	385	395	P	ON	8.49	M ³ /hr	2	Meters/sec
107	1	395	400	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec

Tabla 9. (Cont.)

108	1	395	400	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
109	1	35	405	P	ON	21.23	M ³ /hr	5	Meters/sec
110	1	405	410	P	ON	3.66	M ³ /hr	1	Meters/sec
111	1	405	410	P	ON	4.83	M ³ /hr	1	Meters/sec
112	1	30	415	P	ON	26.19	M ³ /hr	7	Meters/sec
113	1	415	420	P	ON	6.33	M ³ /hr	2	Meters/sec
115	1	420	425	P	ON	13.45	M ³ /hr	3	Meters/sec
116	1	425	430	P	ON	1.98	M ³ /hr	1	Meters/sec
117	1	425	430	P	ON	2.98	M ³ /hr	1	Meters/sec
118	1	430	435	P	ON	4.95	M ³ /hr	1	Meters/sec
119	1	435	440	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
120	1	435	440	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
121	1	530	50	P	ON	-71.48	M ³ /hr	18	Meters/sec
122	1	445	450	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
123	1	445	450	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
124	1	45	455	P	ON	10.62	M ³ /hr	3	Meters/sec
125	1	455	460	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
126	1	455	460	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec
127	1	45	465	P	ON	60.16	M ³ /hr	15	Meters/sec
128	1	465	470	P	ON	20.41	M ³ /hr	5	Meters/sec
129	1	465	470	P	ON	23.47	M ³ /hr	6	Meters/sec
130	1	470	475	P	ON	43.88	M ³ /hr	11	Meters/sec
131	1	475	480	P	ON	17.39	M ³ /hr	8	Meters/sec
132	1	475	480	P	ON	15.16	M ³ /hr	7	Meters/sec
133	1	480	485	P	ON	32.56	M ³ /hr	9	Meters/sec

Tabla 9. (Cont.)

134	1	485	490	P	ON	9.86	M ³ /hr	5	Meters/sec
135	1	485	490	P	ON	12.08	M ³ /hr	6	Meters/sec
136	1	490	495	P	ON	21.94	M ³ /hr	6	Meters/sec
137	1	495	550	P	ON	4.89	M ³ /hr	2	Meters/sec
138	1	495	500	P	ON	4.31	M ³ /hr	2	Meters/sec
139	1	540	545	P	ON	16.99	M ³ /hr	5	Meters/sec
140	1	505	540	P	ON	9.95	M ³ /hr	5	Meters/sec
141	1	505	510	P	ON	-9.95	M ³ /hr	5	Meters/sec
142	1	510	515	P	ON	-39.63	M ³ /hr	11	Meters/sec
143	1	515	520	P	ON	-17.62	M ³ /hr	9	Meters/sec
144	1	515	520	P	ON	-22.01	M ³ /hr	11	Meters/sec
145	1	520	525	P	ON	-54.49	M ³ /hr	14	Meters/sec
146	1	525	530	P	ON	-23.95	M ³ /hr	6	Meters/sec
147	1	525	530	P	ON	-30.55	M ³ /hr	8	Meters/sec
148	1	420	415	P	ON	-7.12	M ³ /hr	2	Meters/sec
149	1	410	450	P	ON	8.49	M ³ /hr	2	Meters/sec
150	1	540	510	P	ON	-7.04	M ³ /hr	4	Meters/sec
151	1	545	385	P	ON	4.43	M ³ /hr	2	Meters/sec
152	1	550	500	P	ON	-4.31	M ³ /hr	2	Meters/sec
153	1	555	370	P	ON	0.00	M ³ /hr	0	Meters/sec

Tabla 9. (Cont.)

DP	FROM		P UNIT	Z		LINK OK	EQUA- TION	SIZE TYPE	DIAMETE R
	P	TO P		FAC- TOR	FACI- LITY				
0.37	37.00	36.63	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	4P	3.621
0.46	36.63	36.17	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	4P	3.621
0.05	36.17	36.12	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	4P	3.621
0.10	36.12	36.02	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	4P	3.621
0.01	36.02	36.00	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	4P	3.621
0.03	36.00	35.98	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	4P	3.621
0.01	35.98	35.97	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	4P	3.621
0.03	36.63	36.60	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.03	36.60	36.57	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.03	36.57	36.60	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.01	36.57	36.56	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.00	36.56	36.56	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.00	36.56	36.56	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814

Tabla 9. (Cont.)

0.11	36.63	36.52	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
1.08	36.52	35.44	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
1.08	36.52	35.44	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.07	35.44	35.37	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.24	35.37	35.13	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.24	35.37	35.13	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.05	35.13	35.08	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.00	35.08	35.08	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	35.08	35.08	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.15	36.17	36.02	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.68	36.02	35.34	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.68	36.02	35.34	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.05	35.34	35.29	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.95	35.29	34.34	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616

Tabla 9. (Cont.)

0.95	35.29	34.34	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.02	34.34	34.33	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.00	34.33	34.33	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	34.33	34.33	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.21	36.12	35.91	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.79	35.91	35.12	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.79	35.91	35.12	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.08	35.12	35.04	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.96	35.04	34.08	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.96	35.04	34.08	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.03	34.08	34.05	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.07	34.05	33.98	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.07	34.05	33.98	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	33.98	33.98	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814

Tabla 9. (Cont.)

0.00	33.98	33.98	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	33.98	33.98	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.06	36.12	36.06	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.95	36.06	35.11	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.95	36.06	35.11	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.14	35.11	34.97	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
3.43	34.97	31.54	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
3.43	34.97	31.54	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.05	31.54	31.50	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.74	31.50	30.76	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.74	31.50	30.76	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.01	30.76	30.75	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.15	30.75	30.60	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.15	30.75	30.60	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616

Tabla 9. (Cont.)

0.00	30.60	30.59	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.00	30.59	30.59	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	30.59	30.59	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.18	36.02	35.84	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
1.35	35.84	34.49	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
1.35	35.84	34.49	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.10	34.49	34.39	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
3.50	34.39	30.89	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
3.50	34.39	30.89	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.08	30.89	30.81	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
1.82	30.81	28.99	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
1.82	30.81	28.99	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.04	28.99	28.95	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.49	28.95	28.46	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616

Tabla 9. (Cont.)

0.49	28.95	28.46	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.01	28.46	28.46	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.00	28.46	28.46	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	28.46	28.46	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.17	36.00	35.83	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
1.71	35.83	34.12	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
1.71	35.83	34.12	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.16	34.12	33.95	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
4.03	33.95	29.92	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
4.03	33.95	29.92	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.06	29.92	29.86	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
2.95	29.86	26.92	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
2.95	29.86	26.92	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.06	26.92	26.86	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814

Tabla 9. (Cont.)

0.72	26.86	26.14	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.72	26.86	26.14	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.02	26.14	26.12	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.00	26.12	26.12	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	26.12	26.12	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	30.99	30.99	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	30.99	30.99	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	30.99	30.99	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.00	30.99	30.99	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.10	29.03	29.14	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.17	29.03	28.87	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	28.87	28.86	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.00	28.86	28.86	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	28.86	28.86	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616

Tabla 9. (Cont.)

0.00	36.00	36.00	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.05	36.00	35.95	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.05	36.00	35.95	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.00	36.02	36.01	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.11	36.01	35.90	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.01	35.90	35.89	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.09	35.89	35.81	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.09	35.89	35.81	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	35.81	35.80	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.00	35.80	35.80	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	35.80	35.80	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.17	35.79	35.97	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.00	35.95	35.95	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616

Tabla 9. (Cont.)

0.00	35.95	35.95	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	35.98	35.97	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.00	35.97	35.97	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.00	35.97	35.97	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.10	35.98	35.87	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
1.07	35.87	34.80	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
1.07	35.87	34.80	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.12	34.80	34.68	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
2.27	34.68	32.41	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
2.27	34.68	32.41	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.06	32.41	32.35	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
1.07	32.35	31.28	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
1.07	32.35	31.28	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.02	31.28	31.26	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814

Tabla 9. (Cont.)

0.27	31.26	30.99	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.16	31.26	31.10	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.01	29.15	29.14	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.14	29.28	29.15	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.77	29.28	30.06	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.07	30.06	30.13	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
3.52	30.13	33.65	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
3.52	30.13	33.65	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.07	33.65	33.72	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
2.07	33.72	35.79	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
2.07	33.72	35.79	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.11	35.90	36.01	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.01	35.95	35.95	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	3/4P	0.814
0.91	29.15	30.06	Psi	1	UnSpec ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616

Tabla 9. (Cont.)

0.27	29.14	28.87	Psi	UnSpec 1 ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.11	30.99	31.10	Psi	UnSpec 1 ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616
0.00	30.99	30.99	Psi	UnSpec 1 ified	0	IGT- Improved	1/2P	0.616

ROUGHNESS	D UNIT	LENGTH	L UNIT	EFFICIENCY	E UNIT	SIZE_OK
6E-05	Inches	168.82	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	284.99	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	36.01	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	137.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	27.57	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	161.50	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	132.11	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	2.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	15.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	302.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	4.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	188.17	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	157.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	2.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	178.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	147.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes

Tabla 9. (Cont.)

6E-05	Inches	289.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	21.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	4.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	337.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	131.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	5.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	172.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	131.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	259.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	120.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	267.14	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	128.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	5.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	129.18	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	155.97	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	4.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	107.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	144.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	4.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	134.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	144.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	138.00	Meters	0.95	Decimal	Yes

Tabla 9. (Cont.)

6E-05	Inches	104.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	1.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	213.67	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	56.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	4.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	251.11	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	181.12	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	160.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	143.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	178.17	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	107.56	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	2.47	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	129.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	124.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	161.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	135.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	152.40	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	122.87	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.16	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	161.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	124.00	Meters	0.95	Decimal	Yes

Tabla 9. (Cont.)

6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	177.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	240.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	155.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	127.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	164.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	133.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	4.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	159.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	103.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	2.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	160.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	124.71	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	176.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	139.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	4.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	279.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	54.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	224.60	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	58.69	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	2.69	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	132.00	Meters	0.95	Decimal	Yes

Tabla 9. (Cont.)

6E-05	Inches	70.70	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	114.17	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	1.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	128.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	120.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	0.36	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	173.56	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	105.23	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	0.44	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	147.75	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	252.95	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	121.09	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	1.92	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	251.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	53.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	274.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	100.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	0.68	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	167.80	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	152.52	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	2.43	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	175.37	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	136.33	Meters	0.95	Decimal	Yes

Tabla 9. (Cont.)

6E-05	Inches	5.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	125.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	160.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	4.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	157.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	109.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	137.20	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	105.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	2.51	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	18.58	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	106.97	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	3.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	183.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	122.62	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	2.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	251.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	162.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	119.70	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	5.00	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	233.98	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	157.70	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	67.80	Meters	0.95	Decimal	Yes
6E-05	Inches	77.71	Meters	0.95	Decimal	Yes

Teniendo en cuenta esta información se tiene que en el corregimiento de Monterrubio se construirán troncales de distribución en tubería de polietileno PE80 a profundidades aprox. de 1 metro y anillos de ¾" y ½" a profundidades aprox. de 0.7 metros, la red de suministro a construir será de 33.6 kilómetros en polietileno de alta densidad PE100 a profundidades de 1.2 metros desde el gasoducto existente en este municipio de Sabanas de San Ángel pasando por el corregimiento de Pueblito de los Barrios hasta llegar a Monterrubio. Su diseño tendrá un factor correspondiente a localidad clase 4, para la cual se define que es cualquier sección de 1600 mts de longitud que tiene 46 o más edificaciones para la ocupación humana, donde más del 50% de estas tendrán más de 4 pisos, el tráfico es pesado y/o denso y donde puede haber numerosas redes de otros servicios enterradas⁹.

Una vez realizado y ejecutado el modelo en el software de diseño, los diámetros seleccionados para el ramal del corregimiento de Monterrubio se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 10 Diámetros PE 80 Redes de Distribución.

	Localidad	Municipio	Distancia	
			(Mts)	Diámetro
Troncal de Distribución	Monterrubio	Sabanas de San Ángel	948	4" PE 80
Anillos Principales y cruces	Monterrubio	Sabanas de San Ángel	4,308	¾" PE 80
Anillos Secundarios	Monterrubio	Sabanas de San Ángel	9,561	½" PE 80

⁹ Norma Técnica Colombiana 3728 – Gasoductos. Líneas de transporte y redes de distribución de gas. (Segunda Actualización) Bogotá D.C. Icontec 2011.

Tabla 11 Diámetros pe 100 red de suministro.

Ramal	Origen	Destino	Distancia	
			(Mts)	Diámetro
Gasoducto existente- Monterrubio	Gasoducto existente	Monterrubio	32925	4 " PE100
Gasoducto existente- Monterrubio	Gasoducto existente	Monterrubio	674	6 " PE100

Nota: se recomienda realizar los cruces con perforaciones horizontales dirigidas con un diámetro superior al diámetro del ramal calculado en este caso 6 In.

Los materiales correspondientes para la construcción de este proyecto se muestran a continuación:

Tabla 12 Materiales De Obra - Construcción Redes Pe 80.

Materiales Obra Para Construcción Redes PE80 Monterrubio Magdalena		
Descripción	Unidad	Cantidad
Tubería Pe80 D 1/2" IPS RDE 9 Amarilla Md	Mts	9,561
Tubería Pe80 D 3/4" IPS RDE 11 amarilla Md	Mts	4,308
Tubería Pe80 D 4" IPS RDE 11 Amarilla Md	Mts	948
Silleta Autoper Pe80 D 4"X3/4" IPS Term	Und	9
Reducción pe80 d 3/4" x1/2" IPS socket	Und	57
Tee Pe80 D 1/2" IPS Socket	Und	57
Tee Pe80 D 3/4" IPS Socket	Und	18
Válvula Pe80 D 3/4" IPS Socket Rde11	Und	9
Válvula Pe80 D 4" IPS Rde11	Und	1
Tapón Pe80 D 1/2" IPS Socket	Und	36
Tapón Pe80 D 3/4" Ips Socket	Und	2
Tapón Pe80 D 4" Ips Tope	Und	1
Unión Pe80 D 1/2" Ips Socket	Und	75
Unión Pe80 D 3/4" Ips Socket	Und	66
Cinta Preventiva	Mts	148

Materiales pe 80

Tabla 13 Materiales De Obra - Construcción Redes Pe 100.

Materiales Obra Para Construcción Redes Pe100 Monterrubio Magdalena		
Descripción	Unidad	Cantidad
Tubería Polietileno 3/4" PE 100	Mts	54
Tubería Polietileno 4" PE 100	Mts	32,925
Tubería Polietileno 6" PE 100	Mts	674
Silleta Autoper PE 100 D 4"X3/4" IPS	Und	18
Reducción PE 100 D 6" X 4" IPS Tope	Und	19
Tee PE 100 D 4" IPS Tope	Und	1
Válvula PE 100 D 4" IPS RDE 11 Tope Negro	Und	9
Tapón De Polietileno PE 100 3/4"	Und	18
Tapón De Polietileno PE 100 4"	Und	2
Cinta Preventiva	Mts	336
Postes Plásticos	Und	672

Materiales PE 100

Fuente: Autor

8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

Para el proyecto se contempla una fuente de suministro de gas a través de una interconexión con el gasoducto en polietileno propiedad de Gases del Caribe encontrado el municipio de Sabanas de San Ángel en el departamento del Magdalena.

El recorrido será iniciado en el punto encontrado en la Calle 4ª con Carrera 1, municipio de Sabanas de San Ángel, punto en el cual se realizará el empalme con el gasoducto instalado y en servicio de 4 pulgadas en polietileno de alta densidad, al cual se le suministra gas desde el Campo Difícil en el corregimiento de Pueblo Nuevo municipio de Ariguaní para suministro de las poblaciones de Vadelco, Casa de Tablas, La Horqueta y Sabanas de San Ángel, entregando en este punto una presión de 98 psi.

Para los cruces bajo corriente de agua, la camisa utilizada deberá ser lastrada con una viga en concreto de 3500 PSI (proporción 1:2:2), con sección de 40 cm por 40 cm, para evitar cualquier flotación de la tubería. Superior a la viga de concreto se colocarán dos capas de sacos rellenos de suelo cemento de proporción 1:10 a lo largo de todo el ancho del cruce con el fin de proteger la tubería. Por encima de esta capa hasta el lecho del arroyo se compactará el relleno al 95% del Proctor Modificado

La estación de regulación y medición a ubicar en este corregimiento cuenta con un sistema de regulación monitor – trabajador, así como sistemas de control que evitan cualquier sobrepresión de la red.

8.1 PROFUNDIDAD DE LA TUBERÍA

De acuerdo con la norma NTC 3728 en el numeral 5.1.1.1 en el cual se indican las profundidades de las tuberías, expresa que las líneas primarias en redes de distribución deberán instalarse en una profundidad no inferior a 100 cm medidos entre la superficie del terreno y el lomo o clave de la tubería, mientras que las líneas secundarias deben ser instaladas a una profundidad no inferior de 60 cm en vías y 50 cm en andenes y zonas verdes. Por tanto en la construcción de estas redes se tendrán en cuenta las siguientes profundidades de instalación:

Tabla 14 Profundidad De Tuberías.

Profundidad (al lomo) [m]	Línea Regular	Zona Urbana	Cruces de Vías	Cruces de Corrientes
Ramal de suministro	1.2	1.2	1.2	1.4
Troncal de Distribución	1	1	1.2	1.4
Anillos de Distribución	0.7	0.7	1	1.2

Fuente: Autor

8.2 SEÑALIZACIÓN

La tubería estará señalizada colocando una cinta preventiva a 60 centímetros del lomo del tubo, para prevenir daños de la tubería en caso de que se lleven a cabo excavaciones sobre el trazado de la tubería.

Adicionalmente, se instalarán cada 50 metros mojones o postes de señalización plásticos con la leyenda en sus lados “tubería de gas” y con el nombre de la empresa que solicita la construcción de la red.

8.3 LIMPIEZA CON ESPUMAS

Antes de poner en operación con gas natural una nueva red de distribución de gas, es necesario asegurar que las tuberías estén completamente limpias, libre de arena o cualquier otra suciedad. Las partículas de polvo o materiales extraños en el interior

de las tuberías pueden ser arrastradas por el flujo del gas causando obstrucciones en la red de distribución, daños o mal funcionamiento en los equipos de regulación, medición o de combustión.

Para evitar los problemas anteriormente descritos, se sugiere como procedimiento obligatorio en la construcción de las redes troncal de polietileno de diámetros 4" y 6", la limpieza de las tuberías con espumas (marranos).

8.4 PRUEBAS DE HERMETICIDAD Y RESISTENCIA

Las tuberías de polietileno serán probadas teniendo en cuenta lo establecido en la NTC 3728, la presión de prueba para tuberías plásticas es de 1.5 veces la presión de operación permisible, por lo anterior, la presión de prueba para el tramo Sabanas de San Ángel – Monterrubio se describe a continuación:

PE 80: $60 \text{ psig} \times 1.5 = \mathbf{90 \text{ psig}}$.

PE 100: $132 \text{ psig} * 1.5 = 217.5 \approx \mathbf{220 \text{ psig}}$

La duración del ensayo de resistencia y hermeticidad para las tuberías del ramal no deberá exceder las 96 horas para temperaturas del material superiores a 38 °C (100°F). El tiempo mínimo para la realización de esta prueba es de dos horas. Se determina un periodo de 24 h para pruebas en tramos de máximo de 6 kilómetros.

8.5 VÁLVULAS

Las válvulas en polietileno de alta densidad cuentan con un sistema de By pass. Dentro de la caja de la válvula se instalan dos espirales de tubería de $\frac{3}{4}$ pulgada Pe 100, un espiral se conecta a una silleta instalada aguas arriba de la válvula y la segunda espiral se conecta a otra silleta instalada aguas abajo.

8.6 PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA.

Cuando no sea posible realizar un cruce de troncal en arroyo a cielo abierto, cruces férreos o autopistas y vías nacionales por los métodos convencionales, se utilizará la técnica de perforación horizontal dirigida (PHD) para tuberías de 4", 6" y 8".

Para los cruces por esta técnica utilizará tubería de polietileno alta densidad (PE100).

9 PRESUPUESTO DE INVERSIÓN DE OBRA

De acuerdo con los datos e información entregada por el sistema de modelación, se procedió realizar la revisión técnico-económica del proyecto, inicialmente se verificaron las cantidades de materiales que deberán ser utilizados para la construcción de las redes de distribución y suministro de esta población.

Los análisis de precios unitarios por cada unidad constructiva se muestran a continuación:

Las actividades que se incluyen en el ítem tanto anillos como de troncales polietileno 80 como polietileno 100 son: almacenamiento de materiales, transporte desde el centro de acopio a la obra, desmonte, excavaciones (sobre anchos, sobre excavación, relimpias, etc.), roturas enterradas, tendido y termofusión de tuberías y accesorios, tape compactado, limpieza general, señalización de la obra, prueba de hermeticidad, limpieza interna de tubería, reparación de daños a terceros, instalación de válvulas, tubo operativo y su registro, protección mecánica en caso de que aplique, empalmes y gasificación, etc.

9.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA OBRA DE DISTRIBUCIÓN TUBERÍA PE80.

Tabla 15 APU Canalización Anillo Zona Verde - PE80.

APU: 1		Actividad: Canalización Anillo Zona Verde - PE80		
Descripción:		Tubería de anillo instalada en terreno zona verde (terreno natural)		
Ítem	Unidad:	ml		
I. Equipos y Herramientas				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Herramientas	GL	\$140,000	0.10%	\$ 140.00
Señalización	GL	\$60,000	0.25%	\$ 150.00
Equipos	Día	\$160,000	0.25%	\$ 400.00
Vehículos	Día	\$280,000	0.25%	\$ 700.00
Subtotal Equipos y Herramientas				\$ 1,390.00
II. Materiales de obra				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Cajas Válvulas	Und	\$114,000	0.05%	\$ 57.00
Combustibles	GL	\$55,000	0.25%	\$ 137.50
Otros	GL	\$17,000	0.10%	\$ 17.00
Subtotal Materiales de obra				\$ 211.50
III. Personal				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Operario	ml	\$4,400	100%	\$ 4,400.00
Prestaciones	%	\$4,400	50%	\$ 2,200.00
EPP	GL	\$190,000	0.11%	\$ 209.00
Subtotal Personal				\$ 6,809.00
Costos directos			-	\$ 8,410.50
Administración			15%	\$ 1,261.58
Imprevistos			5%	\$ 420.53
Utilidad			5%	\$ 420.53
TOTAL				\$ 10,513.1

Tabla 16 APU Canalización Anillo Calzada Concreto - PE80.

APU: 2		Actividad: Canalización Anillo Calzada Concreto - PE80		
Descripción:		Tubería de anillo instalada en terreno calzada de concreto.		
Ítem		Unidad:	ml	
I. Equipos y Herramientas				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Herramientas	GL	\$140,000	1.00%	\$ 1,400.00
Señalización	GL	\$60,000	1.00%	\$ 600.00
Equipos	Día	\$160,000	2.00%	\$ 3,200.00
Vehículos	Día	\$ 2,800.00	1.00%	\$ 2,800.00
Subtotal Equipos y Herramientas				\$ 8,000.00
II. Materiales de obra				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Concreto	m3	\$450,000	6.00%	\$ 27,000.00
Combustibles	GL	\$120,000	2.00%	\$ 2,400.00
Otros	GL	\$50,000	2.00%	\$ 1,000.00
Subtotal Materiales de obra				\$ 30,400.00
III. Personal				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Mano de Obra	Día	\$55,000	35%	\$ 19,250.00
Prestaciones	%	\$17,500	50%	\$ 8,750.00
EPP	GL	\$190,000	0.11%	\$ 209.00
Subtotal Personal				\$ 28,209.00
Costos directos			-	\$ 66,609.00
Administración			15%	\$ 9,991.35
Imprevistos			5%	\$ 3,330.45
Utilidad			5%	\$ 3,330.45
TOTAL				\$ 83,261

Tabla 17 APU Canalización Anillo Andén - PE80.

APU: 3		Actividad: Canalización Anillo Andén Concreto - PE80		
Descripción:		Tubería de anillo instalada en terreno andén concreto.		
Ítem		Unidad:	ml	
I. Equipos y Herramientas				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Herramientas	GL	\$160,000	0.40%	\$ 640.00
Señalización	GL	\$60,000	0.25%	\$ 150.00
Equipos	Día	\$180,000	0.25%	\$ 450.00
Vehículos	Día	\$280,000	0.25%	\$ 700.00
Subtotal Equipos y Herramientas				\$ 1,940.00
II. Materiales de obra				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Concreto	m3	\$380,000	2.00%	\$ 7,600.00
Combustibles	GL	\$80,000	1.00%	\$ 800.00
Otros	GL	\$17,500	1.00%	\$ 175.00
Subtotal Materiales de obra				\$ 8,575.00
III. Personal				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Mano de Obra	Día	\$55,000	20%	\$ 11,000.00
Prestaciones	%	\$10,000	50%	\$ 5,000.00
EPP	GL	\$190,000	0.11%	\$ 209.00
Subtotal Personal				\$ 16,209.00
Costos directos			-	\$ 26,724.00
Administración			15%	\$ 4,008.60
Imprevistos			5%	\$ 1,336.20
Utilidad			5%	\$ 1,336.20
TOTAL				\$ 33,405

Tabla 18 APU Canalización Troncal Zona Verde - PE80.

APU: 4		Actividad: Canalización Troncal Zona Verde - P80		
Descripción:		Tubería de troncal PE 80 instalada en terreno zona verde (terreno natural).		
Ítem		Unidad:		ml
I. Equipos y Herramientas				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Herramientas	GL	\$160,000	0.10%	\$ 160.00
Señalización	GL	\$60,000	0.25%	\$ 150.00
Equipos	Día	\$180,000	0.25%	\$ 450.00
Vehículos	Día	\$280,000	0.25%	\$ 700.00
Subtotal Equipos y Herramientas				\$ 1,460.00
II. Materiales de obra				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Cajas Válvulas	Und	\$340,000	0.05%	\$ 170.00
Combustibles	GL	\$35,000	0.25%	\$ 87.50
Otros	GL	\$16,000	0.10%	\$ 16.00
Subtotal Materiales de obra				\$ 273.50
III. Personal				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Operario	ml	\$5,700	100%	\$ 5,700.00
Prestaciones	%	\$5,700	50%	\$ 2,850.00
EPP	GL	\$190,000	0.11%	\$ 209.00
Subtotal Personal				\$ 8,759.00
Costos directos			-	\$ 10,492.50
Administración			15%	\$ 1,573.88
Imprevistos			5%	\$ 524.63
Utilidad			5%	\$ 524.63
TOTAL				\$ 13,116

Tabla 19 APU Canalización Troncal Calzada Concreto - PE80.

APU: 5		Actividad: Canalización Troncal Calzada Concreto - P80		
Descripción:		Tubería de troncal PE 80 instalada en terreno calzada concreto.		
Ítem		Unidad:	ml	
I. Equipos y Herramientas				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Herramientas	GL	\$160,000	1.00%	\$ 1,600.00
Señalización	GL	\$60,000	1.00%	\$ 600.00
Equipos	Día	\$160,000	2.00%	\$ 3,200.00
Vehículos	Día	\$280,000	1.00%	\$ 2,800.00
Subtotal Equipos y Herramientas				\$ 8,200.00
II. Materiales de obra				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Concreto	m3	\$480,000	6.00%	\$ 28,800.00
Combustibles	GL	\$120,000	2.00%	\$ 2,400.00
Otros	GL	\$35,000	2.00%	\$ 700.00
Subtotal Materiales de obra				\$ 31,900.00
III. Personal				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Operario	ml	\$5,700	100%	\$ 5,700.00
Prestaciones	%	\$5,700	50%	\$ 2,850.00
EPP	GL	\$190,000	0.11%	\$ 209.00
Subtotal Personal				\$ 8,759.00
Costos directos			-	\$ 68,309.00
Administración			15%	\$ 10,246.35
Imprevistos			5%	\$ 3,415.45
Utilidad			5%	\$ 3,415.45
TOTAL				\$ 85,386

Tabla 20 APU Canalización Troncal Calzada Concreto - PE80.

APU: 6		Actividad: Canalización Troncal Andén - P80		
Descripción:		Tubería de troncal PE 80 instalada en terreno andén en concreto.		
Ítem		Unidad:	ml	
I. Equipos y Herramientas				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Herramientas	GL	\$160,000	0.40%	\$ 640.00
Señalización	GL	\$60,000	0.25%	\$ 150.00
Equipos	Día	\$180,000	0.25%	\$ 450.00
Vehículos	Día	\$280,000	0.25%	\$ 700.00
Subtotal Equipos y Herramientas				\$ 1,940.00
II. Materiales de obra				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Concreto	m3	\$380,000	3.00%	\$ 11,400.00
Combustibles	GL	\$80,000	1.00%	\$ 800.00
Otros	GL	\$10,000	1.00%	\$ 100.00
Subtotal Materiales de obra				\$ 12,300.00
III. Personal				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Mano de Obra	Día	\$50,000	15%	\$ 7,500.00
Prestaciones	%	\$10,000	50%	\$ 5,000.00
EPP	GL	\$190,000	0.11%	\$ 209.00
Subtotal Personal				\$ 12,709.00
Costos directos			-	\$ 26,949.00
Administración			15%	\$ 4,042.35
Imprevistos			5%	\$ 1,347.45
Utilidad			5%	\$ 1,347.45
TOTAL				\$ 33,686

Tabla 21 APU Cruce De Arroyo A Cielo Abierto Anillo.

APU: 7		Actividad: Cruce de arroyo a cielo abierto anillo		
Descripción:	Este ítem comprende todas las actividades relacionadas con la construcción de cruces de arroyos en los diámetros de ½ In y ¾ In.			
Ítem	Unidad:	ml		
I. Equipos y Herramientas				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Equipos	ml	\$60,000	100.00%	\$ 60,000.00
Herramientas	GL	\$140,000	1.00%	\$ 1,400.00
Subtotal Equipos y Herramientas				\$ 61,400.00
II. Materiales de obra				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Combustibles	GL	\$50,000	10.00%	\$ 5,000.00
Camisas	GL	\$22,000	30.00%	\$ 6,600.00
Suelo Cemento	m3	\$150,000	16.00%	\$ 24,000.00
Subtotal Materiales de obra				\$ 35,600.00
III. Personal				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Mano de Obra	Día	\$100,000	20.0%	\$ 20,000.00
Prestaciones	%	\$20,000	50%	\$ 10,000.00
Subtotal Personal				\$ 30,000.00
Costos directos			-	\$ 127,000.00
Administración			15%	\$ 19,050.00
Imprevistos			5%	\$ 6,350.00
Utilidad			5%	\$ 6,350.00
TOTAL				\$ 158,750

En los APU de canalización de anillo y troncal se consideran todas las actividades para la construcción de redes de distribución de gas natural en tuberías de polietileno de $\frac{1}{2}$ In, $\frac{3}{4}$ In y 4 In de diámetro en polietileno 80.

9.2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA OBRA DE SUMINISTRO TUBERÍA PE100.

Tabla 22 APU Canalización Troncal Zona Verde - PE100.

APU: 8		Actividad: Canalización Troncal Zona Verde - PE100		
Descripción:		Tubería de troncal PE 100 instalada en terreno zona verde (terreno natural).		
Ítem		Unidad:		ml
I. Equipos y Herramientas				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Herramientas	GL	\$260,000	0.10%	\$ 260.00
Señalización	GL	\$90,000	0.25%	\$ 225.00
Equipos	Día	\$280,000	0.25%	\$ 700.00
Vehículos	Día	\$280,000	0.25%	\$ 700.00
Subtotal Equipos y Herramientas				\$ 1,885.00
II. Materiales de obra				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Cajas Válvulas	Und	\$359,370	0.05%	\$ 179.69
Combustibles	GL	\$90,000	0.25%	\$ 225.00
Otros	GL	\$46,000	0.10%	\$ 46.00
Poste Señalización	Und	\$134,200	2%	\$ 2,684.00
Subtotal Materiales de obra				\$ 3,134.69
III. Personal				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Operario	ml	\$6,500	100%	\$ 6,500.00
Prestaciones	%	\$6,500	50%	\$ 3,250.00
EPP	GL	\$190,000	0.11%	\$ 209.00
Subtotal Personal				\$ 9,959.00
Costos directos			-	\$ 14,978.69
Administración			15%	\$ 2,248.80
Imprevistos			5%	\$ 748.93
Utilidad			5%	\$ 748.93
TOTAL				\$ 18,723

Tabla 23 APU Tendido y Termofusión P.E. 4".

APU: 9		Actividad: Tendido y Termofusión P.E. 4"		
Descripción:	En este ítem se deben considerar todas las actividades para la construcción mecánica de las redes de distribución de gas natural en tuberías de polietileno de 4" de diámetro.			
Ítem	Unidad:	ml		
I. Equipos y Herramientas				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Equipos	Día	\$25,000	0.60%	\$ 150.00
Subtotal Equipos y Herramientas				\$ 150.00
II. Materiales de obra				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Combustibles	GL	\$20,000	1.50%	\$ 300.00
Otros	GL	\$20,000	0.55%	\$ 110.00
Subtotal Materiales de obra				\$ 410.00
III. Personal				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Mano de Obra	Día	\$50,000	1.30%	\$ 650.00
Prestaciones	%	\$750	50%	\$ 375.00
Subtotal Personal				\$ 1,025.00
Costos directos			-	\$ 1,585.00
Administración			15%	\$ 237.75
Imprevistos			5%	\$ 79.25
Utilidad			5%	\$ 79.25
TOTAL				\$ 1,981

Tabla 24 APU Cruce con Topo 4".

APU: 10		Actividad: Cruce con Topo 4"		
Descripción:	Es aquella actividad enfocada a realizar cruces de tubería en zonas que presenten vías pavimentadas. Este ítem comprende el perforador neumático Powermole PM o similar, accionado por un compresor con capacidad de 3.5m ³ - min. (125 cfm) a 8.0 bar (120 psi) de presión y el transporte de los elementos requeridos, sus operarios, las excavaciones necesarias para realizar el cruce y la camisa de PVC o NOVAFORT.			
Ítem	Unidad:	ml		
I. Equipos y Herramientas				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Equipos	ml	\$70,000	100.00%	\$ 70,000.00
Herramientas	GL	\$90,000	1.00%	\$ 900.00
Subtotal Equipos y Herramientas				\$ 70,900.00
II. Materiales de obra				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Combustibles	GL	\$85,000	5.00%	\$ 4,250.00
Otros	GL	\$45,000	1.00%	\$ 450.00
Subtotal Materiales de obra				\$ 410.00
III. Personal				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Mano de Obra	Día	\$90,000	6.0%	\$ 5,400.00
Prestaciones	%	\$17,500	50%	\$ 8,750.00
Subtotal Personal				\$ 14,150.00
Costos directos			-	\$ 89,750.00
Administración			15%	\$ 13,462.50
Imprevistos			5%	\$ 4,487.50
Utilidad			5%	\$ 4,487.50
TOTAL				\$ 112,188

En estos ítems se deben considerar todas las actividades para la construcción de redes de distribución de gas natural en tuberías de polietileno de 4 In de diámetro polietileno 100.

Tabla 25 APU Cruce con PHD 6" Arena/Arcilla.

APU: 11		Actividad: Cruce con PHD 6" Arena/Arcilla		
Descripción:		Este ítem comprende la perforación horizontal dirigida para tuberías de diámetro de 6".		
Ítem	Unidad:	ml		
I. Equipos y Herramientas				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Equipos	ml	\$420,000	100.00%	\$ 420,000.00
Herramientas	GL	\$50,000	1.00%	\$ 500.00
Subtotal Equipos y Herramientas				\$ 420,500.00
II. Materiales de obra				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Combustibles	GL	\$120,000	5.00%	\$ 6,000.00
Otros	GL	\$100,000	5.00%	\$ 5,000.00
Subtotal Materiales de obra				\$ 11,000.00
III. Personal				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Mano de Obra	Día	\$170,000	6.0%	\$ 10,200.00
Prestaciones	%	\$17,000	50%	\$ 8,500.00
Subtotal Personal				\$ 18,700.00
Costos directos			-	\$ 450,200.00
Administración			15%	\$ 67,530.00
Imprevistos			5%	\$ 22,510.00
Utilidad			5%	\$ 22,510.00
TOTAL				\$ 562,750

Tabla 26 APU Planos As-built.

APU: 11		Actividad: Planos As-built		
Descripción:	Este ítem reconoce los planos que debe entregar el contratista por las redes construidas. La unidad de pago es metro lineal, por lo que al momento de reportar las cantidades deben sumar el número de metros construidos.			
Ítem		Unidad:	ml	
I. Equipos y Herramientas				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Computador	Día	\$3,000	0.40%	\$ 12.00
Plotter	Plancha	\$10,000	0.65%	\$ 65.00
Impresora Laser	Hoja	\$2,000	0.75%	\$ 15.00
Subtotal Equipos y Herramientas				\$ 92.00
II. Materiales de obra				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Papel	Plancha	\$2,000	0.19%	\$ 3.80
Subtotal Materiales de obra				\$ 3.80
III. Personal				
Descripción	Unidad	Valor unitario	Rendimiento	Valor total
Mano de Obra	Día	\$50,000	0.05%	\$ 25.00
Prestaciones	%	\$25	50%	\$ 12.50
Subtotal Personal				\$ 37.50
Costos directos			-	\$ 133.30
Administración			15%	\$ 20.00
Imprevistos			5%	\$ 6.67
Utilidad			5%	\$ 6.67
TOTAL				\$ 167

9.3 REVISIÓN DE COSTOS DE OBRA.

Elaborado el análisis de los precios unitarios por cada tipo o actividades a ejecutar en la obra, se procede a realizar cálculo los costos aproximados tanto de los materiales a instalar, como de las actividades a ejecutar para la construcción de las redes de distribución PE80 y troncal de suministro PE100.

Tabla 27 Costos de Materiales PE 80.

Materiales PE80				
Descripción	Unidad	Cant	Costo Unitario	Costo Total
Tubería pe80 d 1/2" IPS RDE 9 amarilla md	Mts	9,561	\$1,331	\$12,725,691
Tubería pe80 d 3/4" IPS RDE 11 amarilla md	Mts	4,308	\$1,768	\$7,615,713
Tubería pe80 d 4" IPS RDE 11 amarilla md	Mts	948	\$32,428	\$30,741,744
Silleta autoperc pe80 d 4"x3/4" IPS term	Und	9	\$38,205	\$343,845
Reducción pe80 d 3/4" x1/2" IPS socket	Und	57	\$7,995	\$455,715
Tee pe80 d 1/2" IPS socket	Und	57	\$4,503	\$256,671
Tee pe80 d 3/4" IPS socket	Und	18	\$4,661	\$83,898
Válvula pe80 d 3/4" IPS socket rde11	Und	9	\$82,176	\$739,584
Válvula pe80 d 4" IPS rde11	Und	1	\$594,503	\$594,503
Tapón pe80 d 1/2" IPS socket	Und	36	\$3,886	\$139,896
Tapón pe80 d 3/4" IPS socket	Und	2	\$4,206	\$8,412
Tapón pe80 d 4" IPS tope	Und	1	\$51,249	\$51,249
Unión pe80 d 1/2" IPS socket	Und	75	\$3,204	\$240,300
Unión pe80 d 3/4" IPS socket	Und	66	\$2,552	\$168,432
Cinta preventiva	Mts	148	\$7,000	\$1,037,157
Total costo Materiales Pe 80				\$55,202,810

Tabla 28. Costos de Materiales PE 100.

Materiales PE100				
Descripción	Unidad	Cant	Costo	
			Unitario	Costo Total
Tubería Polietileno 3/4" PE 100	Mts	54	\$1,537	\$82,998
Tubería Polietileno 4" PE 100	Mts	32925	\$20,610	\$678,576,006
Tubería Polietileno 6" PE 100	Mts	674	\$67,099	\$45,218,016
Silleta Autoper PE 100 D 4"X3/4" IPS	Und	18	\$38,507	\$693,126
Reducción PE 100 D 6" X 4" IPS Tope	Und	19	\$88,409	\$1,679,771
Tee PE 100 D 4" IPS Tope	Und	1	\$59,289	\$59,289
Válvula PE 100 D 4" IPS RDE 11		9	\$575,981	\$5,183,829
Tope Negro	Und			
Tapón De Polietileno PE 100 3/4"	Und	18	\$5,507	\$99,126
Tapón De Polietileno PE 100 4"	Und	2	\$39,607	\$79,214
Cinta Preventiva	Mts	336	\$7,000	\$2,351,895
Postes Plásticos	und	672	\$69,300	\$46,569,600
Total costo Materiales Pe 100				\$780,592,870

La inversión necesaria para la construcción de las redes de distribución se calculó en:

Tabla 29 Costos De Ejecución De Obra.

Actividades Para Realizar En La Instalación De Redes PE80 Y PE100					
Ítems	Descripción	Unidad	Cant	Precio unitario	Precio total
1	Canalización Anillo Zona Verde - P80	ml	13733	\$10,513	\$144,374,478
2	Canalización Anillo Concreto - P80	ml	15	\$83,272	\$1,240,753
3	Canalización Anillo Anden - P80	ml	121	\$33,309	\$4,023,703
4	Canalización Troncal Zona Verde - P80	ml	932	\$13,115	\$12,226,120
5	Canalización Troncal Concreto - P80	ml	4.9	\$85,354	\$418,234
6	Canalización Troncal Anden - P80	ml	10.9	\$33,309	\$363,066
7	Canalización Troncal Zona Verde - P100	ml	32844	\$18,736	\$615,369,879
8	Tendido y Termofusión P.E. 4"	ml	33873	\$1,978	\$66,990,180
9	Cruce con Topo 4'	ml	77	\$110,335	\$8,462,725
10	Cruce de arroyo a cielo abierto anillo	ml	4	\$158,217	\$632,867
11	Cruce con PHD 6' Arena/Arcilla	ml	674	\$562,086	\$378,789,755
12	Planos As-built	ml	48,415	\$167	\$8,063,233
Total Costos De Ejecución De Obra.					\$1,240,954,993

Además de los costos por materiales y actividades de obra para la construcción de este proyecto, también deben tener en cuenta los siguientes ítems necesarios para puesta en servicio de obra.

Tabla 30 Costos Adicionales.

Costos Adicionales A Tener En Cuenta Para La Realización De Trabajos				
Descripción	Und	Cant	Precio Unitario	Precio Total
Construcción y montaje de estación de regulación	Und	1	\$13,000,000	\$13,000,000
Levantamiento cartográfico y predial	MI	685	\$28,000	\$19,180,000
Costo de Interventoria (5% de la inversión)	MI	-	-	\$103,133,802
Costo de pólizas (4% de la inversión)	MI	-	-	\$82,507,042
Total costo Actividades Adicionales				\$217,820,844

Tabla 31 Costos Directos de la obra.

Costos Totales Para La Construcción De Población Monterrubio Redes Pe 80 Y Pe 100	
Descripción	Precio Total
Total costo Materiales Pe 80	\$55,202,810
Total costo Materiales Pe 100	\$780,592,870
Total costo Actividades para instalación de redes	\$1,240,954,993
Total costo Actividades Adicionales	\$217,820,844
Total costos Directos Obra Monterrubio PE100 y PE 80	\$2,294,571,516

Una vez calculados los costos derivados de los diferentes aspectos a considerar para la construcción del proyecto Monterrubio suministro PE100 y redes de distribución PE80 se procede a realizar el análisis de la utilidad que será obtenida de la inversión a realizar.

Para realizar este análisis se obtuvo de antemano el costo aproximado de la compra del derecho de instalación del servicio, la cual también incluye la construcción de las redes internas de los usuarios potenciales. El cual se ha definido en \$700.000, por tanto, se calcula el costo de la compra de estos servicios.

Tabla 32 Total Utilidad Por Venta De Instalaciones Potenciales.

Localidad	Viviendas potenciales	Costo del servicio de gas	Costo del servicio de gas
Monterrubio	694	\$700,000	\$485,800,000
Pueblito de los Barrios	56		\$39,200,000
Total Utilidad Por Venta De Instalaciones Potenciales			\$525,000,000

Así mismo se evalúa la ganancia a obtener del consumo realizado por los usuarios potenciales durante el periodo de tiempo de un (1) año, para realizar los cálculos se debe tener en cuenta que un usuario de tipo residencial tiene un consumo mensual aproximado de 20 m³ y la ganancia derivada de este consumo será de aproximado \$400 pesos por cada m³.

Tabla 33 Total ganancia por consumo de potenciales.

Localidad	Viviendas potenciales	Consumo mensual aprox.	Ganancia por cada m ³ de consumo	Total ganancia mensual en las poblaciones	Total ganancia periodo de un (1) año
Monterrubio	694	20	\$400	\$5,552,000	\$66,624,000
Pueblito de los Barrios	56			\$448,000	\$5,376,000
Total Ganancia Por Consumo De Potenciales				\$6,000,000	\$72,000,000

Las utilidades y ganancias derivadas de la instalación y consumo de los usuarios potenciales de las poblaciones de Monterrubio y Pueblito de Los Andes en un periodo de 20 años serán de:

Tabla 34 Utilidad de inversión en el primer año del proyecto Monterrubio.

Utilidad por venta de instalaciones potenciales	\$525,000,000
Utilidad por consumo de potenciales periodo de 1 año	\$72,000,000

Para realizar la evaluación de la inversión de este proyecto para una tasa de descuento del 7% y una proyección anual del 10% en un periodo de 20 años de acuerdo con la ecuación del Valor Presente Neto se tiene que:

$$VPN = - \text{Inversión Inicial} + \sum [\text{flujo del periodo actualizado} / (1 + \text{tasa de descuento})^n]$$

De los costos derivados de la construcción de redes del proyecto Monterrubio PE100 y PE80 con respecto a las utilidades y ganancias derivadas de la instalación y consumo de los usuarios potenciales se tiene que al realizar la evaluación de la inversión inicial:

Tabla 35 Evaluación de la inversión .

	Inversión Inicial	\$2,294,571,516
	Tasa de descuento	7%
	Tasa De Proyección (anual)	10%
Periodo (Años)	Flujos de efectivo	VP
0	-\$2,294,571,516	-\$2,294,571,516.32
1	\$597,000,000	\$557,943,925.23
2	\$79,200,000	\$69,176,347.28
3	\$87,120,000	\$71,115,871.03
4	\$95,832,000	\$73,109,773.96
5	\$105,415,200	\$75,159,580.71
6	\$115,956,720	\$77,266,858.67
7	\$127,552,392	\$79,433,219.19
8	\$140,307,631	\$81,660,318.80
9	\$154,338,394	\$83,949,860.45
10	\$169,772,234	\$86,303,594.85
11	\$186,749,457	\$88,723,321.81
12	\$205,424,403	\$91,210,891.58
13	\$225,966,843	\$93,768,206.30
14	\$248,563,527	\$96,397,221.43
15	\$273,419,880	\$99,099,947.26
16	\$300,761,868	\$101,878,450.46
17	\$330,838,055	\$104,734,855.61
18	\$363,921,861	\$107,671,346.89
19	\$400,314,047	\$110,690,169.70
20	\$440,345,451	\$113,793,632.40
	Valor presente de la suma de flujos actualizados	\$2,263,087,393.61
	Valor Presente Neto (VPN)	-\$31,484,122.71
	Tasa Interna de Retorno	7%
	Índice de Rentabilidad	0.99

10 CONCLUSIONES

Al realizar el análisis técnico-económico para la viabilidad de la Construcción De Redes De Gas Natural Para El Tramo Sabanas De San Ángel A Monterrubio (Magdalena), se obtuvo que el presente proyecto cuenta con una factibilidad viable en el ámbito técnico, pero al realizar la evaluación de la inversión en un periodo de 20 años se pudo constatar que no es viable la realización de este proyecto.

- En el ámbito técnico según las revisiones, cálculos y diseños realizados es factible el desarrollo del proyecto, tanto la topografía del terreno como los distintos accidentes geográficos encontrados en el recorrido o trazado serán contemplados, por lo que se ha definido darles el debido tratamiento, evitando cualquier tipo de eventualidad que comprometa la integridad de la red, con el fin de dar cumplimiento a las normas.
- Al realizar como tal el análisis económico de la inversión a requerida para la ejecución de la obra se determinó que este no es viable, se obtuvo que para la construcción de este proyecto el costo de la inversión a realizar con respecto a las ganancias que se obtendrían en el periodo programado de 20 años representa un factor determinante para la realización, dado que incluso al cumplirse este periodo de tiempo no es posible la recuperación de la inversión realizada.
- Será necesario realizar la gestión de distintos tipos de negociaciones para la obtención de contribuciones o mediaciones económicas desde el ámbito gubernamental con el fin de mejorar la capacidad económica de inversión y cumplir así con el beneficio de instalación a los usuarios potenciales encontrados en estas localidades.

BIBLIOGRAFÍA

BENJUMEA CANO, W. E., SANTOS SANTOS, N. D. (2007). Análisis de la factibilidad técnico-económica y diseño de la red de gas domiciliario en el municipio de chinacota (norte de Santander) [recurso electrónico] / Walter Eusebio Benjumea Cano; Director Nicolás Santos Santos. Bucaramanga: UIS, 2007.

CASTRO CARRERO, P., CASTRILLÓN RODRÍGUEZ, G. X., & SANTOS NICOLÁS, N. D. (2013). Diseño y estudio de factibilidad económica de un sistema de suministro de gas natural a la comunidad aledaña al epf recetor del municipio de aguazul (Casanare) [recurso electrónico] / Pedro Castro, Gina Castrillón; director Nicolás Santos Santos. Bucaramanga: UIS, 2013.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE),
Estudios postcensales No. 7 ISBN 978-958-624-078-9 Bogotá - Colombia – 2009

Norma Técnica Colombiana 3728 – Gasoductos. Líneas de transporte y redes de distribución de gas. (Segunda Actualización) Bogotá D.C. Icontec 2011.

Norma Técnica Colombiana 3838 – Gasoductos. Presiones de operación permisibles para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles. (Quinta Actualización) Bogotá D.C. Icontec 2014.

Resolución 90902 de 24 de octubre de 2013 – Reglamento Técnico de Instalaciones internas de Gas Combustible del Ministerio Minas y Energía.

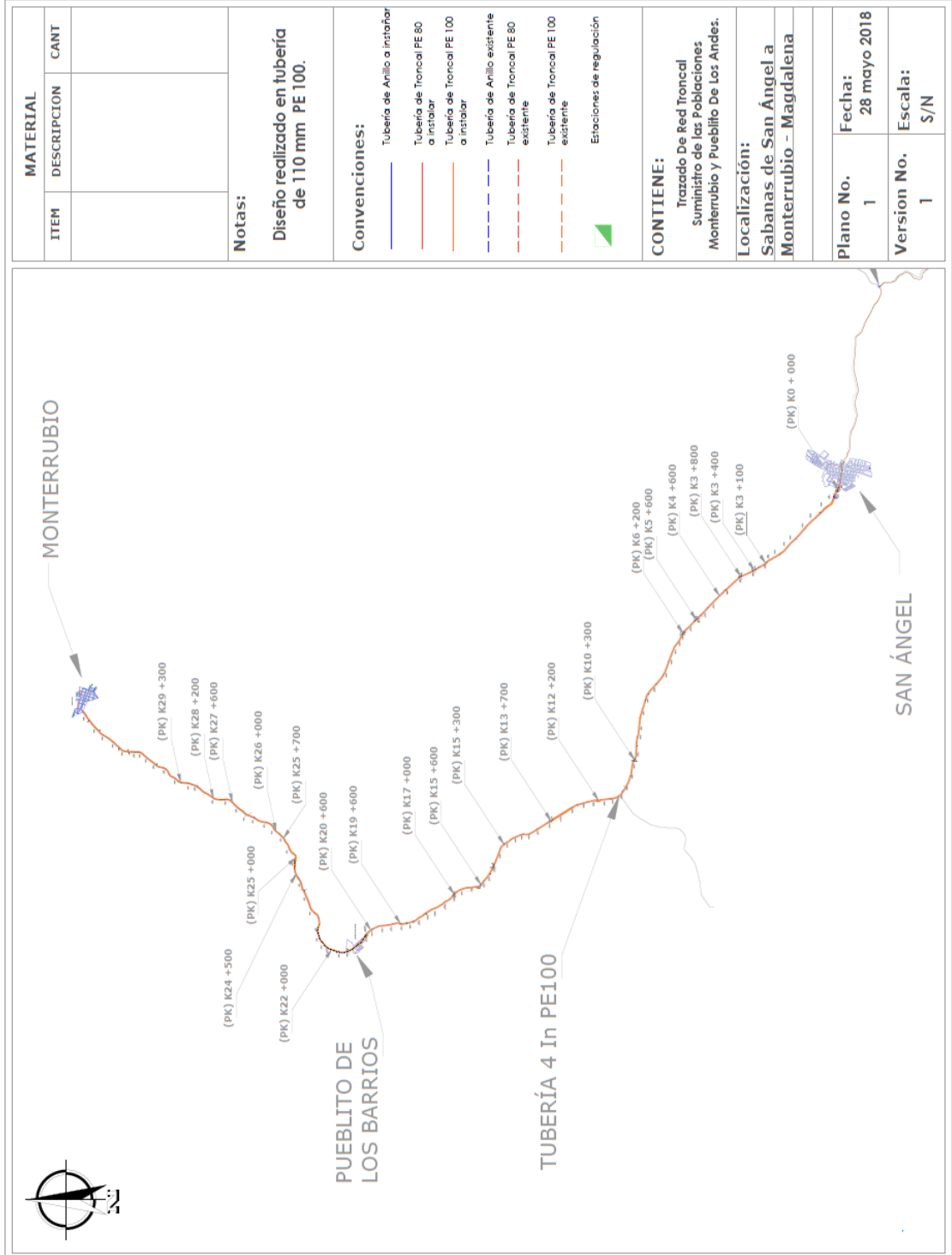
Resolución No. 071 (Diciembre 03 de 1999) - Reglamento Único de Transporte de Gas Natural- (RUT).

REYES CONTRERAS, A. Criterio para el diseño de redes urbanas de gas con énfasis en la seguridad. Colombia. Asociación de Ingenieros Sanitarios de Antioquia. sd Antioquia. CO.

ANEXOS

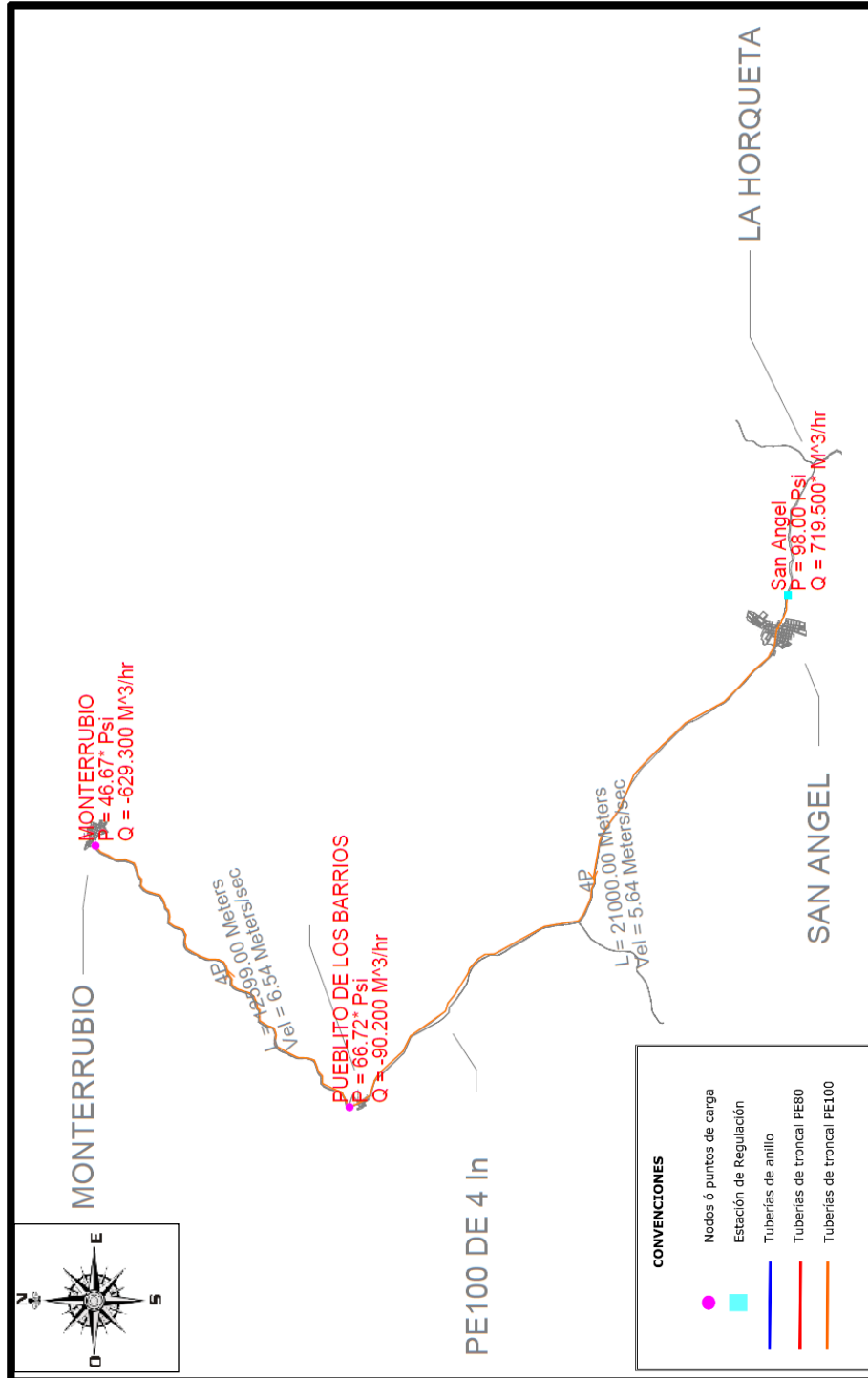
Anexo 1 Planos de redes

Troncal De Suministro Pe 100



Anexo 2 Diagramas de Flujo

Troncal De Suministro Pe 100



c:\users\karrsonedrive - gases del caribe\documentos\documentos\karen\gaswork\pueblos magdalena 30-01-2018\gaswork pueblos magdalena\diseño tronca

Redes De Distribución Pe 80

