

DESARROLLO DE LA INGENIERIA BASICA DEL NUEVO TRAZADO EN LA
CONSTRUCCION DEL GASODUCTO AGUAZUL - MONTERRALO,
MUNICIPIO DE AGUAZUL, DEPARTAMENTO DE CASANARE

WILLIAM PLAZAS ROA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS
BUCARAMANGA, AGOSTO DE 2008

DESARROLLO DE LA INGENIERIA BASICA DEL NUEVO TRAZADO EN LA
CONSTRUCCION DEL GASODUCTO AGUAZUL - MONTERRALO,
MUNICIPIO DE AGUAZUL, DEPARTAMENTO DE CASANARE

WILLIAM PLAZAS ROA

MONOGRAFÍA PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN INGENIERIA DEL GAS

DIRECTOR: ING. JULIO CESAR PEREZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS
BUCARAMANGA, AGOSTO DE 2008

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	2
1. INFORMACION PRELIMINAR	3
1.1. ENTORNO DEL PROYECTO	3
1.1.1. Localización del Municipio	3
1.1.2. Límites	4
1.1.3. Orografía	4
1.1.4. Hidrología	5
1.1.5. Geología	5
1.1.6. Población	5
1.2. SITUACION Y ANTECEDENTES DEL PROYECTO	6
2. CONDICIONES ORIGINALES	12
2.1. PUNTO DE INICIO	12
2.2. RUTA	13
2.3. PARAMETROS DE DISEÑO	14
2.3.1. Proyección de vivienda Cupiagua, Unete y Monterraló	14
2.3.2. Consumo de diseño por vivienda	15
2.3.3. Característica del gas	16
2.4. PRESUPUESTO	17
3. TRAZADO PROPUESTO	18
3.1. PUNTO DE INICIO	18
3.2. PARAMETROS DE DISEÑO	23
3.2.1. Proyección de vivienda Cupiagua, Unete y Monterraló	23
3.2.2. Consumo de diseño por vivienda	23
3.2.3. Característica del gas	24
3.2.4. Ecuaciones de diseño	24
3.3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION GASODUCTO	26
3.3.1. Limpieza del terreno, preparación del derecho de vía	27
3.3.2. Excavación	27
3.3.3. Dobleces de tubería	27
3.3.4. Tapado de zanjas	28
3.3.5. Marcado de ubicación de tubería	28
3.3.6. Cruce de vías fluviales	28
3.3.7. Colocación de tubería en la zanja	29
3.3.8. Preparación de la tubería	29

3.3.9. Corte del tubo	29
3.3.10. Unión por acoples y unión de conexiones	30
3.3.11. Unión de la tubería a tope	31
3.3.12. Conexiones tipo silleta	31
3.3.13. Limpieza interior	32
3.3.14. Pruebas	33
3.4. PRESUPUESTO	34
3.5. ANALISIS DEL PRESUPUESTO	35
CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFIA	39
ANEXOS	40

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Localización del Municipio de Aguazul . Casanare	3
Figura 2. Ubicación del punto de inicio original	12
Figura 3. Trazado original, siguiendo la topografía de la vía	13
Figura 4. Ubicación del punto de inicio propuesto	19
Figura 5. Nuevo trazado, similar al oleoducto de Ocensa	20
Figura 6. Variación del presupuesto	35

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Proyección de población y viviendas en Cupiagua, Monterralo	14
Tabla 2. Características del gas anterior	16
Tabla 3. Composición del gas en su momento	16
Tabla 4. Presupuesto asignado en las condiciones originales	19
Tabla 5. Características actuales del gas	24
Tabla 6. Composición del gas última cromatografía	24
Tabla 7. Presupuesto nuevo trazado	34
Tabla 8. Elementos adicionales del nuevo trazado	35

RESUMEN

Autor: William Plaza Roa

Título: Desarrollo de la ingeniería Básica del Nuevo Trazado del Gasoducto Aguazul-Monterralo, municipio de Aguazul departamento de Casanare.

Palabras Claves: Gobernación de Casanare, gasoducto, aguazul, trazado.

La Gobernación de Casanare mediante el proyecto de Masificación del gas adelanta proyectos que aumente la cobertura del servicio de gas domiciliario, plasmados en proyectos de gasoductos que comuniquen los cascos urbanos con las veredas donde el número de usuarios estimule la inversión; como es el caso del gasoducto Aguazul – Monterralo, Municipio de Aguazul,

El gasoducto se trazó originalmente sobre el margen derecho de la vía que comunica a la capital del Municipio con los asentamientos urbanos de Unete, Cupiagua y Monterralo, el cual presenta una serie de inconvenientes técnicos adheridos al trazado, que imposibilita el normal desarrollo de las actividades constructivas, ocasionando atraso en el suministro de gas para esta región y problemas jurídicos para el ejecutante y el ordenador del gasto, en este caso La Gobernación de Casanare.

El presente estudio contiene el desarrollo de la ingeniería básica para el nuevo trazado del gasoducto Aguazul – Monterralo, Municipio de Aguazul, Departamento de Casanare; con el que se espera corregir la falencia del anterior trazado, y de esta manera contribuir con la solución al problema generado, y avanzar de esta manera en la construcción de las obras que suplirán de gas a estas comunidades que tanto lo necesitan.

La decisión ahora corresponde al Estado, el cual deberá apropiar los recursos sugeridos en la ingeniería básica, para que de esta manera se pueda continuar con las obras que garanticen el servicio de gas domiciliario, aumentando el bienestar de la comunidad.

*Monografía de Especialización

**Facultad de Ingenierías Físico – Químicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos, Ing. Julio César Perez Angulo.

SUMMARY

Author: William Plaza Roa

Title: Development of the Basic engineering of the New Tracing of Pipeline Gas Aguazul-Monterralo, municipality of Aguazul department of Casanare

Special words: Government of Casanare, Pipeline gas, Aguazul, Tracing.

The Government of Casanare by means of the project of increase of natural gas, promotes projects that increase the coverage of the service of home gas, with the intention of communicating the urban zones with the rural ones, where the number of users stimulates the investment; this way it is the case of the gas pipeline Aguazul _ montecarlo in the municipality of Agua Azul.

The gas pipeline was planned originally on the right margin of the route that he communicates to the capital of the Municipality with the urban establishments of Unete, Cupiagua and Monterralo, which presents a series of technical disadvantages adhered to the tracing, this disables the normal development of the constructive activities, causing delay in the gas supply for this region and juridical problems for the performer and the manager of the expense, in this case The Government of Casanare.

The present study contains the development of the basic engineering for the new tracing of the gas pipeline Aguazul – Monterralo, Municipality of Aguazul, Department of Casanare; the intention of this study is to correct the defects of the previous tracing, and this way to contribute with the solution to the problem, and to advance in the construction of the works that it are going to provide with gas to these communities that so much need it.

The decision now corresponds to the State, which will have to adapt the resources suggested in the basic engineering, so that this way it is possible to continue with the works that should guarantee the service of home gas, increasing the well-being of the community.

*Monografía of Specialization

** Faculty of Engineering's Physical - Chemical, School of Petroleum Engineering, Ing. Julio César Perez Angulo

INTRODUCCION

El gas natural está sufriendo una transformación sin precedentes, cada vez es mayor la demanda global de generación y utilización de energías limpias; Colombia no es ajena a las transformaciones que en el mundo se están presentando, la creciente demanda interna y las posibilidades de exportar este energético la obligan a plantear alternativas que permitan dinamizar el mercado y explotar el potencial de gas que hay por descubrir.

La Gobernación de Casanare atenta al delineamiento Nacional adelanta un proyecto social que tiene como objetivo ampliar la cobertura de servicios públicos mediante la distribución domiciliaria de gas combustible por red, en áreas o zonas urbanas y/o rurales; por el cual contrato la construcción de un gasoducto entre la cabecera Municipal de Aguazul hasta el corregimiento de Monterralo.

En la actualidad la obra no se ha iniciado debido a una serie de inconvenientes técnicos adheridos al trazado, que imposibilita en normal desarrollo de las actividades constructivas, ocasionando atraso en el suministro de gas para esta región y problemas jurídicos para el ejecutante y el ordenador del gasto, en este caso La Gobernación de Casanare.

El presente estudio contiene el desarrollo de la ingeniería básica para el nuevo trazado del gasoducto Aguazul – Monterralo, Municipio de Aguazul, Departamento de Casanare; con el que se espera corregir la falencia del anterior trazado, y de esta manera contribuir con la solución al problema generado, y avanzar de esta manera en la construcción de las obras que suplirán de gas a estas comunidades que tanto lo necesitan.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El presente estudio está enfocado a desarrollar la ingeniería básica del nuevo trazado de un gasoducto que conecte a la cabecera Municipal de Aguazul al corregimiento de Monterraló, departamento de Casanare, dado que las reservas de gas que dispone el campo proponen suficiencia de abastecimiento a largo plazo, superior a 20 años.

OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL GASODUCTO

- Solucionar el inconveniente técnico, dando paso a la solución jurídica entre el ejecutante y la Gobernación de Casanare.
- Minimizar el impacto en sobre costos y seguridad para la operación y mantenimiento del gasoducto una vez construido.
- Reubicar la conexión del gasoducto del city gate de TGI, al city gate de ENERCA SA (Empresa de energía operadora del gasoducto, con un 95% de acciones correspondiente a la Gobernación de Casanare)
- Mejorar el nivel socioeconómico de la población casanareña.
- Aportar beneficios al medio ambiente mediante la utilización de tecnología limpia y recursos ecológicos.
- No contribuir con mas inestabilidad de las laderas adyacentes al trazado actual, perjudicando la vía que comunica con el interior del país.

1. INFORMACION PRELIMINAR

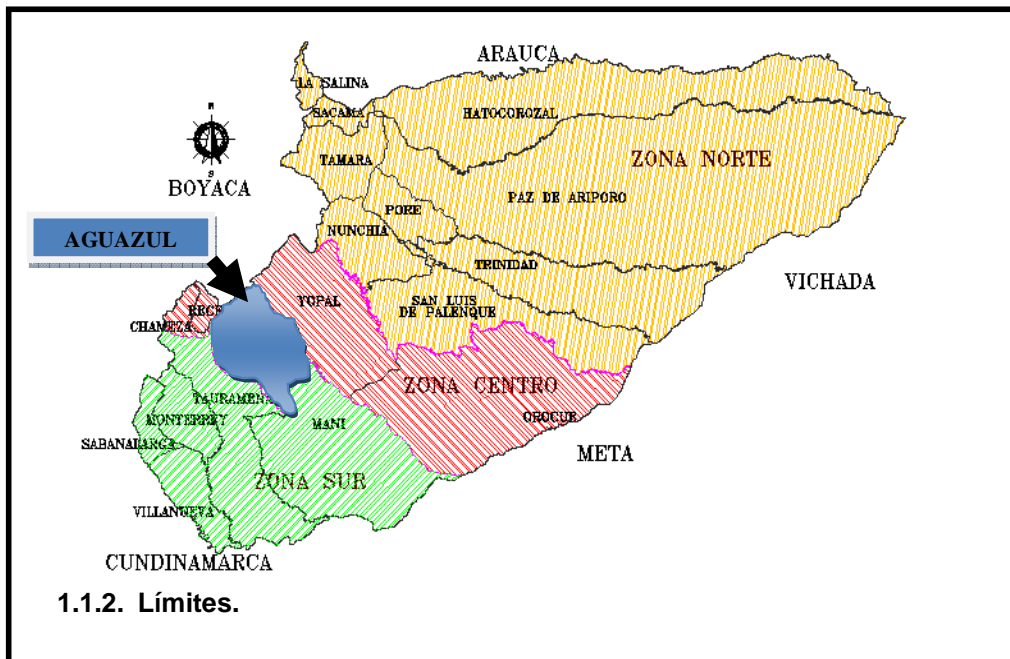
Casanare cuenta con una de las principales reservas de gas a nivel Nacional, generando por parte de la Gobernación proyectos que aumentan el consumo domiciliario e industrial.

1.1. ENTORNO DEL PROYECTO

1.1.1. Localización del Municipio.

El Municipio de Aguazul, está ubicado en el piedemonte llanero, lo que le permite tener bio-diversidad, tanto en sus montañas, piedemontes y sabanas, y así mismo su flora y fauna. Los suelos del Municipio tienen excelentes recursos mineros, principalmente el petróleo y el gas, y es por tal motivo que queda allí el CPF de Cupiagua, operado por la compañía BP.

Figura 1. Localización del Municipio de Aguazul-Departamento del Casanare



El Municipio de Aguazul limita: al norte con los municipios de Pajarito (Boyacá) y Recetor (Cas), al sur; con Tauramena y Maní (Cas), al oriente, con la capital del departamento Yopal, y al occidente con Tauramena y Recetor (Cas). Se encuentra a 300 m.s.n.m., manteniendo una temperatura de 27° C en promedio. Ocupa un área de 1.330 km² entre el piedemonte de la Cordillera Oriental y las sabanas del margen izquierdo de la Cuenca del Río Meta, (Figura 1).

Eliminado: .

El asentamiento poblado de Monterralo se encuentra ubicado en la vía que comunica a la capital del Municipio con la ciudad de Sogamoso (Boyacá), pasando por el corregimiento de Cupiagua y la vereda Unete (vereda donde se encuentra el CPF de Cupiagua).

1.1.3. Orografía.

La ruta entre la capital del Municipio y Monterralo contiene en su mayoría una zona de Montaña de origen estructural. Se trata de paisajes de macizos plegados estructurales con pendientes entre 50 y el 75%, fuertemente quebrados, que cuentan con suelos superficiales jóvenes de colores pardos amarillentos en las partes menos inclinadas y de texturas desde franco (arena y greda) a arcillosos (solo greda). Se encuentran además, terrazas en Cupiagua y Monterralo, predominando el origen pos glacial con textura arcillosa, y PH ácido.

1.1.4. Hidrología.

El territorio municipal de Aguazul, hace parte de la cuenca del Río Cusiana de la cual son cuencas subsidiarias las de los Ríos Unete y Charte. De estos tres Ríos la cuenca que cubre la mayor parte del área municipal es la del Unete que recorre 39 de las 58 veredas que componen su territorio actual.

La cuenca que nos compete es la del río Unete, que nace de las quebradas la Cascada, San Juan y Minquirá. El Río Unete recorre 60 km del municipio de Aguazul. Río que acompaña el trazado de la vía en el tramo de la cabecera Municipal hasta los límites con el CPF de Cupiagua.

1.1.5. Geología.

Aguazul, se encuentra en el piedemonte llanero, el cual comprende el borde Este de la cordillera oriental y el límite Oeste de la cuenca de los llanos orientales. Cuenta con zonas de grandes pendientes donde son frecuentes los deslizamientos y con zonas planas en las cuales se cuenta con gran estabilidad del suelo y del subsuelo.

En las lomas altas y piedemonte se determinan 6 formaciones, se observan en las veredas de San Rafael, Unete, Guadalcanal y la vegana así:

Formación Caja (Tc): Es del terciario y esta compuesta por una alternancia de arcilla y limolita en su parte inferior, en la parte media por arenisca arcillosa y su parte superior por conglomerados.

Formación Areniscas del Limbo (Tal): Arcillas y Limonitas interpuestas con areniscas de poco espesor.

Grupo Palmichal (Tkp): Comprende tres estratos arenosos separados por dos miembros lutíticos y limolíticos.

Los valles, altiplanicies y sabanas del municipio se caracterizan por tener la formación caja y además formaciones del cuaternario (Qc). Los paisajes formados por estos materiales sedimentarios representados principalmente por arcillolitas, lutitas del terciario e inclusiones de areniscas, tienen poca cohesión, lo que las hace altamente susceptibles a procesos erosivos intensos. Se constituyen en los suelos más jóvenes del área del municipio.

1.1.6. Población.

El Municipio de Aguazul debido a que se encuentra en la ruta que comunica el interior del país con la capital del Departamento (Yopal), y al auge petrolero, puesto que está ubicado el CPF de Cupiagua; hace que exista una alta densidad de población flotante.

Los datos manejados y suministrados por el DANE, la población pasó de 5.185 habitantes en 1964, a 8.395 en 1973, según lo cual la población creció a una tasa de 5.5. Entre 1973 y 1985, aumento para un total de 14.615 habitantes, incrementándose a una tasa de 4.7. Entre 1985 y 1993 la población disminuyó a 1.815 habitantes. Sin embargo en la actualidad el aumento es progresivo con la naciente industria del gas.

1.2. SITUACION Y ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La Gobernación de Casanare en el proceso de masificar el gas natural mediante el servicio domiciliario, destino recursos económicos por un total de **\$1.706.588.683** los cuales fueron transferidos a la empresa de energía de Casanare ENERCA SA ESP, para que este último hiciera la contratación pública.

La licitación fue adjudicada en el día 24 de agosto del 2007, al Consorcio Gas del Casanare, y se suscribió el acta de inicio el día 29 de agosto del 2007, la cual tuvo que suspenderse por los siguientes motivos:

1. El trazado contempla el corredor vial del INVIAS, ruta **62**, entidad que no considera viable el trazado, puesto está restringido el espacio debido al paso del acueducto y a la continua degradación de la vía por la socavación producida por el rio Unete.

2. ENERCA SA ESP, considera el replanteo del punto de conexión, puesto que el diseño original contempla el inicio en el Ciy Gate de TGI, y se propone el traslado al city gate de la virgen, que es de propiedad de ENERCA SA ESP.

En la actualidad el contrato de construcción sigue suspendido, y se hacen cada vez mas latentes los problemas producto de la parálisis. Las mayores dificultades radican:

1. El descontento masivo de la comunidad por la demora en la construcción de las obras que darán el suministro de gas domiciliario, a tal

punto de manifestarse públicamente por la radio.

2. El malestar del contratista por el tiempo muerto, acarreado sobre costos en personal y equipo alquilado.
3. Los sobre costos que acarrearán un nuevo trazado.

En cuanto a la parte correspondiente a la inestabilidad de la ladera, se muestra a continuación algunas fotografías (**Fotografías del 1 al 7**) que evidencian lo anterior:



Fotografía 1. Rocas caídas por la continua erosión, margen derecho vía Aguazul-Guadacanal



Fotografía 2. Árboles a punto de rodar, margen derecho vía Aguazul-Guadacanal



Fotografía 3. Deslizamiento vertical y horizontal, margen derecho de la vía Aguazul-Guadacanal.



Fotografía 4. Abismo de 30 metros e inestabilidad a lado contrario, margen derecho vía Aguazul-Guadalcanal.



Fotografía 5. Deslizamiento horizontal margen derecho, ocasionando un embudo debido al río Unete ubicado al lado contrario, de la vía Aguazul-Guadalcanal.



Fotografía 6. Socavación continua de la vía, margen izquierdo Aguazul-Guadalcanal.



Fotografía 7. Congestión de la vía margen izquierdo, debido a obras de protección, redes eléctricas y el acueducto del Municipio.

De lo anterior se puede concluir lo siguiente:

1. El trazado de la red entre aguazul y el corregimiento de el Unete por el costado derecho de la vía Aguazul-Sogamoso, no se puede instalar en condiciones seguras ya que la vía evidencia desplazamientos horizontales y verticales en algunos sitios a lo largo del trayecto, debido a la presencia de fallas rotacionales y traslacionales activas que causan deslizamientos e inestabilidad de la banca visibles en épocas de invierno.
2. En este tramo existe también la presencia de mantos rocosos de gran altura pegados a la cuneta lo cual hace imposible el trazado de la red. Cualquier intervención puede causar inestabilidad de la capa vegetal ubicada sobre la roca con árboles de porte alto y porte medio.
3. No se puede tender la tubería sobre el costado derecho de la vía aguazul Sogamoso ya que nos encontramos dentro de la ronda del río Unete de acuerdo a las consultas hechas a Corporinoquia. (La Empresa de acueducto de Aguazul ESPA S.A. tiene un tendido de la red de agua potable el cual tiene invadido en ciertos puntos la banca de la Vía, quienes realizan constantes arreglos a sus redes debido a fallas en los talud, socavación del río y fallas activas del terreno).

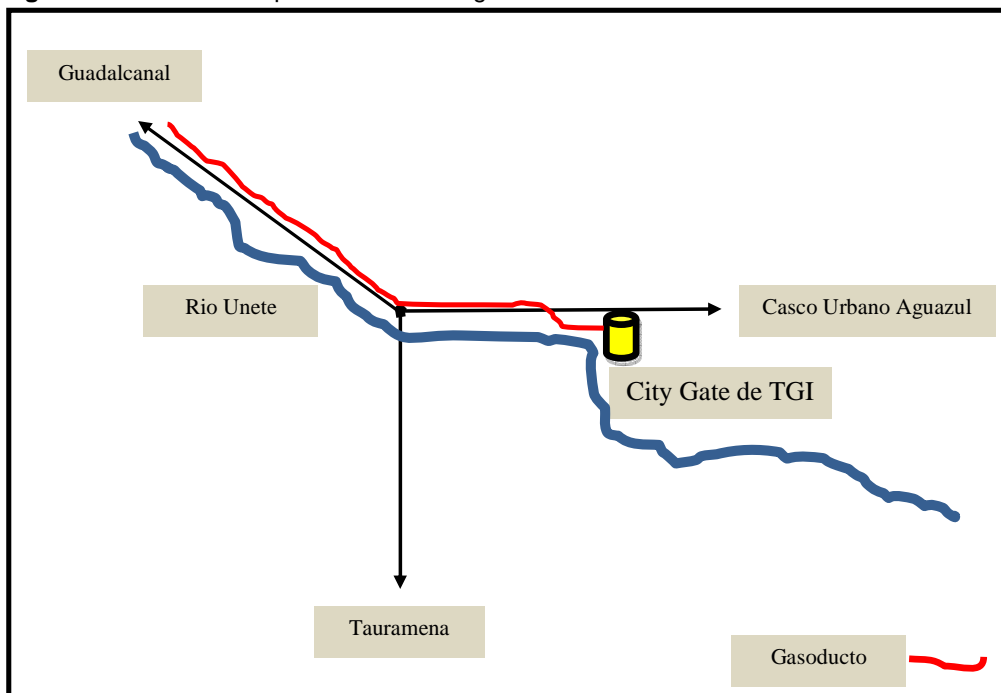
2. CONDICIONES ORIGINALES

Las condiciones originales del proyecto, incluyen los datos geográficos, técnicos y económicos con que se contrató por parte de la Gobernación de Casanare.

2.1. PUNTO DE INICIO

El punto donde se inicia el gasoducto, corresponde a un punto de conexión que se hará al city gate de propiedad de TGI, ubicado a la salida del casco urbano del Municipio de Aguazul, [ver esquema de la figura 2.](#)

Figura 2. Ubicación del punto de inicio Original

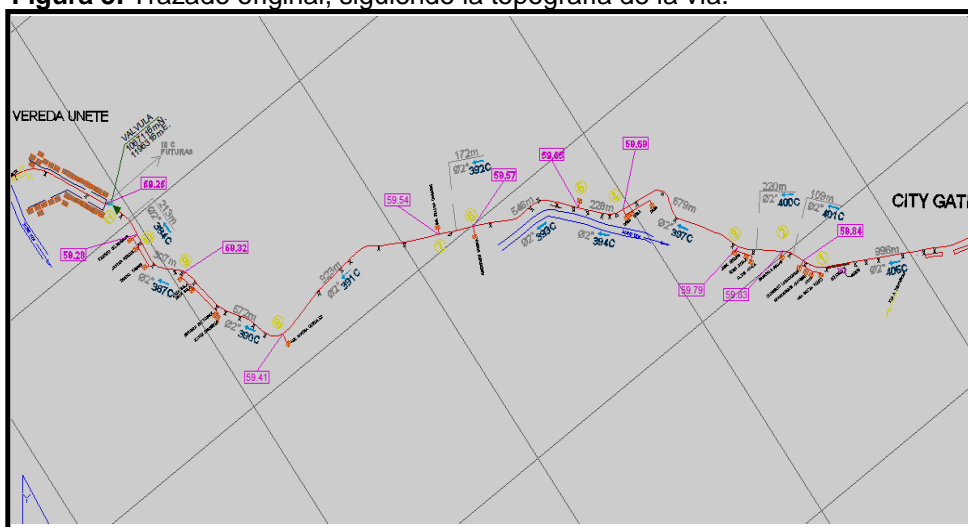


2.2. RUTA

El siguiente grafico (figura 3) muestra la ruta trazada originalmente, donde se puede apreciar que va paralela a la vía que comunica a Aguazul con la vereda Unete.

Eliminado: ¶

Figura 3. Trazado original, siguiendo la topografía de la vía.



El sistema previsto para la distribución domiciliaria de gas, estará conformado por: una estación de bombeo, una red troncal de 27.826 m de alimentación principal en tubería de 3 y 2 pulgadas.

De los anillos de distribución secundaria o de las tróncales se desprenderán las acometidas individuales para las distintas aplicaciones domésticas, comerciales e industriales consideradas por el proyecto. El sistema general estará conformado por tuberías enterradas de polietileno calidad ASTM D2513 (o su equivalente nacional) de 1", 2", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " de pulgadas de diámetro nominal acopladas entre si por el método de termo fusión mediante accesorios preformados de polietileno de alta densidad del tipo "SOCKET" calidad ASTM D2683, y dispondrá de polivalvulas estratégicamente localizadas para facilitar la suspensión temporal del suministro a un sector determinado del casco urbano

cuando se presenten situaciones de emergencia o sea necesario practicar reparaciones, adiciones o modificaciones a la red de tuberías.

El alcance del proyecto para la construcción de red de gas natural en los corregimientos de Cupiagua, Monterralo y la vereda Unete, parte desde el City Gate, el cual esta ubicado en las afueras del casco urbano de Aguazul , abarcando así el 100% del levantamiento topográfico de los corregimientos Cupiagua y Monterralo y la vereda Unete.

2.3. PARAMETROS DE DISEÑO

2.3.1. Proyección de Vivienda Cupiagua, Unete y Monterralo.

Según los datos originales se encontraron 29 viviendas en la vereda Unete, 170 viviendas en el corregimiento de Cupiagua, 102 viviendas en el corregimiento de Monterralo y el resto de viviendas en la zona rural actualmente. Por lo tanto este dato para hacer la proyección al año 2025 y así encontrar el número de viviendas futuras para los cálculos el cual es de 406 viviendas, ósea que el incremento a 20 años es de 50 viviendas.

Tabla 1. Proyección de población y Viviendas en Cupiagua, Monterralo y Unete

	Año	Habitantes	Incremento %	Viviendas	Hab. /viv.
0	2005	1602	0.656	356	4,5
1	2006	1613	0.656	358	4,5
2	2007	1623	0.656	361	4,5
3	2008	1634	0.656	363	4,5
4	2009	1644	0.656	365	4,5
5	2010	1655	0.656	368	4,5
6	2011	1666	0.656	370	4,5
7	2012	1677	0.656	373	4,5
8	2013	1688	0.656	375	4,5
9	2014	1699	0.656	378	4,5
10	2015	1710	0.656	380	4,5
11	*2016	1721	0.656	383	4,5

	Año	Habitantes	Incremento %	Viviendas	Hab. /viv.
12	*2017	1733	0.656	385	4,5
13	*2018	1744	0.656	388	4,5
14	*2019	1756	0.656	390	4,5
15	*2020	1767	0.656	393	4,5
16	*2021	1779	0.656	395	4,5
17	*2022	1790	0.656	398	4,5
18	*2023	1802	0.656	400	4,5
19	*2024	1814	0.656	403	4,5
20	*2025	1826	0.656	406	4,5

Fuente DANE, proyección MFTA y estimación de diseñadores aplicando el mismo porcentaje De crecimiento poblacional y el número de habitantes por vivienda hasta el año 2015.

* Los datos para la proyección al 2025 se han tomado aplicando los porcentajes de crecimiento poblacional y numero de habitantes dados en la tabla del DANE hasta el 2015, para efectos de diseño de la red de gas natural proyectada a 20 años.

2.3.2. Consumo de diseño por vivienda.

El consumo de diseño parte de la utilización de los equipos por vivienda por día durante el mes:

$$\text{Consumo Mes} = 30 \text{ m}^3 / 30 \text{ Días} = 1 \text{ m}^3 / \text{ día} / 4 \text{ hr/día} = 0.25 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

$$\text{Consumo Por Hora} = 0.25 * 37500 = 9375 \text{ BTU/hr}$$

$$\text{Consumo de diseño por Vivienda} = 9375 * 33\% = 3093.7 \text{ Btu /hr de GN}$$

NOTAS:

1. Para facilitar los cálculos tomamos el consumo de diseño por vivienda de 3093 Btu/hr.
2. El factor de diversificación empleado para más de 406 viviendas es de 33%. Dato tomado de las tablas empleadas por la Empresa Gas Natural S.A., las cuales resumen el comportamiento de la población en cuanto al uso simultáneo de los equipos en una ciudad.

2.3.3. Características del gas.

Considerando la ubicación de los corregimiento de Cupiagua y Monterralo y la vereda Unete, el suministro de gas natural (cuando el Municipio se conecte con al red troncal nacional) se realizará a través del City Gate el cual esta ubicado a las afueras del casco urbano de Aguazul. En consecuencia, para los diseños se trabajara con las siguientes características del gas:

Tabla 2. Características del Gas Anterior

Tipo de gas	Gravedad específica	Poder calorífico BTU/P3	Viscosidad Lbm/Ft-sec	Peso Molecular
Gas Natural	0.565	999,7	0,0000073	20,51

Fuente: ECOPETROL

Tabla 3. Composición del gas en su momento

COMPOSICION DEL GAS (%)			
Metano	97,9478	Decano	0
Etileno	0	Aire(N ₂ +O ₂)	0
Etano	0,2535	Agua	0
Propano	0,0542	Argón	0
I-Butano	0,0234	Monóxido de C.	0
N-Butano	0,0079	Dióxido de C.	0,2248
I-Pentano	0,0082	Ácido Sulfhídrico	0
N-Pentano	0,0018	Helio	0
Hexano	0,0176	Hidrógeno	0
Heptano	0	Nitrógeno	1,4608
Octano	0	Oxígeno	0
Nonano	0	Otros	0

Fuente: ECOPETROL

2.4. PRESUPUESTO

El presupuesto asignado por la Gobernación, y una vez realizados los descuentos por administración por parte de ENERCA SA ESP, quedo de la siguiente manera:

Tabla 4. Presupuesto asignado en las condiciones originales.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CONDICIONES CONTRACTUALES			
		UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1	REPLANTEO Y LOCALIZACIÓN DE TUBERIAS	ML	27.826,00	1.339,00	37.259.014,00
2	DESCAPOTE MECANICO Y LIMPIEZA DEL TRAZADO DEL GASODUCTO	ML	27.826,00	1.697,00	47.220.722,00
3	EXCAVACIÓN A MANO EN MATERIAL COMÚN	M3	700,00	20.616,00	14.431.200,00
4	EXCAVACIÓN A MANO EN CONGLOMERADO	M3	1.120,00	31.731,00	35.538.720,00
5	EXCAVACIÓN A MANO EN ROCA A PROFUNDIDAD DE	M3	420,00	55.575,00	23.341.500,00
6	EXCAVACIÓN MECANICA 0-2 MTS (LLANTA)	M3	6.939,10	2.089,00	14.495.779,90
7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERIA EN POLIETILENO PE 100 DE 3"	ML	11.500,00	51.984,00	597.816.000,00
8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERIA EN POLIETILENO PE 100 DE 2"	ML	16.326,00	25.776,00	420.818.976,00
9	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE POLIVALVULA TIPO BOLA 3" SDR 10	UND	4,00	1.039.981,00	4.159.924,00
10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE POLIVALVULA TIPO BOLA 2" SDR 11	UND	6,00	758.726,00	4.552.356,00
11	PRUEBA DE HERMETICIDAD	ML	27.826,00	287,00	7.986.062,00
12	RELLENO DE ARENA LAVADA APISONADA PARA SOLADO	M3	973,91	36.231,00	35.285.733,21
13	RELLENO MATERIAL SELECCIONADO DE EXCAVACIÓN COMPACTADO	M3	8.205,19	13.243,00	108.661.331,17
14	OBRA ESPECIALES CRUCES AÉREOS	ML	238,00	912.600,00	217.198.800,00
15	CRUCE SUBFLUVIAL	ML	250,00	203.353,00	50.838.250,00
16	PROTECCIÓN DE TUBERIA EN GALVANIZADO	ML	350,00	142.365,00	49.827.750,00
17	MOJON ABCISADO DE SEÑALIZACIÓN RURAL	UND	56,00	208.626,00	11.683.056,00
18	TRINCHOS LATERALES TIPO 1	ML	65,00	41.831,00	2.719.015,00
19	TRINCHOS LATERALES TIPO 4	ML	90,00	57.667,00	5.190.030,00
20	ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN EN GAVIONES	M3	75,00	143.332,00	10.749.900,00
21	CARGE Y RETIRO MECANICO DE MATERIAL CON ACARREO A 6 KM	M3	917,91	7.424,00	6.814.563,84
VALOR TOTAL					1.706.588.683

Son Mil setecientos seis millones quinientos ochenta y ocho mil seiscientos ochenta y tres pesos.

Los costos incluyen el 30% de AIU (Administración, Imprevistos y Utilidad)

3. TRAZADO PROPUESTO

A continuación se consigna una alternativa que se considera la más viable para el desarrollo del proyecto.

3.1. PUNTO DE INICIO

El nuevo trazado contempla el punto de inicio en la Estación “La Virgen” de propiedad de ENERCA SA ESP, ubicada margen derecho de la vía que comunica a Yopal con Aguazul, cual cuenta con un City Gate (Fotografía No. 8) que recibe el gas de Cusiana y es comprimido para suministrar gas vehicular; es de allí donde se plantea iniciar el proyecto (Fotografía No 9).



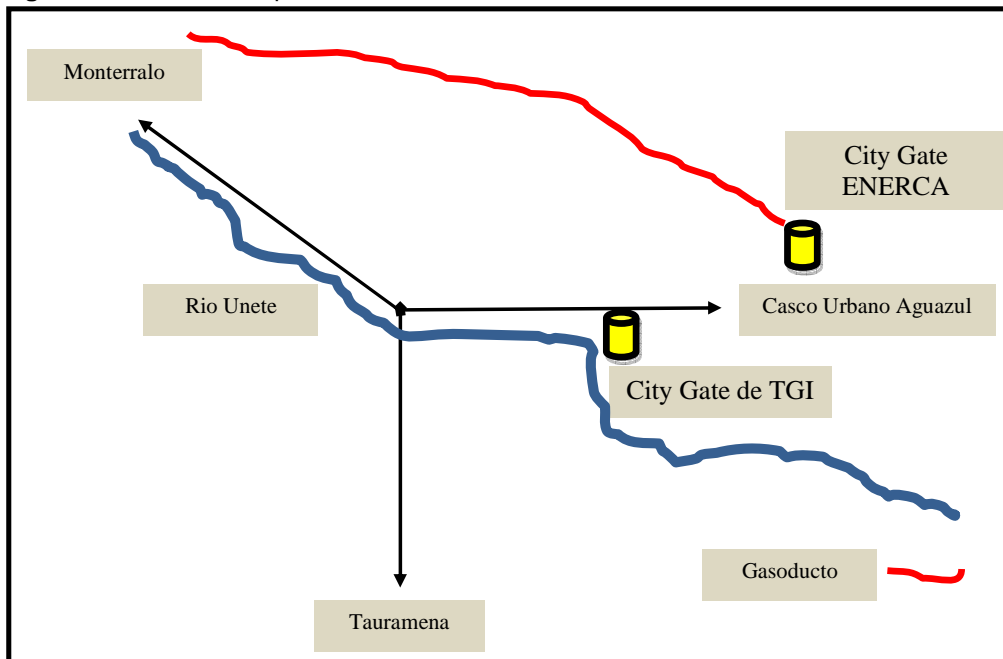
Fotografía 8. Planta de GNV de ENERCA SA ESP.



Fotografía 9. City Gate del punto de inicio

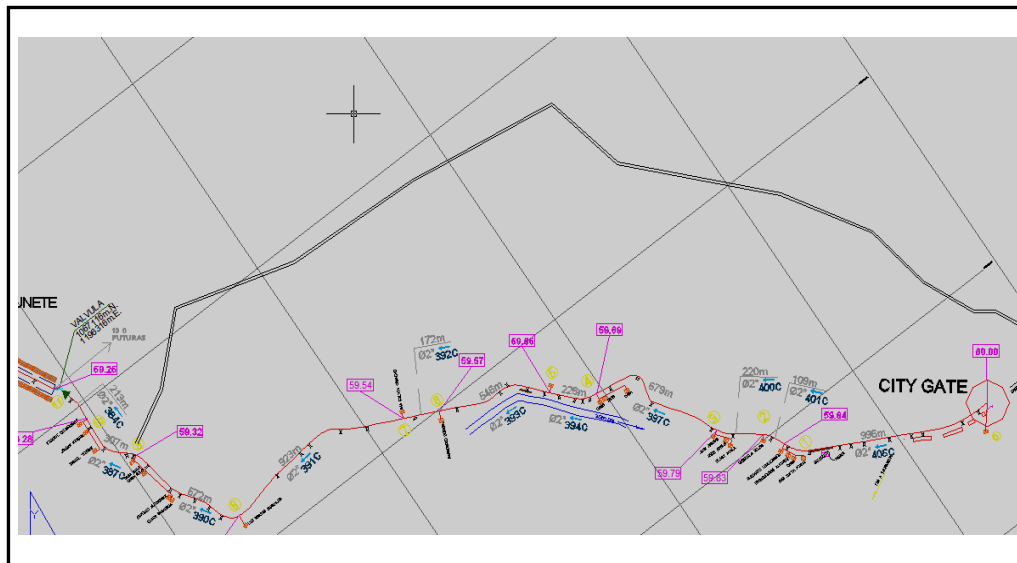
La siguiente figura ilustra a nivel espacial el nuevo punto de inicio.

Figura 4. Ubicación del punto de inicio



La figura (No. 5) nos detalla el nuevo trazado del gasoducto, solucionando el inconveniente con la inestabilidad del terreno por donde se pretendía construir.

Figura 5. Nuevo trazado, similar al oleoducto de Orensa.



En las fotografías del 10 al 12, nos muestran la laderas por donde se plantea cambiar el recorrido, el cual conserva la no afectación de árboles, y cultivos especiales, de igual manera se puede observar que no existen fallas geológicas que puedan deteriorar el gasoducto.



Figura 10. Punto de inicio, variando hacia la derecha con respecto al anterior.



Fotografía 11. Topografía en general encontrada en el nuevo trazado.



Fotografía 12. Paso sobre el rio Unete del nuevo trazado.

El sistema previsto para la distribución domiciliar de gas para la nueva ruta, estará conformado por: una estación de bombeo, una red troncal de 31.226 m de alimentación principal en tubería de 3 y 2 pulgadas.

De los anillos de distribución secundaria o de las tróncas, de acuerdo con el diseño original, se desprenderán las acometidas individuales para las distintas aplicaciones domésticas, comerciales e industriales consideradas por el proyecto. El sistema general estará conformado por tuberías enterradas de polietileno calidad ASTM D2513 (o su equivalente nacional) de 1", 2", ¾" y ½" de pulgadas de diámetro nominal acopladas entre si por el método de termo fusión mediante accesorios preformados de polietileno de alta densidad del tipo "SOCKET" calidad ASTM D2683, y dispondrá de polivalvulas estratégicamente localizadas para facilitar la suspensión temporal del suministro a un sector determinado del casco urbano cuando se presenten situaciones de emergencia o sea necesario practicar reparaciones, adiciones o modificaciones.

3.2. PARAMETROS DE DISEÑO

Se tuvieron en cuenta básicamente la proyección de las viviendas, consumo, característica del gas y las ecuaciones de diseño estudiadas en el ciclo de diseño de gasoductos.

3.2.1. Proyección de Vivienda Cupiagua, Unete y Monterralo.

Realizando un nuevo censo, se encontraron 32 viviendas en la vereda Unete, 178 viviendas en el corregimiento de Cupiagua, 106 viviendas en el corregimiento de Monterralo y el resto de viviendas en la zona rural actualmente. Por lo tanto la proyección realizada en el diseño original garantiza que el incremento a 20 años sea de 50 viviendas. La proyección es básicamente la misma, ya calculada en el capítulo anterior

3.2.2. Consumo de diseño por vivienda.

El consumo de diseño parte de la utilización de los equipos por vivienda por día durante el mes:

$$\text{Consumo Mes} = 30 \text{ m}^3 / 30 \text{ Días} = 1 \text{ m}^3 / \text{día} / 4 \text{ hr/día} = 0.25 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

$$\text{Consumo Por Hora} = 0.25 * 37500 = 9375 \text{ BTU/hr}$$

$$\text{Consumo de diseño por Vivienda} = 9375 * 33\% = 3093.7 \text{ Btu /hr de GN}$$

NOTAS:

- Para facilitar los cálculos tomamos el consumo de diseño por vivienda de 3093.

- El factor de diversificación empleado para más de 406 viviendas es de 33%. Dato tomado de las tablas empleadas por la Empresa Gas Natural S.A., las cuales resumen el comportamiento de la población en cuanto al uso simultáneo de los equipos en una ciudad.

3.2.3. Características del gas.

Las características del gas natural son las entregadas por BP en la estación La Virgen, la cual viene directamente del CPF.

Tabla 5. Características actuales del Gas

Tipo de gas	Gravedad específica	Poder calorífico BTU/P3	Viscosidad Lbm/Ft-sec	Peso Molecular
Gas Natural	0.565	999,6	0,0000073	20,51

Fuente: ECOPETROL – BP. Marzo 2008

Tabla 6. Composición del gas ultima cromatografía

COMPOSICION DEL GAS (%)			
Metano	97,9478	Decano	0
Etileno	0	Aire(N ₂ +O ₂)	0
Etano	0,2535	Agua	0
Propano	0,0542	Argón	0
I-Butano	0,0234	Monóxido de C.	0
N-Butano	0,0079	Dióxido de C.	0,2248
I-Pentano	0,0082	Ácido Sulfhídrico	0
N-Pentano	0,0018	Helio	0
Hexano	0,0176	Hidrógeno	0
Heptano	0	Nitrógeno	1,4608
Octano	0	Oxígeno	0
Nonano	0	Otros	0

Fuente: ECOPETROL- BP

3.2.4. Ecuaciones de diseño.

La presión de trabajo de las tuberías plásticas en sistemas de distribución de gas natural, para localizaciones Clase III, está limitada a 100 psig (7.0 Kg/cm²)

por la NTC 3838 y el DOT (Sección 192.123), y su presión máxima de diseño determinada por la siguiente fórmula:

$$P = \frac{2S}{R-I} \times F$$

Ecuación 1. Presión de Diseño. Ciclo IV, Memorias Especialización.

Donde: **P**= Presión máxima de diseño en psig.
S= Resistencia hidrostática a largo plazo.
(1.250 psi para polietileno PE-2306)
R= Relación Diámetro-Espesor. (11 para las tuberías troncales)
F = Factor de clase de zona. (0.25 para zonas clase III)

Entonces:

$$P = \frac{2 \times 1.250 \times 0.25}{11-1}$$

$$P = 62.5 \text{ psig (4.4 Kg/cm}^2\text{)}$$

Por lo tanto, la presión de suministro asumida de 60 psig está de acuerdo con las normas contempladas por la NTC 3838, NTC 3949.

Para las redes de distribución, el cálculo de la pérdida de presión, en las redes de polietileno, se seleccionó la fórmula de Mueller, la cual es ampliamente aceptada para sistemas de distribución en tuberías plásticas que operen a presiones superiores a 1 Lb/pg², donde:

$$Q = 0,4937 * Tb * \frac{[(P_i)^2 - (P_f)^2]^{0.575} * d^{2.725}}{Pb * (Tf * L)^{0.575} * U^{0.150} * G^{0.425}}$$

Ecuación 2. Fórmula de Mueller. Memorias de Especialización.

Donde:

Q = Rata de flujo del gas en ft³/Hr.

G = Gravedad específica del gas (GN =0.6, GNS = 1.3).

Pi = Presión Inicial del tramo en psia.

Pf =Presión final del tramo en psia.

L = Longitud del tramo en pies.

d = Diámetro interno de la tubería en pulgadas.

U =Viscosidad Lb/pie-seg

En la solución de la red se aplico el principio de Kirchoff sobre la relación de continuidad existente para sistemas de equilibrio

Tomando la sumatoria de los flujos en cada nodo, se obtuvieron una serie de ecuaciones simultáneas no lineales, las cuales fueron resueltas mediante iteraciones sucesivas, aplicando el método de Newton Ramphson para la solución de ecuaciones diferenciales. Esto en el caso de mallas, el caso que nos ocupa es tipo espina de pescado.

Para el cálculo de los flujos en cada tramo es necesario asumir las presiones esperadas en los nodos las cuales son corregidas en cada iteración de acuerdo a los errores de flujo encontrados.

Calculados los consumos esperados en cada nodo, se determinan las longitudes entre nodos y se asumen los diámetros de las redes tróncas (para este caso son de 2", 1" y ¾" de pulgada).

| _3.3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN GASODUCTOS

A continuación se enuncian parámetros básicos para la construcción del gasoducto en polietileno.

| _3.3.1. Limpieza del terreno, preparación del derecho de vía.

El terreno donde se instala la tubería deberá estar limpio de escombros que impidan el avance o desarrollo de la obra. La preparación del derecho de vía consistirá en acondicionar los sitios por donde esté trazada la red con una amplitud suficiente y teniendo en cuenta que ningún obstáculo que impida la excavación de la zanja.,

| _3.3.2. Excavación.

La zanja se deberá excavar siguiendo el trazado y tendrá la anchura y la profundidad mínima que señala la norma NTC 3728 numeral 5 y en el Anexo 2 en cada obra, de manera que sobre el tubo quede una capa de tierra no menor de la especificada en dicha norma.

Deberá respetarse la profundidad mínima especificada en la norma NTC 3728 numeral 5.1.1.1, en cada obra y para cada diámetro, dando la anchura necesaria que permita el tendido fácil del tubo.

En los lugares excavados en roca o terrenos duros, se instalará en le fondo de la zanja un colchón de material suave que pueda dar un apoyo uniforme (tierra o arena) con un espesor mínimo de 10 centímetros.

La tubería de polietileno no requiere colchón en condiciones normales ya que por su flexibilidad, la tubería se ajusta al contorno de piso sin sufrir daños. Si el piso fuera con salientes cortantes, como en el caso de terrenos muy pedregosos, se recomienda utilizar una plantilla de 10 cm. de arena suelta o tierra libre de piedras, pero sin necesidad de nivelación o compactación.

3.3.3. Dobleses de tubería.

La tubería podrá tenderse en curva para eliminar codos siempre y cuando el radio interior de la curva no sea menor de 10 veces el diámetro exterior del tubo en tubería de polietileno, y de 15 diámetros para tubería de acero.

3.3.4. Tapado de zanjas.

Una vez que la tubería haya sido colocada en el fondo de la zanja y probada a satisfacción del contratista, podrán rellenarse las zanjas.

Se efectuará el relleno de la zanja como paso final ya que para la prueba de campo de la tubería no se requiere que esté sujeta por la tierra de relleno. En terrenos de tipo suelto sin rocas el relleno a volteo no compactado es suficiente. Es aceptable material de relleno que contenga piedra sin aristas con un diámetro máximo de 12.7* mm. (1/2").

3.3.5. Marcado de ubicación de tubería.

Para prevenir daños a las líneas de gas cuando se efectúen reparaciones bajo tierra a otros servicios, así como para su fácil localización, se colocara de 10 a 20 centímetros abajo del piso una cinta de plástico con ancho mínimo de 3 cms. de color altamente contrastante al del subsuelo y con la indicación "PELIGRO GAS NATURAL", o similar, impreso en ella.

Dicha cinta deberá colocarse sobre todas las líneas que pasen por todos los terrenos, tales como calles, antejardines o andadores, potreros, etc.

3.3.6. Cruce de vías fluviales.

Los cruces de vías fluviales se harán aéreos. Se deberá seguir los planos y especificaciones particulares.

En el caso de puentes existentes, se considerará el costado corriente abajo del puente como preferencial para realizar el cruce.

3.3.7. Colocación de tubería en la zanja.

Antes de bajar la tubería se limpiará la zanja, quitando los escombros, basura, piedras, madera, terrones, raíces, etc., que puedan dañar la tubería o dificultar las maniobras.

En los lugares excavados en roca o terreno pedregoso se preparará una capa de material que pueda dar un apoyo uniforme al tubo; dicha capa deberá ser de un material inerte y suave, pudiendo ser éste tierra o arena, y deberá tener un espesor mínimo de 10 centímetros.

La tubería deberá bajarse a la zanja durante las horas del día en que la temperatura ambiente sea la más baja, cuidando de que la tubería quede en compresión y no en tensión al ser colocada en el fondo de la zanja.

El bajado de la tubería deberá hacerse cuidadosamente, empleando bandas planas de lona u otro material; no se permitirá el uso de fibra o metal que pueda dañar la protección.

3.3.8. Preparación de la tubería.

Una vez tendida la tubería el borde de la zanja y lista para hacer la unión, se procede a quitarle la protección que se puso en los extremos, que puede ser un pedazo de polietileno o papel, se deberá cerciorar que los extremos no contengan polvo, grasas, aceite o lodo que pueda entorpecer la maniobra de unión; hecho esto se prueba que los copios o conexiones ajusten libremente.

3.3.8. Corte del tubo.

El corte de los tubos de polietileno se hace con serruchos del tipo de carpintero de diente fino, con muy poco triscado o sin el, para evitar daño a los anillos de corte, recomendándose que los dientes se mantengan limpios y afilados.

Los cortes deberán hacerse a 90 para facilitar su inserción y fusión en la conexión, o su unión al siguiente tramo de tubo.

La herramienta escuadradora es muy útil para rectificar el corte a 90, una vez colocada la tubería en el carro alineador.

3.3.9. Unión por acoples y unión de conexiones.

Una vez eliminadas las rebabas, con el bíselador se rebajará el extremo de la tubería, biselando menos de la mitad del espesor de la pared (esto no es necesario en tubería de 1" o menos).

Primeramente se determinará el lugar de penetración del tubo en la conexión utilizando un calibrador de profundidad; posteriormente se colocará el anillo sujetador a tope con el calibrador (una vez fijo el anillo sujetador se retirará el calibrador). Hecho esto, se unirá con firmeza la conexión, y la tubería al calefactor y se mantendrán unidos durante el tiempo especificado por el Fabricante de la tubería. Transcurrido este lapso de tiempo se separará la conexión y la tubería del calefactor con rapidez, introduciendo suavemente el extremo de la tubería en la conexión, evitando el girar la tubería o conexión y manteniéndolas firmemente unidas durante el tiempo de enfriamiento, para asegurar una alineación correcta.

Queda estrictamente prohibido calentar la tubería o conexión con soplete o flama.

Por ningún motivo se deberá probar la tubería hasta que haya transcurrido el tiempo de enfriamiento prescrito por el fabricante.

Efectuada la unión se deberán limpiar las caras del calefactor cuidadosamente, teniendo cuidado de no dañar su recubrimiento, no debiendo utilizarse objetos metálicos tales como navajas, cepillos de alambre, etc., para esta operación se podrán utilizar trapos o materiales suaves (espátulas de madera -suave).

3.3.10. Unión de la tubería a tope.

El procedimiento que se describe a continuación es utilizable para cualquier diámetro, pero en las tuberías de 1/2" y 3/4" es más rápido efectuarlos por acoples.

Inicialmente se colocarán los extremos de los tubos por unir en el carro alineador y se alinean los extremos a fin de lograr que las caras por unir queden tersas, limpias y paralelas, uniendo los extremos de los tubos para verificar dicho paralelismo.

Si algún tramo está disperejo se repetirá el procedimiento de escuadrar los extremos.

Posteriormente se juntarán los extremos de los tubos a las caras del calentador aplicando una presión sostenida hasta que se forme un anillo del material fundido alrededor de la tubería, procediéndose en seguida a aflojar la presión ejercida contra el calentador manteniendo únicamente en contacto éste con la tubería por el tiempo indicado por el fabricante de la tubería.

Una vez transcurrido el tiempo requerido se retirará el calentador y se unirán los extremos de los tubos aplicando la presión necesaria para lograr que la costura o labio de fusión duplique su tamaño sin traslaparse, momento en el cual se mantendrá esta presión por el tiempo de enfriamiento indicado por el fabricante de la tubería. No deberá probarse la línea hasta que transcurra el tiempo de enfriamiento.

Finalmente se limpiarán las caras del calentador teniendo cuidado de no dañar su recubrimiento.

3.3.11. Conexiones tipo silleta.

Se asegurará primeramente la redondez del tubo en el área de fusión, colocando anillos sujetadores en la tubería lo más cerca posible al punto de unión, pudiéndose lijar ligeramente las superficies a unirse de la tubería y la

silleta a fin de lograr un mejor contacto. Este tipo de derivación se utiliza para diámetros superiores a 2"

Deberá asegurarse que la tubería no se doble, venza o sufra deformaciones durante el proceso de fusión, por lo que es conveniente utilizar un portasilletas, ajustando sus tornillos al contorno exterior de la cara de la silleta.

En seguida se colocará una cara del calentador sobre la tubería aplicando una presión constante por un tiempo de 3 a 5 segundos, retirándolo e inspeccionando la fusión. Si no se obtiene un contacto total, se repetirá la operación hasta lograrlo.

Posteriormente se colocará la silleta en la cara del calentador y se observará la fusión a fin de asegurar la uniformidad en el contacto de la otra cara del calentador con la silleta y se repetirá el procedimiento descrito en el párrafo anterior. Efectuando los pasos anteriores se unirá la silleta a la tubería.

Una vez que se observe un contacto total entre las caras del calentador y la superficie del tubo y de la silleta, se colocará el calentador entre la silleta y la tubería, aplicando presión sobre la silleta hasta que un anillo del material fundido se forme alrededor de ambas caras del calentador, manteniendo presión durante el tiempo indicado por el fabricante, transcurrido el cual se separará la silleta y se retirará el calentador, ejerciendo presión durante el tiempo recomendado para que la unión se enfríe (15 a 20 segundos) en silleta para toma domiciliaria y 60 segundos en silleta para derivaciones.

No se deberá probar la tubería hasta haber transcurrido el tiempo de enfriamiento prescrito.

3.3.12. Limpieza interior.

El Contratista será responsable de la limpieza interior de la línea, ya que la reparación de los aparatos causada por materias extrañas en la línea y que sean acarreadas por la corriente de Gas o Aire durante las pruebas o funcionamiento de la red, será por su cuenta,

Antes de efectuar cualquier prueba, el contratista tendrá que limpiar el interior del tramo de prueba con aire a presión u o método.

3.3.13. Pruebas.

Las tuberías deben probarse antes de ser cubiertas a una presión manométrica máxima de 100 psi, por un plazo no menor de 24 horas, las pruebas de presión deben efectuarse cuando menos 10 minutos después de haberse hecho la última junta según la norma NTC-3728 numeral 6.2.

Para la prueba deberá utilizarse aire, o cualquier gas inerte, no siendo permitido el uso de GLP, oxígeno, etc.

Si se utiliza aire, deberá ponerse un filtro de agua e impurezas a la salida del compresor. La temperatura máxima aceptable de la tubería al hacer la prueba será de 38°C (100°F).

Deberán utilizarse manómetros de rango adecuado a la presión de prueba, debidamente certificados con una lectura máxima de 200 psi y con carátula de 4" de diámetro como mínimo.

Para facilitar la localización de fugas, en caso de haberlas, es un buen auxiliar utilizar agua jabonosa. Esta prueba debe efectuarse en todas las uniones de la instalación.

Queda prohibido el uso de odorizantes en estado líquido para localizar fugas.

Al cubrirse las tuberías instaladas deberán dejarse al descubierto los puntos de unión hasta que se pruebe cada anillo troncal o derivación. Como el tubo debe permanecer el menor tiempo posible a la intemperie se recomienda que estos puntos de unión sean cubiertos con cartón o lámina para evitar el rayo directo del sol sobre la tubería hasta que se efectuó la prueba.

Si durante el tendido de línea se están efectuando tendidos de otros servicios, deberá vigilarse que los operarios que trabajen en estos no causen daños a la línea.

3.4. PRESUPUESTO

Una vez realizado el nuevo trazado, se estimaron los siguientes recursos para la construcción del gasoducto:

Tabla 7. Presupuesto del nuevo trazado

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES ADICIONALES		CANTIDADES TOTALES	
			CANTIDAD	VALOR PARCIAL	CANTIDAD	VALOR PARCIAL
1	REPLANTEO Y LOCALIZACIÓN DE TUBERÍAS	ML	1.600,00	2.142.400,00	29.426,00	39.401.414,00
2	DESCAPOTE MECÁNICO Y LIMPIEZA DEL TRAZADO DEL GASODUCTO	ML	3.400,00	5.769.800,00	31.226,00	52.990.522,00
3	EXCAVACIÓN A MANO EN MATERIAL COMÚN	M3	-252,00	-5.195.232,00	448,00	9.235.968,00
4	EXCAVACIÓN A MANO EN CONGLOMERADO	M3	5.376,00	170.585.856,00	6.496,00	206.124.576,00
5	EXCAVACIÓN A MANO EN ROCA A PROFUNDIDAD DE	M3	1.099,28	61.092.486,00	1.519,28	84.433.986,00
6	EXCAVACIÓN MECÁNICA 0-2 MTS (LLANTA)	M3	-6.219,10	-12.991.699,90	720,00	1.504.080,00
7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA EN POLIETILENO PE 100 DE 3"	ML	1.800,00	93.571.200,00	13.300,00	691.387.200,00
8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA EN POLIETILENO PE 100 DE 2"	ML	1.600,00	41.241.600,00	17.926,00	462.060.576,00
9	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE POLIVALVULA TIPO BOLA 3" SDR 10	UND	0,00	0,00	4,00	4.159.924,00
10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE POLIVALVULA TIPO BOLA 2" SDR 11	UND	0,00	0,00	6,00	4.552.356,00
11	PRUEBA DE HERMETICIDAD	ML	3.400,00	975.800,00	31.226,00	8.961.862,00
12	RELLENO DE ARENA LAVADA APISONADA PARA SOLADO	M3	1.530,87	55.464.950,97	2.504,78	90.750.684,18
13	RELLENO MATERIAL SELECCIONADO DE EXCAVACIÓN COMPACTADO	M3	-1.526,66	-20.217.558,38	6.678,53	88.443.772,79
14	OBRAS ESPECIALES CRUCES AÉREOS	ML	27,00	24.640.200,00	265,00	241.839.000,00
15	CRUCE SUBFLUVIAL	ML	60,00	12.201.180,00	310,00	63.039.430,00
16	PROTECCIÓN DE TUBERÍA EN GALVANIZADO	ML	-205,00	-29.184.825,00	145,00	20.642.925,00
17	MOVION ABCASADO DE SEÑALIZACIÓN RURAL	UND	4,00	834.504,00	60,00	12.517.560,00
18	TRINCHOS LATERALES TIPO 1	ML	0,00	0,00	65,00	2.719.015,00
19	TRINCHOS LATERALES TIPO 4	ML	0,00	0,00	90,00	5.190.030,00
20	ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN EN GAVIONES	M3	0,00	0,00	75,00	10.749.900,00
21	CARGUE Y RETIRO MECÁNICO DE MATERIAL CON ACARREO A 6 KM	M3	0,00	0,00	917,91	6.814.563,84
VALOR TOTAL					2.107.519.345	

Adicionalmente se deben incluir nuevos ítems para cerrar completamente el nuevo diseño, como lo indica la tabla siguiente:

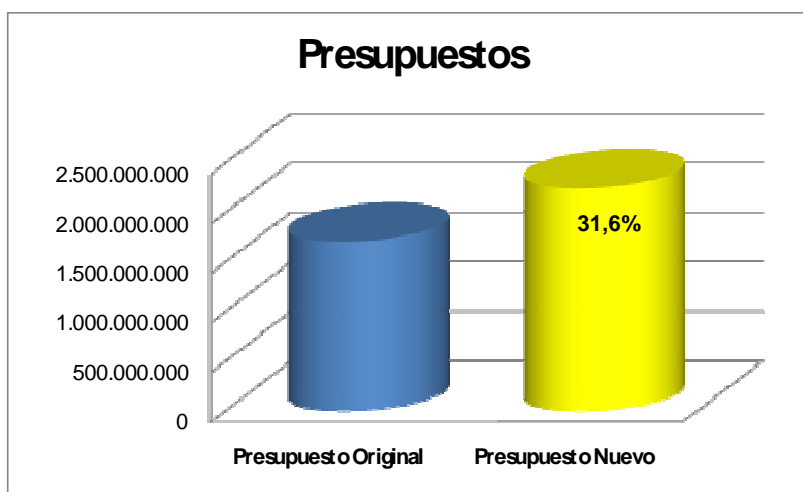
Tabla 8. Elementos adicionales del nuevo trazado.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1	PERFORACIÓN HORIZONTAL	ML	47	180.000,00	8.460.000,00
2	VALVULA DE SEGURIDAD SHOUT DAUM (Incluye cerramiento y arreglo mecánico)	UN	3	35.000.000,00	105.000.000,00
3	AMPLIACIÓN ARREGLO MECATICO CTY GATE LA VIRGEN	UN	1	25.000.000,00	25.000.000,00
VALOR TOTAL					138.460.000,00

3.5. ANALISIS DEL PRESUPUESTO

El nuevo trazado requiere un adicional de **\$539.390.662**, lo que significa el **31,6%** de sobrecosto al diseño original.

Figura 6. Variación del Presupuesto.



El costo adicional se argumenta con las ventajas de operación y mantenimiento, puesto que no habría que pagar a TGI por este servicio, y se haría como tarea de rutina adicional a la estación de GNV "La virgen" de propiedad de ENERCA.

El argumento más sólido radica en la estabilidad que brinda el nuevo trazado, en la medida que se garantiza el servicio continuo a los usuarios debido a que

no se tendrán que realizar mantenimiento correctivos de tubería debido al desplazamiento vertical y horizontal de la ladera.

Adicionalmente se mitiga el impacto ambiental, puesto que en el momento que se realicen obras de excavación en el área inestable, se contribuirá de manera dramática para que esta inestabilidad aumente.

Por último es importante brindar tranquilidad a los residentes del área en cuanto a posibles fugas que pueden desencadenar tragedias incalculables.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las principales conclusiones de la ingeniería básica donde se plantea un nuevo trazado se pueden resumir en:

- La solución real al problema de índole legal entre la empresa constructora y la contratante, en este caso ENERCA SA ESP, quien actúa como contratante y la empresa Gas del Casanare que figura como constructora, quienes entrarían en demandas innecesarias.
- Suministrar gas a la población objeto del presente estudio, en un tiempo no mayor a cuatro (4) meses, eliminando el malestar y las continuas quejas de la comunidad, más cuando hace varios años han solicitado el servicio, argumentando que son vecinos del CPF de Cupiagua, y que ven pasar el gas todos los días pero que no disponen del mismo.
- Garantizar el servicio de gas, una vez se entregue la etapa constructiva y entre en operación, puesto que el nuevo trazado se plantea sobre laderas estables donde el mantenimiento es menor, muy a diferencia del anterior trazado, que por encontrarse en una línea inestable seguramente el servicio sería interrumpido por largos periodos hasta que se realizaran las reparaciones del caso, producto de los daños ocasionados por los continuos derrumbes.
- Los costos de mantenimiento reparativo desde luego son menores, en la medida que la tubería no sufrirá cargas adicionales por derrumbes, esto se traduce en un menor costo al usuario, que no tendría que pagar estas sobra cargas
- La operación se harán desde las instalaciones propias (Estación La Virgen), y no dependerá de TGI para operar, reduciendo de una manera dramática los costos operacionales.

- Gestionar por parte de ENERCA SA ESP los recursos adicionales ante la Gobernación de Casanare para construir la obra con el trazado propuesto.
- Socializar ante la comunidad la alternativa propuesta.

BIBLIOGRAFIA

- CODIGO DE DISTRIBUCION DE GASES COMBUSTIBLES POR RED; Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG; Resolución No. 0067 del Ministerio de Minas y Energía; 1996.
- CODIGO ANSI B31.8: Gas Transmission and Distribution Piping Systems; USA. 1986.
- CODIGO ANSI Z223.1-NFPA 54: National Fuel Gas Code;U.S A.;1996.
- NORMA TECNICA COLOMBIANA 2505: Gasoductos. Instalaciones para Suministro de Gas en Edificaciones Residenciales y Comerciales; ICONTEC; 2003
- NORMA TECNICA COLOMBIANA 3949: Estaciones de regulación
- NORMA TECNICA COLOMBIANA 3728 Gasoductos
- GAS ENGINEERS HANDBOOK; Industrial Press (U.S.A);1965
- Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de Gasoductos; Alvaro Ruiz Rodriguez; 2007.

ANEXOS

Anexo: Calculo de caudales

CUADRO DE CALCULOS MONTERRALO CUIPAGUA Y UNETE							
BASES:							
	Presión atmosférica:				14.57		
	Presión inicial en estaciones:				60 psig		
	Presión mínima en troncales:				42.74 psig		
	Factor de diversificación:				33%		
	Captación:				100%		
	Perdidas por accesorios:				10%		
	Poder calorífico gas:				999 btu/pie3		
	Consumo por usuario:				9375 btu/h		
MALLA O TRAMO	TRAMO		LONGITUD (m) Mts	DIÁMETRO Nominal (")	CONSUMO EN TRAMO	CAUDAL MTS3/H	PRES FIN PSIG
	De	A					
Troncal 1	0	1	996	2	405	35.52	59.84
	1	2	109	2	401	35.17	59.83
	2	3	220	2	400	35.08	59.79
	3	4	679	2	397	34.81	59.69
	4	5	228	2	394	34.55	59.65
	5	6	546	2	393	34.46	59.57
	6	7	172	2	392	34.38	59.54
	7	8	923	2	391	34.29	59.41
	8	9	572	2	390	34.20	59.32
	9	10	207	2	387	33.94	59.28
	10	11	213	2	384	33.67	59.25
	11	12	2759	1	345	30.25	53.38
	12	13	1068	1	344	30.17	50.98
	13	14	1501	1	343	30.08	47.47
	14	15	1504	1	211	18.50	45.94
	15	16	41	1	190	16.66	45.90
	16	17	99	1	186	16.31	45.82
	17	18	57	1	156	13.68	45.79
	18	19	510	1	153	13.42	45.49
	19	20	131	1	152	13.33	45.42
	20	21	811	1	151	13.24	44.95
	21	22	198	1	149	13.07	44.84
	22	23	418	1	148	12.98	44.61
	23	24	172	1	144	12.63	44.52
	24	25	202	1	142	12.45	44.42
	25	26	81	1	140	12.28	44.38
	26	27	76	1	139	12.19	44.34
	27	28	392	1	138	12.10	44.15
	28	29	375	1	137	12.01	43.96
	29	30	203	1	136	11.93	43.86
	30	31	1408	1	135	11.84	43.19
	31	32	202	1	134	11.75	43.09
	32	33	58	1	133	11.66	43.07
	33	34	123	1	132	11.58	43.01
	34	35	84	1	131	11.49	42.97
	35	36	60	1	129	11.31	42.94
	36	37	108	1	127	11.14	42.90
	37	38	76	1	124	10.87	42.86
	38	39	599	1	113	9.91	42.84
	39	40	46	1	112	9.82	42.83
	40	41	39	1	111	9.73	42.81
MALLA O TRAMO	TRAMO		LONGITUD (m) Mts	DIÁMETRO Nominal (")	CONSUMO EN TRAMO	CAUDAL MTS3/H	PRES FIN PSIG
	De	A					
	42	43	60	1	40	3.51	42.74
	43	44	24	1	20	1.75	42.74
	44	45	30	1	18	1.58	42.74
	45	46	94	1	15	1.32	42.74
	46	47	446	1	5	0.44	42.74
	47	48	210	1	4	0.35	42.74
PUNTO MAS ALEJADO:							
	23	J Lemus	94	0.5	4	0.35	44.61