

Desarrollo de software para el diseño de redes internas de gas natural y GLP, para edificaciones residenciales y comerciales*

*Edna Rocío Gutiérrez Coronado***

*Edwin Gonzalo Pulgarín Correa****

Resumen

En Colombia, el interés por implementar el uso del gas, es una realidad. Es así como esta industria, se ha convertido en uno de los pilares del desarrollo de la economía del país. Por tal razón, la masificación del gas domiciliario es inminente; el Gobierno fomentará su uso en los 72 municipios que están ubicados a menos de 10 kilómetros de una central que recibe el gas desde el tubo principal.

Para que una edificación tenga servicio de gas natural o gas licuado del petróleo (GLP), debe disponer de una red interna de distribución de gas; la cual requiere de un diseño cuidadoso, que se adopta luego de hacer un reconocimiento físico del lugar, en donde se efectúan mediciones del trayecto por donde puede pasar la tubería, para así escoger el mejor recorrido, los materiales, accesorios y tipos de uniones más adecuados, bajo las consideraciones de la Norma Técnica Colombiana NTC 2505 y complementarias.

Del diseño de una red de distribución de gas natural o de Gas Licuado del petróleo (GLP) depende su funcionamiento, lo que indica que este proceso es de mucha importancia e involucra el conocimiento de parámetros fundamentales, como resoluciones, normas y reglamentos técnicos expedidos por los organismos competentes, que permiten que en el recorrido de toda la línea se garantice la seguridad tanto para las personas como para el ambiente.

Para realizar este diseño, cada institución certificada cuenta con un Software específico, que le permita obtener resultados precisos y confiables. Es así, como la Universidad Surcolombiana actualmente cuenta con el Software EDGas, para instalar en sus salas de cómputo, lo que permite facilitar el aprendizaje didáctico del diseño de redes internas de gas.

Palabras Clave: Diseño, Gas natural, Gas licuado del petróleo, mediciones, trayecto, tubería, redes internas, Norma Técnica Colombiana.

* *Hernando Ramírez Plazas. Director proyecto de grado. Esp. Gas Natural. M.Sc. Salud Pública. Profesor Titular. Facultad de Ingeniería. Universidad Surcolombiana. ramipla@usco.edu.co*

** *Ingeniera de Petróleos. Universidad Surcolombiana.*

*** *Ingeniero de Petróleos. Universidad Surcolombiana.*

Abstract

In Colombia it is a reality the interest to implement the use of gas and in this way it has become one of the bases of the development of the country's economy, for that reason the great use of the domiciliary gas is prominent, the government will foment use in the 72 districts which are located at least 10 kilometers of a station which receive the gas from a main pipe.

A building will have a gas service or liquefied gas of petroleum (GLP) if it has an inner network of gas distribution. This inner network of gas needs a careful design, which is adopted after a physical appreciation there will be a measurement of the route where the pipe will go to the case the best route, materials, accessories and the kind of connection more appropriated, Under the consideration of the Colombian Technical Norm NTC 2505 and complementaries.

The design of a network of the distribution of natural gas or liquefied gas of petroleum (GLP) depends on its operation which indicate that this process is of great importance and involves the knowledge of main parameters, as resolutions, norms and technical regulations claimed for the competent organisms, which allow that in the course of the whole line the security of people and environment will be guaranteed.

To develop this design, each certified institution has a specific Software, which permits to get exact and reliable results. In this way the Surcolombiana University actually has a Software EDGas, to install in its computation rooms, that will facilitate the didactic learning of design of inner networks of gas.

Key words: Design, Natural gas, Petroleum Liquefied Gas, Measurement, Route, Pipe, Inner Network, Colombian Technical Norm.

Introducción

El diseño adecuado de la red interna de distribución de gas natural o de gas licuado del petróleo (GLP), es un proceso que se debe llevar a cabo bajo estrictas medidas de seguridad, contempladas en las Normas Técnicas Colombianas vigentes, la sistematización de este proceso facilita los cálculos y disminuye la probabilidad de cometer errores.

Es por esta razón, que el Software EDGas tiene un propósito didáctico que facilita no sólo el diseño de redes internas de gas, sino su proceso aprendizaje, bajo las consideraciones de la NTC 2505 y complementarias, apoyado en la guía para el diseño de redes de gas de la EE.P.P.M. Tanto diseñadores, constructores e instaladores de redes de gas, deben conocer y acatar, con el fin de preservar la integridad de las personas y del medio ambiente.

Con este programa interactivo, no sólo se beneficiará el estudiante, al proporcionarle un

complemento para su formación académica, sino a la Universidad Surcolombiana, puesto que podrá ser usado en proyectos de gasificación de veredas para fines de Proyección Social.

Con esta herramienta, nuevamente la tecnología se pone al servicio del hombre, para facilitar la generación y visualización de diseños confiables y seguros que cumplan a cabalidad con todas las normas vigentes, y que permitan tomar buenas decisiones en corto tiempo; permitiendo el cálculo de costos según el material utilizado y los accesorios requeridos para su funcionamiento.

Descripción del proyecto

El cálculo de instalaciones, es la determinación del diámetro de las tuberías para suministrar el caudal de gas necesario para los diferentes gasodomésticos, a la presión necesaria para el buen funcionamiento. En el sector doméstico y comercial se debe realizar el diseño para líneas de:



- **Media presión**

Es la tubería que se encuentra entre la salida del primer regulador y la entrada al regulador de baja presión. Su presión de operación está entre 690 mbar (10 psi) y 69 mbar (1 psig), pueden ser para GN o GLP. Los cálculos para los diseños se realizan para 350 mbar. En algunos casos estas líneas de media presión pueden operar a 20 psig pero la construcción de la misma es más exigente.

- **Líneas de baja presión**

Son las instalaciones que funcionan a menos de 68 mbar (1 psi), los diseños se realizan a 18 mbar para GN y 28 mbar para GLP puesto que los gasodomésticos funcionan a estas presiones.

Para el desarrollo del programa fue necesario realizar una recopilación bibliográfica para conocer las distintas ecuaciones utilizadas por las empresas comercializadoras de gas del país. Es así como se escogen para realizar los cálculos de baja presión las ecuaciones de: Pole, Polyflo, Spitzglass, Renouard; y para Media presión: Muller. Todo esto con el fin de garantizar la seguridad en el diseño de las redes internas de gas natural y GLP.

Estas ecuaciones se desarrollan mediante un proceso iterativo, en donde se asume un diámetro hasta lograr que la caída de presión en cada tramo y en toda la red no supere el 5% de la presión de entrada; lo que hace que manualmente sea un proceso extenso.

Con el fin de sistematizar este cálculo, para obtener mejores resultados en menor tiempo, se desarrolló este programa en Lenguaje Visual Basic 6.0, debido a las ventajas que ofrece en cuanto a velocidad de ejecución, convirtiéndolo en una herramienta sencilla de utilizar, rápida y confiable.

Para garantizar la seguridad operacional y ambiental se han tenido en cuenta las consideraciones de la Norma Técnica Colombiana "NTC 2505". Que se recomienda sea leída y entendida antes de empezar a efectuar el diseño.

Pasos Para el Diseño de Una Red Interna de Gas Natural o GLP

1. Escoger la ecuación de acuerdo a la presión de operación

- Para redes de baja presión:

Ecuación de Pole

$$Q = 0.00304 * C * \left(\frac{H * D^5}{G * L} \right)^{0.5}$$

Ecuación de Polyflo

$$Q = 0.00434 * D^{2.623} * \left(\frac{H}{K * L} \right)^{0.541}$$

Ecuación de Spitzglass

$$Q = 2313 D^{2.623} \left(\frac{H}{K * L} \right)^{0.541}$$

Ecuación de Renouard

$$Q = \left(\frac{H * D^{4.82}}{23200 * G * L e} \right)^{0.5495}$$

- Para redes de media presión:

Ecuación de Müller

$$Q = \left(\frac{461}{10^7 * G^{0.425}} \right) \left(\frac{P_1^2 - P_2^2}{L} \right)^{0.575} * D^{2.725}$$

2. Escoger el tipo de gas a utilizar

Antes de empezar a diseñar la red se debe establecer el tipo de gas a utilizar, puesto que el GLP tiene un poder calorífico aproximadamente 2.5 veces mayor que el gas natural, y por lo tanto el caudal de suministro necesario de GLP será menor que el de gas natural.

3. Asumir un diámetro

Al iniciar los cálculos iterativos, es necesario asumir un diámetro de tubería (Para efectos de

cálculo se debe tomar los diámetros internos). A continuación se presentan tabulados los diámetros para cada tipo de tubería de acuerdo al material:

Tabla 1. Diámetros para tubería de cobre

TUBERÍA DE COBRE			
Diámetro Nominal PLG	Diámetro Exterior mm	Diámetro Interior (mm)	
		Tipo K	Tipo L
1/4	9.53	7.75	8.00
3/8	12.70	10.21	10.92
1/2	15.88	13.39	13.84
5/8	19.05	16.56	16.92
3/4	22.23	18.92	19.94
1	28.58	25.27	26.04
1-1/4	34.93	31.62	32.13
1-1/2	41.28	37.62	38.23
2	53.98	49.76	50.42
2-1/2	66.68	61.85	62.61

Tabla 2. Diámetros para tubería de acero

TUBERÍA DE ACERO SCH 40		
Diámetro Nominal PLG	Diámetro Exterior mm	Diámetro Interior mm
1/2	21.34	15.80
3/4	26.67	20.93
1	33.40	26.64
1-1/4	42.16	35.05
1-1/2	48.26	40.89
2	60.33	52.50

Tabla 3. Diámetros para tubería de polietileno

TUBERÍA DE ACERO SCH 40		
Diámetro Nominal PLG	Diámetro Exterior mm	Diámetro Interior mm
20	20	15.4
25	25	20.4
32	32	26.2
63	63	51.4
90	90	73.60
110	110	90.00
160	160	130.80
200	200	163.60

4. Calcular la longitud equivalente

L = Longitud equivalente, m

Con el diámetro asumido se procede a calcular la longitud equivalente. La longitud a reemplazar en las ecuaciones es la longitud de la tubería entre la entrada a la red y el punto de consumo más lejano, más la longitud equivalente de todos los accesorios que se encuentran en este sector de la red.

$L = (\text{Longitud real} + \text{Longitud equivalente por accesorios})$

$L_{\text{Equiv}} = \phi \text{ Tubería} \times \text{Relación Long/Diámetro}$

A continuación se presenta un listado de accesorios con su respectiva relación longitud/diámetro para el cálculo de longitudes equivalentes.

Tabla 4. Relación Long/Diámetro

ACCESORIO	RELACIÓN LONGITUD/DIÁMETRO
Codo a 45°	14
Codo a 90°	30
Tee (con flujo a 90°)	60
Tee a flujo	20



Nota: Se desprecia la caída de presión en reducciones, uniones rectas y válvulas esféricas de paso directo (sin reducción de sección).

de todos los artefactos conectados a la red. En la siguiente tabla se muestran valores aproximados de consumo de gas en pies³/h y/o m³/h para diferentes gasodomésticos.

5. Calcular el Caudal

Se calcula haciendo la sumatoria del consumo

Estos valores deben confrontarse con los datos de placa del gasodoméstico.

Tabla 5. Valores aproximados de consumo de gas en pies³/h y/o m³/h para diferentes gasodomésticos

TIPO DE APARATO	m/h
Estufa doméstica, 4 quemadores y 1 horno	1.8
Estufa doméstica, 4 quemadores y 2 hornos	2.3
Estufa doméstica, 6 quemadores y 2 hornos	3.0
Plancha doméstica, por quemador	0.25
Calentador de paso directo:	
5 litros	1.13
10 litros	2.27
13 litros	3.12
Calentador de almacenamiento	
Tanque de 20 gal.	0.85
Tanque de 30 gal.	1.00
Tanque de 40 gal.	1.13
Tanque de 45 gal.	1.20
Tanque de 50 gal.	1.27
Tanque de 55 gal.	1.34
Tanque de 60 gal.	1.42
Tanque de 75 gal.	1.77
Tanque de 80 gal.	1.98
Tanque de 85 gal.	2.00
Calefacción doméstica, tipo radiador, por radiador sencillo	0.05
Calefacción doméstica, tipo radiador, por radiador doble	0.10
Refrigerador doméstico	0.08
Quegador industrial	0.22
Asador industrial	0.43
Horno industrial	0.97
Secadora doméstica	0.10/kg
Aire acondicionado	0.71/tm

» Desarrollo de software para el diseño de redes internas de gas natural y GLP

Una vez se tiene el consumo en el domicilio se calcula el caudal de simultaneidad.

C,D,...N= Caudales de los otros gases domésticos, m³/h

Cuando una instalación individual doméstica tenga conectados más de dos aparatos a gas, es poco probable que todos ellos estén funcionando a su potencia nominal en forma simultánea. Por lo tanto, el caudal de diseño es llamado: caudal de simultaneidad el cual se calcula así:

Para efectos del diseño se considera que si el caudal máximo de simultaneidad es inferior a 3 m³/h para GN o 1.2 m³/h para GLP; 30 kw o 105.000 BTU/h debe tomarse como mínimo este caudal, expresado en m³/h.

$$Q = A + B + \frac{(C + D + \dots + N)}{2}$$

El caudal de simultaneidad para unidades multifamiliares se determina de acuerdo con la Tabla 6.

Coefficiente de simultaneidad

En donde:

Q = Caudal máximo de simultaneidad, m³/h
A y B = Caudales de los dos aparatos de mayor consumo, m³/h

$$Q_s = K \cdot Q$$

$$K = \frac{0.9687}{N^{0.1816}}, \text{ donde}$$

K= Coeficiente de Simultaneidad
N= Número de Usuarios

Tabla 6. Valores para calcular caudal de simultaneidad

Usuarios	k	Usuarios	k	Usuarios	k
1	1.00	19	0.57	100	0.43
2	0.84	21	0.56	101	0.43
3	0.78	23	0.55	150	0.4
4	0.75	25	0.55	200	0.38
5	0.72	28	0.54	250	0.37
6	0.70	31	0.53	300	0.36
7	0.68	34	0.52	350	0.35
8	0.66	37	0.51	400	0.34
9	0.65	41	0.5	500	0.33
10	0.64	45	0.49	600	0.32
12	0.63	49	0.49	700	0.31
13	0.61	60	0.47	800	0.3
14	0.6	70	0.46	1000	0.29
16	0.59	80	0.45	2000	0.26
17	0.58	90	0.44	4000	0.26

Fuente: Instalaciones hidráulicas y sanitarias y de gas en edificaciones. Rafael Pérez Carmona

6. Calcular la gravedad específica del gas

En ausencia de datos de cromatografía del gas a utilizar, asumir 0.6 para Gas Natural (GN) y 1.52 para Gas Licuado del petróleo (GLP). De lo contrario, se debe calcular con la composición.



7. Calcular la caída de presión

» Metodología

En la ecuación escogida, reemplazar los parámetros anteriormente hallados y evaluar la pérdida de presión por tramos de tal manera que la caída de presión acumulada no exceda el 5% de la presión de entrada.

Para Gas Natural:
Pentrada = 18 mbar
Hmax = 0.9 mbar
Para GLP:
Pentrada = 28 mbar
Hmax = 1.4 mbar

En caso que la caída de presión calculada exceda los 0.9 mbar para gas natural o 1.4 mbar para GLP, se debe repetir el proceso desde el numeral 3 hasta llegar a escoger el diámetro que no ocasione pérdidas de presión por fuera del rango permisible.

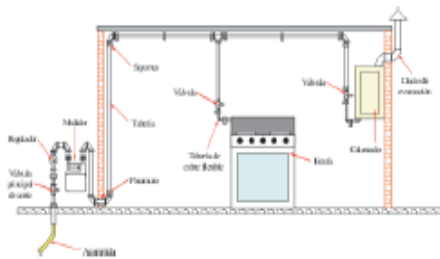


Figura 1. Esquema para el suministro de Gas Combustible en una vivienda unifamiliar

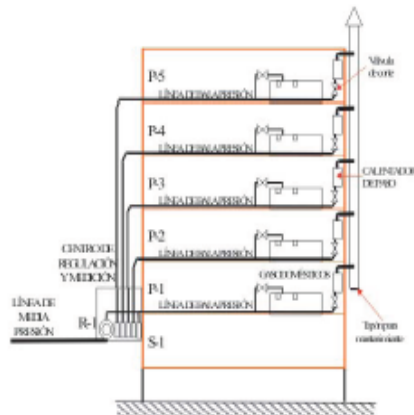


Figura 2. Esquema para el suministro de Gas Domiciliario en edificaciones multifamiliares.

Para la realización del programa EDGas, fue necesario seguir los siguientes pasos:

- Caracterización de los software comerciales para el diseño de redes internas de gas que son más utilizados por las empresas distribuidoras de gas en Colombia. (Diregas y Gaswork)
- Definición de los aspectos relevantes de un software para diseño de redes internas de gas con fines académicos.
- Identificación del proceso del ciclo de vida del software ISO 12207 y de aspectos técnicos de la red de gas consideradas en la NTC 2505.
- Revisión de las técnicas de cálculo para redes internas de gas empleadas por la EPPM, y por el SENA. (Competencia)
- Desarrollo y validación del software EDGas.

• NORMAS APLICABLES

A continuación se relacionan las Normas Técnicas Colombianas que aplican al cálculo de las instalaciones de media y baja presión para el suministro de GN y GLP

- NTC-1746 Tuberías y accesorios plásticos.
- NTC-2249 Tubería de acero Carbón
- NTC-2505 Instalaciones de gas en residencias y comercio.
- NTC-2728 Medidores.
- NTC-2768 Tubería de Aluminio.
- NTC-2826 Especificaciones de medidores.
- NTC-3260 Accesorios GLP.
- NTC-3293 Reguladores.

» Desarrollo de software para el diseño de redes internas de gas natural y GLP

- NTC-3410 Accesorios de Polietileno. empresas comercializadoras de gas en el país.
 - NTC-3424 Válvulas de alivio y dispositivos automáticos.
 - NTC-3470 Tubería de acero carbón galvanizada en caliente.
 - NTC-3531 Calentadores.
 - NTC-3567 Gasodomésticos y ductos metálicos de evacuación.
 - NTC-3661 Ventilación de recintos.
- La eliminación de la lectura manual de datos de tablas, permite disminuir la posibilidad de incluir errores humanos durante el procedimiento de cálculo.
 - Se ofrece una alternativa didáctica para el aprendizaje de redes internas de Gas Natural y GLP, disponible para todos los estudiantes de la Universidad Surcolombiana.
 - El programa EDGas, cuenta con un manual del usuario, que permite el autoaprendizaje autónomo.

» Resultados

- El programa EDGas, realiza cálculos confiables y rápidos, de pérdida de presión y diámetros óptimos de tubería en distintos materiales para diseño de redes internas de media y baja presión, tanto para gas natural como para GLP.
- De la validación del programa EDGas con los ejemplos tomados del módulo del Sena y con los datos corridos en el programa Diregas, se observa que los resultados obtenidos son muy aproximados, lo que genera gran confiabilidad.
- Al realizar la recopilación bibliográfica de las distintas ecuaciones de flujo para diseño de redes internas de Gas natural y GLP, se desarrolla un programa que reúne las ecuaciones más utilizadas por las

» Bibliografía

1. Diplomado en distribución de gases combustibles. Modulo 1. Introducción a la ingeniería de gases combustibles. Acipet. Usco. 1997. Sante fé de Bogotá.
2. Norma Técnica Colombiana (NTC-2505), Versión 2005
3. Guía Para El Diseño e Instalación de Redes de Gas EE.PP.M, 1997
4. ISO 12207. Proceso de Gestión y Mejoramiento del Proceso de Configuración de Software
5. Centro de noticias del estado. Presidencia de la República. www.presidencia.gov.co/cne