

## **INDICE**

### **1. OBJETO.**

### **2. HIPÓTESIS SIMPLIFICATIVAS. EXPLICACIÓN.**

2.1. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.

2.2. PARÁMETROS DE LOS MATERIALES Y EL GAS.

2.3. TEORÍAS DE CÁLCULO E HIPÓTESIS ASUMIDAS.

2.4. ELEMENTOS AUXILIARES.

2.5. SOLDADURA (JUNTAS).

### **3. ACCIONES.**

3.1. FORMA EN QUE SE CALCULA LA DEMANDA DE CAUDAL.

3.2. CAUDALES DE CONSUMO POR SECTORES.

3.3. COMBINACIONES CONSIDERADAS.

### **4. CÁLCULOS.**

4.1. RESOLUCIÓN DE LA RED.

### **5. ANEXOS DE CÁLCULO.**

## 1. OBJETO.

El objetivo de la red de gas natural es hacer llegar este tipo de energía a cada punto de uso (uso industrial y terciario). En la solución adoptada para la red aparecen o juegan un papel importante numerosos factores, que definen las posibles alternativas a considerar. Se aborda el estudio de la red de distribución de gas natural de una red mixta mallada-ramificada desde un principio en los nuevos proyectos de urbanización, planeando el trazado de las canalizaciones, su conjunción con las demás redes, presión necesaria y caudales de demandas futuras. Es preciso disponer de unos datos previos, tales como poblaciones actual y futura, determinación de las puntas de consumo, caudales necesarios y diámetros mínimos a emplear.

## 2. HIPÓTESIS SIMPLIFICATIVAS. EXPLICACIÓN.

### 2.1.- LEGISLACIÓN APLICABLE.

Se indican a continuación las diferentes normativas que se han tenido en cuenta para la redacción del presente proyecto. Estas serán estatales, autonómicas, locales y particulares; y pueden ser de carácter obligatorio, recomendado o informativo:

- Instrucción sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gases combustibles (Orden de 17 de Diciembre de 1985, del Ministerio de Industria y Energía).
- Reglamento sobre instalaciones de almacenamiento de gases licuados del petróleo ( GLP ) en depósitos fijos. (Orden de 29 de Enero de 1986, del Ministerio de Industria y Energía).
- Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos en Instrucciones "MIG" (Orden de 18 de Noviembre de 1974, del Ministerio de Industria y Energía) BOE del 6 / XII / 1974;8 / XI / 1983 y 23 / VII / 1984.
- Reglamento para el Almacenamiento de Productos Químicos, Gases Comprimidos y Licuados ( Orden de 21 de Julio de 1992, del Ministerio de industria y Energía ).
- Real Decreto 1853 / 1993, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Receptoras de Gas en locales de usos domésticos, colectivos o comerciales.

### 2.2.- PARÁMETROS DE LOS MATERIALES Y DEL GAS.

#### 2.2.1.- Características del gas.

Se define como Poder Calorífico Superior (P.C.S.) la cantidad de calor expresada en Kcal/kg o en Kcal/m<sup>3</sup> de gas, producido por la combustión completa de éste cuando los productos de la combustión son enfriados hasta el punto que resulte condensado el vapor de agua que contienen. El índice de Wobbe es el cociente entre el P.C.S. del gas, y la raíz cuadrada de su densidad relativa respecto al aire:

$$W = \frac{P.C.S.}{\sqrt{d}} \quad (\text{Kcal/kg o m}^3)$$

Dos gases con el mismo índice de Wobbe proporcionan el mismo gasto térmico o caudal calorífico, al pasar a través de un mismo orificio, si la Temperatura y la Presión no varían. Los componentes principales y otros parámetros de interés son:

Componentes	Rango de concentración (% molar)
N (2)	1+3.5
CO (2)	0+1.20
C (1)	85+98.5
C (2)	0.2+8.50
C (3)	0.1+3.00

Contaminantes/componentes en muy pequeña proporción:

-Vapor de agua	menos de 25 mgr/Nm <sup>3</sup>
-SH <sub>2</sub>	menor de 0.5 p.p.m. en volumen
-THT	5 a 30 mg/Nm <sup>3</sup>
-Polvo	máximo 100 mg/Nm <sup>3</sup>

Otros parámetros del gas son:

- Rango de densidad relativa: 0.56 - 0.64
- Rango de peso específico (kg/Nm<sup>3</sup>) 0.73 - 0.82
- Rango de PCS (kcal/Nm<sup>3</sup>) 8500 -10700
- Rango índice de Wobbe corregido 12500 -13600
- Puntos de rocío:
  - .Punto de rocío de agua: -12°C a 72 bar
  - .Punto de rocío de hidrocarburos: -12°C a 72 bar o -2°C a presiones inferiores.

### 2.2.2. Tubería de polietileno.

En estas instalaciones se suele emplear polietileno de media densidad, cumpliendo la Norma UNE 53333, que tiene por objeto especificar las características técnicas que deben reunir las tuberías de polietileno para ser utilizadas en suministro de combustibles gaseosos, y eligiendo la serie SDR 11.

La tensión circunferencial es:  $\sigma = P_n \cdot d_m / 2e$  (Mpa)

donde:  $\sigma$  = presión de diseño=5Mpa ( 1 Mpa=10kg/cm<sup>2</sup> )

$P_n$  = presión nominal de trabajo en Mpa

$d_m$  = diámetro medio ( mm)

$e$  = espesor ( mm)

El campo de aplicación de esta tubería es para canalizaciones enterradas para transporte y distribución de combustibles gaseosos a temperaturas de hasta 40°C.

Serie:  $S = \sigma / P_n$  donde  $\sigma$  = tensión de diseño= 5Mpa y  $P_n$  = presión nominal=0.4, 0.6 y 1.0 Mpa.

SDR:  $SDR = D_n / e$  donde  $D_n$  = diámetro nominal, y  $e$  = espesor nominal.

Para encontrar las relaciones ente ambos, sustituimos y tenemos:  $SDR = 2 \cdot S + 1$

Equivalencias:

Serie	SDR	$P_n$
5	11	10

8.3	17.6	8
12.5	26	4

Las presiones máximas de servicio para las tuberías de polietileno son las siguientes:

Dn	Presión máxima de trabajo (Mpa)		
	SDR		
	26	17.8	11
<180	-	0.4	0.4
200	0.1	0.4	0.4
225	0.1	0.4	0.4
250	0.1	0.4	0.4
280	0.1	0.35	0.4
315	0.1	0.35	0.4

Las características técnicas de las tuberías son:

Propiedades	unidades	valor
Densidad	gr/cm <sup>3</sup>	0.94
Tensión de diseño	Mpa	5
Resistencia a la tracción	Mpa	>15
Alargamiento a rotura	%	>350
Módulo de elasticidad	Mpa	700

Dimensiones usuales de la tubería de polietileno en rollos:

D diámetro exterior	Serie SDR11	
	Espesor(mm)	Peso(kg/m)
20	2	0.117
25	2.3	0.170
32	3	0.277
40	3.7	0.472
50	4.6	0.661
63	2.8	1.044
75	6.9	1.474
90	6.9	2.1
110	10	3.108
125	11.4	4.030
140	12.8	5.080
160	14.6	6.693
180	16.4	8.380
200	18.2	10.252

En el ensayo a la resistencia a la presión interna a corto plazo a 20 °C, el tubo debe resistir la presión mínima indicada en la tabla siguiente durante 1 hora:

SDR	$\sigma/p$ equivalente	HDPE	Presión más alta (Mpa)
11	5	5	3.2

### 2.3. TEORÍAS DE CÁLCULO E HIPÓTESIS ASUMIDAS.

La red de distribución se diseñará para funcionar en régimen de "Media Presión B", 0.4 - 4 bares. La presión mínima de servicio en mm.c.a. es:

Tipo de gas	Ps ( mm.c.a.)
Gas ciudad	80 a 90
Gas Natural	200 a 220
Propano	370
Butano	280

Conocidos los datos que van a condicionar la instalación ( caudal requerido y pérdida de carga admisible) es fácil plantear la solución más adecuada para su trazado y a continuación pasar a calcular las dimensiones de la tubería.

En MP B no se admitirán velocidades mayores a 30 m/s ni pérdidas de carga superiores al 10% de la presión efectiva máxima inicial ( 4 bares efectivos  $\Rightarrow \Delta P$  no mayor de 0.4 bar efectivos).

Para los cálculos de este proyecto se ha usado el programa Cype " Infraestructuras Urbanas", concretamente el módulo "INFRAESTRUCTURAS GAS", VERSIÓN 2000.1.a, para el cálculo de la red. La memoria de cálculo y la forma de operar del programa se resume a continuación:

#### Formulación:

En el caso de instalaciones de gas, se utiliza para la resolución del sistema de ecuaciones mallado o ramificado el método de los elementos finitos de forma discreta. En los nudos en los que se introduce la potencia calorífica, se obtiene el caudal demandado en el nudo por medio de la conversión que proporciona el PCS (poder calorífico superior):

$$Q = \frac{P}{PCS}$$

Para calcular la caída de presión a lo largo de un tramo de tubería se emplea la fórmula de Renouard para medias y altas presiones, que es:

$$P < 0,1 \text{ bar} \Rightarrow Pa^2 - Pb^2 = CR1 * dc * Lequi * Q^{1,82} / D^{4.82}$$

$$P > 0,1 \text{ bar} \Rightarrow Pa^2 - Pb^2 = CR2 * dc * Lequi * Q^{1,82} / D^{4.82}$$

Lequi= longitud equivalente de la tubería ( 1.2 veces la longitud real; al añadir el 20% de la longitud se consideran incluidas las pérdidas de carga localizadas)

Pa y Pb= presiones en los extremos A y B. En bares absolutos.

Q= caudal en m<sup>3</sup>N/hora

dc=densidad corregida del gas ( adimensional) y de valor:

$$GN \quad d=0.54 \quad dc=0.45/0.6 \text{ (rango)}$$

D=diámetro interior en mm

d= densidad relativa respecto al aire

CR1 = coeficiente adimensional (ver significado más abajo).

Para el cálculo de la tubería se tomará la densidad ficticia del gas, que consiste en corregir la densidad relativa del mismo en función de su viscosidad de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$S = \delta r * \mu^{0.04} / 0.16^{0.04} * Z * T / 288 * 0.85^{1.96} / e^{1.96}$$

Donde:

T= temperatura absoluta en Kelvin

$\mu$ = viscosidad cinemática ( $m^2 \cdot S^{-1}$ )

$\delta r$  = densidad relativa del gas ( para el gas natural 0.64)

Z= coeficiente de compresibilidad de los gases perfectos.

El valor de Z viene dado por la fórmula:

$$Z=1-Pm/500$$

Y vale 1 para media presión B ( hasta 4 kg/cm<sup>2</sup> ), siendo Pm, la presión media entre los extremos de la canalización:  $Pm=(P1+P2)/2$

e=factor de rugosidad de la tubería.

La velocidad del gas en la tubería se determina por la fórmula:

$$V = \frac{378 \times Q \times Z}{P \times D^2}$$

V= velocidad en m/s

P= presión absoluta en bar en el extremo final de la conducción del tramo analizado.

D= diámetro interior de la tubería en mm.

Z= coeficiente de compresibilidad de los gases perfectos ( 1 para gas natural).

Existe una gran cantidad de parámetros que pueden modificarse en instalaciones de suministro de gas.

- Modo de entrada de datos, que permite al usuario modificar cómo serán solicitados los datos de los nudos. Existe la posibilidad de proporcionar el consumo como caudal o como potencia calorífica a instalar en el nudo. En caso de introducir la potencia calorífica, será necesario establecer el Poder Calorífico Superior e Inferior (PCS y PCI) del gas combustible en cuestión. Para el gas natural se toma un PCS de 10000 kcal/m<sup>3</sup>(s), mientras ue el PCI suele rondar el 90% del PCS.

- La densidad relativa del gas, que en el caso del gas natural se encuentra entre 0,55 y 0,65 dependiendo de su composición.

- Coeficiente constante de la fórmula de Renouard lineal, que es el factor constante que multiplica en la fórmula de Renouard lineal para presiones menores a 100 mbar. Este valor suele tomarse igual a 23,2.

- Coeficiente constante de la fórmula de Renouard cuadrática, que es el factor constante que multiplica en la fórmula de Renouard cuadrática para presiones entre a 100 mbar y 16 bar. Este valor suele tomarse igual a 48,66 entre 100 mbar y 4 bar e igual a 51,5 entre 4 y 16 bar.

- Coeficiente constante de la fórmula de la velocidad del gas; suele tomarse entre 354 y 378, en función de la presión.

- Coeficiente de compresibilidad del gas; afecta a la formulación de la velocidad, y que toma el valor 1 para presiones inferiores a 5 bar.

Los parámetros que se limitan en instalaciones de gas son:

- La presión mínima en los nudos.

- La velocidad máxima del gas en la conducción, cuyo valor no debería exceder de los 20 m/s, ya que por encima de esta velocidad no tiene validez la fórmula de Renouard.

Existe la posibilidad de utilizar dos coeficientes en los cálculos:

- Coeficiente de simultaneidad, que permite, de forma general a toda la obra y en todas las combinaciones, aplicar un factor en tanto por uno a los consumos para poder simular, por ejemplo, funcionamientos en diferentes momentos del día o cambios estacionales.

- Coeficiente de mayoración de longitudes, que incrementa la longitud resistente de los tramos para simular caídas de presión debidas a elementos especiales. Este valor se establece por defecto a 20%.

Estos coeficientes son opcionales, y si no se quieren considerar en el cálculo, debe utilizarse una simultaneidad igual a 1 y un coeficiente de mayoración del 0%.

Los tramos en instalaciones de gas tienen los siguientes parámetros:

- Material del tramo, que determina la serie de diámetros disponibles para ese tramo, tanto para su selección manual como para el predimensionado. En este último caso, el programa intentará encontrar un diámetro que cumpla con los requisitos sin modificar el material del tramo.

- Diámetro del tramo, que determina las principales características de cálculo del tramo. En el predimensionado se modifica al diámetro que mejor se ajuste al circuito actual, dentro de los definidos para el material seleccionado en el tramo.

- Longitud del tramo. El programa nos permite utilizar la longitud del tramo según el dibujo introducido. En este caso, se calcula la longitud del tramo en función de sus coordenadas como la distancia entre los nudos. En caso de desactivar la casilla 'Usar longitud calculada a partir del dibujo', nos solicitará un valor de longitud con la que se calculará ese tramo. Cualquier longitud menor o igual a 0 será ignorada y se empleará la longitud de dibujo. Esta opción nos permite introducir esquemas que no precisan ser dibujados a tamaño real.

Los nudos se crean, si no se especifica lo contrario, como nudos de transición, es decir, nudos sin consumo que nos permiten realizar cambios de dirección conservando la unidad del tramo en el dimensionado. Este tipo de nudos puede dejar de visualizarse en listados de nudos y en planos.

En caso de tener un cambio de material a ambos lados (cambio material) o estar en la confluencia de tres o más tramos (entronque, derivaciones, cruces,), deja de considerarse un nudo de transición, presentándose con el mismo tamaño, pero en otro tono y con un pequeño punto en su interior.

En el momento en que editamos un nudo, este pasa a ser un nudo de consumo. Para nudos de consumo pueden definirse:

- Potencia calorífica o caudal consumido en el nudo, según se haya decidido en la configuración de datos generales. Puede introducirse para cada hipótesis de forma directa o bien indicando el número de unidades de una determinada dotación. La última columna nos muestra el valor total.

- Cota del nudo, en caso de haber seleccionado la visualización de parámetros de excavación en la configuración general de datos.
- Cota de rasante, en caso de haber seleccionado la visualización de parámetros de excavación en la configuración general de datos.
- Cota del terreno modificado, es decir, el terreno a partir del cual se inicia la excavación, no del terreno virgen. En caso de haber seleccionado la visualización de parámetros de excavación en la configuración general de datos.

También puede cambiarse el tipo de nudo para pasarlo a nudo de suministro, en cuyo caso los datos solicitados son:

Presión de suministro, si se quieren introducir variaciones en la presión suministrada a la red. Esta presión puede especificarse para cada combinación, de forma que pueden simularse diferentes condiciones de funcionamiento de la instalación para diferentes presiones de suministro.

- Cota del nudo, en caso de haber seleccionado la visualización de parámetros de excavación en la configuración general de datos.
- Cota de rasante, en caso de haber seleccionado la visualización de parámetros de excavación en la configuración general de datos.
- Cota del terreno modificado, es decir, el terreno a partir del cual se inicia la excavación, no del terreno virgen, caso de seleccionar la visualización de parámetros de excavación en la configuración general.

Se puede devolver un nudo a su estado original como nudo de transición, con consumo 0 y características especiales en los listados y planos. El programa determinará si por su situación resulta un nudo singular.

#### 2.4.- ELEMENTOS AUXILIARES.

Además de las conducciones y las estaciones de regulación y medida, es necesario instalar en las redes de suministro, sean gasoductos o redes de distribución, una serie de elementos auxiliares, cuya previsión es muy importante tanto para la seguridad de la red como para la adecuada gestión y control del combustible. Entre ellos, posiblemente sea la adecuada selección de la valvulería la que presenta un mayor interés constituyendo elementos en los cuales la calidad debe primar sobre la cantidad, dato éste último por otra parte muy variable.

Una adecuada sectorización resulta ser un condicionante de diseño fundamental. Además la previsión de unas válvulas de seccionamiento a las distancias reglamentadas para aislar, en caso de avería, aquellos tramos que resulten afectados por la misma debe venir acompañado por una accesibilidad lo más rápida posible para facilitar la correspondiente maniobra de cierre.

Además de la valvulería, son necesarios otros accesorios diferentes. Fundamentalmente se limitan a tres tipos:

- Accesorios para las conducciones propiamente dichas (reducciones, válvulas de pequeño diámetro, filtros, reducciones, codos, etc.)



- Accesorios para derivaciones y seccionamiento (válvulas de línea, derivaciones sobre redes en carga, derivaciones simples, etc.)

- Accesorios para finales de las conducciones y obturaciones de los extremos (tapones, portabridas y bridas ciegas, etc.)

Las válvulas de seccionamiento se instalan, por tanto, con objeto de, como su nombre indica, dividir las redes y conducciones en zonas y/o tramos de tal forma que entre dos válvulas pueda vaciarse completamente la sección por medio de purgas o chimeneas.

## 2.5.- SOLDADURA. JUNTAS.

Se empleará soldadura por fusión. Nosotros emplearemos lo siguientes métodos de soldadura:

1) Soldadura a tope:

Se suele emplear para diámetros comprendidos entre 90 y 250mm, y así lo haremos en este proyecto.

2) Soldadura a enchufe:

Los diámetros para los que se suele realizar van desde los 20 hasta los 110 mm, realizándose hasta los 63 mm a mano ( aunque es posible llegar hasta 110) y para el resto con máquinas especiales.

3) Electrosoldadura:

La gama de diámetros a los que se puede aplicar este tipo de soldadura va desde los 20 mm a los 250, Nosotros solo la emplearemos en este proyecto si resultan diámetros mayores de 160mm.

## 3.- ACCIONES.

### 3.1.- FORMA EN QUE SE CALCULA LA DEMANDA DE CAUDAL.

Actuaremos por semejanza con las dotaciones empleadas por la compañía de Gas Natural en otros polígonos industriales:

Los caudales máximos probables o de simultaneidad en instalaciones individuales, se obtendrán:  
 $Q_{si}(Nm^3/h) = A+B+(C+D+.....+N)/2$

Siendo A y B los caudales en  $m^3/h$  (N), y C,D y hasta N , el resto de aparatos instalados, que habrá que dividir su consumo por dos y sumarlo a los anteriores. A falta de conocimiento de los aparatos realmente instalado, prescindiremos de los coeficientes de simultaneidad para este polígono.

La potencia nominal de utilización simultánea de la instalación individual, se determina por la fórmula:

$$P_{si}(th/h) = Q_{si} * PCS$$

Siendo PCS el Poder Calorífico Superior del Gas considerado en  $th/(N)m^3$ .

En este polígono industrial emplearemos las siguientes dotaciones:

Como potencia estimada se tomará como mínimo 0,030 KW/m<sup>2</sup>.

Las potencias nominales e utilización simultánea en la instalación común se calcularán aplicando la siguiente expresión:  $P_{sc} = Q_{sc} * PCS$

Siendo:

- ✓ Psc= potencia nominal de utilización simultánea de la instalación común (Kcal/h o th/h)
- ✓ Qsc= Caudal máximo probable o de simultaneidad en la instalación común (Nm3/h)
- ✓ PCS= poder calorífico superior del gas canalizado. (Kcal/Nm3 o th/h)

Recordemos las equivalencias:

1000 Kcal=1 th

1 Nm3/h=(1 th/h)/(1 th/Nm3)

1 Kw= 0.86 th/h =860 Kcal/h

El cálculo de la red se abordará tomando los siguientes caudales:

$Q \text{ (m3N/hora/m2parcela)}=0,0258 \text{ (th/h)/PCS}$

que tomando PCS=10 th/h para el gas natural se convierte en

$Q \text{ (m3N/h/m2parcela)}= 0.0026 \text{ m3N/h/m2}$

### 3.2.- CAUDALES DECONSUMOS POR SECTORES.

Según la distribución parcelaria de esta urbanización industrial, se obtienen las siguientes demandas de potencia y caudal por manzana:

MANZANA	SUPERFICIE	DOTACIÓN POTENCIA (KW/M2)	DOTACIÓN CAUDAL (M3/H.M2)	POTENCIA	CAUDAL
1	8761,55	0,03	0,0026	262,8465	22,78003
2	12535,47	0,03	0,0026	376,0641	32,592222
3	11877,33	0,03	0,0026	356,3199	30,881058
4	10705,48	0,03	0,0026	321,1644	27,834248
5	10780,31	0,03	0,0026	323,4093	28,028806
6	1906,39	0,03	0,0026	57,1917	4,956614
7	7064,98	0,03	0,0026	211,9494	18,368948
8	18464,25	0,03	0,0026	553,9275	48,00705
9	10286,46	0,03	0,0026	308,5938	26,744796
10	37456,97	0,03	0,0026	1123,7091	97,388122
11	24514,34	0,03	0,0026	735,4302	63,737284
12	5624,43	0,03	0,0026	168,7329	14,623518
13	10852,61	0,03	0,0026	325,5783	28,216786
14	13811,26	0,03	0,0026	414,3378	35,909276
15	13390,63	0,03	0,0026	401,7189	34,815638
16	6039,52	0,03	0,0026	181,1856	15,702752
EQUIP. SOCIAL	2995	0,3	0.0026	89.85	7.787
EQUIP. COMERCIAL	3002	0,3	0.0026	90.06	7.8052
				Potencia Total (KW): 6302.07	
				Caudal total (m3/hora): 546.17	

### 3.3.- COMBINACIONES.

Para los cálculos se han considerado tres posibilidades de funcionamiento de la red: a) con presión en el punto de suministro de 0,5 bares, b) con presión en el punto de suministro de 2,5 bares, y c) con presión en el punto de suministro e 3,5 bares.

Nos mantenemos siempre en el rango de la Media Presión B.

### 4.- CÁLCULOS.

Se incluyen a continuación los resultados de los cálculos.

#### **Cálculo mecánico y anclajes.**

Para las derivaciones en T, codos y bridas ciegas se emplearán dados de hormigón de 200 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia característica, con dimensiones de la superficie de apoyo de 40cm\*40cm mínimo y espesor mínimo de 15 cm. Para la presión de trabajo de las conducciones en este proyecto estas dimensiones son suficientes para aguantar los empujes producidos por la presión hidráulica en los cambios de dirección. Las barras de anclaje serán redondos de acero B-400-S de 16 mm de diámetro.

Las conducciones irán enterradas a una profundidad media de 100 cm desde la solera de la zanja a la superficie del pavimento cuando la conducción discorra por la calzada, pudiendo reducirse esta distancia a 80 cm. El ancho mínimo de zanja será de 60 cm. Irán apoyadas en camas de material granular compactado (arena) hasta 10 cm por encima de la generatriz superior del tubo. Así lo recomienda el P.P.T.G. Tuberías de abastecimiento de agua, y se evita de este modo cálculos específicos, excepto en aquellos puntos de especial dificultad.

Los tubos de PE de las series normalizadas podrán utilizarse sin necesidad de cálculo mecánico justificativo cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

Altura máxima de relleno sobre la generatriz superior:

- . En zanja estrecha: 6m
- . En zanja ancha, zanja terraplenada y bajo terraplén: 4m

Altura mínima de relleno sobre la generatriz superior:

- . Con sobrecargas móviles no superiores a 12 toneladas o sin sobrecargas móviles: 1m
- . Con sobrecargas móviles comprendidas entre 12 toneladas y 30 toneladas: 1,50m

Terreno natural de apoyo, y de la zanja hasta una altura sobre la generatriz superior del tubo no inferior a dos veces el diámetro: rocas y suelos estables ( que no sean arcillas expansivas o muy plásticas, fangos, ni suelos orgánicos CN, OL y OH de Casagrande).

Máxima presión exterior uniforme debida al agua intersticial o a otro fluido en contacto con el tubo: 0.6 kp/cm<sup>2</sup>.

### 5. ANEXOS DE CÁLCULO

# Listado general de la instalación

Nombre Obra: Instalación de Gas Natural del Pol. Ind. San Carlos (T.M. REDOVÁN)

Fecha: 14/07/05

## 1. Descripción de la red gas

- Título: Instalación de Gas Natural del Pol. Ind. San Carlos (T.M. REDOVÁN)
- Población: REDOVAN (ALICANTE)
- Fecha: FEBRERO 2002
  
- Presión de servicio efectiva: 0.50 bar
- Densidad relativa del gas: 0.62
- Poder calorífico superior: 10000.00 kcal/m<sup>3</sup>
- Poder calorífico inferior: 9000.00 kcal/m<sup>3</sup>
- Se usa el Coef. Renouard cuadrático 48.6000

## 2. Descripción de los materiales empleados

Los materiales utilizados para esta instalación son:

### SDR11 2/4 TUBO HDPE

Descripción	Diámetros mm
DN125[+]	102.6
DN140[+]	114.3

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

## 3. Formulación

Para la fórmula de Renouard cuadrática (presión de servicio mayor a 0.10 bar):

$$P_1 - P_2 = C_{Rc} \cdot d_r \cdot L_e \cdot Q^2 \cdot D^{-4.82}$$
$$v = \frac{354 \cdot Q}{P_s \cdot D^2} \cdot Z$$

donde:

- P1 y P2 son las presiones absolutas en el origen y extremo en bar.
- CRc es el coeficiente de Renouard cuadrático, igual a 48.60
- dr es la densidad relativa del gas
- Le es la longitud equivalente del tramo en m
- Q es el caudal en Nm<sup>3</sup>/h
- D es el diámetro interior de la conducción en mm
- v es la velocidad del gas en la conducción en m/s
- Ps es la presión de servicio en bar
- Z es el coeficiente de compresibilidad

## 4. Combinaciones

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los consumos, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Unica
Combinación 1	1.00
Combinación 2	1.00
Combinación 3	1.00

# Listado general de la instalación

Nombre Obra: Instalación de Gas Natural del Pol. Ind. San Carlos (T.M. REDOVÁN)

Fecha:14/07/05

## 5. Resultados

### 5.1 Listado de nudos

Combinación: Combinación 1

Nudo	Potencia demandada kW	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
N2	---	0.4473	10.5462	
N5	---	0.4389	12.2157	
N8	---	0.4420	11.5912	
N10	---	0.4422	11.5634	
N11	---	0.4412	11.7571	
N13	---	0.4406	11.8752	
N15	---	0.4403	11.9350	
N21	---	0.4418	11.6454	
N28	---	0.4410	11.8038	
NC1	3000.00	0.4343	13.1417	Pres. min.
NC2	262.84	0.4389	12.2272	
NC3	376.00	0.4368	12.6377	
NC4	321.00	0.4357	12.8583	
NC5	323.00	0.4373	12.5392	
NC6	57.00	0.4427	11.4550	Pres. máx.
NC7	179.00	0.4427	11.4656	
NC8	212.00	0.4409	11.8242	
NC9	553.00	0.4393	12.1444	
NC10	308.00	0.4395	12.1008	
NC11	1123.00	0.4405	11.9063	
NC12	735.00	0.4409	11.8172	
NC13	168.00	0.4410	11.8057	
NC14	325.00	0.4407	11.8533	
NC15	414.00	0.4406	11.8808	
NC16	401.00	0.4405	11.9082	
NC17	181.00	0.4404	11.9281	
SG1	---	0.5000	0.0000	

Combinación: Combinación 2

Nudo	Potencia demandada kW	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
N2	---	2.4776	395.5228	
N5	---	2.4741	394.8260	
N8	---	2.4754	395.0862	
N10	---	2.4755	395.0979	
N11	---	2.4751	395.0171	
N13	---	2.4748	394.9678	
N15	---	2.4747	394.9429	
N21	---	2.4753	395.0636	
N28	---	2.4750	394.9976	
NC1	3000.00	2.4722	394.4410	Pres. min.
NC2	262.84	2.4741	394.8212	
NC3	376.00	2.4733	394.6504	
NC4	321.00	2.4728	394.5587	
NC5	323.00	2.4735	394.6914	
NC6	57.00	2.4757	395.1431	Pres. máx.
NC7	179.00	2.4757	395.1386	
NC8	212.00	2.4749	394.9891	
NC9	553.00	2.4743	394.8557	
NC10	308.00	2.4744	394.8739	
NC11	1123.00	2.4748	394.9549	
NC12	735.00	2.4750	394.9920	

## Listado general de la instalación

Nombre Obra: Instalación de Gas Natural del Pol. Ind. San Carlos (T.M. REDOVÁN)

Fecha: 14/07/05

Nudo	Potencia demandada kW	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
NC13	168.00	2.4750	394.9968	
NC14	325.00	2.4749	394.9770	
NC15	414.00	2.4748	394.9655	
NC16	401.00	2.4748	394.9541	
NC17	181.00	2.4747	394.9458	
SG1	---	2.5000	400.0000	

### Combinación: Combinación 3

Nudo	Potencia demandada kW	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
N2	---	3.4826	596.5192	
N5	---	3.4799	595.9783	
N8	---	3.4809	596.1803	
N10	---	3.4809	596.1894	
N11	---	3.4806	596.1266	
N13	---	3.4804	596.0884	
N15	---	3.4803	596.0691	
N21	---	3.4808	596.1628	
N28	---	3.4806	596.1115	
NC1	3000.00	3.4784	595.6795	Pres. min.
NC2	262.84	3.4799	595.9746	
NC3	376.00	3.4792	595.8421	
NC4	321.00	3.4789	595.7709	
NC5	323.00	3.4794	595.8738	
NC6	57.00	3.4811	596.2244	Pres. máx.
NC7	179.00	3.4811	596.2210	
NC8	212.00	3.4805	596.1049	
NC9	553.00	3.4800	596.0014	
NC10	308.00	3.4801	596.0155	
NC11	1123.00	3.4804	596.0784	
NC12	735.00	3.4805	596.1072	
NC13	168.00	3.4806	596.1109	
NC14	325.00	3.4805	596.0955	
NC15	414.00	3.4804	596.0866	
NC16	401.00	3.4804	596.0778	
NC17	181.00	3.4804	596.0713	
SG1	---	3.5000	600.0000	

### 5.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

### Combinación: Combinación 1

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m <sup>3</sup> /h	Velocidad m/s	Périd. bar/100m	Coment.
N2	N8	48.95	DN140[+]	464.90	8.33	0.0107	
N2	NC6	92.34	DN140[+]	303.84	5.44	0.0049	
N2	SG1	201.72	DN140[+]	-768.74	-13.77	0.0261	Vel.máx.
N3	N8	17.41	DN140[+]	-259.03	-4.64	0.0037	
N3	NC11	25.28	DN140[+]	259.03	4.64	0.0037	
N5	NC2	131.28	DN140[+]	22.60	0.40	0.0000	
N5	NC3	104.07	DN125[+]	139.85	3.11	0.0020	
N5	NC11	97.89	DN140[+]	-162.45	-2.91	0.0016	
N8	NC5	115.81	DN125[+]	205.87	4.58	0.0041	
N10	N11	68.14	DN140[+]	153.39	2.75	0.0014	
N10	N21	23.13	DN125[+]	130.15	2.89	0.0018	
N10	NC6	12.46	DN140[+]	-283.54	-5.08	0.0043	

## Listado general de la instalación

Nombre Obra: Instalación de Gas Natural del Pol. Ind. San Carlos (T.M. REDOVÁN)

Fecha:14/07/05

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m3/h	Velocidad m/s	Péridid. bar/100m	Coment.
N11	N28	32.44	DN140[+]	105.53	1.89	0.0007	Vel.mín.
N11	NC14	167.30	DN125[+]	47.87	1.06	0.0003	
N12	N13	21.00	DN140[+]	87.29	1.56	0.0005	
N12	N31	29.07	DN140[+]	-87.29	-1.56	0.0005	
N13	N32	40.11	DN140[+]	61.93	1.11	0.0003	
N13	NC16	182.20	DN125[+]	25.37	0.56	0.0001	
N14	N15	14.93	DN140[+]	61.93	1.11	0.0003	
N14	N32	54.44	DN140[+]	-61.93	-1.11	0.0003	
N15	N16	50.57	DN140[+]	74.05	1.33	0.0004	
N15	NC17	146.22	DN125[+]	-12.12	-0.27	0.0000	
N16	N17	26.99	DN140[+]	74.05	1.33	0.0004	
N17	NC10	84.18	DN125[+]	74.05	1.65	0.0006	
N21	NC12	180.20	DN125[+]	63.21	1.40	0.0005	
N21	NC13	151.51	DN125[+]	66.94	1.49	0.0005	
N28	N29	80.93	DN125[+]	18.23	0.41	0.0000	
N28	N31	19.92	DN140[+]	87.29	1.56	0.0005	
N29	NC8	124.16	DN125[+]	18.23	0.41	0.0000	
NC1	NC3	95.68	DN125[+]	-161.33	-3.59	0.0026	
NC1	NC4	136.57	DN125[+]	-96.67	-2.15	0.0010	
NC3	NC5	138.02	DN125[+]	-53.82	-1.20	0.0004	
NC4	NC5	97.48	DN125[+]	-124.27	-2.76	0.0016	
NC6	NC7	145.40	DN125[+]	15.39	0.34	0.0000	
NC9	NC10	76.61	DN125[+]	-47.56	-1.06	0.0003	
NC13	NC14	69.96	DN125[+]	52.49	1.17	0.0003	
NC14	NC15	22.53	DN125[+]	72.41	1.61	0.0006	
NC15	NC16	76.80	DN125[+]	36.81	0.82	0.0002	
NC16	NC17	93.64	DN125[+]	27.69	0.62	0.0001	

### Combinación: Combinación 2

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m3/h	Velocidad m/s	Péridid. bar/100m	Coment.
N2	N8	48.95	DN140[+]	464.90	8.33	0.0045	Vel.máx.
N2	NC6	92.34	DN140[+]	303.84	5.44	0.0021	
N2	SG1	201.72	DN140[+]	-768.74	-13.77	0.0111	
N3	N8	17.41	DN140[+]	-259.03	-4.64	0.0015	
N3	NC11	25.28	DN140[+]	259.03	4.64	0.0015	
N5	NC2	131.28	DN140[+]	22.60	0.40	0.0000	
N5	NC3	104.07	DN125[+]	139.85	3.11	0.0008	
N5	NC11	97.89	DN140[+]	-162.45	-2.91	0.0007	
N8	NC5	115.81	DN125[+]	205.87	4.58	0.0017	
N10	N11	68.14	DN140[+]	153.39	2.75	0.0006	
N10	N21	23.13	DN125[+]	130.15	2.89	0.0007	
N10	NC6	12.46	DN140[+]	-283.54	-5.08	0.0018	
N11	N28	32.44	DN140[+]	105.53	1.89	0.0003	
N11	NC14	167.30	DN125[+]	47.87	1.06	0.0001	
N12	N13	21.00	DN140[+]	87.29	1.56	0.0002	
N12	N31	29.07	DN140[+]	-87.29	-1.56	0.0002	
N13	N32	40.11	DN140[+]	61.93	1.11	0.0001	
N13	NC16	182.20	DN125[+]	25.37	0.56	0.0000	
N14	N15	14.93	DN140[+]	61.93	1.11	0.0001	
N14	N32	54.44	DN140[+]	-61.93	-1.11	0.0001	
N15	N16	50.57	DN140[+]	74.05	1.33	0.0002	
N15	NC17	146.22	DN125[+]	-12.12	-0.27	0.0000	
N16	N17	26.99	DN140[+]	74.05	1.33	0.0002	
N17	NC10	84.18	DN125[+]	74.05	1.65	0.0003	
N21	NC12	180.20	DN125[+]	63.21	1.40	0.0002	

## Listado general de la instalación

Nombre Obra: Instalación de Gas Natural del Pol. Ind. San Carlos (T.M. REDOVÁN)

Fecha: 14/07/05

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m3/h	Velocidad m/s	Périd. bar/100m	Coment.
N21	NC13	151.51	DN125[+]	66.94	1.49	0.0002	
N28	N29	80.93	DN125[+]	18.23	0.41	0.0000	
N28	N31	19.92	DN140[+]	87.29	1.56	0.0002	
N29	NC8	124.16	DN125[+]	18.23	0.41	0.0000	
NC1	NC3	95.68	DN125[+]	-161.33	-3.59	0.0011	
NC1	NC4	136.57	DN125[+]	-96.67	-2.15	0.0004	
NC3	NC5	138.02	DN125[+]	-53.82	-1.20	0.0001	
NC4	NC5	97.48	DN125[+]	-124.28	-2.76	0.0007	
NC6	NC7	145.40	DN125[+]	15.39	0.34	0.0000	
NC9	NC10	76.61	DN125[+]	-47.56	-1.06	0.0001	
NC13	NC14	69.96	DN125[+]	52.49	1.17	0.0001	
NC14	NC15	22.53	DN125[+]	72.41	1.61	0.0003	
NC15	NC16	76.80	DN125[+]	36.81	0.82	0.0001	
NC16	NC17	93.64	DN125[+]	27.69	0.62	0.0000	

### Combinación: Combinación 3

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m3/h	Velocidad m/s	Périd. bar/100m	Coment.
N2	N8	48.95	DN140[+]	464.90	8.33	0.0035	
N2	NC6	92.34	DN140[+]	303.84	5.44	0.0016	
N2	SG1	201.72	DN140[+]	-768.74	-13.77	0.0086	Vel.máx.
N3	N8	17.41	DN140[+]	-259.03	-4.64	0.0012	
N3	NC11	25.28	DN140[+]	259.03	4.64	0.0012	
N5	NC2	131.28	DN140[+]	22.60	0.40	0.0000	
N5	NC3	104.07	DN125[+]	139.85	3.11	0.0007	
N5	NC11	97.89	DN140[+]	-162.45	-2.91	0.0005	
N8	NC5	115.81	DN125[+]	205.87	4.58	0.0013	
N10	N11	68.14	DN140[+]	153.39	2.75	0.0005	
N10	N21	23.13	DN125[+]	130.15	2.89	0.0006	
N10	NC6	12.46	DN140[+]	-283.54	-5.08	0.0014	
N11	N28	32.44	DN140[+]	105.53	1.89	0.0002	
N11	NC14	167.30	DN125[+]	47.87	1.06	0.0001	
N12	N13	21.00	DN140[+]	87.29	1.56	0.0002	
N12	N31	29.07	DN140[+]	-87.29	-1.56	0.0002	
N13	N32	40.11	DN140[+]	61.93	1.11	0.0001	
N13	NC16	182.20	DN125[+]	25.37	0.56	0.0000	
N14	N15	14.93	DN140[+]	61.93	1.11	0.0001	
N14	N32	54.44	DN140[+]	-61.93	-1.11	0.0001	
N15	N16	50.57	DN140[+]	74.05	1.33	0.0001	
N15	NC17	146.22	DN125[+]	-12.12	-0.27	0.0000	Vel.min.
N16	N17	26.99	DN140[+]	74.05	1.33	0.0001	
N17	NC10	84.18	DN125[+]	74.05	1.65	0.0002	
N21	NC12	180.20	DN125[+]	63.21	1.40	0.0002	
N21	NC13	151.51	DN125[+]	66.94	1.49	0.0002	
N28	N29	80.93	DN125[+]	18.23	0.41	0.0000	
N28	N31	19.92	DN140[+]	87.29	1.56	0.0002	
N29	NC8	124.16	DN125[+]	18.23	0.41	0.0000	
NC1	NC3	95.68	DN125[+]	-161.33	-3.59	0.0008	
NC1	NC4	136.57	DN125[+]	-96.67	-2.15	0.0003	
NC3	NC5	138.02	DN125[+]	-53.82	-1.20	0.0001	
NC4	NC5	97.48	DN125[+]	-124.28	-2.76	0.0005	
NC6	NC7	145.40	DN125[+]	15.39	0.34	0.0000	
NC9	NC10	76.61	DN125[+]	-47.56	-1.06	0.0001	
NC13	NC14	69.96	DN125[+]	52.49	1.17	0.0001	
NC14	NC15	22.53	DN125[+]	72.41	1.61	0.0002	
NC15	NC16	76.80	DN125[+]	36.81	0.82	0.0001	



## Listado general de la instalación

Nombre Obra: Instalación de Gas Natural del Pol. Ind. San Carlos (T.M. REDOVÁN)

Fecha: 14/07/05

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m <sup>3</sup> /h	Velocidad m/s	Péridid. bar/100m	Coment.
NC16	NC17	93.64	DN125[+]	27.69	0.62	0.0000	

### 6. Envoltente

Se indican los máximos de los valores absolutos.

#### Envoltente de máximos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m <sup>3</sup> /h	Péridid. bar/100m	Velocidad m/s
N2	N8	48.95	DN140[+]	464.90	0.01	8.33
N2	NC6	92.34	DN140[+]	303.84	0.00	5.44
N2	SG1	201.72	DN140[+]	768.74	0.03	13.77
N3	N8	17.41	DN140[+]	259.03	0.00	4.64
N3	NC11	25.28	DN140[+]	259.03	0.00	4.64
N5	NC2	131.28	DN140[+]	22.60	0.00	0.40
N5	NC3	104.07	DN125[+]	139.85	0.00	3.11
N5	NC11	97.89	DN140[+]	162.45	0.00	2.91
N8	NC5	115.81	DN125[+]	205.87	0.00	4.58
N10	N11	68.14	DN140[+]	153.39	0.00	2.75
N10	N21	23.13	DN125[+]	130.15	0.00	2.89
N10	NC6	12.46	DN140[+]	283.54	0.00	5.08
N11	N28	32.44	DN140[+]	105.53	0.00	1.89
N11	NC14	167.30	DN125[+]	47.87	0.00	1.06
N12	N13	21.00	DN140[+]	87.29	0.00	1.56
N12	N31	29.07	DN140[+]	87.29	0.00	1.56
N13	N32	40.11	DN140[+]	61.93	0.00	1.11
N13	NC16	182.20	DN125[+]	25.37	0.00	0.56
N14	N15	14.93	DN140[+]	61.93	0.00	1.11
N14	N32	54.44	DN140[+]	61.93	0.00	1.11
N15	N16	50.57	DN140[+]	74.05	0.00	1.33
N15	NC17	146.22	DN125[+]	12.12	0.00	0.27
N16	N17	26.99	DN140[+]	74.05	0.00	1.33
N17	NC10	84.18	DN125[+]	74.05	0.00	1.65
N21	NC12	180.20	DN125[+]	63.21	0.00	1.40
N21	NC13	151.51	DN125[+]	66.94	0.00	1.49
N28	N29	80.93	DN125[+]	18.23	0.00	0.41
N28	N31	19.92	DN140[+]	87.29	0.00	1.56
N29	NC8	124.16	DN125[+]	18.23	0.00	0.41
NC1	NC3	95.68	DN125[+]	161.33	0.00	3.59
NC1	NC4	136.57	DN125[+]	96.67	0.00	2.15
NC3	NC5	138.02	DN125[+]	53.82	0.00	1.20
NC4	NC5	97.48	DN125[+]	124.28	0.00	2.76
NC6	NC7	145.40	DN125[+]	15.39	0.00	0.34
NC9	NC10	76.61	DN125[+]	47.56	0.00	1.06
NC13	NC14	69.96	DN125[+]	52.49	0.00	1.17
NC14	NC15	22.53	DN125[+]	72.41	0.00	1.61
NC15	NC16	76.80	DN125[+]	36.81	0.00	0.82
NC16	NC17	93.64	DN125[+]	27.69	0.00	0.62

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

#### Envoltente de mínimos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m <sup>3</sup> /h	Péridid. bar/100m	Velocidad m/s
N2	N8	48.95	DN140[+]	464.90	0.00	8.33
N2	NC6	92.34	DN140[+]	303.84	0.00	5.44
N2	SG1	201.72	DN140[+]	768.74	0.01	13.77
N3	N8	17.41	DN140[+]	259.03	0.00	4.64

## Listado general de la instalación

Nombre Obra: Instalación de Gas Natural del Pol. Ind. San Carlos (T.M. REDOVÁN)

Fecha: 14/07/05

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m <sup>3</sup> /h	Péridid. bar/100m	Velocidad m/s
N3	NC11	25.28	DN140[+]	259.03	0.00	4.64
N5	NC2	131.28	DN140[+]	22.60	0.00	0.40
N5	NC3	104.07	DN125[+]	139.85	0.00	3.11
N5	NC11	97.89	DN140[+]	162.45	0.00	2.91
N8	NC5	115.81	DN125[+]	205.87	0.00	4.58
N10	N11	68.14	DN140[+]	153.39	0.00	2.75
N10	N21	23.13	DN125[+]	130.15	0.00	2.89
N10	NC6	12.46	DN140[+]	283.54	0.00	5.08
N11	N28	32.44	DN140[+]	105.53	0.00	1.89
N11	NC14	167.30	DN125[+]	47.87	0.00	1.06
N12	N13	21.00	DN140[+]	87.29	0.00	1.56
N12	N31	29.07	DN140[+]	87.29	0.00	1.56
N13	N32	40.11	DN140[+]	61.93	0.00	1.11
N13	NC16	182.20	DN125[+]	25.37	0.00	0.56
N14	N15	14.93	DN140[+]	61.93	0.00	1.11
N14	N32	54.44	DN140[+]	61.93	0.00	1.11
N15	N16	50.57	DN140[+]	74.05	0.00	1.33
N15	NC17	146.22	DN125[+]	12.12	0.00	0.27
N16	N17	26.99	DN140[+]	74.05	0.00	1.33
N17	NC10	84.18	DN125[+]	74.05	0.00	1.65
N21	NC12	180.20	DN125[+]	63.21	0.00	1.40
N21	NC13	151.51	DN125[+]	66.94	0.00	1.49
N28	N29	80.93	DN125[+]	18.23	0.00	0.41
N28	N31	19.92	DN140[+]	87.29	0.00	1.56
N29	NC8	124.16	DN125[+]	18.23	0.00	0.41
NC1	NC3	95.68	DN125[+]	161.33	0.00	3.59
NC1	NC4	136.57	DN125[+]	96.67	0.00	2.15
NC3	NC5	138.02	DN125[+]	53.82	0.00	1.20
NC4	NC5	97.48	DN125[+]	124.27	0.00	2.76
NC6	NC7	145.40	DN125[+]	15.39	0.00	0.34
NC9	NC10	76.61	DN125[+]	47.56	0.00	1.06
NC13	NC14	69.96	DN125[+]	52.49	0.00	1.17
NC14	NC15	22.53	DN125[+]	72.41	0.00	1.61
NC15	NC16	76.80	DN125[+]	36.81	0.00	0.82
NC16	NC17	93.64	DN125[+]	27.69	0.00	0.62

### 7. Medición

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

#### SDR11 2/4 TUBO HDPE

Descripción	Longitud m	Long. mayorada m
DN125[+]	2312.39	2774.86
DN140[+]	984.94	1181.93

Se emplea un coeficiente de mayoración en las longitudes del 20.0 % para simular en el cálculo las pérdidas en elementos especiales no tenidos en cuenta en el diseño.