

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE SAN
FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA
VICERRECTORADO
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**



**DISEÑO DE UNA RED SECUNDARIA PARA SUMINISTRO
DE GAS NATURAL DOMICILIARIO, PARA LA COMUNIDAD
DE SANTIAGO DE COTAGAITA DEL DEPARTAMENTO DE
POTOSI**

**TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN TRANSPORTE,
ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS**

DENNIS OLIVER CUESTAS CHUNGARA

Sucre – Bolivia

2023

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Diplomado en Transporte, Almacenamiento y Distribución de Hidrocarburos de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Dennis Oliver Cuestas Chungara

Sucre, diciembre de 2023

DEDICATORIA

A mi Madre Gladys por su apoyo incondicional y comprensión en todo aspecto de mi vida, sus sabios consejos y valores inculcados a lo largo de mi vida, me permitieron ayudar a construir el carácter de la persona que soy ahora.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, que no duda en brindarme apoyo en cualquier aspecto de mi vida, enseñarme que se puede todo en esta vida si uno se lo propone, a tener el temple para afrontar cualquier situación que se presente y sobre todo al estar ahí en los momentos que más la necesité.

A mis hermanos por aportar con su granito de arena en el tiempo que los tengo a mi lado.

A mis amigos los cuales me brindan apoyo y me guían para ser mejor persona.

INDICE

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.1.1. Antecedente Nacional.....	1
1.1.2. Antecedente Local.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3. JUSTIFICACION.....	2
1.3.1. Justificación Técnica.....	2
1.3.2. Justificación Económica.....	3
1.3.3. Justificación Social.....	3
1.4. METODOLOGÍA.....	3
1.4.1. Métodos.....	3
1.4.2. Técnicas.....	4
1.4.3. Instrumentos.....	4
1.5. OBJETIVOS.....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II: DESARROLLO	5
2.1. MARCO TEORICO	5
2.1.1. Gas Natural.....	5
2.1.1.1. Propiedades de Gas Natural	5
2.1.1.2. Composición de Gas Natural.....	5
2.1.1.3. Usos del Gas Natural	6
2.1.2. Propiedades de GLP.....	7
2.1.2.1. Usos del GLP	8
2.1.3. Comparación entre uso del Gas Natural y el GLP.....	8
2.1.4. Transporte de Gas Natural en Bolivia	9
2.1.5. Sistema de Distribución de Gas Natural.....	9
2.1.5.1. City Gate (Puerta de Ciudad).....	10
2.1.5.2. Estación Satelital de Regasificación (ESR).....	11
2.1.5.3. Red Primaria	12
2.1.5.4. Estación Distrital de Regulación (EDR).....	12
2.1.5.5. Red Secundaria.....	12
2.1.5.6. Acometida	12
2.1.5.7. Gabinete de Regulación y Medición	13

2.1.5.8. Instalación Interna Domestica y Comercial	13
2.1.6. <i>Variables involucradas en el diseño</i>	14
2.1.7. <i>Proyección de Vivienda y Población</i>	14
2.1.8. <i>Marco Normativo</i>	14
2.1.9. <i>Software de apoyo AutoCAD y CypeCAD</i>	14
2.2. MARCO CONTEXTUAL.....	15
2.2.1. <i>Ubicación Geográfica</i>	15
2.2.2. <i>Economía</i>	15
2.2.3. <i>Población Total</i>	16
2.2.4. <i>Contexto Socioeconómico</i>	16
2.2.5. <i>Contexto Cultural</i>	16
2.2.6. <i>Alcance</i>	16
2.3. INFORMACION Y DATOS OBTENIDOS	17
2.3.1. <i>Variables Involucradas en el Diseño</i>	17
2.3.2. <i>Determinación y Análisis de la Demanda al 2043</i>	18
2.3.2.1. <i>Proyección de Población</i>	18
2.3.2.2. <i>Caudal Sector Doméstico (Q_{DOM})</i>	19
2.3.2.3. <i>Caudal Sector Comercial (Q_{COM})</i>	20
2.3.2.4. <i>Demanda Total (Q_T)</i>	20
2.3.3. <i>Diseño de Red Secundaria de Distribución</i>	21
2.3.3.1. <i>Criterios de Diseño</i>	22
2.3.3.2. <i>Modelado de la Red de Distribución</i>	22
2.3.3.3. <i>Elaboración del Plano Digital</i>	22
2.3.3.4. <i>Metodología de Diseño</i>	22
2.3.3.5. <i>Metodología de Cálculo</i>	23
2.3.3.6. <i>Metodología de Simulación</i>	24
2.3.3.7. <i>Plano Catastral de la comunidad de Santiago de Cotagaita</i>	24
2.3.3.8. <i>Plano de Simulación de Distribución de Red Secundaria</i>	24
2.3.3.9. <i>Resultados de Simulación</i>	25
2.4. ANALISIS Y DISCUSION	26
2.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	28
ANEXOS	1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Usos del Gas Natural	6
Figura 2. Propiedades del GLP	7
Figura 3. Usos del GLP	8
Figura 4. Tendido de Gasoducto	9
Figura 5. Sistema de Distribución de Redes de Gas	10
Figura 6. Régimen de Presiones	10
Figura 7. City Gate	11
Figura 8. Sistema de Distribución del GNL.....	11
Figura 9. Estación Distrital de Regulación (EDR)	12
Figura 10. Acometida y Gabinete de Medición y Regulación.....	13
Figura 11. Instalación Interna de Gas Natural	13
Figura 12. Municipio de Cotagaita	15
Figura 13. Imagen Satelital Centro Poblado Cotagaita.....	17
Figura 15. Resultados Requerimiento de Caudal Simulación CypeCAD	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición del Gas Natural	5
Tabla 2. Comparativa entre Gas Natural y GLP	8
Tabla 3. Datos Demográficos y de Vivienda	18
Tabla 4. Proyección de habitantes y usuarios al año 2043, Santiago de Cotagaita.....	18
Tabla 5. Porcentajes mínimos de cobertura y simultaneidad de aparatos	19
Tabla 6. Requerimiento energético, aparatos a Gas Natural	19
Tabla 7. Caudal total proyectado a 2043	21
Tabla 8. Parámetro requeridos software CypeCAD	23
Tabla 9. Resultados Máximos y Mínimos Simulación CypeCAD Modelo 1	25
Tabla 10. Resultados Máximos y Mínimos Simulación CypeCAD 2 Modelo 2.....	25
Tabla 11. Longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.	25

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. Antecedente Nacional

Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (Y.P.F.B.) trabaja en función a la premisa de “gas primero para los bolivianos”. Tiene el objetivo de llegar con este servicio básico a los centros urbanos, ciudades intermedias, comunidades rurales y barrios alejados de las urbes.

Como resultado, miles de hogares dejaron atrás la leña, el querosén y las garrafas de GLP para comenzar a utilizar el gas natural como fuente de energía.

Por esta razón, YPFB realiza la distribución de Gas Natural llegando hasta el consumidor final ubicado en las ciudades capitales y en diferentes ciudades intermedias a través de redes de Gas Natural. La construcción de la red primaria y secundaria, así como la instalación de gas para su uso en domicilios, locales comerciales y para la industria permite un suministro continuo de gas natural.

Las conexiones de gas domiciliario son consideradas como uno de los proyectos de mayor impacto social que encara la estatal petrolera, ya que permite a las familias ahorrar recursos económicos y mejorar su calidad de vida

Dado que varias poblaciones a nivel nacional son beneficiadas con el suministro de gas natural virtual del Gas Natural Liquido (GNL) a través de cisternas a las ESR's. La comunidad, tiene la necesidad de contar con sistema de suministro de gas el cual brinde un servicio continuo e ininterrumpido de esta fuente de energía.

1.1.2. Antecedente Local

La comunidad de Santiago de Cotagaita cuenta con todos los servicios básicos; Agua potable, energía eléctrica, alcantarillado. Además, conexión a internet y transporte de forma continua al estar ubicado entre la ruta principal Potosí – Villazón, mas éste no posee el suministro de gas natural como servicio básico indispensable.

Anteriormente se hizo un estudio económico para determinar las alternativas de suministro de gas natural a la comunidad, por medio del proyecto de grado de la U.S.F.X.CH elaborado por el entonces estudiante Andya Abdel, el cual se denomina como: “**ESTUDIO TECNICO ECONOMICO PARA SUMINSITRO DE GAS NATURAL A LA COMUNIDA DE SANTIAGO**”

DE COTAGAITA – POTOSÍ”. Donde se determinó que: De acuerdo con el estudio económico se puede determinar que ninguna de las alternativas de suministro de gas natural a la comunidad de Santiago de Cotagaita – Potosí..., se recomienda que **la mejor alternativa de suministro de Gas Natural es de la instalación de una planta satélite de regasificación** (Andya Abdel, U.S.F.X. ,2019).

En tal sentido, en base al D.S No.1996 el cual promueve el cambio de matriz energética y determina que toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo a los servicios básicos incluido el gas natural.

Al ser un beneficio social por ley, la estatal petrolera tendrá el desafío de llegar a los hogares de la comunidad en función a la alternativa ya mencionada.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La comunidad de Santiago de Cotagaita no cuenta con un suministro de gas natural domiciliario y se pretende beneficiar a todos los municipios del departamento de Potosí. Y esta al contar un incremento considerable de habitantes, implica un aumento en las necesidades básicas de servicio. Nos vemos en la necesidad elaborar este diseño de su red de distribución el cual brinde la información acertada sobre la demanda energética del municipio.

Ya que, por bastantes años hasta la fecha, las fuentes predominantes en el uso de energías son el GLP, implicando mayor costo económico a los habitantes de la comunidad, como la deficiencia en el abastecimiento del mismo. Como la contaminación regional que se ve a diario en la comunidad por la quema de Leña para cocción de alimentos o elaboración de algunos productos de comerciales.

1.3. JUSTIFICACION

1.3.1. Justificación Técnica

Este diseño permitirá conocer la demanda de gas natural en la comunidad de Santiago de Cotagaita, debido a que ésta tiene un incremento demográfico importante y por ende un crecimiento civil y consumo energético, esto permitirá elevar el nivel de vida de la comunidad como de sus habitantes.

En efecto, la comunidad al no contar con una línea directa de suministro de Gas Natural por Ducto para sus diferentes usos, éste puede ser tomado en cuenta en futuros proyectos de Estación Satelital de Regasificación (ESR) a nivel Nacional. Debido a que esta población

cuenta con una densidad demográfica de 31.801 habitantes según INE (Censo 2012) con una tasa de crecimiento poblacional de 2.15%.

1.3.2. Justificación Económica

La implementación de una red de distribución en la comunidad de Santiago de Cotagaita, beneficiara en gran manera la economía de la población, debido a que ésta tiene como fuentes de energía el GLP, que viene siendo un gasto mayor en comparación al gas natural, debido a que se hace uso de bastantes garrafas al mes según los diferentes usos que tiene, tanto en la parte doméstica y la parte comercial.

1.3.3. Justificación Social

Es necesario e indispensable desarrollar un diseño de un sistema de suministro de gas natural, las cuales brinden la información necesaria para el abastecimiento de dicho combustible a la población. Dejando así, la dependencia de energías ya mencionadas. Además de cierta forma se incentivará a dejar de lado la practica humana, del talado de árboles, los cuales son utilizados también ampliamente como fuente de energía para cocción de alimentos, reduciendo considerablemente las emisiones de CO₂ en el ambiente.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Métodos

- ✓ Método Bibliográfico: la información bibliográfica contribuirá en recabar la información necesaria para este estudio, siendo entre estos; información estadística poblacional, tasa de crecimiento poblacional, número de habitantes, cantidad de domicilio existentes, siendo esta información necesaria para calculo y demanda de gas natural. Como también las normativas y reglamentos vigentes para el diseño de una red secundaria que se expresan en el Anexo I (Reglamento de Diseño, Construcción y Operación de Redes de Gas Natural) de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).
- ✓ Método de Observación: nos permite analizar la situación actual de la población de estudio, comprender las características de la comunidad de Santiago de Cotagaita, población, vivienda, sector doméstico, áreas de sector comercial y ejes troncales los cuales nos permitirán establecer los criterios necesarios de diseño.

1.4.2. Técnicas

La técnica de recolección de datos técnicos en el municipio de Cotagaita por medio de la alcaldía, siendo específicamente del área de catastro urbano, el cual nos brindó tanto los planos y el área de planificación, brindó el “Plan de Territorial de Desarrollo Integral del Municipio de Cotagaita”, el cual posee toda la información indispensable y necesaria para la elaboración de la propuesta de diseño.

1.4.3. Instrumentos

Los datos estadísticos proporcionado por el INE disponibles en la página web del organismo gubernamental. Además de un grupo de discusión, donde se conoce las principales necesidades de la comunidad en cuanto al uso de energías alternativas.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Diseñar la red secundaria para la distribución de gas natural, para abastecer la demanda del sector doméstico y comercial para la comunidad de Santiago de Cotagaita en el departamento de Potosí.

1.5.2. Objetivos Específicos

- ✓ Reunir información, evaluar y determinar las variables las cuales serán necesarias para el diseño de la red secundaria.
- ✓ Estimar la demanda proyectada (al 2043) de gas natural tanto para la el sector doméstico y comercial para la comunidad de Santiago de Cotagaita.
- ✓ Realizar el diseño de la red secundaria para el suministro de gas natural para la comunidad de Santiago de Cotagaita con la ayuda del software CypeCAD.
- ✓ Evaluar el diseño proyectado adecuado el cual satisfaga la demanda de gas natural en la comunidad y este cumpla la normativa vigente según el Anexo I (Reglamento de Diseño, Construcción y Operación de Redes de Gas Natural) de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).

CAPÍTULO II: DESARROLLO

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. Gas Natural

Es una mezcla de hidrocarburos con predominio de metano y contenido menor de componentes como etano, propano, butano y otros.

2.1.1.1. Propiedades de Gas Natural

- El Gas Natural es una energía primaria por que proviene directamente de la naturaleza y se lo utiliza sin ninguna transformación.
- El Gas natural es un producto no contaminante, porque al arder correctamente no libera cenizas, monóxido de carbono ni compuestos sulfúricos.
- Es una fuente de energía limpia y competitiva.
- Es importante notar que el GN boliviano está exento de sulfuro de hidrógeno, esto es importante porque la presencia de azufre en el gas es altamente indeseable por los problemas de corrosión y contaminación que ocasiona.

2.1.1.2. Composición de Gas Natural

En la siguiente tabla se muestra el análisis cromatográfico del Gas Natural decepcionado de la empresa “Total Exploration & Production”

Tabla 1. Composición del Gas Natural

Nro	Componente	Simbolo	(%) molar
1	Nitrogeno	N2	0,8762
2	Dioxido de Carbono	CO2	0,9835
3	Oxigeno	O2	0,0000
4	Metano	C1	90,7075
5	Etano	C2	4,7017
6	Propano	C3	1,6912
7	Iso-Butano	i - C4	0,2712
8	n-Butano	n - C4	0,4264
9	Iso-Pentano	i - C5	0,1364
10	n-Pentano	n - C5	0,0979
11	Hexanos	C6	0,0740
12	Heptanos	C7	0,0254
13	Octanos	C8	0,0081
14	Nonanos	C9	0,0004
15	Decano	C10	0,0000
16	Undecano +	C11	0,0000

Fuente: Total Exploration & Production

2.1.1.3. Usos del Gas Natural

Figura 1. Usos del Gas Natural



Fuente: Chacón-Oblitas GAS

- ✚ Industrial: cabe recalcar que el sector industrial es uno de los consumidores de gas natural más grandes del país.
 - Como fuente de calor, el gas natural se usa en calderas industriales y en sistemas de calentamiento en procesos de producción industrial de metales, caucho, plástico, cemento, vidrio y cerámica.
 - Los hornos industriales de gas se utilizan en la producción metalúrgica para precalentamiento en trenes de laminación en caliente, en tratamientos térmicos y otros. En el sector cerámico se emplean hornos de gas tipo túnel, que disponen de una alta capacidad de producción y muy buena eficiencia energética. Además, estos hornos se emplean en la fabricación de ladrillos y en la industria de alimentación, en procesos de cocción y secado. El gas natural también se utiliza para el tratamiento y la incineración de residuos.
 - Gas Natural Vehicular (GNV): el Gas Natural Vehicular es uno de los combustibles más usados en nuestro país (después de la gasolina) debido a su excelente rendimiento y bajo costo.
- ✚ Comercial: variedad de actividades comerciales como; hospitales, hoteles, panaderías, saunas, restaurante, agua caliente, calefacción, etc. Donde hacen uso de esta eficiente fuente de energía.
- ✚ Doméstico: son millones de hogares bolivianos que usan Gas Natural en nuestro país, permitiéndoles realizar la cocción de alimentos (cocina y/o horno), calentamiento de

agua (calefón, termotanque, calentador de piscina) y calefacción (Estufas, radiadores, calderas)

Gas Licuado de Petróleo (GLP)

- Es un combustible que proviene de la mezcla de dos hidrocarburos principales: el propano y butano y otros en menor proporción. Es obtenido de la refinación del crudo del petróleo o del proceso de separación del crudo.
- Si bien el gas en garrafas se encuentra en forma de líquido (sometido a relativas altas presiones y bajas temperaturas), el mismo es usado por el consumidor en estado gaseoso.

2.1.2. Propiedades de GLP

- ✚ El **GLP** es un combustible que se caracteriza por su alto poder calorífico, por su eficiencia, por su versatilidad y por su bajo impacto medioambiental, comparado con otras opciones.
- ✚ El GLP es incoloro e inodoro. Se le añade un agente fuertemente “odorizante” para detectar con facilidad cualquier fuga. En condiciones normales de temperatura, el GLP es un gas.
- ✚ El GLP contamina el aire menos que el gasóleo, el fueloil, la madera o el carbón.

Figura 2. Propiedades del GLP



Fuente: Duragas Abastible

2.1.2.1. Usos del GLP

- **Industria:** Genera llamas de alta densidad ideales para fundición y soldadura. Se ha identificado como un combustible alternativo más limpio para el proceso de cocción de ladrillos: para elevar y mantener la temperatura del horno al nivel requerido durante unas pocas horas, para vitrificar los ladrillos de arcilla.
- **Domestica:** Para la cocción de alimentos, en parrillas y cocina, calentadores de agua y piscinas climatizadas, fuente de energía para equipos de calefacción.
- **Agricultura:** Es una opción térmica segura, eficiente y amigable con el medio ambiente para el control de malezas y plagas. Además, millones de galpones en el mundo mantienen la temperatura ideal gracias al GLP.

Figura 3. Usos del GLP



Fuente: <https://www.gasnova.co>

2.1.3. Comparación entre uso del Gas Natural y el GLP

Al realizar el cambio de matriz energética del GLP al Gas Natural, podemos hacer mención de algunas cualidades y/o diferencias entre ellos.

Tabla 2. Comparativa entre Gas Natural y GLP

Gas Natural	GLP
No se puede transportar con facilidad, se requiere infraestructura costosa de transporte	Se puede transportar a cualquier lugar, ya sea area urbana o rural, debido a que se puede almacenar en cilindros a presión (garrafas)
Es de operación más segura, ya que en caso de fugas se disipa fácilmente en la atmósfera, ya que sólo requiere una buena ventilación.	Se evapora formando una nube de vapor explosiva a nivel del piso
Ofrece un suministro constante del combustible	Requiere cambio de recipiente y corte temporal de suministro
Emissiones de contaminantes como CO2 son mínimas con una buena combustión.	Emissiones de contaminantes como CO2 son mayores con una buena combustión.

Fuente: *Elaboración Propia*

2.1.4. Transporte de Gas Natural en Bolivia

En el país, para transportar el petróleo crudo se emplea los oleoductos y camiones cisternas. El gas licuado de petróleo (GLP), gasolina y diésel son transportados por poliductos y camiones cisternas; mientras que el gas natural es conducido a través de gasoductos.

Figura 4. Tendido de Gasoducto

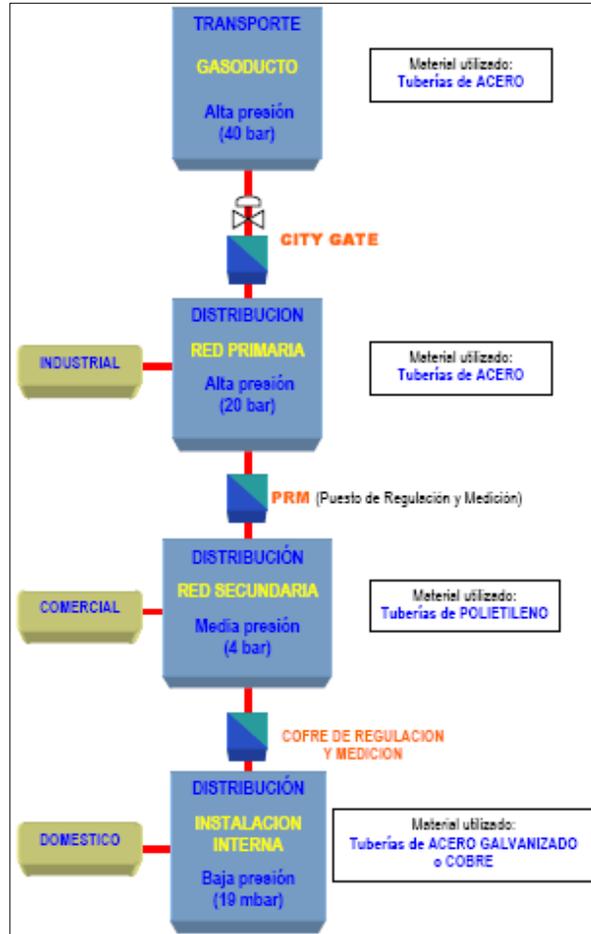


Fuente: <https://www.yxfbtransporte.com.bo>

2.1.5. Sistema de Distribución de Gas Natural

Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) realiza la distribución de Gas Natural llegando hasta el consumidor final ubicado en las ciudades capitales y en diferentes ciudades intermedias a través de redes de Gas Natural. La construcción de la red primaria y secundaria, así como la instalación de gas para su uso en domicilios, locales comerciales y para la industria permite un suministro continuo de gas natural.

Figura 5. Sistema de Distribución de Redes de Gas



Fuente: Texto Guía (Ingeniería del Gas Natural I), U.S.F.X, 2015

Figura 6. Régimen de Presiones

Baja Presión (BP):	Mayor a cero hasta 50 mbar inclusive
Media Presión A (MPA):	Mayor a 50 mbar hasta 0,4 bar inclusive
Media Presión B (MPB):	Mayor a 0,4 bar hasta 4 bar inclusive
Alta Presión (AP):	Mayor a 4 bar hasta 42 bar inclusive

Fuente: Anexo 5 ANH (Instalaciones de Categoría Domestica y comercial), 2016

2.1.5.1. City Gate (Puerta de Ciudad)

Son instalaciones destinadas a la recepción, filtrado, control de calidad del Gas Natural, regulación, medición, odorización y despacho del Gas Natural, a ser distribuido a través de los sistemas correspondientes.

Figura 7. City Gate



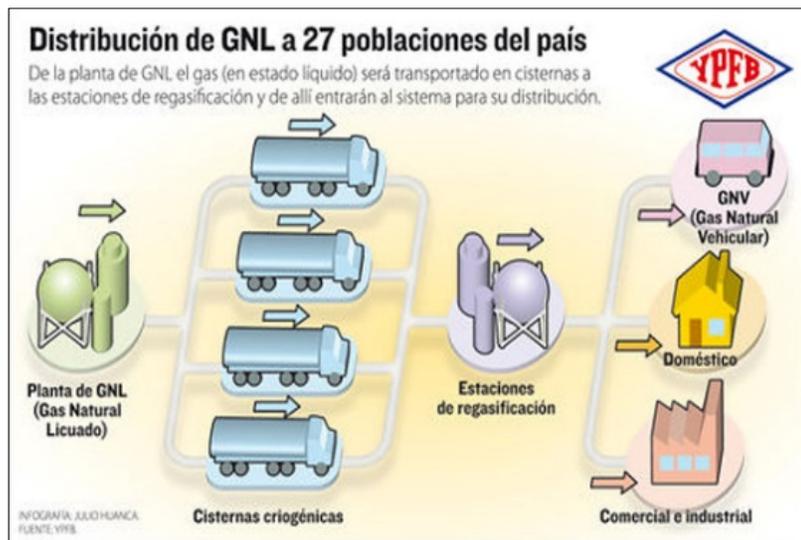
Fuente: Y.P.F.B. Distrito Redes de Gas Chuquisaca, 2017

2.1.5.2. Estación Satelital de Regasificación (ESR)

La Estación Satelital de Regasificación es una instalación de almacenamiento y regasificación del Gas Natural Licuado (GNL), para suministrar gas natural a un sistema de distribución domiciliario y a una estación de servicio de GNV.

El GNL se obtiene por un proceso de enfriamiento en el cual disminuye la temperatura del Gas Natural hasta $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$, con la consecuente licuefacción y reducción de su volumen en seiscientos veces, de esta forma el Gas Natural puede ser transportado, mediante camiones cisterna y ser transportados a centros de consumo ubicados en zonas lejanas.

Figura 8. Sistema de Distribución del GNL



Fuente: <https://www.anh.gob.bo>

2.1.5.3. Red Primaria

Es un Sistema de Distribución de Gas Natural que opera a presiones mayores a 4 bar hasta 42 bar inclusive, compuesta por tuberías de acero, válvulas, accesorios y cámaras de válvulas, que conforman la matriz del Sistema de Distribución a partir de la Puerta de Ciudad o City Gate.

2.1.5.4. Estación Distrital de Regulación (EDR)

Es una instalación que está destinada a la regulación del caudal y la presión del Gas Natural, proveniente del sistema primario para suministrar gas natural a media presión al sistema secundario.

Figura 9. Estación Distrital de Regulación (EDR)



Fuente: Y.P.F.B. Distrito Redes de Gas Chuquisaca, 2017

2.1.5.5. Red Secundaria

Sistema de Distribución de Gas Natural que opera a presiones mayores a 0,4 bar hasta 4 bar inclusive, compuesta por tuberías de polietileno, Acometidas, válvulas, accesorios y cámaras de válvulas, a partir de la Estación Distrital de Regulación.

2.1.5.6. Acometida

Conjunto de tuberías y accesorios que conforman la derivación de servicio, desde la interconexión a la Red Secundaria hasta la Válvula de Acometida.

2.1.5.7. Gabinete de Regulación y Medición

Recinto destinado a la regulación y medición, que en su interior consta de Válvula de Acometida, regulador y accesorios para el suministro de Gas Natural a Usuarios domésticos de Viviendas Multifamiliares o a Usuarios comerciales.

Figura 10. Acometida y Gabinete de Medición y Regulación



Fuente: Elaboración Propia

2.1.5.8. Instalación Interna Domestica y Comercial

Es el conjunto de tuberías, válvulas y accesorios apropiados para conducir Gas Natural, comprendido desde la salida del medidor hasta la Válvula de Mando del aparato en instalaciones de uso doméstico o comercial.

Figura 11. Instalación Interna de Gas Natural



Fuente: Elaboración Propia

2.1.6. Variables involucradas en el diseño

Las variables más importantes para el presente diseño son;

- ✚ Los planos catastrales, los cuales nos permitirán conocer las delimitaciones de la comunidad para desarrollar el diseño.
- ✚ El número de habitantes en la comunidad y número de hogares los cuales serán necesarios para determinar la caudal requerido por manzano en la comunidad.
- ✚ La tasa de crecimiento poblacional que será necesaria para los cálculos de caudal requerido a futuro.

2.1.7. Proyección de Vivienda y Población

Todos los datos estadísticos de vivienda y población, serán proporcionados por el INE, en el cual nos basaremos como base de cálculo para la proyección al año 2043.

2.1.8. Marco Normativo

Es impórtate tener en cuenta que el diseño de una red secundaria, es la documentación, el cual fijara los requerimientos mínimos del sistema de distribución de gas natural por redes, sientto estos;

- ✓ Anexo I (Diseño de Redes de Gas Natural)
- ✓ Anexo II (Construcción de Redes de Gas Natural)
- ✓ Anexo V (Instalación de Categoría Domestica y Comercial de Gas Natural)
- ✓ Anexo VII (Estaciones Distritales de Regulación)

2.1.9. Software de apoyo AutoCAD y CypeCAD

AutoCAD siendo un apoyo incondicional para el dimensionamiento de la red de manera digital, con el cual realizaremos la distribución de la red secundaria en la extensión total de la comunidad. Teniendo en cuenta el área de partida, la ubicación del EDR el cual estará ubicado en un área publica dentro de la comunidad.

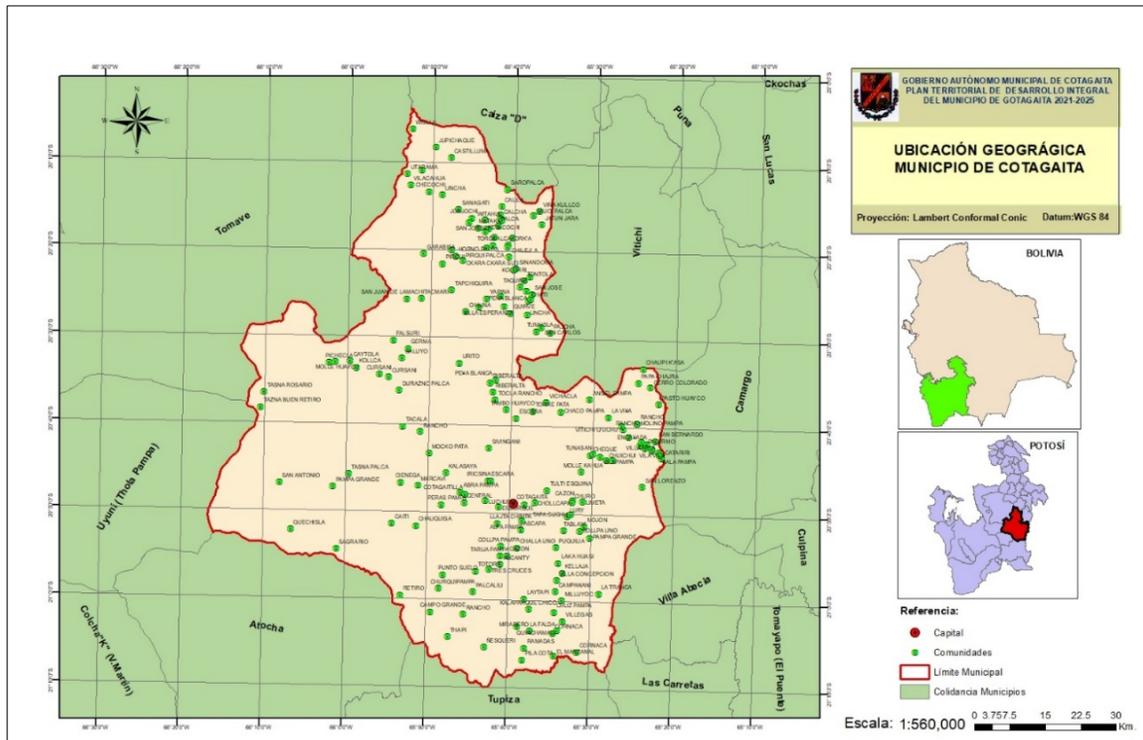
CypeCAD nos ayudara a realizar el dimensionamiento de la tubería en función a caudales, los cuales calcularemos de forma manual, y estos a su vez nos permitirán determinar sin el diámetro utilizado para el diseño es el más adecuado según su distribución y parámetros mínimos requeridos en diseño.

2.2. MARCO CONTEXTUAL

2.2.1. Ubicación Geográfica

El municipio de Santiago de Cotagaita se encuentra en el territorio ancestral de los chichas. Limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sur con Tupiza y Atocha, y al oeste con Uyuni y Tomave. Está ubicada en la ruta caminera Villazón-Tupiza-Cotagaita-Vitichi-Potosí, antiguamente el "camino del inca". Santiago de Cotagaita se encuentra a 180 kilómetros de la ciudad de Potosí, la capital departamental.

Figura 12. Municipio de Cotagaita



Fuente: Plan Territorial de Desarrollo Integral (PTDI) del Municipio de Cotagaita, 2021-2025

2.2.2. Economía

La economía del municipio se basa en la producción agrícola (papa, maíz y hortalizas) y ganadera (principalmente caprinos y en menor escala ovinos y vacunos), destinada al consumo familiar y el comercio, que se complementa con producción de tejidos artesanales. Los cultivos principales de árboles frutales (durazno, uva) cuyo producto abastece a los departamentos de Potosí y Oruro. El municipio es conocido como la capital frutícola del departamento de Potosí.

2.2.3. Población Total

Según datos recopilados del Censo y Vivienda, realizado en el año 2012 por el INE. El municipio de Cotagaita, cuenta con 31.801 habitantes, con una tasas de incremento anual poblacional intercensal del 2.50%, comprendidos entre los periodos de 2001-2012.

El centro poblado de Cotagaita, está asentado en una superficie de 7,02 Km²; con una población que alcanza a los 3.931 habitantes; considerado dentro de la categoría de Centros Poblados dentro del rango de 2.000 a 5000 habitantes. Energía eléctrica que alcanza al 84.20% de los hogares, el 91.84% cuentan con agua potable por cañería, gas de garrafa que utiliza el 86.24% de las familias y tienen la mayoría 98.24% de los hogares alcantarillado.

Siendo este incremento una de las razones de optar por un dimensionamiento de red secundaria de distribución de gas natural el cual brinde el acceso directo y continuo de este combustible en bien de los habitantes y desarrollo del municipio.

2.2.4. Contexto Socioeconómico

Sera en beneficio social para la comunidad, siendo este efecto la puerta al consumo interno del gas natural como cambio de matriz energética y fuente primaria de energía, siendo estos los más usados en las categoría doméstica y comercial.

Además, que éste representará una alternativa más justa, segura y económica para la economía interna de la comunidad, siendo este directamente competitivo en con el GLP, ya que éste último tiende a escasear, debido a diferentes factores externos, por ende, un incremento el precio del mismo.

2.2.5. Contexto Cultural

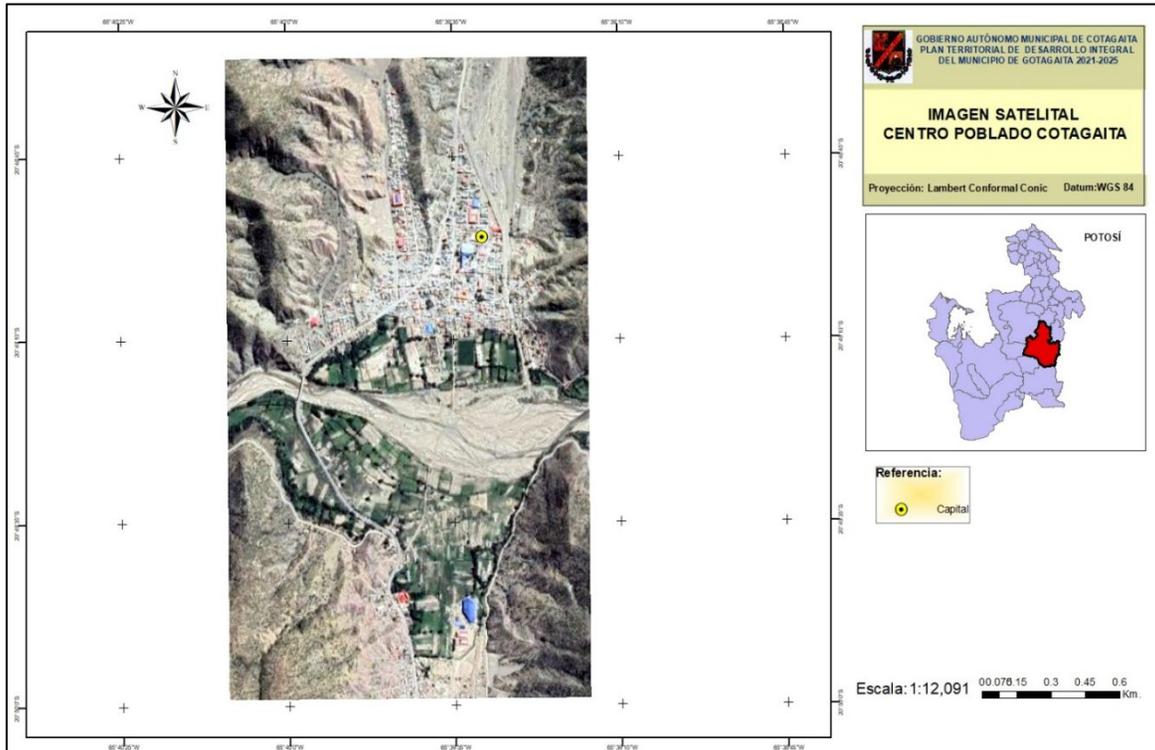
Como bien se hizo mención que las una de las principales fuentes de energía son el GLP y la leña, siendo este último mayor contaminante al medio ambiente por la emisión de CO₂ en comparación al Gas Natural, entonces se pretende reducir estas emisiones, también la incidencia humana en la tala de árboles.

2.2.6. Alcance

Si bien el municipio de Cotagaita está distribuido en 151 comunidades en el área rural y 16 barrios en el área urbana, organizados en 21 distritos, de los cuales 18 corresponden al área rural y 3 al área urbana de la localidad de Cotagaita, se realizará el dimensionamiento de la

red de distribución, solo en el área urbana de mayor población, siendo estos Santiago de Cotagaita, Cruz de Misión y 23 de marzo Llajta Chimpa.

Figura 13. Imagen Satelital Centro Poblado Cotagaita



Fuente: PTDI del municipio de Cotagaita, 2021-2025

2.3. INFORMACION Y DATOS OBTENIDOS

La comunidad de Santiago de Cotagaita no cuenta con el servicio de gas natural, para ello realizaremos el dimensionamiento de la red secundaria el cual brindará la información más optima en cuanto a parámetros técnicos, tendido de red, ubicación de EDR entre otros.

2.3.1. Variables Involucradas en el Diseño

Estos datos serán proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) mediante el censo nacional de población y vivienda realizado en el año 2012.

- ✓ Tasa de Crecimiento Poblacional
- ✓ Habitantes en la zona Urbana
- ✓ Número de Viviendas

Tabla 3. Datos Demográficos y de Vivienda

Tipo	Censo 2012	Tasa de Crecimiento (%)	Proyeccion 2023
POBLACION	3931	2,50	5158
VIVIENDAS	1152	2,50	1512

Fuente: PTDI Cotagaita, 2021-2025 basado en datos del INE, elaboración Propia.

2.3.2. Determinación y Análisis de la Demanda al 2043

2.3.2.1. Proyección de Población

Según los datos obtenidos por el Censo del año 2012. Realizaremos la proyección de población y viviendas de la comunidad del Cotagaita a 20 años desde la elaboración del presente proyecto, basándonos en la siguiente ecuación:

$$P_F = P_0(1 + r)^t \quad (1)$$

Donde:

P_F : Población Futura

P_0 : Población Inicial

r : Tasa de Crecimiento

t : Periodo

Tabla 4. Proyección de habitantes y usuarios al año 2043, Santiago de Cotagaita

AÑO	HABITANTES	USUARIOS	AÑO	HABITANTES	USUARIOS
2012	3931	1152	2028	5835	1712
2013	4029	1181	2029	5981	1755
2014	4130	1211	2030	6131	1799
2015	4233	1241	2031	6284	1844
2016	4339	1272	2032	6441	1890
2017	4447	1304	2033	6602	1937
2018	4558	1337	2034	6767	1985
2019	4672	1370	2035	6936	2035
2020	4789	1404	2036	7109	2086
2021	4909	1439	2037	7287	2138
2022	5032	1475	2038	7469	2191
2023	5158	1512	2039	7656	2246
2024	5287	1550	2040	7847	2302
2025	5419	1589	2041	8043	2360
2026	5554	1629	2042	8244	2419
2027	5693	1670	2043	8450	2479

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos del INE

2.3.2.2. Caudal Sector Doméstico (Q_{DOM})

Este cálculo será determinado por la siguiente ecuación:

$$Q_{DOM} = (A_1 * C_1 * S_1 + A_2 * C_2 * S_2) * N \quad (2)$$

Donde:

A : Porcentaje de cobertura del aparato, (%)

C : Consumo del aparato, (m³/h)

S : Coeficiente de simultaneidad del aparato, (adimensional)

N : Número de usuarios

Q_{DOM} : Caudal doméstico, (m³/h)

Tabla 5. Porcentajes mínimos de cobertura y simultaneidad de aparatos

Cobertura del Aparato		Coeficiente de Simultaneidad	
Cocina	Clentador de Agua	Cocina	Clentador de Agua
A1	A2	S1	S2
A establecer por la Empresa Distribuidora	20%	15%	30%

Fuente: Elaboración Propia en base al Anexo 1: Diseño de Redes de Gas Natural, 2016

En la determinación del consumo de gas natural se considera las viviendas constituidas en las viviendas del área urbana de la comunidad del Santiago de Cotagaita, teniendo en cuenta una cobertura del 100% de los hogares con cocina de 4 quemadores y horno. Además, el 20% de los usuarios tendrán el uso de un calefón.

Tabla 6. Requerimiento energético, aparatos a Gas Natural

APARATO	POTENCIA (Kw/hr)	CONSUMO (m3/hr)
Cocina	10,56	0,97
Calefon	14	1,29

Fuente: Elaboración Propia en base al Anexo 1: Diseño de Redes de Gas Natural, 2016

2.3.2.3. Caudal Sector Comercial (Q_{COM})

Se considerará el crecimiento del sector comercial en paralelo al sector doméstico, siendo estas principales actividades; Restaurantes, Hoteles, Panaderías, Hospitales, Centros Recreacionales, Centros Educativos, entre otros.

Considerando que un 5% de los usuarios se dedicarán al rubro ya mencionado o entre otras actividades, debido a los amplios usos del gas natural en la categoría comercial, podemos expresar el caudal mediante la siguiente formula:

$$Q_{COM} = \left(\frac{x}{100}\right) * Q_{DOM} \quad (3)$$

Donde:

Q_{DOM} : Caudal doméstico, (m³/h)

Q_{COM} : Caudal comercial, (m³/h)

x : Porcentaje de viviendas de uso Comercial, (%)

2.3.2.4. Demanda Total (Q_T)

El caudal total (Q_T) será la suma de los caudales correspondientes a cada una de las categorías establecidas en el reglamento vigente, siendo un parámetro para el diseño de red secundaria, tomando en cuenta los caudales de las categorías doméstica y comercial. Este está expresado por la siguiente ecuación:

$$Q_T = Q_{DOM} + Q_{COM} \quad (4)$$

Donde:

Q_T : Caudal total de demanda de la red secundaria, (m³/h)

Q_{DOM} : Caudal doméstico, (m³/h)

Q_{COM} : Caudal comercial, (m³/h)

Tabla 7. Caudal total proyectado a 2043

AÑO	HABITANTES	USUARIOS	Q Domestico (m3/h)	Q Comercial (m3/h)	Q Total (m3/h)
2023	5158	1512	337,17	16,86	354,03
2024	5287	1550	345,65	17,28	362,93
2025	5419	1589	354,35	17,72	372,06
2026	5554	1629	363,27	18,16	381,43
2027	5693	1670	372,41	18,62	391,03
2028	5835	1712	381,77	19,09	400,86
2029	5981	1755	391,36	19,57	410,93
2030	6131	1799	401,18	20,06	421,23
2031	6284	1844	411,21	20,56	431,77
2032	6441	1890	421,47	21,07	442,54
2033	6602	1937	431,95	21,60	453,55
2034	6767	1985	442,65	22,13	464,79
2035	6936	2035	453,80	22,69	476,49
2036	7109	2086	465,18	23,26	488,43
2037	7287	2138	476,77	23,84	500,61
2038	7469	2191	488,59	24,43	513,02
2039	7656	2246	500,86	25,04	525,90
2040	7847	2302	513,34	25,67	539,01
2041	8043	2360	526,28	26,31	552,59
2042	8244	2419	539,43	26,97	566,41
2043	8450	2479	552,81	27,64	580,46

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de INE 2012

En la tabla No. 7 mostramos el caudal proyectado al año 2043 desde la actualidad, donde los usuarios proyectados son 2479, en el cual se muestra una demanda proyectada de 580 m³/h en cuanto a usuarios de la categoría doméstica y comercial, por ende, la capacidad del EDR para abastecimiento de gas natural a la comunidad de Santiago de Cotagaita será mayor a este, con una capacidad nominal de 1000 m³/h.

2.3.3. Diseño de Red Secundaria de Distribución

La red secundaria contará con tubería de acero (tramo de enfriamiento) y polietileno en la red de distribución, los cuales se conforman a partir del EDR.

2.3.3.1. Criterios de Diseño

El objetivo del diseño de una red de gas es suministrar el fluido a los usuarios finales a los que va destinados, a continuación, detallamos algunos de los criterios relevantes para el diseño:

- Las redes secundarias serán instaladas en áreas de propiedad pública y podrán ser instaladas en áreas comunes.
- El diámetro mínimo de una tubería de Red Secundaria, exceptuando las acometidas será de DN 40 mm, a pesar que el cálculo pueda dar como resultado diámetros menores. Para las acometidas el diámetro mínimo será de DN 20 mm.
- El diseño de la Red Secundaria, se realizará con una presión máxima de 4 bar (MPB) y la mínima presión será de 1 bar.
- Para evitar la alta velocidad del gas en las tuberías, lo que traería aparejado un importante desgaste, pérdida de carga, ruido y movimiento del polvo contenido en el gas, se limitarán a los siguientes valores, según su presión y zona de red:
 - En tramos de red nueva: 20 m/s
 - En tramos de equipos de medición: 15 m/s

2.3.3.2. Modelado de la Red de Distribución

Al modelar la simulación de red por medio de software CypeCAD, debemos contar primero con el plano digital elaborado en el software AutoCAD en función al plano catastral actualizado de la comunidad de Santiago de Cotagaita, cubriendo toda el área urbana poblada a energizar.

2.3.3.3. Elaboración del Plano Digital

Este plano tiene como fin el proporcionar la información de los tramos de tubería, líneas troncales, ubicación de EDR. Ya que el software CypeCAD requiere este tipo de información para realizar la simulación.

Todos los tramos de tubería creados en AutoCAD, tienen que estar de forma ininterrumpida y estar agrupados en capas las cuales brindaran un orden y se tendrá la manipulación individual de los tramos creados, para ello, estos tramos deben ser trazados con polilínea.

2.3.3.4. Metodología de Diseño

Los diámetros de tubería a utilizar serán los estandarizados en el diseño de redes secundarias, los cuales cuentan con diámetros exteriores comerciales de 40, 63, 90, 110 y 125 mm.

Además, los parámetros considerados de mayor importancia para el cálculo, diseño y dimensionamiento son; el caudal máximo de diseño, velocidad máxima en los tramos y la presión máxima y mínima de entrega.

La proyección de líneas troncales se realizará con la finalidad de prever el crecimiento poblacional, en el cual se minimizará el uso de tubería de diámetro mayor y realizar la menor cantidad de cruces posibles.

2.3.3.5. Metodología de Cálculo

El cálculo de diámetros en la red de distribución se realizó con el apoyo del software CypeCAD el cual es utilizado ampliamente en el cálculo de redes de gas. Este dispone de herramientas que realizan automáticamente tanto el dimensionamiento de la red como la generación de la documentación gráfica relativa a la instalación

Este diseño hidráulico contempla los siguientes parámetros;

Tabla 8. Parámetro requeridos software CypeCAD

PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD
Presion de Servicio	4,00	Bar
Presion Minima de Red	1,00	Bar
Velocidad Maxima de Red	20,00	m/s
Simultaneidad	30,00	%
Coeficinete de Renouard Cuadratico	48,60	sin unidades
Densidad Relativa	0,62	sin unidades
Coeficinete de Velocidad	354,00	sin unidades
Coeficiente de Mayoracion	20,00	%

Fuente: Elaboración Propia en base a Cromatografía del Gas

El cálculo de las tuberías de polietileno se realizó mediante el software CypeCAD en cual usa como base, la ecuación de **Renouard Cuadrática**, esta se podrá emplear cuando la presión de suministro este en el rango de Media Presión B.

$$P_1^2 - P_2^2 = 48.6 * d_r * L_e * \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \quad (5)$$

Donde:

P_1 : Presión absoluta de entrada, (bar)

P_2 : Presión absoluta de salida, (bar)

D_r : Densidad relativa, (adimensional)

L_e : Longitud equivalente de la tubería, (adimensional)

Q Caudal en condiciones estándar, (m³/h)

D : Diámetro interno de la tubería, (mm)

2.3.3.6. Metodología de Simulación

- ✓ Se realizó la distribución de red, partiendo desde la ubicación del EDR (ver ANEXO A), el cual estará ubicado en las afueras de la población, en un área de dominio público y este tendrá una capacidad de 1000 m³/h con propósitos de cálculo. Tomando en cuenta las calles principales y actividades económicas que pueden ser posibles usuarios domésticos, multifamiliares y comerciales, abarcando así toda el área urbana poblada de la comunidad.
- ✓ Esta distribución planimétrica realizada en el software AutoCAD, será exportada como base de cálculo al software CypeCAD, en el cual además de esta, introduciremos los parámetros necesarios requeridos, mostrados en la TABLA No.8. además del tipo de material el cual será necesario para dicho diseño.
- ✓ Una vez el programa cuente con todos los datos necesarios y el modelo de distribución, se realizará introducirá manualmente los caudales por nudos, los cuales comprenderán una longitud promedio de predio de 12 m. (método más utilizado y aprobado por YPFB) en función a 0.97 m³/h (consumo cocina), despreciando así el coeficiente de simultaneidad, siendo la cocina el principal aparato instalado en los domicilios.
- ✓ Siendo la corrida hidráulica el último paso del diseño, el cual nos brindara toda la información necesaria para evaluar la que propuesta de diseño sea la adecuada y optima en dicho dimensionamiento.

2.3.3.7. Plano Catastral de la comunidad de Santiago de Cotagaita

Se realizará la distribución de red en dicho plano (ver ANEXO B).

2.3.3.8. Plano de Simulación de Distribución de Red Secundaria

Sera tomado como plano principal de distribución en la simulación (ver ANEXO C).

2.3.3.9. Resultados de Simulación

Tabla 9. Resultados Máximos y Mínimos Simulación CypeCAD Modelo 1

SIMULACION	NOR SOL TUBO ACR	Presion Maxima (bar)	Presion Minima (bar)	Velocidad Máxima (m/s)	Velocidad Mínima (m/s)
1	DN50-2"	3,8677	3,795	15,16	0,01
2	DN76-3"	3,9826	3,9116	6,56	0,01
3	DN102-4"	3,9958	3,925	4,67	0,01

Fuente: Elaboración Propia, en base a software CypeCAD

Estos resultados fueron simulados con el eje troncal de diámetro de tubería de PE de 110 mm (color negro) y eje secundario de 90 mm (color cian), ver ANEXO C.

Tabla 10. Resultados Máximos y Mínimos Simulación CypeCAD Modelo 2

SIMULACION DN76-3"	Presion Maxima (bar)	Presion Minima (bar)	Velocidad Máxima (m/s)	Velocidad Mínima (m/s)
1	3,9826	3,7998	6,94	0,02
2	3,9826	3,7998	6,94	0,02

Fuente: Elaboración Propia, en base a software CypeCAD

La Simulación DN76-3" (1) fue simulado con el eje troncal de diámetro de tubería de 90 mm (color cian) y eje secundario de 63 mm (lila), (ver ANEXO E y ANEXO J).

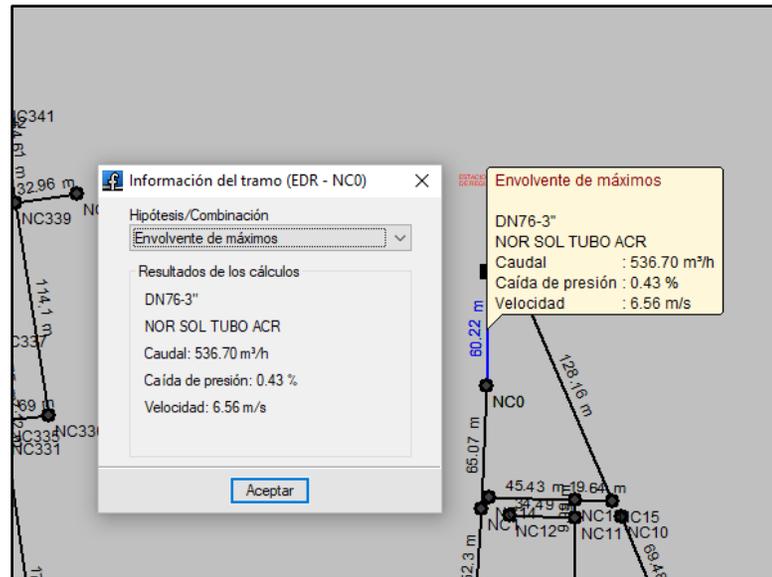
La Simulación DN76-3" (2) fue simulado con el eje troncal y secundario de diámetro de tubería de 63 mm (color cian), (ver ANEXO F y ANEXO K).

Tabla 11. Longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

SDR11 2/4 TUBO HDPE		
Descripcion	Longitud (m)	Longitud Mayorada (m)
DN40	15728.91	18874.70
DN63	2806.36	3367.63
DN90	3188.17	3825.80
NOR SOL TUBO ACR		
Descripcion	Longitud (m)	Longitud Mayorada (m)
DN76-3"	60,22	72,26

Fuente: Elaboración Propia, en base a software CypeCAD

Figura 14. Resultados Requerimiento de Caudal Simulación CypeCAD



Fuente: Elaboración Propia, en base a software CypeCAD

2.4. ANALISIS Y DISCUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos observar que la demanda del Gas Natural proyectado a 2043 en un caudal total de 580.46 m³/h, éste se calculó en función al número de usuarios, la tasa de crecimiento poblacional, porcentaje de cobertura de aparatos y consumo promedio.

Por otra parte, el caudal proyectado en simulación es de 536.70 m³/h, en función a la longitud del tramo de la tubería, frontis promedio de vivienda y consumo promedio por usuario.

Estos resultados se asemejan en cuando al caudal requerido por la comunidad al año proyectado. Siendo los parámetros de cálculo idénticos en cada caso, los resultados son favorables en cuanto al dimensionamiento de red secundaria, el cual nos permite conocer y reafirmar la capacidad del EDR asumido.

Si bien esta simulación está en base a longitud y consumo, se cubrió toda el área urbana poblada del municipio, como también se dimensionó el ramal Principal y Secundarios, los cuales permitirán una futura ampliación de red, ya que existen proyectos de loteamiento en la comunidad.

Ahora si bien sabemos que la alternativa más económica para el suministro de gas a la comunidad en mediante la implementación de una ESR, tener la información de la capacidad

del EDR y un el caudal demandado por la comunidad a 20 años, representa un avance para un proyecto de energización futura a la comunidad.

Dando como resultado más optimo la simulación **DN76-3" (2)**, con ruta propuesta de ramal principal de diámetro 90 mm y ramales secundarios de 63 mm, donde se muestra el plano proyectado de distribución en el ANEXO E y los parámetros de velocidad y presión los cuales cumplen los parámetros requeridos en la normativa vigente, en el ANEXO I.

2.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Se logro recabar toda la información necesaria, gracias a los datos recabados mediante la página web del Instituto Nacional de Estadística (INE), como también parámetros técnicos de vivienda, población, distribución urbana y planos actualizados. Los cuales fueron proporcionados por el área de Catastro Urbano de la comunidad, estos coadyuvaron a la elaboración del proyecto asemejándonos los más posible a la realidad, siendo estas variables indispensables para la proyección de población y demanda de caudal requerida para la simulación.
- ✓ En función a todos los datos recabados mediante medios físicos y digitales, se logró realizar la proyección, tanto de la población y del caudal requerido en el área domestica y comercial, al año 2043. Donde el Anexo 1 (ANH) menciona que la proyección tendrá un tiempo mínimo de 10 años,
- ✓ El diseño de red de distribución y selección de material. Se realizó en cuanto a los parámetros requeridos por el Anexo 1 (Diseño de Redes de Gas Natural) como también el Anexo 7 (Estaciones Distritales de Regulación)
- ✓ En cuanto al dimensionamiento de materiales, se optó por diámetros menores a los disponibles, donde estos cumplen las condiciones mínimas de presión y velocidad.
- ✓ La selección de ruta propuesta en el dimensionamiento se previo debido a que la comunidad se encuentra ubicada en la carretera principal Potosí – Villazón, por ende, promueve el crecimiento poblacional y también en el área comercial.
- ✓ Cada simulación realizada en cuanto a los diferentes diámetros de tubería, declaran que la alternativa recomendada en cuanto al uso de material, debido a que no solo reduce costos, si no también previenen futuras ampliaciones de red.

- ✓ Se recomienda que al realizar el dimensionamiento de red se tome los datos actualizados tanto en población, vivienda y planos catastrales, debido a que el diseño actual elaborado, se basa en datos del último censo de población y vivienda realizado en el año 2012.
- ✓ Se recomienda que los datos y simulación realizados en la presente monografía, sean considerados como parámetros base y/o apoyos referenciales a futuro.

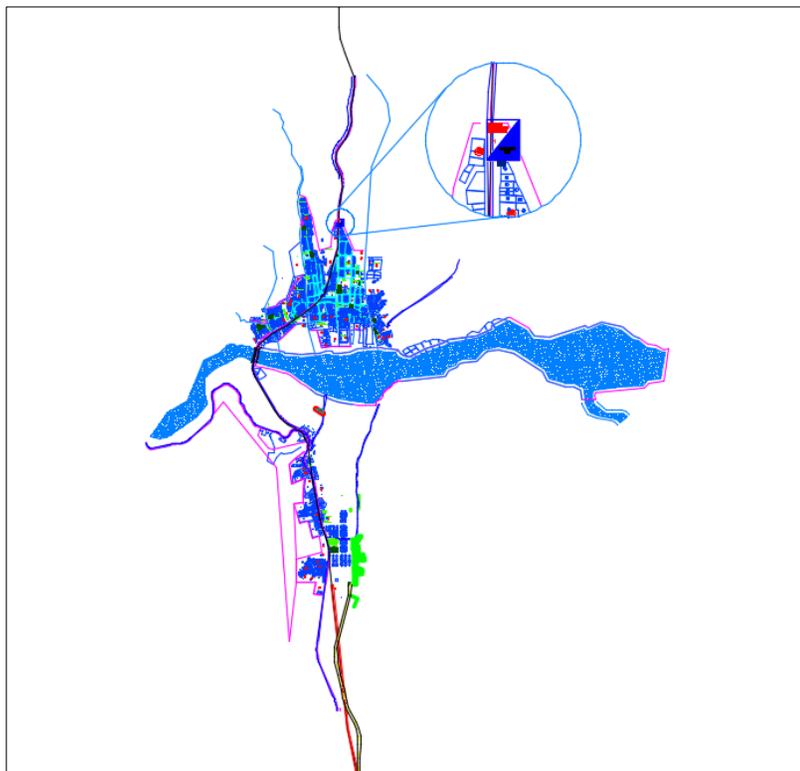
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1996, D. S. (s.f.). <https://www.anh.gob.bo/>. Recuperado el 27 de noviembre de 2023, de https://www.anh.gob.bo/InsideFiles/Documentos/Documentos_Id-7-140527-05.pdf
- ANH. (2015). *ANEXO 1 - DISEÑO DE REDES DE GAS NATURAL* (Vol. Versión: 2). La Paz, Bolivia. Recuperado el 26 de noviembre de 2023
- ANH. (2015). *ANEXO 2 - CONSTRUCCION DE REDES DE GAS NATURAL* (Vol. Version: 2). La Paz. Recuperado el 26 de noviembre de 2023
- ANH. (2015). *ANEXO 7 - ESTACIONES DISTRITALES DE REGULACION* (Vol. Version: 2). La Paz. Recuperado el 26 de noviembre de 2023
- Energies, T. (s.f.). <https://www.totalenergies.es>. Recuperado el 24 de noviembre de 2023, de <https://www.totalenergies.es>: <https://www.totalenergies.es/es/pymes/blog/uso-industrial-del-gas-natural>
- Escalera, S. J. (diciembre de 2004). <http://www.scielo.org.bo>. Recuperado el 21 de noviembre de 2023, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892004000100008
- GASNOVA. (s.f.). <https://www.gasnova.co/>. Recuperado el 22 de noviembre de 2023, de <https://www.gasnova.co/>: <https://www.gasnova.co/sobre-el-glp/que-es-el-glp/>
- INE. (2012). *Censo de Poblacion y Vivienda*. Bolivia. Recuperado el 26 de noviembre de 2023, de www.ine.gob.bo
- INE. (2012). <http://fichacomunidad.ine.gob.bo/>. Recuperado el 26 de noviembre de 2023, de http://fichacomunidad.ine.gob.bo/c_pdfm/generar_pdf/05/06/01/x
- INE. (2012). *Indicadores_Municipios_CPV-2012*. Bolivia.
- INFOCAL. (2019). *Texto Guia Curso de Tecnico de Proyectos II (Instalaciones Domiciliaria de Gas Natural)*. Sucre - Bolivia. Recuperado el 20 de noviembre de 2023
- OETEC. (s.f.). <https://www.oetec.org>. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de <https://www.oetec.org/nota.php?id=4260&area=2>

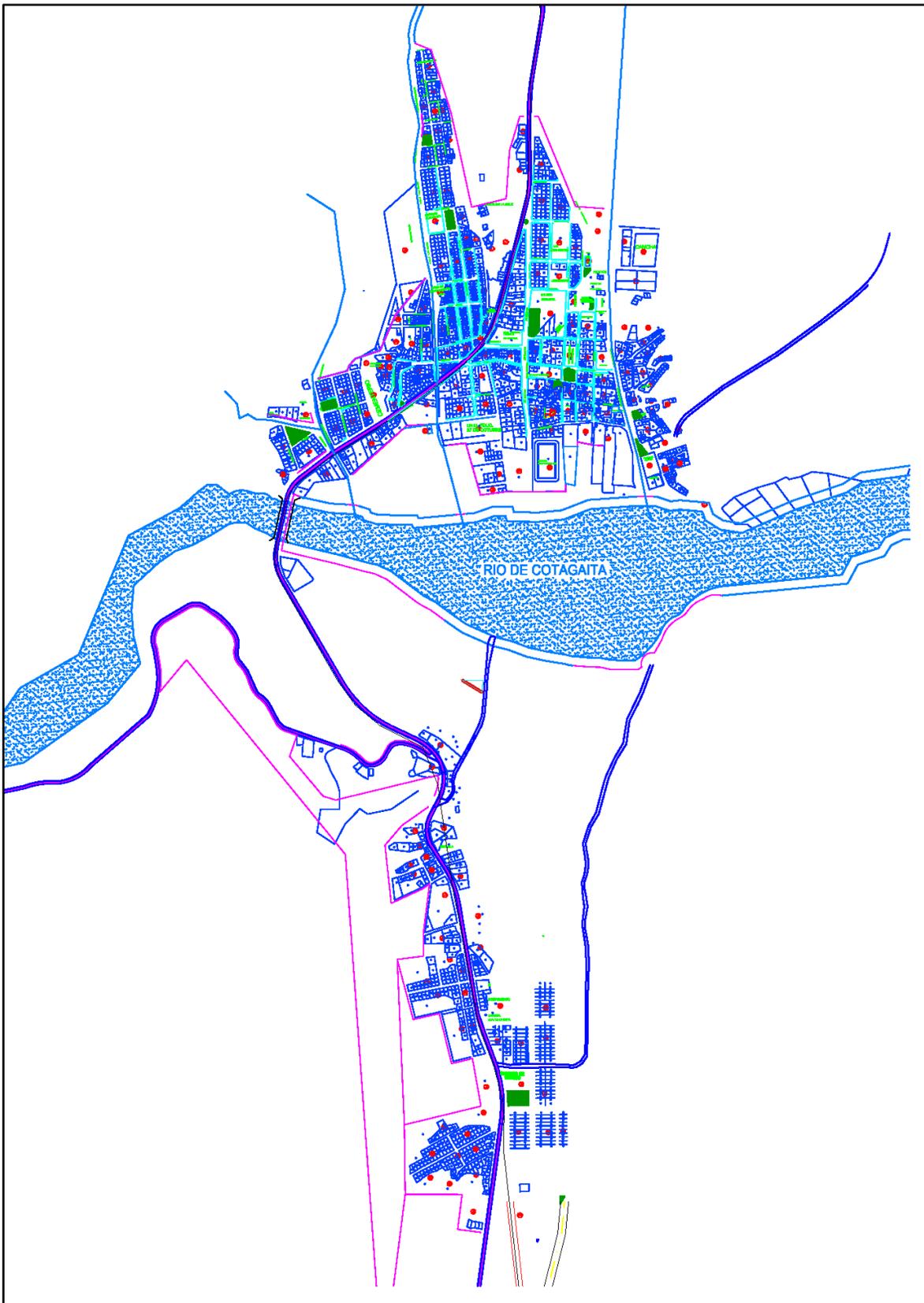
- OSINERGMIN. (05 de octubre de 2011). <https://biblioteca.olade.org/>. (T. Group, Ed.) Recuperado el 23 de noviembre de 2023, de <https://biblioteca.olade.org/https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/hm000661.pdf>
- PTDI. (2021 - 2025). *Plan Territorial de Desarrollo Integral Municipio de Cotagaita 2021-2025*. Potosi, Cotagaita. Recuperado el 25 de noviembre de 2023
- SHELL. (s.f.). <https://www.shell.com.co/>. Recuperado el 26 de noviembre de 2023, de <https://www.shell.com.co/energia-e-innovacion/gas-natural/gas-natural-licuado.html>
- Y.P.F.B. (s.f.). <https://www.ypfb.gob.bo>. Recuperado el 10 de noviembre de 2023, de <https://www.ypfb.gob.bo/es/component/content/article/16-tendencias/15-ypfb-apunta-alcanzar-el-millon-de-instalaciones-de-gas-a-domicilio>
- Y.P.F.B. (s.f.). <https://www.ypfb.gob.bo>. Recuperado el 20 de noviembre de 2023, de <https://www.ypfb.gob.bo/es/component/phocadownload/category/talento-humano?download=720>
- Y.P.F.B. (s.f.). <https://www.ypfb.gob.bo/>. Recuperado el 25 de noviembre de 2023, de <https://www.ypfb.gob.bo/>: <https://www.ypfb.gob.bo/es/que-hacemos>
- Y.P.F.B. (s.f.). <https://www.ypfbtransporte.com.bo/>. Recuperado el 27 de noviembre de 2023, de <https://www.ypfbtransporte.com.bo/nuestras-operaciones/sistemas-de-transporte-de-gas/>

ANEXOS

ANEXO A. Ubicación del EDR en las afueras de la comunidad de Santiago de Cotagaita



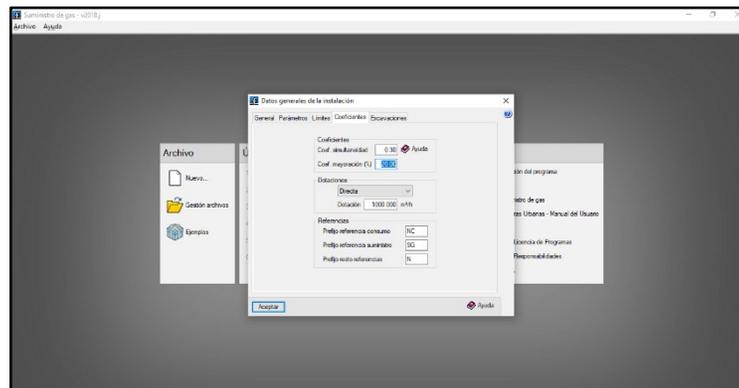
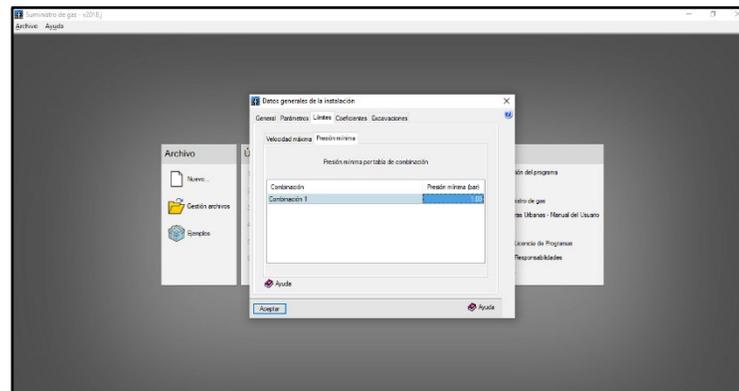
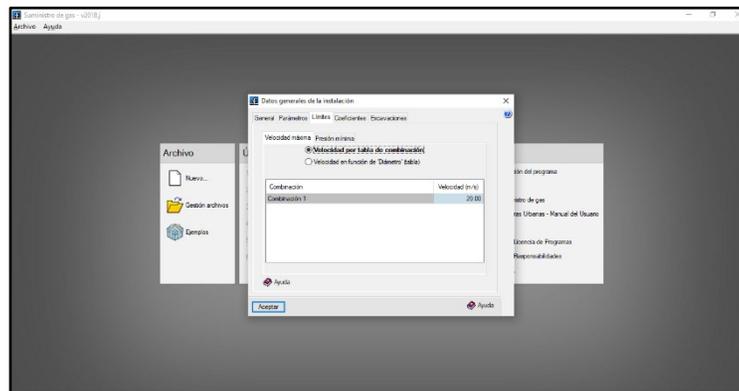
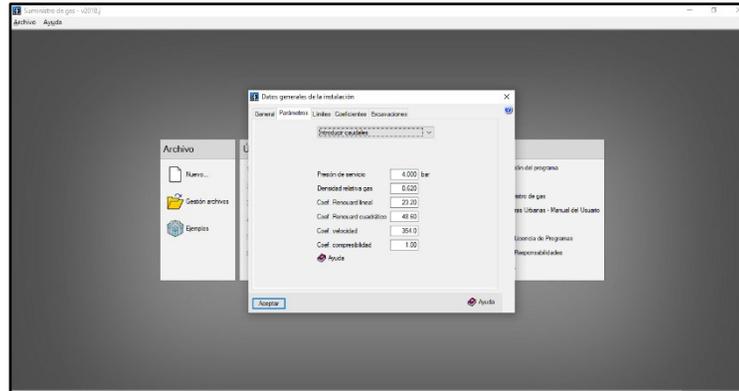
ANEXO B. Plano Catastral de la comunidad



ANEXO C. Plano de Simulación (Área a Energizar)



ANEXO D. Parámetros de Diseño software CypeCAD



ANEXO E. Plano de Simulación (Área a Energizar) (1)



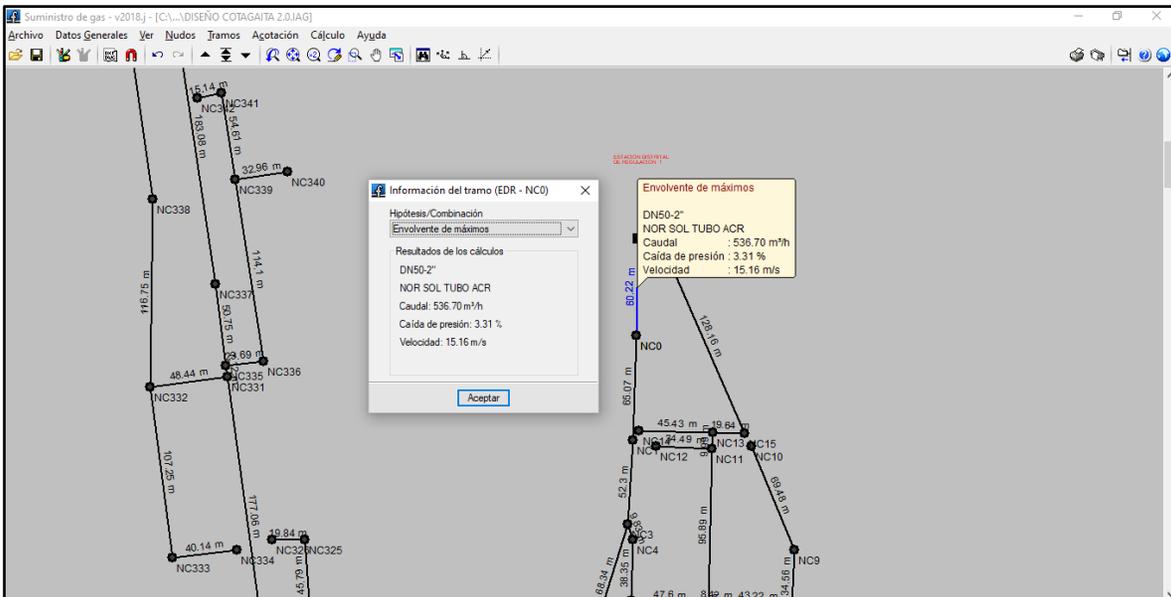
ANEXO F. Plano de Simulación (Área a Energizar) (2)



ANEXO G. Simulación (1) Software CypeCAD

SDR11 2/4 TUBO HDPE		Combinación: Combinación 1					
Descripción	Diámetros mm	Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
DN40	33.3	EDR	---	---	4.0000	0.0000	
DN63	52.2	NC0	4.00	1.20	3.8677	3.3084	Pres. máx.
DN90	73.8	NC1	6.00	1.80	3.8592	3.5208	
DN110	90.0	NC497	8.00	2.40	3.7950	5.1258	
NOR SOL TUBO ACR		NC498	4.00	1.20	3.7950	5.1261	Pres. mín.
Descripción	Diámetros mm	NC499	17.00	5.10	3.7986	5.0359	
DN50-2"	50.0						

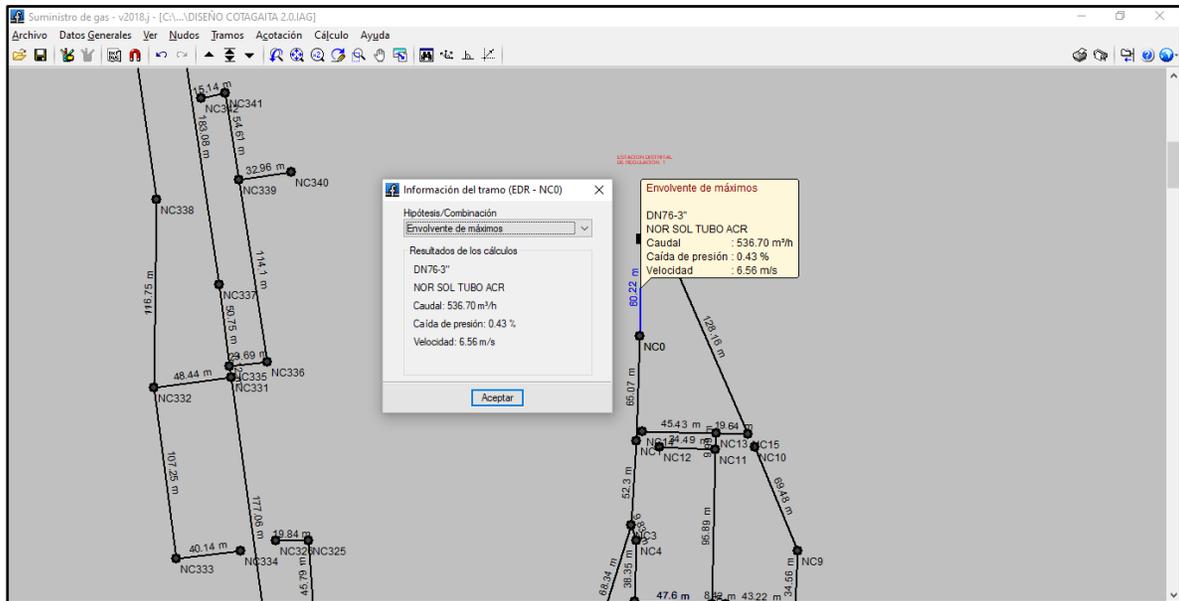
Combinación: Combinación 1							
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m ³ /h	Velocidad m/s	Périd. bar/100m	Coment.
EDR	NC0	60.22	DN50-2"	536.70	15.16	0.2197	Vel.máx.
NC0	NC1	65.07	DN110	535.50	4.67	0.0131	
NC1	NC3	52.30	DN110	533.70	4.65	0.0130	
NC497	NC498	49.35	DN40	1.20	0.08	0.0000	Vel.mín.
NC500	NC501	69.64	DN110	1.50	0.01	0.0000	
NC500	NC507	26.16	DN63	23.40	0.61	0.0006	



ANEXO H. Simulación (2) Software CypeCAD

SDR11 2/4 TUBO HDPE		Combinación: Combinación 1					
Descripción	Diámetros mm	Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
DN40	33.3	EDR	---	---	4.0000	0.0000	
DN63	52.2	NC0	4.00	1.20	3.9826	0.4346	Pres. máx.
DN90	73.8	NC1	6.00	1.80	3.9743	0.6422	
DN110	90.0	NC497	8.00	2.40	3.9116	2.2096	
		NC498	4.00	1.20	3.9116	2.2099	Pres. mín.
		NC499	17.00	5.10	3.9151	2.1219	

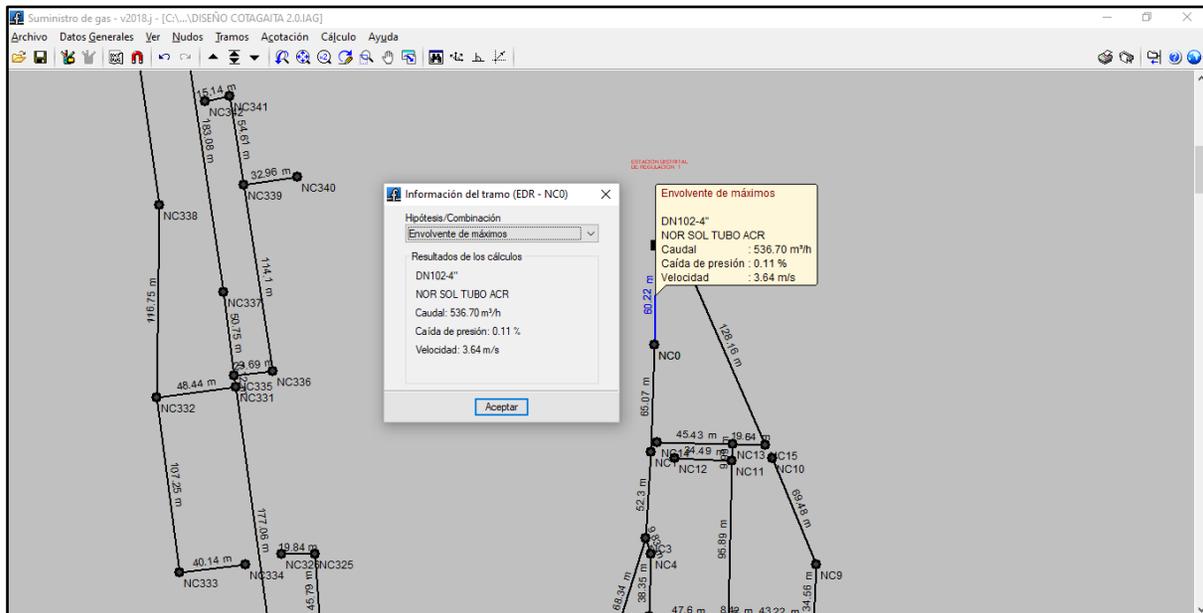
NOR SOL TUBO ACR		Combinación: Combinación 1							
Descripción	Diámetros mm	Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m ³ /h	Velocidad m/s	Pérdid. bar/100m	Coment.
DN76-3"	76.0	EDR	NC0	60.22	DN76-3"	536.70	6.56	0.0289	Vel.máx.
		NC0	NC1	65.07	DN110	535.50	4.67	0.0128	
		NC1	NC3	52.30	DN110	533.70	4.65	0.0127	
		NC497	NC498	49.35	DN40	1.20	0.08	0.0000	
		NC500	NC501	69.64	DN110	1.50	0.01	0.0000	Vel.mín.
		NC500	NC507	26.16	DN63	23.40	0.61	0.0006	



ANEXO I. Simulación (3) Software CypeCAD

SDR11 2/4 TUBO HDPE		Combinación: Combinación 1					
Descripción	Diámetros mm	Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
DN40	33.3	EDR	---	---	4.0000	0.0000	
DN63	52.2	NC0	4.00	1.20	3.9958	0.1051	Pres. máx.
DN90	73.8	NC1	6.00	1.80	3.9875	0.3121	
DN110	90.0	NC497	8.00	2.40	3.9250	1.8753	
		NC498	4.00	1.20	3.9250	1.8756	Pres. mín.
		NC499	17.00	5.10	3.9285	1.7879	

NOR SOL TUBO ACR		Combinación: Combinación 1							
Descripción	Diámetros mm	Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m ³ /h	Velocidad m/s	Périd. bar/100m	Coment.
DN102-4"	102.0	EDR	NC0	60.22	DN102-4"	536.70	3.64	0.0070	
		NC0	NC1	65.07	DN110	535.50	4.67	0.0127	Vel.máx.
		NC1	NC3	52.30	DN110	533.70	4.65	0.0127	
		NC497	NC498	49.35	DN40	1.20	0.08	0.0000	
		NC500	NC501	69.64	DN110	1.50	0.01	0.0000	Vel.mín.
		NC500	NC507	26.16	DN63	23.40	0.61	0.0006	



ANEXO J. Simulación (4) Software CypeCAD

SDR11 2/4 TUBO HDPE		Combinación: Combinación 1					
Descripción	Diámetros mm	Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
DN40	33.3	EDR	---	---	4.0000	0.0000	
DN63	52.2	NC0	4.00	1.20	3.9826	0.4346	Pres. máx.
DN90	73.8	NC1	6.00	1.80	3.9610	0.9756	
NOR SOL TUBO ACR		NC497	8.00	2.40	3.7999	5.0037	
Descripción	Diámetros mm	NC498	4.00	1.20	3.7998	5.0040	Pres. mín.
DN76-3"	76.0	NC499	17.00	5.10	3.8034	4.9157	

Combinación: Combinación 1							
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m ³ /h	Velocidad m/s	Pérdid. bar/100m	Coment.
EDR	NC0	60.22	DN76-3"	536.70	6.56	0.0289	
NC0	NC1	65.07	DN90	535.50	6.94	0.0333	Vel.máx.
NC1	NC3	52.30	DN90	533.70	6.92	0.0332	
NC199	NC200	4.80	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC200	NC201	18.67	DN40	0.30	0.02	0.0000	Vel.mín.
NC202	NC203	9.38	DN63	7.20	0.19	0.0001	

ANEXO K. Simulación (5) Software CypeCAD

SDR11 2/4 TUBO HDPE		Combinación: Combinación 1					
Descripción	Diámetros mm	Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
DN40	33.3	EDR	---	---	4.0000	0.0000	
DN63	52.2	NC0	4.00	1.20	3.9826	0.4346	Pres. máx.
		NC1	6.00	1.80	3.9610	0.9756	
NOR SOL TUBO ACR		NC497	8.00	2.40	3.7999	5.0037	
Descripción	Diámetros mm	NC498	4.00	1.20	3.7998	5.0040	Pres. mín.
DN76-3"	76.0	NC499	17.00	5.10	3.8034	4.9157	

Combinación: Combinación 1							
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m ³ /h	Velocidad m/s	Pérdid. bar/100m	Coment.
EDR	NC0	60.22	DN76-3"	536.70	6.56	0.0289	
NC0	NC1	65.07	DN63	535.50	6.94	0.0333	Vel.máx.
NC1	NC3	52.30	DN63	533.70	6.92	0.0332	
NC199	NC200	4.80	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC200	NC201	18.67	DN40	0.30	0.02	0.0000	Vel.mín.
NC202	NC203	9.38	DN63	7.20	0.19	0.0001	

ANEXO L. Numero de Viviendas PTDI Municipio de Cotagaita

PLAN TERRITORIAL DE DESARROLLO INTEGRAL PARA VIVIR BIEN DEL MUNICIPIO DE COTAGAITA 2021-2025																				
Ciudad / Comunidad	Número de viviendas	Procedencia del Agua que utilizan en la vivienda						Tipo de desagüe del servicio sanitario						Procedencia de Energía Eléctrica						
		Cañería de red	Pileta pública	Carro repartidor (aguatero)	Pozo o noria con bomba	Pozo o noria sin bomba	Lluvia, río, vertiente, acequia	Lago, laguna, curichi	Al alcantarillado	A una cámara séptica	A un pozo ciego	A la calle	A la quebrada, río	A un lago, laguna, curichi	No tiene	Red de empresa eléctrica (servicio público)	Motor propio	Panel solar	Otra	No tiene
CHUI CHUI	67	18	10	0	0	0	23	16	0	6	4	0	0	0	57	32	0	3	0	32
CHURO	59	0	0	0	0	0	59	0	0	0	33	0	0	0	26	29	0	0	0	30
CHURQUI PAMPA	54	0	0	0	0	0	47	7	0	0	5	0	3	0	46	29	0	1	0	24
CIENEGA	85	0	0	0	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	85	5	0	0	0	80
CKARA CKARA	133	48	54	0	0	2	29	0	0	0	8	0	0	0	125	74	0	1	0	58
CKARA CKARA SUR	365	93	175	0	0	0	97	0	0	1	27	0	1	0	336	226	0	11	0	128
COLCA	18	0	4	0	0	1	11	2	0	0	0	0	0	0	18	0	0	2	0	16
COLLPA UNO	167	8	2	1	0	0	155	1	0	1	12	0	0	0	154	107	0	1	0	59
CORNACA	150	90	1	0	0	1	58	0	0	8	57	0	0	0	85	127	0	2	0	21
COTAGAITA	1.152	1.058	80	2	0	1	10	1	783	1	13	0	0	0	355	970	4	3	1	174
COTAGAITILLA	166	88	16	0	0	0	56	6	0	0	1	0	0	0	165	115	2	0	1	48
CRUZ PAMPA	33	0	0	0	0	0	33	0	0	16	0	0	0	0	17	27	0	0	0	6
CURSANI	49	14	11	0	0	0	6	18	0	0	0	0	0	0	49	0	0	10	0	39
ESCARA	100	41	0	0	3	3	53	0	0	1	5	0	0	0	94	51	0	4	0	45
ESCORQUE	68	33	14	0	0	0	19	2	9	0	0	0	0	0	59	19	0	1	0	48
FALSURI	46	0	0	0	0	0	46	0	0	3	10	0	0	0	33	15	0	0	0	31
GARABISA	23	0	0	0	0	0	23	0	0	1	0	0	0	0	22	0	0	13	0	10
IRICSINA	86	41	24	1	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	86	61	7	0	1	17
JATUN JARA	25	3	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	2	0	23
JORJOCHI	40	33	1	0	0	0	6	0	0	0	2	0	0	0	38	31	0	0	0	9
JUPICHAQUE	72	41	0	0	0	2	29	0	0	0	31	0	0	0	41	0	0	0	0	72

ANEXO M. Indicadores de Población, según Departamento y Municipio, Censo 2012

(Continuación)
BOLIVIA: INDICADORES DE POBLACIÓN, SEGÚN DEPARTAMENTO Y MUNICIPIO, CENSO 2012

DEPARTAMENTO Y MUNICIPIO	POBLACIÓN EMPADRONADA			TASA ANUAL DE CRECIMIENTO INTERCENSAL 2001-2012 (%)	ÍNDICE DE MASCULINIDAD	PARTICIPACIÓN POR ÁREA		PORCENTAJE DE POBLACIÓN INSCRITA EN EL REGISTRO CIVIL	PORCENTAJE DE POBLACIÓN CON CÉDULA DE IDENTIDAD
	Total	Hombres	Mujeres			Urbana	Rural		
Mejillones									
La Rivera	509	254	255	2,4	99,6	0,0	100,0	96,1	87,8
Todos Santos	727	401	326	5,6	123,0	0,0	100,0	97,0	90,9
Carangas	840	417	423	7,7	98,6	0,0	100,0	91,9	78,2
Nor Carangas									
Huayllamarca	5.502	2.948	2.554	(0,5)	115,4	0,0	100,0	98,1	88,7
POTOSÍ	828.093	410.822	417.271	1,4	98,5	40,6	59,4	98,0	76,1
Tomás Frías									
Potosí	191.302	91.657	99.645	2,5	92,0	92,0	8,0	98,9	80,1
Tinguipaya	27.200	14.343	12.857	2,0	111,6	0,0	100,0	96,6	65,3
Yocalla	8.979	4.619	4.360	1,0	105,9	0,0	100,0	99,1	84,8
Urmiri	2.759	1.573	1.186	2,8	132,6	0,0	100,0	97,6	86,5
Rafael Bustillo									
Uncía	22.020	11.079	10.941	1,5	101,3	40,4	59,6	99,1	76,5
Chayanta	16.129	7.973	8.156	1,2	97,8	15,1	84,9	98,9	72,1
Llallagua	41.104	19.648	21.456	1,0	91,6	85,3	14,7	99,1	78,1
Chuquiuhuta	8.019	4.223	3.796	1,9	111,2	0,0	100,0	98,0	70,4
Comelio Saavedra									
Betanzos	33.922	16.875	17.047	(0,7)	99,0	13,9	86,1	98,2	75,1
Chaquí	9.910	4.793	5.117	0,2	93,7	0,0	100,0	99,0	82,7
Tacobamba	11.835	6.213	5.622	(0,7)	110,5	0,0	100,0	95,8	72,0
Chayanta									
Colquechaca	35.199	18.532	16.667	1,1	111,2	12,1	87,9	96,8	62,5
Ravelo	20.789	10.552	10.237	0,1	103,1	0,0	100,0	96,1	62,6
Pocoata	26.330	13.376	12.954	2,4	103,3	0,0	100,0	97,7	79,2
Ocurí	16.118	8.472	7.646	(1,2)	110,8	0,0	100,0	94,9	58,7
Charcas									
S.P. de Buena Vista	30.012	15.374	14.638	0,7	105,0	0,0	100,0	92,9	59,6
Toro Toro	10.870	5.445	5.425	0,3	100,4	0,0	100,0	95,1	68,9
Nor Chichas									
Cotagaita	31.801	15.558	16.243	2,5	95,8	20,2	79,8	98,3	81,7
Vitichi	10.646	4.985	5.661	(0,5)	88,1	0,0	100,0	98,6	85,9
Alonso de Ibáñez									
Villa de Sacaca	19.611	9.955	9.656	0,4	103,1	12,3	87,7	97,6	74,1
Caripuyo	8.704	4.586	4.118	(0,3)	111,4	0,0	100,0	98,7	80,7
Sur Chichas									
Tupiza	44.814	21.672	23.142	1,4	93,6	61,3	38,7	98,5	78,2
Atocha	11.234	5.784	5.450	1,5	106,1	39,8	60,2	99,6	79,5
Nor Lípez									
Colcha K	12.997	7.103	5.894	2,7	120,5	0,0	100,0	99,0	83,4
San Pedro de Quemes	1.060	568	492	2,3	115,4	0,0	100,0	97,6	88,8
Sur Lípez									
San Pablo de Lípez	3.371	1.819	1.552	2,6	117,2	0,0	100,0	98,7	75,9

ANEXO N. Corrida Hidráulica Software CypeCAD



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

1. DESCRIPCIÓN DE LA RED GAS

- Título: PROPUESTA DE DISEÑO 2.0
- Dirección: POTOSI
- Población: SANTIAGO DE COTAGAITA
- Fecha: 03/12/2023

- Presión de servicio efectiva: 4.00 bar
- Densidad relativa del gas: 0.62
- Se usa el Coef. Renouard cuadrático 48.6000
- Coeficiente de simultaneidad: 0.30

2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales utilizados para esta instalación son:

SDR11 2/4 TUBO HDPE

Descripción	Diámetros mm
DN40	33.3
DN63	52.2
DN90	73.8

NOR SOL TUBO ACR

Descripción	Diámetros mm
DN76-3"	76.0

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):

$$P_1 - P_2 = C R_c \cdot d_r \cdot L_e \cdot Q^{1.82} \cdot D^{-4.82}$$
$$v = \frac{354 \cdot Q}{P_s \cdot D^2} \cdot Z$$



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

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 Nm³/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. RESULTADOS

4.1 Listado de nudos

Combinación: Combinación 1					
Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
EDR	---	---	4.0000	0.0000	
NC0	4.00	1.20	3.9826	0.4346	Pres. máx.
NC1	6.00	1.80	3.9610	0.9756	
NC2	3.00	0.90	3.8701	3.2482	
NC3	4.00	1.20	3.9436	1.4094	
NC4	1.00	0.30	3.9407	1.4830	
NC5	3.00	0.90	3.9292	1.7694	
NC6	4.00	1.20	3.9209	1.9785	
NC7	1.00	0.30	3.9199	2.0026	
NC8	4.00	1.20	3.9198	2.0047	
NC9	3.00	0.90	3.9198	2.0056	
NC10	6.00	1.80	3.9197	2.0065	
NC11	8.00	2.40	3.9201	1.9979	
NC12	3.00	0.90	3.9201	1.9980	
NC13	1.00	0.30	3.9201	1.9987	
NC14	4.00	1.20	3.9200	1.9990	
NC15	2.00	0.60	3.9200	1.9996	
NC16	10.00	3.00	3.9199	2.0035	
NC17	1.00	0.30	3.9188	2.0303	
NC18	1.00	0.30	3.9180	2.0493	
NC19	8.00	2.40	3.9090	2.2759	
NC20	1.00	0.30	3.9085	2.2876	
NC21	2.00	0.60	3.9085	2.2883	
NC22	1.00	0.30	3.9085	2.2885	
NC23	4.00	1.20	3.9084	2.2895	
NC24	4.00	1.20	3.9084	2.2898	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
NC25	4.00	1.20	3.9090	2.2762	
NC26	4.00	1.20	3.9058	2.3541	
NC27	8.00	2.40	3.9054	2.3638	
NC28	2.00	0.60	3.9054	2.3644	
NC29	2.00	0.60	3.9054	2.3650	
NC30	1.00	0.30	3.9054	2.3651	
NC31	5.00	1.50	3.9054	2.3656	
NC32	5.00	1.50	3.9039	2.4033	
NC33	1.00	0.30	3.9036	2.4100	
NC34	2.00	0.60	3.9032	2.4202	
NC35	1.00	0.30	3.9030	2.4248	
NC36	3.00	0.90	3.9025	2.4375	
NC37	1.00	0.30	3.9025	2.4376	
NC38	2.00	0.60	3.9025	2.4376	
NC39	8.00	2.40	3.9013	2.4676	
NC40	1.00	0.30	3.9013	2.4687	
NC41	8.00	2.40	3.9012	2.4709	
NC42	8.00	2.40	3.9012	2.4707	
NC43	3.00	0.90	3.9012	2.4688	
NC44	2.00	0.60	3.9012	2.4692	
NC45	6.00	1.80	3.9012	2.4702	
NC46	3.00	0.90	3.9038	2.4038	
NC47	3.00	0.90	3.9038	2.4040	
NC48	1.00	0.30	3.9094	2.2638	
NC49	6.00	1.80	3.9094	2.2647	
NC50	4.00	1.20	3.9088	2.2791	
NC51	4.00	1.20	3.9084	2.2894	
NC52	3.00	0.90	3.9082	2.2956	
NC53	4.00	1.20	3.9079	2.3026	
NC54	4.00	1.20	3.9077	2.3070	
NC55	4.00	1.20	3.9076	2.3089	
NC56	3.00	0.90	3.9076	2.3090	
NC57	1.00	0.30	3.9076	2.3089	
NC58	2.00	0.60	3.9076	2.3089	
NC59	4.00	1.20	3.9077	2.3073	
NC60	16.00	4.80	3.8757	3.1077	
NC61	3.00	0.90	3.8734	3.1657	
NC62	1.00	0.30	3.8731	3.1734	
NC63	4.00	1.20	3.8704	3.2396	
NC64	2.00	0.60	3.8733	3.1667	
NC65	4.00	1.20	3.8733	3.1685	
NC66	2.00	0.60	3.8733	3.1685	
NC67	1.00	0.30	3.8733	3.1685	
NC68	4.00	1.20	3.8732	3.1688	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
NC69	1.00	0.30	3.8703	3.2430	
NC70	3.00	0.90	3.8704	3.2400	
NC71	3.00	0.90	3.8704	3.2401	
NC72	6.00	1.80	3.8702	3.2449	
NC73	3.00	0.90	3.8702	3.2450	
NC74	3.00	0.90	3.8694	3.2642	
NC75	1.00	0.30	3.8693	3.2682	
NC76	4.00	1.20	3.8694	3.2646	
NC77	4.00	1.20	3.8691	3.2724	
NC78	1.00	0.30	3.8691	3.2725	
NC79	2.00	0.60	3.8691	3.2726	
NC80	2.00	0.60	3.8691	3.2727	
NC81	4.00	1.20	3.8690	3.2742	
NC82	3.00	0.90	3.8690	3.2748	
NC83	4.00	1.20	3.8690	3.2750	
NC84	6.00	1.80	3.8687	3.2814	
NC85	4.00	1.20	3.8687	3.2825	
NC86	5.00	1.50	3.8687	3.2830	
NC87	1.00	0.30	3.8687	3.2817	
NC88	8.00	2.40	3.8654	3.3638	
NC89	2.00	0.60	3.8640	3.3998	
NC90	1.00	0.30	3.8621	3.4486	
NC91	1.00	0.30	3.8609	3.4783	
NC92	2.00	0.60	3.8587	3.5337	
NC93	3.00	0.90	3.8557	3.6077	
NC94	8.00	2.40	3.8503	3.7432	
NC95	2.00	0.60	3.8502	3.7441	
NC96	1.00	0.30	3.8502	3.7446	
NC97	4.00	1.20	3.8502	3.7456	
NC98	4.00	1.20	3.8502	3.7459	
NC99	4.00	1.20	3.8487	3.7817	
NC100	6.00	1.80	3.8465	3.8372	
NC101	2.00	0.60	3.8464	3.8388	
NC102	2.00	0.60	3.8464	3.8389	
NC103	3.00	0.90	3.8464	3.8403	
NC104	2.00	0.60	3.8464	3.8409	
NC105	3.00	0.90	3.8463	3.8414	
NC106	4.00	1.20	3.8463	3.8417	
NC107	6.00	1.80	3.8456	3.8607	
NC108	2.00	0.60	3.8455	3.8618	
NC109	1.00	0.30	3.8455	3.8619	
NC110	3.00	0.90	3.8455	3.8619	
NC111	2.00	0.60	3.8455	3.8624	
NC112	2.00	0.60	3.8455	3.8636	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
NC113	6.00	1.80	3.8455	3.8634	
NC114	2.00	0.60	3.8455	3.8634	
NC115	6.00	1.80	3.8454	3.8661	
NC116	4.00	1.20	3.8453	3.8664	
NC117	8.00	2.40	3.8552	3.6198	
NC118	4.00	1.20	3.8551	3.6221	
NC119	1.00	0.30	3.8551	3.6222	
NC120	2.00	0.60	3.8551	3.6230	
NC121	7.00	2.10	3.8550	3.6245	
NC122	4.00	1.20	3.8619	3.4514	
NC123	3.00	0.90	3.8619	3.4524	
NC124	2.00	0.60	3.8619	3.4527	
NC125	4.00	1.20	3.8619	3.4529	
NC126	2.00	0.60	3.8636	3.4093	
NC127	7.00	2.10	3.8621	3.4470	
NC128	3.00	0.90	3.8616	3.4602	
NC129	4.00	1.20	3.8609	3.4787	
NC130	3.00	0.90	3.8603	3.4919	
NC131	4.00	1.20	3.8597	3.5072	
NC132	7.00	2.10	3.8586	3.5356	
NC133	3.00	0.90	3.8583	3.5437	
NC134	6.00	1.80	3.8609	3.4773	
NC135	2.00	0.60	3.8595	3.5132	
NC136	3.00	0.90	3.8584	3.5407	
NC137	1.00	0.30	3.8582	3.5441	
NC138	4.00	1.20	3.8571	3.5727	
NC139	5.00	1.50	3.8568	3.5795	
NC140	4.00	1.20	3.8568	3.5805	
NC141	4.00	1.20	3.8568	3.5808	
NC142	4.00	1.20	3.8687	3.2824	
NC143	3.00	0.90	3.8687	3.2825	
NC144	1.00	0.30	3.8568	3.5798	
NC145	2.00	0.60	3.8568	3.5802	
NC146	1.00	0.30	3.8568	3.5802	
NC147	3.00	0.90	3.8568	3.5804	
NC148	4.00	1.20	3.8567	3.5821	
NC149	1.00	0.30	3.8567	3.5823	
NC150	5.00	1.50	3.8567	3.5828	
NC151	4.00	1.20	3.8567	3.5825	
NC152	4.00	1.20	3.8566	3.5850	
NC153	1.00	0.30	3.8566	3.5851	
NC154	3.00	0.90	3.8566	3.5851	
NC155	3.00	0.90	3.8566	3.5852	
NC156	4.00	1.20	3.8566	3.5854	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
NC157	3.00	0.90	3.8687	3.2818	
NC158	1.00	0.30	3.8594	3.5155	
NC159	3.00	0.90	3.8592	3.5199	
NC160	4.00	1.20	3.8591	3.5227	
NC161	1.00	0.30	3.8591	3.5228	
NC162	1.00	0.30	3.8591	3.5228	
NC163	3.00	0.90	3.8591	3.5229	
NC164	6.00	1.80	3.8591	3.5237	
NC165	1.00	0.30	3.8592	3.5200	
NC166	4.00	1.20	3.8592	3.5202	
NC167	2.00	0.60	3.8575	3.5629	
NC168	3.00	0.90	3.8575	3.5630	
NC169	3.00	0.90	3.8558	3.6041	
NC170	3.00	0.90	3.8557	3.6065	
NC171	2.00	0.60	3.8557	3.6066	
NC172	2.00	0.60	3.8557	3.6067	
NC173	3.00	0.90	3.8557	3.6071	
NC174	1.00	0.30	3.8557	3.6072	
NC175	3.00	0.90	3.8557	3.6073	
NC176	4.00	1.20	3.8548	3.6312	
NC177	3.00	0.90	3.8546	3.6350	
NC178	1.00	0.30	3.8546	3.6355	
NC179	1.00	0.30	3.8546	3.6362	
NC180	1.00	0.30	3.8545	3.6363	
NC181	6.00	1.80	3.8545	3.6383	
NC182	1.00	0.30	3.8545	3.6383	
NC183	2.00	0.60	3.8545	3.6384	
NC184	4.00	1.20	3.8546	3.6359	
NC185	2.00	0.60	3.8546	3.6360	
NC186	1.00	0.30	3.8546	3.6360	
NC187	6.00	1.80	3.8543	3.6417	
NC188	2.00	0.60	3.8543	3.6433	
NC189	1.00	0.30	3.8543	3.6433	
NC190	3.00	0.90	3.8543	3.6435	
NC191	2.00	0.60	3.8542	3.6440	
NC192	3.00	0.90	3.8542	3.6449	
NC193	6.00	1.80	3.8542	3.6457	
NC194	2.00	0.60	3.8582	3.5444	
NC195	1.00	0.30	3.8582	3.5449	
NC196	1.00	0.30	3.8582	3.5451	
NC197	1.00	0.30	3.8582	3.5453	
NC198	1.00	0.30	3.8582	3.5458	
NC199	2.00	0.60	3.8582	3.5459	
NC200	1.00	0.30	3.8582	3.5459	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
NC201	1.00	0.30	3.8582	3.5460	
NC202	2.00	0.60	3.8581	3.5463	
NC203	1.00	0.30	3.8581	3.5465	
NC204	2.00	0.60	3.8581	3.5467	
NC205	6.00	1.80	3.8581	3.5477	
NC206	4.00	1.20	3.8581	3.5471	
NC207	4.00	1.20	3.8581	3.5475	
NC208	1.00	0.30	3.8581	3.5472	
NC209	2.00	0.60	3.8581	3.5472	
NC210	4.00	1.20	3.8581	3.5472	
NC211	8.00	2.40	3.9097	2.2581	
NC212	6.00	1.80	3.9341	1.6480	
NC213	3.00	0.90	3.9293	1.7671	
NC214	4.00	1.20	3.9215	1.9627	
NC215	3.00	0.90	3.9167	2.0820	
NC216	1.00	0.30	3.9085	2.2876	
NC217	4.00	1.20	3.9095	2.2626	
NC218	3.00	0.90	3.9049	2.3768	
NC219	4.00	1.20	3.8985	2.5363	
NC220	2.00	0.60	3.8955	2.6121	
NC221	2.00	0.60	3.8917	2.7064	
NC222	2.00	0.60	3.8879	2.8015	
NC223	2.00	0.60	3.8838	2.9050	
NC224	2.00	0.60	3.8797	3.0083	
NC225	2.00	0.60	3.8769	3.0780	
NC226	2.00	0.60	3.8755	3.1116	
NC227	4.00	1.20	3.8727	3.1830	
NC228	2.00	0.60	3.8743	3.1430	
NC229	4.00	1.20	3.8638	3.4044	
NC230	2.00	0.60	3.8602	3.4938	
NC231	1.00	0.30	3.8600	3.5009	
NC232	3.00	0.90	3.8597	3.5087	
NC233	5.00	1.50	3.8596	3.5107	
NC234	1.00	0.30	3.8596	3.5108	
NC235	4.00	1.20	3.8596	3.5111	
NC236	1.00	0.30	3.8596	3.5099	
NC237	8.00	2.40	3.8595	3.5119	
NC238	1.00	0.30	3.8596	3.5101	
NC239	6.00	1.80	3.8596	3.5110	
NC240	5.00	1.50	3.8597	3.5085	
NC241	2.00	0.60	3.8596	3.5104	
NC242	1.00	0.30	3.8596	3.5109	
NC243	1.00	0.30	3.8596	3.5111	
NC244	1.00	0.30	3.8595	3.5117	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
NC245	2.00	0.60	3.8595	3.5126	
NC246	4.00	1.20	3.8595	3.5137	
NC247	2.00	0.60	3.8594	3.5138	
NC248	2.00	0.60	3.8594	3.5138	
NC249	2.00	0.60	3.8593	3.5172	
NC250	2.00	0.60	3.8589	3.5276	
NC251	3.00	0.90	3.8587	3.5335	
NC252	1.00	0.30	3.8586	3.5351	
NC253	2.00	0.60	3.8584	3.5388	
NC254	2.00	0.60	3.8584	3.5390	
NC255	2.00	0.60	3.8584	3.5391	
NC256	1.00	0.30	3.8584	3.5391	
NC257	1.00	0.30	3.8584	3.5397	
NC258	2.00	0.60	3.8584	3.5400	
NC259	1.00	0.30	3.8584	3.5401	
NC260	1.00	0.30	3.8584	3.5402	
NC261	1.00	0.30	3.8584	3.5402	
NC262	1.00	0.30	3.8584	3.5402	
NC263	2.00	0.60	3.8584	3.5400	
NC264	1.00	0.30	3.8584	3.5401	
NC265	2.00	0.60	3.8584	3.5403	
NC266	2.00	0.60	3.8584	3.5403	
NC267	2.00	0.60	3.8591	3.5223	
NC268	4.00	1.20	3.8694	3.2644	
NC269	8.00	2.40	3.8641	3.3975	
NC270	8.00	2.40	3.8582	3.5438	
NC271	2.00	0.60	3.8582	3.5450	
NC272	4.00	1.20	3.8582	3.5453	
NC273	2.00	0.60	3.8582	3.5454	
NC274	2.00	0.60	3.8582	3.5456	
NC275	3.00	0.90	3.8582	3.5457	
NC276	2.00	0.60	3.8582	3.5455	
NC277	6.00	1.80	3.8581	3.5464	
NC278	5.00	1.50	3.8582	3.5460	
NC279	1.00	0.30	3.8691	3.2717	
NC280	8.00	2.40	3.8636	3.4111	
NC281	5.00	1.50	3.8601	3.4972	
NC282	2.00	0.60	3.8580	3.5498	
NC283	3.00	0.90	3.8554	3.6145	
NC284	5.00	1.50	3.8534	3.6651	
NC285	2.00	0.60	3.8532	3.6708	
NC286	1.00	0.30	3.8532	3.6710	
NC287	1.00	0.30	3.8532	3.6710	
NC288	4.00	1.20	3.8532	3.6712	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
NC289	5.00	1.50	3.8529	3.6776	
NC290	1.00	0.30	3.8529	3.6784	
NC291	1.00	0.30	3.8528	3.6792	
NC292	1.00	0.30	3.8528	3.6797	
NC293	1.00	0.30	3.8528	3.6799	
NC294	2.00	0.60	3.8528	3.6799	
NC295	2.00	0.60	3.8528	3.6803	
NC296	2.00	0.60	3.8528	3.6804	
NC297	1.00	0.30	3.8528	3.6803	
NC298	2.00	0.60	3.8528	3.6804	
NC299	1.00	0.30	3.8528	3.6793	
NC300	3.00	0.90	3.8531	3.6737	
NC301	2.00	0.60	3.8530	3.6744	
NC302	2.00	0.60	3.8530	3.6748	
NC303	2.00	0.60	3.8530	3.6750	
NC304	3.00	0.90	3.8530	3.6751	
NC305	1.00	0.30	3.8530	3.6747	
NC306	1.00	0.30	3.8530	3.6758	
NC307	2.00	0.60	3.8529	3.6776	
NC308	4.00	1.20	3.8528	3.6805	
NC309	1.00	0.30	3.8598	3.5038	
NC310	4.00	1.20	3.8591	3.5219	
NC311	5.00	1.50	3.8587	3.5320	
NC312	8.00	2.40	3.8586	3.5341	
NC313	2.00	0.60	3.8587	3.5329	
NC314	1.00	0.30	3.8587	3.5329	
NC315	8.00	2.40	3.8586	3.5349	
NC316	3.00	0.90	3.8591	3.5236	
NC317	7.00	2.10	3.8590	3.5258	
NC318	2.00	0.60	3.8590	3.5259	
NC319	10.00	3.00	3.8584	3.5408	
NC320	7.00	2.10	3.8527	3.6828	
NC321	2.00	0.60	3.8527	3.6828	
NC322	11.00	3.30	3.8548	3.6310	
NC323	2.00	0.60	3.8547	3.6316	
NC324	2.00	0.60	3.8547	3.6321	
NC325	4.00	1.20	3.8547	3.6326	
NC326	2.00	0.60	3.8547	3.6327	
NC327	7.00	2.10	3.8578	3.5557	
NC328	2.00	0.60	3.8578	3.5558	
NC329	4.00	1.20	3.8577	3.5563	
NC330	2.00	0.60	3.8577	3.5563	
NC331	14.00	4.20	3.8566	3.5853	
NC332	4.00	1.20	3.8558	3.6043	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
NC333	8.00	2.40	3.8557	3.6083	
NC334	3.00	0.90	3.8557	3.6084	
NC335	1.00	0.30	3.8566	3.5858	
NC336	2.00	0.60	3.8564	3.5889	
NC337	4.00	1.20	3.8565	3.5868	
NC338	9.00	2.70	3.8550	3.6238	
NC339	12.00	3.60	3.8559	3.6016	
NC340	3.00	0.90	3.8559	3.6017	
NC341	4.00	1.20	3.8559	3.6020	
NC342	1.00	0.30	3.8559	3.6021	
NC343	16.00	4.80	3.8544	3.6389	
NC344	14.00	4.20	3.8564	3.5896	
NC345	2.00	0.60	3.8564	3.5896	
NC346	6.00	1.80	3.8564	3.5897	
NC347	7.00	2.10	3.8596	3.5092	
NC348	8.00	2.40	3.8541	3.6481	
NC349	2.00	0.60	3.8512	3.7197	
NC350	1.00	0.30	3.8509	3.7282	
NC351	4.00	1.20	3.8490	3.7755	
NC352	3.00	0.90	3.8488	3.7801	
NC353	3.00	0.90	3.8487	3.7830	
NC354	3.00	0.90	3.8486	3.7849	
NC355	2.00	0.60	3.8486	3.7857	
NC356	4.00	1.20	3.8485	3.7870	
NC357	2.00	0.60	3.8485	3.7872	
NC358	3.00	0.90	3.8485	3.7873	
NC359	3.00	0.90	3.8508	3.7307	
NC360	4.00	1.20	3.8507	3.7325	
NC361	7.00	2.10	3.8506	3.7339	
NC362	6.00	1.80	3.8477	3.8079	
NC363	4.00	1.20	3.8477	3.8082	
NC364	1.00	0.30	3.8476	3.8099	
NC365	3.00	0.90	3.8475	3.8123	
NC366	1.00	0.30	3.8475	3.8124	
NC367	4.00	1.20	3.8475	3.8127	
NC368	6.00	1.80	3.8475	3.8132	
NC369	2.00	0.60	3.8475	3.8124	
NC370	4.00	1.20	3.8475	3.8127	
NC371	1.00	0.30	3.8475	3.8128	
NC372	3.00	0.90	3.8474	3.8141	
NC373	3.00	0.90	3.8474	3.8142	
NC374	4.00	1.20	3.8474	3.8144	
NC375	2.00	0.60	3.8508	3.7308	
NC376	7.00	2.10	3.8490	3.7754	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
NC377	1.00	0.30	3.8488	3.7794	
NC378	2.00	0.60	3.8488	3.7797	
NC379	1.00	0.30	3.8488	3.7797	
NC380	1.00	0.30	3.8488	3.7797	
NC381	1.00	0.30	3.8488	3.7797	
NC382	3.00	0.90	3.8483	3.7918	
NC383	1.00	0.30	3.8482	3.7962	
NC384	1.00	0.30	3.8481	3.7964	
NC385	5.00	1.50	3.8481	3.7977	
NC386	1.00	0.30	3.8481	3.7977	
NC387	2.00	0.60	3.8481	3.7978	
NC388	6.00	1.80	3.8478	3.8052	
NC389	1.00	0.30	3.8478	3.8060	
NC390	2.00	0.60	3.8478	3.8060	
NC391	2.00	0.60	3.8477	3.8071	
NC392	2.00	0.60	3.8477	3.8072	
NC393	2.00	0.60	3.8477	3.8073	
NC394	4.00	1.20	3.8477	3.8080	
NC395	3.00	0.90	3.8477	3.8082	
NC396	8.00	2.40	3.8508	3.7301	
NC397	5.00	1.50	3.8487	3.7836	
NC398	12.00	3.60	3.8437	3.9070	
NC399	3.00	0.90	3.8426	3.9348	
NC400	2.00	0.60	3.8416	3.9589	
NC401	4.00	1.20	3.8398	4.0060	
NC402	18.00	5.40	3.8326	4.1845	
NC403	7.00	2.10	3.8302	4.2453	
NC404	6.00	1.80	3.8282	4.2956	
NC405	4.00	1.20	3.8268	4.3290	
NC406	6.00	1.80	3.8248	4.3793	
NC407	2.00	0.60	3.8240	4.3990	
NC408	2.00	0.60	3.8232	4.4189	
NC409	3.00	0.90	3.8223	4.4415	
NC410	3.00	0.90	3.8215	4.4635	
NC411	1.00	0.30	3.8210	4.4753	
NC412	2.00	0.60	3.8203	4.4919	
NC413	4.00	1.20	3.8189	4.5263	
NC414	2.00	0.60	3.8182	4.5458	
NC415	1.00	0.30	3.8179	4.5533	
NC416	2.00	0.60	3.8174	4.5647	
NC417	1.00	0.30	3.8171	4.5735	
NC418	2.00	0.60	3.8163	4.5919	
NC419	1.00	0.30	3.8160	4.6006	
NC420	2.00	0.60	3.8157	4.6065	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
NC421	1.00	0.30	3.8157	4.6071	
NC422	2.00	0.60	3.8157	4.6078	
NC423	6.00	1.80	3.8156	4.6088	
NC424	1.00	0.30	3.8157	4.6075	
NC425	2.00	0.60	3.8156	4.6094	
NC426	2.00	0.60	3.8156	4.6101	
NC427	2.00	0.60	3.8156	4.6110	
NC428	1.00	0.30	3.8156	4.6110	
NC429	3.00	0.90	3.8156	4.6111	
NC430	2.00	0.60	3.8156	4.6112	
NC431	4.00	1.20	3.8155	4.6116	
NC432	2.00	0.60	3.8157	4.6075	
NC433	2.00	0.60	3.8157	4.6083	
NC434	3.00	0.90	3.8156	4.6088	
NC435	1.00	0.30	3.8156	4.6088	
NC436	2.00	0.60	3.8156	4.6088	
NC437	2.00	0.60	3.8157	4.6084	
NC438	1.00	0.30	3.8157	4.6084	
NC439	2.00	0.60	3.8154	4.6151	
NC440	4.00	1.20	3.8144	4.6398	
NC441	7.00	2.10	3.8128	4.6807	
NC442	9.00	2.70	3.8108	4.7305	
NC443	4.00	1.20	3.8099	4.7533	
NC444	2.00	0.60	3.8089	4.7779	
NC445	6.00	1.80	3.8088	4.7788	
NC446	1.00	0.30	3.8078	4.8048	
NC447	1.00	0.30	3.8077	4.8076	
NC448	3.00	0.90	3.8076	4.8097	
NC449	3.00	0.90	3.8076	4.8099	
NC450	7.00	2.10	3.8076	4.8112	
NC451	1.00	0.30	3.8074	4.8141	
NC452	2.00	0.60	3.8073	4.8172	
NC453	2.00	0.60	3.8072	4.8204	
NC454	1.00	0.30	3.8071	4.8220	
NC455	1.00	0.30	3.8071	4.8233	
NC456	1.00	0.30	3.8076	4.8098	
NC457	1.00	0.30	3.8071	4.8237	
NC458	2.00	0.60	3.8070	4.8257	
NC459	1.00	0.30	3.8070	4.8261	
NC460	1.00	0.30	3.8070	4.8262	
NC461	6.00	1.80	3.8069	4.8271	
NC462	1.00	0.30	3.8069	4.8263	
NC463	2.00	0.60	3.8069	4.8268	
NC464	2.00	0.60	3.8069	4.8273	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Nudo	Caudal inst. m ³ /h	Caudal dem. m ³ /h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
NC465	3.00	0.90	3.8069	4.8276	
NC466	2.00	0.60	3.8069	4.8277	
NC467	6.00	1.80	3.8071	4.8213	
NC468	1.00	0.30	3.8071	4.8223	
NC469	10.00	3.00	3.8069	4.8265	
NC470	2.00	0.60	3.8071	4.8234	
NC471	2.00	0.60	3.8070	4.8244	
NC472	2.00	0.60	3.8070	4.8249	
NC473	2.00	0.60	3.8070	4.8253	
NC474	3.00	0.90	3.8070	4.8256	
NC475	2.00	0.60	3.8070	4.8257	
NC476	6.00	1.80	3.8092	4.7706	
NC477	9.00	2.70	3.8081	4.7965	
NC478	6.00	1.80	3.8075	4.8130	
NC479	5.00	1.50	3.8070	4.8256	
NC480	4.00	1.20	3.8065	4.8364	
NC481	6.00	1.80	3.8052	4.8693	
NC482	5.00	1.50	3.8046	4.8852	
NC483	10.00	3.00	3.8035	4.9136	
NC484	5.00	1.50	3.8010	4.9754	
NC485	1.00	0.30	3.8010	4.9762	
NC486	1.00	0.30	3.8009	4.9764	
NC487	8.00	2.40	3.8008	4.9809	
NC488	4.00	1.20	3.8008	4.9812	
NC489	1.00	0.30	3.8009	4.9781	
NC490	4.00	1.20	3.8005	4.9867	
NC491	2.00	0.60	3.8005	4.9868	
NC492	8.00	2.40	3.8002	4.9953	
NC493	6.00	1.80	3.8002	4.9962	
NC494	3.00	0.90	3.8002	4.9955	
NC495	10.00	3.00	3.8000	4.9997	
NC496	4.00	1.20	3.8000	5.0000	
NC497	8.00	2.40	3.7999	5.0037	
NC498	4.00	1.20	3.7998	5.0040	Pres. min.
NC499	17.00	5.10	3.8034	4.9157	
NC500	4.00	1.20	3.8065	4.8381	
NC501	5.00	1.50	3.8065	4.8382	
NC502	8.00	2.40	3.8043	4.8918	
NC503	6.00	1.80	3.8043	4.8927	
NC504	5.00	1.50	3.8042	4.8959	
NC505	2.00	0.60	3.8042	4.8960	
NC506	8.00	2.40	3.8041	4.8981	
NC507	2.00	0.60	3.8063	4.8422	
NC508	8.00	2.40	3.8057	4.8580	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Nudo	Caudal inst. m³/h	Caudal dem. m³/h	Presión bar	Caída pres. %	Coment.
NC509	1.00	0.30	3.8057	4.8583	
NC510	12.00	3.60	3.8056	4.8591	
NC511	4.00	1.20	3.8054	4.8659	
NC512	6.00	1.80	3.8053	4.8669	
NC513	1.00	0.30	3.8054	4.8662	
NC514	7.00	2.10	3.8053	4.8682	
NC515	1.00	0.30	3.8053	4.8683	
NC516	2.00	0.60	3.8053	4.8684	
NC517	1.00	0.30	3.8053	4.8685	
NC518	2.00	0.60	3.8053	4.8685	
NC519	3.00	0.90	3.8053	4.8681	
NC520	2.00	0.60	3.8053	4.8684	
NC521	1.00	0.30	3.8053	4.8684	
NC522	1.00	0.30	3.8053	4.8685	
NC523	1.00	0.30	3.8053	4.8685	
NC524	1.00	0.30	3.8053	4.8685	
NC525	1.00	0.30	3.8053	4.8687	
NC526	6.00	1.80	3.8049	4.8781	
NC527	1.00	0.30	3.8049	4.8783	
NC528	1.00	0.30	3.8049	4.8784	
NC529	4.00	1.20	3.8049	4.8786	
NC530	6.00	1.80	3.8048	4.8803	
NC531	1.00	0.30	3.8048	4.8803	
NC532	2.00	0.60	3.8048	4.8804	

4.2 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 m³/h	Velocidad m/s	Péridid. bar/100m	Coment.
EDR	NC0	60.22	DN76-3"	536.70	6.56	0.0289	
NC0	NC1	65.07	DN90	535.50	6.94	0.0333	Vel.máx.
NC1	NC3	52.30	DN90	533.70	6.92	0.0332	
NC2	NC228	36.54	DN63	-118.20	-3.06	0.0115	
NC2	NC229	53.24	DN40	36.30	2.31	0.0117	
NC2	NC279	16.24	DN63	81.00	2.10	0.0058	
NC3	NC4	9.83	DN63	201.30	5.22	0.0299	
NC3	NC212	68.34	DN90	331.20	4.29	0.0140	
NC4	NC5	38.35	DN63	201.00	5.21	0.0299	
NC5	NC6	47.60	DN40	45.60	2.90	0.0176	
NC5	NC211	105.26	DN63	154.50	4.00	0.0186	
NC6	NC7	8.42	DN40	36.00	2.29	0.0114	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m³/h	Velocidad m/s	Périd. bar/100m	Coment.
NC6	NC11	95.89	DN40	8.40	0.53	0.0008	
NC7	NC8	43.22	DN40	3.90	0.25	0.0002	
NC7	NC17	12.15	DN40	31.80	2.03	0.0091	
NC8	NC9	34.56	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC9	NC10	69.48	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC11	NC12	34.49	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC11	NC13	9.99	DN40	5.10	0.32	0.0003	
NC13	NC14	45.43	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC13	NC15	19.64	DN40	3.60	0.23	0.0002	
NC15	NC16	128.16	DN40	3.00	0.19	0.0001	
NC17	NC18	8.47	DN40	31.50	2.01	0.0090	
NC18	NC19	102.70	DN40	31.20	1.99	0.0088	
NC19	NC20	6.60	DN40	27.60	1.76	0.0071	
NC19	NC25	46.56	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC20	NC216	0.02	DN40	27.30	1.74	0.0069	
NC21	NC22	6.41	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC21	NC216	17.71	DN40	-3.30	-0.21	0.0001	
NC22	NC23	50.50	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC23	NC24	46.28	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC26	NC27	106.78	DN40	5.40	0.34	0.0004	
NC26	NC32	66.52	DN40	17.10	1.09	0.0030	
NC26	NC216	49.61	DN40	-23.70	-1.51	0.0054	
NC27	NC28	17.76	DN40	3.00	0.19	0.0001	
NC28	NC29	29.05	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC29	NC30	10.30	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC30	NC31	61.46	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC32	NC33	13.32	DN40	13.80	0.88	0.0020	
NC32	NC46	40.40	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC33	NC34	21.08	DN40	13.50	0.86	0.0019	
NC34	NC35	10.39	DN40	12.90	0.82	0.0018	
NC35	NC36	30.12	DN40	12.60	0.80	0.0017	
NC36	NC37	10.86	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC36	NC39	93.63	DN40	10.80	0.69	0.0013	
NC37	NC38	20.71	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC39	NC40	13.05	DN40	5.10	0.32	0.0003	
NC39	NC43	31.79	DN40	3.30	0.21	0.0001	
NC40	NC41	107.97	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC40	NC42	96.80	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC43	NC44	21.52	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC44	NC45	77.44	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC46	NC47	36.46	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC48	NC49	77.04	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC48	NC50	55.99	DN40	9.90	0.63	0.0011	
NC48	NC211	14.64	DN40	-12.00	-0.76	0.0016	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m³/h	Velocidad m/s	Périd. bar/100m	Coment.
NC50	NC51	47.53	DN40	8.70	0.55	0.0009	
NC51	NC52	37.65	DN40	7.50	0.48	0.0007	
NC52	NC53	53.78	DN40	6.60	0.42	0.0005	
NC53	NC54	48.90	DN40	5.40	0.34	0.0004	
NC54	NC55	58.96	DN40	3.00	0.19	0.0001	
NC54	NC59	42.19	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC55	NC56	35.49	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC55	NC57	8.80	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC57	NC58	17.66	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC60	NC61	33.22	DN40	27.30	1.74	0.0070	
NC60	NC88	104.79	DN63	108.00	2.80	0.0098	
NC60	NC211	217.51	DN63	-140.10	-3.63	0.0156	
NC61	NC62	6.24	DN40	22.50	1.43	0.0049	
NC61	NC64	20.37	DN40	3.90	0.25	0.0002	
NC62	NC63	55.26	DN40	22.20	1.41	0.0048	
NC63	NC69	3.76	DN40	19.20	1.22	0.0037	
NC63	NC70	36.18	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC64	NC65	47.14	DN40	3.30	0.21	0.0001	
NC65	NC66	26.16	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC65	NC67	4.07	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC67	NC68	48.65	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC69	NC72	71.12	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC69	NC74	31.43	DN40	16.20	1.03	0.0027	
NC70	NC71	36.26	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC72	NC73	29.77	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC74	NC75	7.48	DN40	14.10	0.90	0.0021	
NC74	NC76	59.50	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC75	NC77	38.30	DN40	6.00	0.38	0.0004	
NC75	NC84	74.08	DN40	7.80	0.50	0.0007	
NC77	NC78	5.79	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC77	NC81	49.09	DN40	3.30	0.21	0.0001	
NC78	NC79	23.42	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC79	NC80	27.87	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC81	NC82	31.53	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC82	NC83	43.87	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC84	NC85	41.18	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC84	NC87	6.90	DN40	3.30	0.21	0.0001	
NC85	NC86	60.57	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC87	NC142	43.05	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC87	NC157	32.22	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC88	NC89	26.06	DN63	78.90	2.04	0.0055	
NC88	NC134	67.56	DN40	26.70	1.70	0.0067	
NC89	NC90	16.59	DN40	36.30	2.31	0.0117	
NC89	NC126	21.59	DN63	42.00	1.09	0.0018	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m³/h	Velocidad m/s	Péridid. bar/100m	Coment.
NC90	NC91	12.68	DN40	32.10	2.04	0.0094	
NC90	NC122	55.70	DN40	3.90	0.25	0.0002	
NC91	NC92	23.98	DN40	31.80	2.03	0.0092	
NC92	NC93	33.12	DN40	31.20	1.99	0.0089	
NC93	NC94	100.08	DN40	23.70	1.51	0.0054	
NC93	NC117	91.78	DN40	6.60	0.42	0.0005	
NC94	NC95	24.34	DN40	3.30	0.21	0.0001	
NC94	NC99	46.87	DN40	18.00	1.15	0.0033	
NC95	NC96	16.17	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC96	NC97	48.17	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC97	NC98	56.15	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC99	NC100	76.49	DN40	16.80	1.07	0.0029	
NC100	NC101	22.24	DN40	4.80	0.31	0.0003	
NC100	NC107	80.47	DN40	10.20	0.65	0.0012	
NC101	NC102	26.25	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC101	NC103	32.42	DN40	3.60	0.23	0.0002	
NC103	NC104	26.11	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC104	NC105	29.96	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC105	NC106	49.95	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC107	NC108	17.92	DN40	4.20	0.27	0.0002	
NC107	NC111	28.90	DN40	4.20	0.27	0.0002	
NC108	NC109	5.99	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC108	NC110	33.65	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC109	NC113	70.00	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC111	NC112	27.64	DN40	3.60	0.23	0.0002	
NC112	NC115	77.33	DN40	3.00	0.19	0.0001	
NC113	NC114	22.37	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC115	NC116	49.66	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC117	NC118	40.11	DN40	4.20	0.27	0.0002	
NC118	NC119	3.77	DN40	3.00	0.19	0.0001	
NC119	NC120	30.05	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC120	NC121	88.65	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC122	NC123	37.47	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC123	NC124	25.49	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC124	NC125	46.73	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC126	NC127	88.28	DN63	41.40	1.07	0.0017	
NC127	NC128	33.98	DN63	39.30	1.02	0.0016	
NC128	NC129	49.45	DN63	38.40	1.00	0.0015	
NC129	NC130	37.68	DN63	37.20	0.96	0.0014	
NC130	NC131	45.48	DN63	36.30	0.94	0.0013	
NC131	NC132	89.50	DN63	35.10	0.91	0.0013	
NC132	NC133	28.60	DN63	33.00	0.86	0.0011	
NC133	NC167	17.22	DN40	21.30	1.36	0.0045	
NC133	NC194	19.95	DN63	10.80	0.28	0.0001	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m³/h	Velocidad m/s	Périd. bar/100m	Coment.
NC134	NC135	24.26	DN40	24.90	1.59	0.0059	
NC135	NC136	36.88	DN40	17.10	1.09	0.0030	
NC135	NC158	14.92	DN40	7.20	0.46	0.0006	
NC136	NC137	4.94	DN40	16.20	1.03	0.0027	
NC137	NC138	43.77	DN40	15.90	1.01	0.0026	
NC138	NC139	61.46	DN40	6.00	0.38	0.0004	
NC138	NC148	43.10	DN40	8.70	0.55	0.0009	
NC139	NC140	46.17	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC139	NC144	17.90	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC140	NC141	46.82	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC142	NC143	33.15	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC144	NC145	27.24	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC145	NC146	15.21	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC146	NC147	34.21	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC148	NC149	4.53	DN40	3.00	0.19	0.0001	
NC148	NC152	43.78	DN40	4.50	0.29	0.0003	
NC149	NC150	62.21	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC149	NC151	44.65	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC152	NC153	3.45	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC152	NC154	37.06	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC153	NC155	32.51	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC153	NC156	51.85	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC158	NC159	30.69	DN40	6.90	0.44	0.0006	
NC159	NC160	43.82	DN40	4.50	0.29	0.0003	
NC159	NC165	13.70	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC160	NC161	3.95	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC160	NC164	73.47	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC161	NC162	17.27	DN40	0.30	0.02	0.0000	
NC161	NC163	37.55	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC165	NC166	44.43	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC167	NC168	40.00	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC167	NC169	42.22	DN40	19.80	1.26	0.0039	
NC169	NC170	41.52	DN40	4.20	0.27	0.0002	
NC169	NC176	47.76	DN40	14.70	0.94	0.0023	
NC170	NC171	26.46	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC170	NC173	35.25	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC171	NC172	23.78	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC173	NC174	17.12	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC174	NC175	34.64	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC176	NC177	28.73	DN40	6.60	0.42	0.0005	
NC176	NC187	73.43	DN40	6.90	0.44	0.0006	
NC177	NC178	11.99	DN40	3.60	0.23	0.0002	
NC177	NC184	56.43	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC178	NC179	17.43	DN40	3.30	0.21	0.0001	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m³/h	Velocidad m/s	Périd. bar/100m	Coment.
NC179	NC180	5.74	DN40	3.00	0.19	0.0001	
NC180	NC181	75.57	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC181	NC182	6.37	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC182	NC183	22.92	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC184	NC185	25.01	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC185	NC186	8.68	DN40	0.30	0.02	0.0000	
NC187	NC188	19.24	DN40	5.10	0.32	0.0003	
NC188	NC189	8.68	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC188	NC191	19.71	DN40	3.30	0.21	0.0001	
NC189	NC190	41.68	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC191	NC192	32.58	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC192	NC193	69.95	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC194	NC195	15.08	DN63	10.20	0.26	0.0001	
NC195	NC196	6.45	DN63	9.90	0.26	0.0001	
NC196	NC197	6.54	DN63	9.60	0.25	0.0001	
NC197	NC198	15.72	DN63	9.30	0.24	0.0001	
NC198	NC199	27.56	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC198	NC202	24.99	DN63	7.80	0.20	0.0001	
NC199	NC200	4.80	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC200	NC201	18.67	DN40	0.30	0.02	0.0000	Vel.mín.
NC202	NC203	9.38	DN63	7.20	0.19	0.0001	
NC203	NC204	17.41	DN63	6.90	0.18	0.0001	
NC204	NC205	79.30	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC204	NC206	52.78	DN63	4.50	0.12	0.0000	
NC206	NC207	53.52	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC206	NC208	8.92	DN63	2.10	0.05	0.0000	
NC208	NC209	29.03	DN63	1.80	0.05	0.0000	
NC209	NC210	52.37	DN63	1.20	0.03	0.0000	
NC212	NC213	34.42	DN90	329.40	4.27	0.0138	
NC213	NC214	56.72	DN90	328.50	4.26	0.0138	
NC214	NC215	34.79	DN90	327.30	4.24	0.0137	
NC215	NC217	52.86	DN90	326.40	4.23	0.0137	
NC217	NC218	33.59	DN90	325.20	4.22	0.0136	
NC218	NC219	47.14	DN90	324.30	4.20	0.0135	
NC219	NC220	22.54	DN90	323.10	4.19	0.0135	
NC220	NC221	28.09	DN90	322.50	4.18	0.0134	
NC221	NC222	28.42	DN90	321.90	4.17	0.0134	
NC222	NC223	30.98	DN90	321.30	4.17	0.0134	
NC223	NC224	31.04	DN90	320.70	4.16	0.0133	
NC224	NC225	20.97	DN90	320.10	4.15	0.0133	
NC225	NC226	23.69	DN90	200.70	2.60	0.0057	
NC225	NC228	22.39	DN63	118.80	3.08	0.0116	
NC226	NC227	50.47	DN90	200.10	2.59	0.0057	
NC227	NC268	58.16	DN90	198.90	2.58	0.0056	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m³/h	Velocidad m/s	Péridid. bar/100m	Coment.
NC229	NC230	32.33	DN40	35.10	2.24	0.0111	
NC230	NC231	12.08	DN40	15.00	0.96	0.0024	
NC230	NC249	24.75	DN40	19.50	1.24	0.0038	
NC231	NC232	36.10	DN40	8.70	0.55	0.0009	
NC231	NC240	68.63	DN40	6.00	0.38	0.0004	
NC232	NC233	63.71	DN40	3.00	0.19	0.0001	
NC232	NC236	16.15	DN40	4.80	0.31	0.0003	
NC233	NC234	6.41	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC234	NC235	43.74	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC236	NC237	95.95	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC236	NC238	13.09	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC238	NC239	70.52	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC240	NC241	28.74	DN40	4.50	0.29	0.0003	
NC241	NC242	10.12	DN40	3.90	0.25	0.0002	
NC242	NC243	5.99	DN40	3.60	0.23	0.0002	
NC243	NC244	15.92	DN40	3.30	0.21	0.0001	
NC244	NC245	28.37	DN40	3.00	0.19	0.0001	
NC245	NC246	48.79	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC246	NC247	17.86	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC247	NC248	28.21	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC249	NC267	23.28	DN40	8.70	0.55	0.0009	
NC249	NC270	91.18	DN40	10.20	0.65	0.0012	
NC250	NC251	35.32	DN40	7.50	0.48	0.0007	
NC250	NC267	27.83	DN40	-8.10	-0.52	0.0008	
NC251	NC252	12.09	DN40	6.60	0.42	0.0005	
NC252	NC253	29.89	DN40	6.30	0.40	0.0005	
NC253	NC254	29.99	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC253	NC257	15.61	DN40	4.20	0.27	0.0002	
NC254	NC255	12.71	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC255	NC256	9.50	DN40	0.30	0.02	0.0000	
NC257	NC258	29.97	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC257	NC263	22.51	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC258	NC259	13.76	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC259	NC260	11.76	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC260	NC261	14.82	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC261	NC262	12.60	DN40	0.30	0.02	0.0000	
NC263	NC264	8.39	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC264	NC265	30.61	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC265	NC266	19.36	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC268	NC269	96.16	DN90	197.70	2.56	0.0055	
NC269	NC347	82.35	DN90	195.30	2.53	0.0054	
NC270	NC271	23.74	DN40	3.90	0.25	0.0002	
NC270	NC276	32.15	DN40	3.90	0.25	0.0002	
NC271	NC272	48.51	DN40	1.20	0.08	0.0000	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m³/h	Velocidad m/s	Périd. bar/100m	Coment.
NC271	NC273	23.31	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC273	NC274	22.15	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC274	NC275	37.51	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC276	NC277	72.53	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC276	NC278	60.68	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC279	NC280	96.86	DN63	80.70	2.09	0.0058	
NC280	NC281	63.12	DN63	78.30	2.03	0.0055	
NC281	NC282	24.45	DN40	30.60	1.95	0.0086	
NC281	NC309	12.80	DN63	46.20	1.20	0.0021	
NC282	NC283	41.82	DN40	25.50	1.62	0.0062	
NC282	NC327	89.76	DN40	4.50	0.29	0.0003	
NC283	NC284	59.86	DN40	18.30	1.17	0.0034	
NC283	NC322	135.83	DN40	6.30	0.40	0.0005	
NC284	NC285	29.56	DN40	8.10	0.52	0.0008	
NC284	NC300	39.33	DN40	8.70	0.55	0.0009	
NC285	NC286	12.66	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC285	NC289	67.34	DN40	5.70	0.36	0.0004	
NC286	NC287	14.56	DN40	0.30	0.02	0.0000	
NC286	NC288	47.13	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC289	NC290	13.16	DN40	4.20	0.27	0.0002	
NC290	NC291	16.80	DN40	3.90	0.25	0.0002	
NC291	NC292	11.32	DN40	3.30	0.21	0.0001	
NC291	NC299	13.46	DN40	0.30	0.02	0.0000	
NC292	NC293	6.79	DN40	3.00	0.19	0.0001	
NC293	NC294	15.82	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC293	NC295	25.27	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC295	NC296	28.94	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC295	NC297	13.17	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC297	NC298	22.41	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC300	NC301	26.46	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC300	NC305	11.94	DN40	5.10	0.32	0.0003	
NC301	NC302	22.13	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC302	NC303	18.55	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC303	NC304	35.33	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC305	NC306	14.75	DN40	4.80	0.31	0.0003	
NC306	NC307	26.53	DN40	4.50	0.29	0.0003	
NC307	NC308	57.08	DN40	3.90	0.25	0.0002	
NC308	NC320	88.92	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC309	NC310	46.02	DN40	12.00	0.76	0.0016	
NC309	NC319	124.33	DN63	33.90	0.88	0.0012	
NC310	NC311	65.67	DN40	7.20	0.46	0.0006	
NC310	NC316	38.11	DN40	3.60	0.23	0.0002	
NC311	NC312	100.28	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC311	NC313	21.77	DN40	3.30	0.21	0.0001	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m³/h	Velocidad m/s	Péridid. bar/100m	Coment.
NC313	NC314	14.84	DN40	0.30	0.02	0.0000	
NC313	NC315	96.32	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC316	NC317	86.80	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC317	NC318	30.19	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC319	NC331	177.06	DN63	30.90	0.80	0.0010	
NC320	NC321	26.81	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC322	NC323	18.27	DN40	3.00	0.19	0.0001	
NC323	NC324	24.12	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC324	NC325	45.79	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC325	NC326	19.83	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC327	NC328	25.34	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC327	NC329	45.74	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC329	NC330	17.17	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC331	NC332	48.44	DN40	12.00	0.76	0.0016	
NC331	NC335	7.12	DN63	14.70	0.38	0.0003	
NC332	NC333	107.25	DN40	3.30	0.21	0.0001	
NC332	NC338	116.75	DN40	7.50	0.48	0.0007	
NC333	NC334	40.14	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC335	NC336	23.69	DN40	6.60	0.42	0.0005	
NC335	NC337	50.75	DN63	7.80	0.20	0.0001	
NC336	NC339	114.10	DN40	6.00	0.38	0.0004	
NC337	NC344	183.08	DN63	6.60	0.17	0.0001	
NC338	NC343	204.78	DN40	4.80	0.31	0.0003	
NC339	NC340	32.96	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC339	NC341	54.61	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC341	NC342	15.14	DN40	0.30	0.02	0.0000	
NC344	NC345	30.52	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC344	NC346	77.33	DN63	1.80	0.05	0.0000	
NC347	NC348	104.43	DN90	193.20	2.50	0.0053	
NC348	NC349	20.46	DN40	39.90	2.54	0.0140	
NC348	NC396	96.52	DN90	150.90	1.96	0.0034	
NC349	NC350	6.01	DN40	24.30	1.55	0.0057	
NC349	NC375	18.81	DN40	15.00	0.96	0.0024	
NC350	NC351	48.37	DN40	19.80	1.26	0.0039	
NC350	NC359	42.69	DN40	4.20	0.27	0.0002	
NC351	NC352	42.04	DN40	6.00	0.38	0.0004	
NC351	NC362	75.57	DN40	12.60	0.80	0.0017	
NC352	NC353	34.64	DN40	5.10	0.32	0.0003	
NC353	NC354	32.45	DN40	4.20	0.27	0.0002	
NC354	NC355	22.35	DN40	3.30	0.21	0.0001	
NC355	NC356	48.66	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC356	NC357	25.03	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC357	NC358	35.11	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC359	NC360	47.67	DN40	3.30	0.21	0.0001	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m³/h	Velocidad m/s	Péridid. bar/100m	Coment.
NC360	NC361	89.01	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC362	NC363	46.60	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC362	NC364	7.53	DN40	9.60	0.61	0.0010	
NC364	NC365	41.53	DN40	4.20	0.27	0.0002	
NC364	NC369	30.81	DN40	5.10	0.32	0.0003	
NC365	NC366	9.88	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC365	NC368	71.37	DN40	1.80	0.11	0.0000	
NC366	NC367	48.27	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC369	NC370	44.10	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC369	NC371	9.26	DN40	3.30	0.21	0.0001	
NC371	NC372	41.69	DN40	3.00	0.19	0.0001	
NC372	NC373	39.82	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC372	NC374	46.69	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC375	NC376	81.60	DN40	14.40	0.92	0.0022	
NC376	NC377	9.74	DN40	12.30	0.78	0.0016	
NC377	NC378	25.88	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC377	NC382	40.29	DN40	10.50	0.67	0.0012	
NC378	NC379	6.84	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC379	NC380	13.29	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC380	NC381	15.52	DN40	0.30	0.02	0.0000	
NC382	NC383	16.57	DN40	9.60	0.61	0.0010	
NC383	NC384	7.31	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC383	NC388	68.44	DN40	6.60	0.42	0.0005	
NC384	NC385	64.87	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC385	NC386	3.60	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC386	NC387	36.00	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC388	NC389	9.83	DN40	4.80	0.31	0.0003	
NC389	NC390	22.86	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC389	NC391	21.60	DN40	3.90	0.25	0.0002	
NC391	NC392	29.44	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC391	NC394	57.41	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC392	NC393	27.30	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC394	NC395	40.54	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC396	NC397	64.80	DN90	148.50	1.93	0.0033	
NC397	NC398	152.07	DN90	147.00	1.91	0.0032	
NC398	NC399	35.82	DN90	143.40	1.86	0.0031	
NC399	NC400	31.49	DN90	142.50	1.85	0.0031	
NC400	NC401	61.79	DN90	141.90	1.84	0.0030	
NC401	NC402	237.93	DN90	140.70	1.82	0.0030	
NC402	NC403	86.85	DN90	135.30	1.75	0.0028	
NC403	NC404	74.04	DN90	133.20	1.73	0.0027	
NC404	NC405	50.23	DN90	131.40	1.70	0.0027	
NC405	NC406	77.09	DN90	130.20	1.69	0.0026	
NC406	NC407	30.87	DN90	128.40	1.66	0.0025	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m³/h	Velocidad m/s	Péridid. bar/100m	Coment.
NC407	NC408	31.64	DN90	127.80	1.66	0.0025	
NC408	NC409	35.95	DN90	127.20	1.65	0.0025	
NC409	NC410	35.70	DN90	126.30	1.64	0.0025	
NC410	NC411	19.26	DN90	125.40	1.63	0.0024	
NC411	NC412	27.28	DN90	125.10	1.62	0.0024	
NC412	NC413	57.08	DN90	124.50	1.61	0.0024	
NC413	NC414	32.92	DN90	123.30	1.60	0.0024	
NC414	NC415	12.87	DN90	122.70	1.59	0.0023	
NC415	NC416	19.48	DN90	122.40	1.59	0.0023	
NC416	NC417	15.14	DN90	121.80	1.58	0.0023	
NC417	NC418	31.94	DN90	121.50	1.58	0.0023	
NC418	NC419	15.10	DN90	120.90	1.57	0.0023	
NC419	NC420	14.38	DN40	12.30	0.78	0.0017	
NC419	NC439	30.97	DN90	108.30	1.40	0.0019	
NC420	NC421	3.15	DN40	7.80	0.50	0.0007	
NC420	NC432	19.33	DN40	3.90	0.25	0.0002	
NC421	NC422	32.24	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC421	NC424	5.53	DN40	5.10	0.32	0.0003	
NC422	NC423	79.08	DN40	1.80	0.11	0.0001	
NC424	NC425	24.95	DN40	4.80	0.31	0.0003	
NC425	NC426	12.11	DN40	4.20	0.27	0.0002	
NC426	NC427	18.79	DN40	3.60	0.23	0.0002	
NC427	NC428	4.07	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC427	NC430	23.75	DN40	1.80	0.11	0.0001	
NC428	NC429	39.81	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC430	NC431	53.72	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC432	NC433	21.01	DN40	3.30	0.21	0.0002	
NC433	NC434	36.82	DN40	1.80	0.11	0.0001	
NC433	NC437	23.31	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC434	NC435	9.52	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC435	NC436	25.79	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC437	NC438	9.96	DN40	0.30	0.02	0.0000	
NC439	NC440	53.33	DN90	107.70	1.40	0.0019	
NC440	NC441	90.05	DN90	106.50	1.38	0.0018	
NC441	NC442	113.63	DN90	104.40	1.35	0.0018	
NC442	NC443	54.73	DN90	101.70	1.32	0.0017	
NC443	NC444	16.82	DN40	24.60	1.57	0.0059	
NC443	NC476	70.39	DN90	75.90	0.98	0.0010	
NC444	NC445	70.01	DN40	1.80	0.11	0.0001	
NC444	NC446	22.16	DN40	22.20	1.41	0.0049	
NC446	NC447	5.98	DN40	12.90	0.82	0.0018	
NC446	NC467	70.04	DN40	9.00	0.57	0.0009	
NC447	NC448	42.13	DN40	3.90	0.25	0.0002	
NC447	NC456	10.17	DN40	8.70	0.55	0.0009	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m³/h	Velocidad m/s	Périd. bar/100m	Coment.
NC448	NC449	40.07	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC448	NC450	92.02	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC451	NC452	16.21	DN40	8.10	0.52	0.0008	
NC451	NC456	20.81	DN40	-8.40	-0.53	0.0008	
NC452	NC453	18.85	DN40	7.50	0.48	0.0007	
NC453	NC454	10.70	DN40	6.90	0.44	0.0006	
NC454	NC455	9.91	DN40	6.60	0.42	0.0005	
NC455	NC457	3.61	DN40	6.30	0.40	0.0005	
NC457	NC458	17.66	DN40	6.00	0.38	0.0004	
NC458	NC459	4.45	DN40	5.40	0.34	0.0004	
NC459	NC460	6.87	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC459	NC462	4.63	DN40	3.00	0.19	0.0001	
NC460	NC461	69.09	DN40	1.80	0.11	0.0001	
NC462	NC463	21.53	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC463	NC464	26.64	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC464	NC465	37.23	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC465	NC466	30.69	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC467	NC468	6.65	DN40	7.20	0.46	0.0006	
NC468	NC469	129.69	DN40	3.00	0.19	0.0001	
NC468	NC470	20.88	DN40	3.90	0.25	0.0002	
NC470	NC471	25.18	DN40	3.30	0.21	0.0002	
NC471	NC472	20.22	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC472	NC473	25.43	DN40	2.10	0.13	0.0001	
NC473	NC474	36.67	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC474	NC475	22.13	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC476	NC477	110.33	DN90	74.10	0.96	0.0009	
NC477	NC478	74.91	DN90	71.40	0.93	0.0009	
NC478	NC479	59.96	DN90	69.60	0.90	0.0008	
NC479	NC480	53.72	DN90	68.10	0.88	0.0008	
NC480	NC481	78.24	DN63	40.80	1.06	0.0017	
NC480	NC500	50.11	DN90	26.10	0.34	0.0001	
NC481	NC482	64.75	DN63	30.30	0.79	0.0010	
NC481	NC502	101.85	DN40	8.70	0.55	0.0009	
NC482	NC483	127.09	DN63	28.80	0.75	0.0009	
NC483	NC484	57.79	DN40	20.70	1.32	0.0043	
NC483	NC499	223.69	DN63	5.10	0.13	0.0000	
NC484	NC485	12.96	DN40	4.20	0.27	0.0002	
NC484	NC489	4.42	DN40	15.00	0.96	0.0024	
NC485	NC486	3.58	DN40	3.90	0.25	0.0002	
NC486	NC487	101.81	DN40	3.60	0.23	0.0002	
NC487	NC488	50.36	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC489	NC490	59.76	DN40	6.90	0.44	0.0006	
NC489	NC495	119.21	DN40	7.80	0.50	0.0007	
NC490	NC491	33.89	DN40	0.60	0.04	0.0000	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal m³/h	Velocidad m/s	Périd. bar/100m	Coment.
NC490	NC492	103.04	DN40	5.10	0.32	0.0003	
NC492	NC493	70.89	DN40	1.80	0.11	0.0001	
NC492	NC494	40.48	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC495	NC496	50.41	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC495	NC497	91.58	DN40	3.60	0.23	0.0002	
NC497	NC498	49.35	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC500	NC501	69.64	DN90	1.50	0.02	0.0000	
NC500	NC507	26.16	DN63	23.40	0.61	0.0006	
NC502	NC503	69.09	DN40	1.80	0.11	0.0001	
NC502	NC504	61.98	DN40	4.50	0.29	0.0003	
NC504	NC505	21.09	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC504	NC506	100.73	DN40	2.40	0.15	0.0001	
NC507	NC508	108.21	DN63	22.80	0.59	0.0006	
NC508	NC509	9.37	DN63	11.10	0.29	0.0002	
NC508	NC519	40.86	DN40	9.30	0.59	0.0010	
NC509	NC510	146.26	DN63	3.60	0.09	0.0000	
NC509	NC511	48.14	DN40	7.20	0.46	0.0006	
NC511	NC512	80.38	DN40	1.80	0.11	0.0001	
NC511	NC513	5.57	DN40	4.20	0.27	0.0002	
NC513	NC514	39.34	DN40	3.90	0.25	0.0002	
NC514	NC515	5.41	DN40	1.80	0.11	0.0001	
NC515	NC516	20.25	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC516	NC517	10.56	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC517	NC518	33.97	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC519	NC520	19.43	DN40	1.80	0.11	0.0001	
NC519	NC525	4.52	DN40	6.60	0.42	0.0005	
NC520	NC521	10.84	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC521	NC522	8.03	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC522	NC523	6.10	DN40	0.60	0.04	0.0000	
NC523	NC524	14.44	DN40	0.30	0.02	0.0000	
NC525	NC526	75.94	DN40	6.30	0.40	0.0005	
NC526	NC527	3.40	DN40	4.50	0.29	0.0003	
NC527	NC528	10.04	DN40	1.50	0.10	0.0000	
NC527	NC530	77.33	DN40	2.70	0.17	0.0001	
NC528	NC529	43.70	DN40	1.20	0.08	0.0000	
NC530	NC531	6.23	DN40	0.90	0.06	0.0000	
NC531	NC532	21.22	DN40	0.60	0.04	0.0000	



Listado general de la instalación

PROPUESTA DE DISEÑO 2.0

5. 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
DN40	15728.91	18874.70
DN63	2806.36	3367.63
DN90	3188.17	3825.80

NOR SOL TUBO ACR		
Descripción	Longitud m	Long. mayorada m
DN76-3"	60.22	72.26

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.