

ESTUDIO DE DISEÑO DE REDES

OBJETIVO Y RESUMEN:

El presente documento tiene como objeto presentar, en cumplimiento con los Términos de Referencia de los estudios a realizar para la primera revisión de las tarifas de las Otras Redes del Concesionario de la Distribución de gas natural en Lima y Callao, las consideraciones de ingeniería básica y conceptual que se tendrán en cuenta para realizar el diseño de las Otras Redes, así como las características e indicadores de los anteproyectos de Distribución considerados en el plan de desarrollo definido por el Concesionario.

/GJV

cc: REM, AES, JEQ, MCO, FRO, JAG
Archivo: Oficina Técnica

INDICE

1	ANTECEDENTES Y ALCANCES.....	4
2	DEFINICIONES Y SIGLAS	4
2.1	Definiciones.....	4
2.2	Siglas	6
3	ESQUEMA Y DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	7
3.1	Descripción general operativa del sistema.....	7
3.2	Niveles de presión	8
3.2.1	Descripción y rangos.....	8
3.2.2	Consideraciones y sustento	9
4	NORMAS TÉCNICAS.....	10
4.1	Normas marco.....	10
5	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN ACERO	12
5.1	Ingeniería básica de tuberías y accesorios	13
5.1.1	Normas de materiales y diseño de tuberías y accesorios.....	13
5.1.2	Protección anticorrosiva: revestimientos y pinturas.....	13
5.1.3	Espesores de pared de tuberías y distancias mínimas a edificaciones.....	13
5.1.4	Tapadas mínimas y zanjas.....	14
5.1.5	Distancias mínimas a otras estructuras enterradas	14
5.1.6	Paso de “pigs” y cambios de dirección de las líneas	15
5.1.7	Fuerzas externas y sobrecargas	15
5.1.8	Cruces especiales	15
5.1.9	Instalación de válvulas	15
5.1.10	Elementos de señalización	16
5.1.11	Métodos de unión y pruebas NDT	16
5.1.12	Consideraciones básicas sobre la instalación	17
5.2	Ingeniería básica de las Estaciones de regulación de presión (ERP) alimentadas desde la Red Principal	17
5.2.1	Generalidades.....	17
5.2.2	Consideraciones generales de diseño y operación de las ERP	18
5.2.3	Tipos de ERP y funciones.....	20
5.3	Otras ERP para la Red de baja presión no alimentadas desde la Red Principal	20
5.4	Ingeniería básica del sistema SCADA.....	21
5.4.1	Filosofía de operación.....	21
5.4.2	Características técnicas fibra, terminales, etc.....	21
5.5	Ingeniería básica del sistema de Protección catódica	22
5.6	Ingeniería básica de las Acometidas.....	23
5.6.1	Tuberías de conexión	23
5.6.2	Válvulas de servicio	23
5.6.3	Consideraciones sobre las Estaciones de regulación y medición para clientes industriales (ERM)	23
5.7	Anteproyectos de redes de Distribución en acero.....	25
5.8	Gas natural vehicular (GNV).....	25
5.9	Descripción general de clusters de consumidores industriales	25
5.9.1	Parámetros y Resultados Cálculo Hidráulico	26
5.10	Redes en acero y Estaciones para la Red de baja presión en PE.....	27
5.11	Construcción de ramales.....	28
6	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN POLIETILENO (PE).....	28
6.1	Normas complementarias de aplicación para el diseño y la construcción	28
6.2	Ingeniería básica de tuberías y accesorios	29
6.2.1	Normas de materiales y diseño de tuberías y accesorios.....	29
6.2.2	Características geométricas de las tuberías	29
6.2.3	Cálculo de presiones nominales	30
6.2.4	Distancias mínimas a edificaciones y tapadas mínimas	30
6.2.5	Distancias mínimas a otras estructuras enterradas	31
6.2.6	Fuerzas externas y sobrecargas; Cruces especiales.....	31

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

6.2.7	Válvulas de seccionamiento	31
6.2.8	Ubicación de las tuberías	31
6.2.9	Zanjas	31
6.2.10	Métodos de unión, máquinas y control	32
6.2.11	Elementos de señalización	32
6.2.12	Consideraciones básicas sobre la instalación y pruebas	33
6.3	Ingeniería básica de las Acometidas	33
6.3.1	Tuberías de conexión y accesorios	33
6.3.2	Gabinetes de regulación y medición de los clientes	34
6.4	Diseño conceptual de las redes de Distribución	35
6.4.1	Concepto del “Sector Tipo”	35
6.4.2	Redes laterales - Indicadores cartográficos y catastrales del Sector Tipo	36
6.4.3	Redes troncales – Diseño conceptual e indicadores	37
7	COSTOS UNITARIOS	42
8	PLANOS TIPOS	47
8.1	Plano Tipo PT – 01: ver secciones 6.3.1, 6.2.8. y 6.3.2.	47
8.2	Plano Tipo PT – 02: ver sección 6.2.9	48
8.3	Plano Tipo PT – 06: ver sección 5.1.4	49
8.4	Plano Tipo PT – 07: ver sección 6.2.8	50

Anexos

- Anexo 1: Manual de Diseño proyecto Red Principal de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
- Anexo 2: Manual de Construcción proyecto Red Principal de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
- Anexo 3: Plano de clusters potenciales clientes industriales
- Anexo 4: Archivos modelizaciones hidráulicas clusters potenciales clientes industriales
- Anexo 5: Archivos modelizaciones hidráulicas redes troncales PE sectores tipos

1 ANTECEDENTES Y ALCANCES

Los estudios necesarios para desarrollar una propuesta tarifaria para la primera revisión de las tarifas de las Otras Redes del Concesionario de la Distribución de gas natural en Lima y Callao, deberán contener, entre otros, un Estudio de Diseño de Redes el cual incluye una base de datos de costos unitarios de los equipos, materiales e insumos así como indicadores utilizados para la valorización del Sistema de Distribución.

De acuerdo a lo indicado en los términos de referencia de los estudios a ser realizados, el Estudio de Diseño de Redes deberá indicar las consideraciones de ingeniería básica y conceptual que se tendrán en cuenta para realizar el diseño del Sistema de Distribución, así como las características e indicadores de los anteproyectos de Distribución considerados en el plan de desarrollo definido por el Concesionario, sobre la base de la información del Estudio de Demanda.

El Estudio de Diseño está basado en criterios técnicos definidos por el Concesionario, de acuerdo a normas locales e internacionales y buenas prácticas del sector y de Suez – Tractebel / GNLC.

El Concesionario se encuentra en una etapa preliminar del proceso de definición y elaboración de las especificaciones técnicas, consideraciones de diseño y construcción y proyectos, entre otros, que formarán parte del Manual de Diseño a ser entregado al OSINERG, de acuerdo al Reglamento. La información contenida en el presente Estudio de Diseño está basada en el avance a la fecha de dicho proceso.

2 DEFINICIONES Y SIGLAS

2.1 Definiciones

A continuación se establecen las definiciones que serán utilizadas en este documento, las cuales provienen del Anexo 1 del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos (Decreto Supremo N° 042-99-EM), el Contrato “BOOT” de Concesión y la nomenclatura adoptada por el Concesionario:

Acometida	Instalación que permite el suministro de gas natural al cliente desde las redes de Distribución. La Acometida tiene como componentes la Tubería de conexión y Estación de regulación y medición del cliente.
Bar	Unidad de medida de presión, de acuerdo a sistema métrico de unidades. Se refiere siempre a presión manométrica (“gauge”).
Distribución	Servicio público de suministro de gas natural por red de ductos a ser prestado por el Concesionario a través del Sistema de Distribución.
Estaciones de regulación y medición para clientes industriales (“ERM”)	Estaciones que podrán estar alimentadas tanto desde en la Red Principal, la Red de media presión o la Red de baja presión, cuya función es la de filtrar, reducir la presión de entrada a los valores necesarios y medir el gas natural a ser entregado para la operación de la industria. Su configuración dependerá del tipo de cliente, del tipo de servicio y de los requerimientos del cliente.

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

Estaciones de regulación y medición para clientes residenciales y comerciales (“gabinetes de regulación y medición”)	Estaciones de regulación de presión a ser instaladas para alimentar los consumos de uno ó varios clientes residenciales y comerciales. Estas Estaciones tendrán caudales bajos y presiones reguladas en general no superiores a 340 mbar y serán de pequeñas dimensiones estándares, para su colocación en gabinetes.
Estaciones reguladoras de presión para el Sistema de Distribución (“ERP-MP” y “ERP-BP”)	Estaciones que estarán ubicadas en el Sistema de Distribución a fin de reducir la presión para alimentar las redes aguas abajo, asegurando niveles de presión que no superen los valores de diseño de las mismas. Las características de estas Estaciones variarán de acuerdo a los niveles de presión de entrada, presión regulada y caudales a suministrar, entre otros.
GNLC (el “Concesionario”)	La empresa concesionaria Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.
MAPO	Máxima admisible presión de operación.
Metro cúbico (m³)	Se refiere al metro cúbico en condiciones estándar, de acuerdo al Reglamento.
MRS	“Minimum required strength” (en MPa) de resinas de PE
Otras Redes	Es la parte del Sistema de Distribución no comprendida en la Red Principal de Distribución, constituida por las Obras del Plan de Crecimiento Comprometido, las extensiones o ramales de la Red Principal de Distribución no considerados como parte de las Obras Comprometidas, así como las demás instalaciones para la prestación del servicio, que la sociedad concesionaria construya y opera de conformidad con el Reglamento y las leyes aplicables.
Protección catódica	Técnica para prevenir la corrosión de una superficie metálica, mediante la conversión de esta superficie en el cátodo de una celda electroquímica.
Pruebas no destructivas	Pruebas para la inspección de las tuberías con el fin de encontrar imperfecciones, usando radiografía, ultrasonido u otros métodos que no causen daños al material, esfuerzos o rotura del mismo. (No incluye pruebas de presión)
Red de baja presión	Son las redes constituidas por tuberías de polietileno (PE) de diversos diámetros cuyas MAPO serán de 5 bar, así como tuberías de acero de diversos diámetros cuyas MAPO serán de 10 bar.
Red de media presión	Son las redes constituidas por tuberías de acero de diversos diámetros, con una MAPO de 19 bar.
Red Principal de Distribución (la “Red Principal”)	Es la red de las Obras Comprometidas Iniciales, tal como lo define el Contrato BOOT. Tendrá una MAPO de 50 bar.
Reglamento	El Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos (en particular el Anexo 1) aprobado por Decreto Supremo N° 042-99-EM y sus normas ampliatorias, modificatorias, complementarias o sustitutorias.
Revestimiento	Sistema de protección de superficies metálicas contra la corrosión mediante el sellado de la superficie.
SCADA	“Supervisory Control and Data Adquisition”: Sistema de Supervisión, Control y Monitoreo de Condiciones Operativas.
Sistema de Distribución (el “Sistema”)	Es la parte de los bienes del Concesionario que está conformada por la Red Principal de Distribución y las Otras Redes, e incluye el City Gate, las Estaciones reguladoras, las redes y las Acometidas, entre otros, que son utilizados para la prestación del servicio en el área de la concesión. Es operado y explotado por la sociedad concesionaria bajo los términos del contrato de concesión, el TUO y las leyes aplicables.
TFME	Tensión de fluencia mínima especificada del acero (en psi o N/mm ²) de tuberías. (“SMYS” en ingles).
Tubería de conexión	Tuberías que conectarán las redes a las Estaciones de regulación y medición de los clientes.

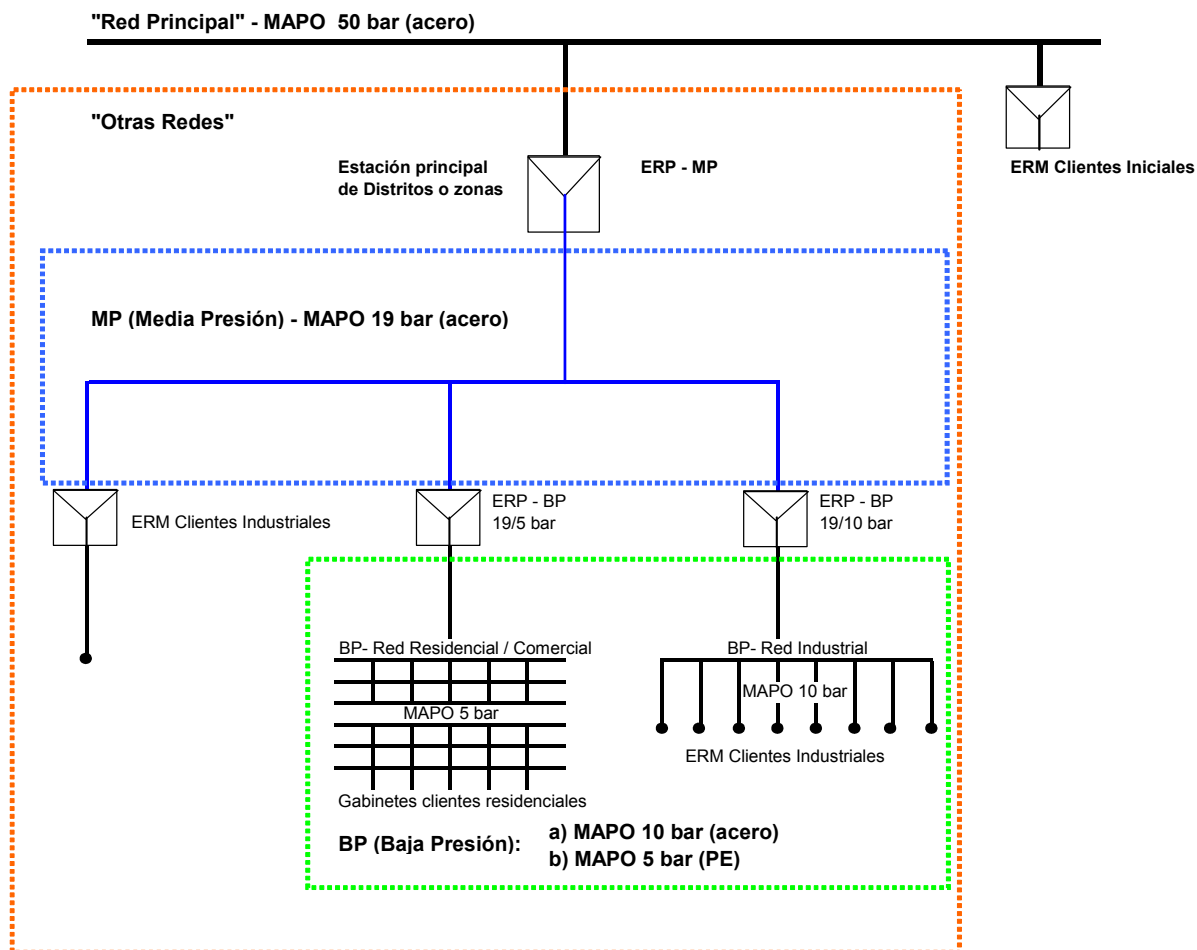
2.2 Siglas

Las siglas que serán utilizadas en este documento hacen referencia a normativas internacionales relacionadas al sector y tienen los siguientes significados:

AGA	American Gas Association
AIA	American Insurance Association for Fire Protection
ANSI	American National Standards Institute
API	American Petroleum Institute
ASCE	American Society of Civil Engineers
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
CEN	Comité Europeo de Normalización
AWS	American Welding Society
CSA	Canadian Standards Association
ISO	International Organization for Standardization
MSS	Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fitting Industry
NACE	National Association of Corrosion Engineers
NFPA	National Fire Protection Association
EN	European Norm (emitidas por el CEN)
NDT	"Non destructive tests": Pruebas no destructivas de control de calidad de uniones, ver 2.1. Definiciones
SCADA	"Supervisory Control and Data Adquisition": Sistema de Supervisión, Control y Monitoreo de Condiciones Operativas, ver 2.1. Deficiones
RTU	"Remote terminal unit": Unidad remota de control y adquisición de datos

3 ESQUEMA Y DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

El siguiente esquema resume la estructura y diseño conceptual del Sistema de Distribución del Concesionario, en particular de las Otras Redes, objeto del presente estudio:



3.1 Descripción general operativa del sistema

La Red Principal, cuya presión de diseño es de 50 bar, está constituida por tuberías de acero de diversos diámetros. Esta red comprende tanto un gasoducto principal de 20" de diámetro como las derivaciones o ramales de otros diámetros, que alimentarán las Redes de media presión a través de las ERP – MP así como a grandes clientes industriales conectados directamente a través de ERM, tales como los Clientes Iniciales.

De acuerdo a la necesidad de atender a altos consumos y/o llegar a puntos de consumos relativamente alejados de la Red Principal, se podrán construir extensiones de la Red Principal, las cuales formarán parte de las Otras Redes.

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

Las Redes en media presión, que operarán a menor presión, estarán constituidas por tuberías de acero de diversos diámetros y tendrán por objeto, en general, ingresar con el gas natural en zonas más urbanizadas con respecto a donde se ubica la Red Principal.

Tendrán como función principalmente alimentar las ERP-BP de las Redes de baja presión y el suministro a clientes industriales en los casos que la situación así lo determine a través de ERM.

Operando a un nivel de presión inferior, las Redes de baja presión en acero, constituidas por tuberías de diversos diámetros, tendrán como objeto principal la Distribución en zonas industriales, alimentando los clientes industriales a través de ERM. También alimentarán las ERP-BP de las Redes de baja presión en polietileno.

Finalmente, operando al más bajo nivel de presión, las Redes de baja presión en polietileno, constituidas por tuberías de diversos diámetros, tendrán como objeto principal la Distribución residencial, comercial y pequeña industria, alimentando dichos clientes a través de gabinetes de regulación y medición.

Fundamentalmente, las Otras Redes consistirán en:

- Un sistema de Distribución para clientes residenciales, comerciales y pequeños industriales, el cual consistirá de Redes de baja presión en polietileno; y,
- Un sistema de Distribución a las Estaciones reguladoras de presión y a los clientes industriales, el cual consistirá de Redes de acero en baja y media presión.

3.2 Niveles de presión

3.2.1 Descripción y rangos

El Concesionario ha determinado los siguientes niveles de presión de diseño y operación para el Sistema de Distribución:

Designación	Presión de diseño	MAPO	Presión mínima de operación
Red Principal	50 bar	50 bar	27 bar
Red de media presión	19 bar	19 bar	Dependerá de criterios operativos del Concesionario
Red de baja presión – acero	10 bar	10 bar	Dependerá de criterios operativos del Concesionario
Red de baja presión – polietileno	5 bar	5 ¹ bar	0.5...1 bar ²

¹ Usualmente se operará a ≤ 4 bar

² Podrá ser superior en el caso de alimentar industrias

3.2.2 Consideraciones y sustento

Red Principal:

La presión máxima de diseño de la Red Principal es de 50 bar. Este valor surge de lo especificado en el apartado f) del artículo 33 del Anexo 1 del Reglamento.

En cuanto a la presión de operación, esta podrá ser igual, o inferior al valor de diseño y en función de la demanda, particularmente al inicio ya que la misma será baja, y en particular en la medida que no sea necesario suministrar 31 bar a la Central Térmica de Etevensa en Ventanilla, condición que está establecida en el punto 3.6 del Anexo N°1 del Contrato de Concesión.

En este caso, de acuerdo a la presión de entrada mínima de diseño de las ERP-MP (para dar la capacidad nominal), la presión mínima de operación podrá ser del orden de 27 bar.

Red de media presión:

La presión máxima de diseño de las Redes en media presión es de 19 bar. Esto cumple con el criterio de tener un nivel de presión intermedio de alta capacidad, utilizando a su vez materiales y accesorios (válvulas, bridas, etc.) de Serie #150, lo que permite economía a este nivel.

La presión de operación inicialmente podrá ser menor que la máxima de diseño, y podrá ir incrementándose a medida que los consumos vayan aumentando, hasta llegar como máximo a la MAPO (19 bar) de esta red en los puntos de inyección.

La presión mínima de operación de esta red dependerá de criterios operativos y de diseño establecidos por el Concesionario, en función de los requerimientos de presión y caudal de las ERP – BP y/o de las ERM de clientes industriales.

En todo caso, la presión mínima se definirá de tal manera que los parámetros hidráulicos se mantengan dentro de límites que estén de acuerdo con las buenas prácticas.

Red de baja presión:

La presión máxima de diseño de las Redes de baja presión es de 10 bar para tuberías de acero y de 5 bar para las tuberías de polietileno. En ambos casos, bajo este criterio, el diseño y la instalación de las redes deberán cumplir con lo indicado en el artículo 32 del Anexo 1 del Reglamento. A modo de referencia podemos citar que el Anexo 1 del Reglamento, en el artículo 32 apartado a), limita a 6 bar la presión máxima en tuberías de plástico.

La definición de un nivel de presión intermedio de 10 bar, principalmente para distribución industrial, permite obtener economía en el espesor de pared de las tuberías y menos restricciones con respecto a distancias mínimas a respetar para la instalación.

En el caso de las redes en polietileno, la presión máxima de diseño de 5 bar está en concordancia con la práctica común de distribución de gas natural con tuberías de polietileno, teniendo en cuenta las características de los equipos de conexión de los clientes, en particular los reguladores, y las propiedades mecánicas y dimensiones de las tuberías de polietileno.

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

La presión de operación en las Redes de baja presión al inicio podrá ser menor que la de diseño dependiendo de los caudales y presiones a suministrar. Por lo tanto, la presión de operación podrá ir incrementándose a medida que los consumos servidos por las mismas vayan aumentando, hasta la MAPO (10 o 5 bar según el caso).

La presión mínima de operación de las Redes de baja presión en acero dependerá de criterios operativos y de diseño establecidos por el Concesionario, en función de los requerimientos de presión y caudal de las ERP – BP y/o de las ERM de clientes industriales.

La presión mínima de operación de las redes en polietileno será del orden de 1 bar, dependiendo de las características de los reguladores de los clientes y criterios de diseño y operativos del Concesionario.

En todo caso, la presión mínima se definirá de tal manera que los parámetros hidráulicos se mantengan dentro de limitaciones que están de acuerdo con las buenas prácticas.

4 NORMAS TÉCNICAS

4.1 Normas marco

Las normas técnicas marco a ser aplicadas por el Concesionario para el diseño y la construcción del Sistema de Distribución incluirán, pero no se limitarán a:

- Normas de Seguridad para la Distribución de Gas Natural por Red de Ductos (Anexo 1 del Reglamento vigente a la fecha)
- ASME B 31.8 – Gas Transmission and Distribution Piping Systems (version vigente a la fecha)
- Normas Legales Nacionales del Sector Hidrocarburos relacionadas con aspectos ambientales y vigentes a la fecha, en todo lo aplicable
- Reglamento Nacional de Construcciones vigente a la fecha, en todo lo aplicable
- La siguiente relación de normas, de acuerdo al Título IX “Normas Complementarias” del Anexo 1 del Reglamento de Distribución (versiones vigentes a la fecha):

Norma	Denominación
ANSI/ASME B31.1	Power Piping
ANSI/ASME B31.2	Fuel gas Piping
ANSI/ASME B31.3	Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping
ANSI B16.5	Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings
ANSI B16.9	Factory-made Wrought Steel Butt welding Fittings

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

ANSI B16.11	Forged Steel Fittings, Socked-welding and Threaded
ANSI B16.34	Steel Valves (Flanged and Buttwelding End)
ANSI B1.1	Unified Inch Screw Threads
ASME B36.10M	Welded and Seamless Wrought Steel Pipe
ASME SI-1	ASME Orientation and Guide for Use of SI (Metric Units)
ANSI/AWS A3.0	Welding Terms and Definitions
ANSI B16.40	Manually Operated Thermoplastic Gas Shut-offs and Valves in Gas Distribution Systems
API RP 5C6	Welding Connections to Pipe
API 5L	Line Pipe
API 6D	Pipeline Valves
API RP 500	Classification of Location for Electrical Installations at Petroleum Facilities
API 1104	Standard for Welding Pipelines and Related Facilities
API 2004	Inspection for Fire Protection
ANSI/BPV	Code Boiler and Pressure Vessel Code, section VIII and IX
ASTM B75	Specification for Seamless Copper Tube
ASTM D2513	Thermoplastic Gas Pressure Pipe, Tubing and Fittings
ASTM F1055	Electro fusion Type Polyethylene Fittings
ASTM D 2683	Socket-Type Polyethylene Fittings for Outside-Diameter-Controlled Polyethylene Pipe
ASTM D 3261	Butt heat Fusion Polyethylene (PE) Plastic Fittings for Polyethylene (PE) Plastic Pipe and Tubing
ASTM A 53	Pipe, Steel Black and Hot-Dipped, Zinc Coated Welded and Seamless
ASTM A-539	Electric-Resistance-Welded Coiled Steel Tubing for Gas and Fuel Oil Lines
ASTM A 105	Forging, Carbon Steel, for Piping Components
ASTM A 106	Seamless Carbon Steel Pipe for High Temperature Services
ASTM A 234	Pipe Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Moderate and elevated Temperature
ASTM A 372	Carbon and Alloy Steel Forgings for Thin-Walled Pressure Vessels

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

MSS SP-25	Standard Marking System for Valves, Fittings, Flanged and Union
MSS SP-44	Steel Pipe Line Flanges
MSS SP-75	Specification for High Test Wrought Welding Fittings
AGA – Parte 2	Gas Measurements Manual - Displacement Metering
AGA – Parte 3	Gas Measurements Manual - Orifice Meters
AGA – Parte 7	Gas Measurements Manual -Gas Turbine Metering
NFPA 1	Fire Prevention Code
ANSI/NFPA 10	Portable Fire Extinguishers
ANSI/NFPA 70	USA National Electric Code
ANSI/NFPA 220	Type of Building Construction
AIA	Recomendation of The American Insurance Association for Fire Protection
NACE RP-01-69	Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping System
NACE RP-02-75	Application of Organic Coatings to the External Surface of Steel Pipe for Underground Service
CSA-Z245.21	External Polyethylene Coating for Pipe
ASCE	Guidelines for the Seismic Designs of Oil and Gas Pipeline Systems
ISO 1027-1983	Radiographic Image Quality Indicators for Non-Destructive Testing- Principles and Identification
ISO 3898-1987	Basis for Designs of Structures- Notation - General Symbols
ISO 5579-1985	Non Destructive testing-Radiographic Examination of Metallic Materials by X and Gamma Rays
ISO 9000 series	Quality Management and Quality Assurance Standards

5 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN ACERO

Se hace referencia al Manual de Diseño entregado por el Concesionario al OSINERG en julio del año 2002, previo al inicio de la ingeniería detallada y construcción del proyecto de las Obras Comprometidas Iniciales, el cual indica las consideraciones normativas y especificaciones aplicables al diseño de la Red Principal y en términos generales, a redes de gasoductos en acero. (Ver Anexo 1)

5.1 Ingeniería básica de tuberías y accesorios

5.1.1 Normas de materiales y diseño de tuberías y accesorios

Las tuberías de acero serán fabricadas de acuerdo a la norma API 5L PSL-2, edición vigente a la fecha. El grado de acero dependerá del nivel de presión al cual operarán las tuberías.

Los accesorios (bridas, válvulas, reducciones, entre otros) cumplirán con las normas de materiales y fabricación indicadas en la sección 4.1., o normas técnicas internacionales equivalentes (DIN, BS, entre otras). Los accesorios serán Series #150 o Series #300, según la MAPO.

5.1.2 Protección anticorrosiva: revestimientos y pinturas

Las tuberías enterradas serán protegidas contra la corrosión externa mediante revestimientos externos tri-capa de polietileno, de acuerdo a norma DIN o equivalente.

Las tuberías e instalaciones aéreas serán protegidas mediante pinturas. Las pinturas se seleccionarán en cada caso considerando la agresividad atmosférica y las condiciones climatológicas (temperatura, humedad, presencia de hongos, etc.) del lugar en el que se encuentre ubicada la instalación. Ver sección 5.5. para mayores detalles.

5.1.3 Espesores de pared de tuberías y distancias mínimas a edificaciones

En todo caso, el factor de diseño F resultante de las condiciones de diseño y operación, cumplirá con lo estipulado en el Reglamento.

Red Principal y Red de media presión:

Será de aplicación lo indicado en el Anexo 1 del Reglamento, en particular el Artículo 33, para determinar el espesor de pared de tuberías de acero que operarán a presiones superiores a 10 bar.

En el caso donde no sea posible cumplir con las distancias mínimas a edificaciones indicadas en el apartado a), será de aplicación el apartado b) de dicho Artículo.

Como resultado de esto, tal como se indicó en el Manual de Diseño para las Obras Comprometidas Iniciales, el factor de diseño para todas las tuberías de la Red Principal es inferior a 0.3 y el espesor de pared es de 11.13 mm, lo que permite su instalación con una distancia mínima de 3 metros respecto a las edificaciones.

Los criterios de diseño indicados en el apartado a), b) y g) del Artículo 33 serán de igual aplicación para la Red de media presión.

Red de baja presión:

En el caso de la Red de baja presión, será de aplicación lo indicado en el Artículo 32 del Anexo 1 del Reglamento con respecto a las distancias mínimas a edificaciones y el diseño del

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

espesor de pared mínimo responderá a los cálculos de resistencia correspondientes, de acuerdo a la norma ASME B 31.8.

Sobre la base de estos resultados, teniendo en cuenta eventuales fuerzas externas y sobrecargas, así como las buenas prácticas y la experiencia del Concesionario, se determinarán los espesores mínimos de las tuberías.

5.1.4 Tapadas mínimas y zanjas

De acuerdo al Artículo 16 del Anexo 1 del Reglamento, las líneas serán instaladas a una profundidad mínima de acuerdo a las características de la zona que atraviesan y a los criterios indicados en la norma ASME B31.8. De acuerdo a esta norma, para clases de trazado 3 y 4 en general, la tapada mínima es de 30" (76 cm).

En el caso de la Red Principal y Redes de media presión y en ciertos casos de espesor de tuberías se deberá aumentar la tapada mínima de un 40% de acuerdo a lo indicado en el apartado g) del Artículo 33 del Reglamento.

En el caso de no poder cumplir con las tapadas mínimas especificadas en el Reglamento, se utilizarán medidas de protección adicional, por ejemplo señalización adicional, losetas de hormigón, etc.

La profundidad mínima de las zanjas se determinará teniendo en cuenta las tapadas mínimas requeridas y la eventual necesidad de disponer de una capa que sirva de cama de apoyo a las tuberías, en el caso que el fondo de la zanja no cumpliera con las características requeridas.

El ancho de la zanja se determinará teniendo en cuenta el diámetro de las tuberías a instalar y el sobre-ancho necesario para poder instalar las tuberías. Se considerará igualmente criterios de estabilidad de zanjas de acuerdo a lo estipulado en las reglamentaciones nacionales de construcción y las buenas prácticas.

El relleno de las zanjas estará constituido íntegramente por material seleccionado libre de piedras, restos de pavimento, etc.

El relleno de las zanjas se realizará de modo que el revestimiento de las tuberías de acero no sufra daños de ningún tipo, compactando el relleno de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Nacional de Construcciones y las buenas prácticas.

Ver Plano Tipo PT - 06 en anexo: perfil típico de zanja Red Principal

5.1.5 Distancias mínimas a otras estructuras enterradas

La separación entre las tuberías a construir y cualquier otra instalación de servicio que corra paralela, no será menor de treinta centímetros (0,30 m).

En los cruces con otros servicios, no se permitirá separaciones de menos de treinta centímetros (0,30 m).

5.1.6 Paso de “pigs” y cambios de dirección de las líneas

No está previsto el paso de pigs en las tuberías de acero de las Otras Redes. Los cambios de dirección de las líneas serán realizados por medio de codos y/o curvado en frío de las tuberías, respetando los radios de curvatura mínimos de acuerdo a las características de las tuberías y las buenas prácticas de realización de dichas curvas.

5.1.7 Fuerzas externas y sobrecargas

Las instalaciones se diseñarán teniendo en cuenta:

- De acuerdo al Reglamento Nacional de Construcciones, se tendrá en cuenta la vulnerabilidad de los diversos componentes de la instalación ante las acciones derivadas de posibles movimientos sísmicos que pudieran afectar el área geográfica en la que están instalados.
- Las fuerzas externas que pudieran causar esfuerzos adicionales a las tuberías (vibraciones, efectos térmicos, sobrecargas, tracción, etc.)

El análisis y cálculo de las fuerzas externas y sobrecargas determinará la necesidad o no de prever protecciones mecánicas puntuales adicionales, como por ejemplo un aumento del espesor de pared, la instalación de losetas de hormigón, “casings”, etc.

5.1.8 Cruces especiales

Vías de tránsito vehicular:

Cada cruce será el objeto de un estudio de ingeniería específico, en el cual serán considerados los parámetros del cruce (geometría, subsuelo, cargas vehiculares, exigencias municipales, entre otros) para determinar la metodología de ejecución del cruce la más adecuada, sea esta por perforación dirigida, “tunnel-liner”, zanja abierta, etc. En la medida del posible se estandarizarán las soluciones.

Cursos de agua:

Cada cruce será el objeto de un estudio de ingeniería específico, en el cual serán considerados los parámetros del cruce (características hidráulicas del curso, características geo-técnicas del cauce, posibles intervenciones en el cauce, exigencias de organismos competentes, entre otros) para determinar la metodología de ejecución del cruce la más adecuada, sea esta por perforación dirigida, zanja abierta, etc.

La ingeniería de los cruces especiales tendrá en cuenta lo indicado en la sección anterior “Fuerzas externas y sobrecargas”.

5.1.9 Instalación de válvulas

La instalación de válvulas se realizará de acuerdo a los siguientes criterios básicos:

- La distancia entre las válvulas de bloqueo de las líneas de conducción de gas se establecerá de acuerdo a lo indicado en la norma ASME B31.8.

- A la entrada y salida de cada estación de regulación de presión y/o de medición, se instalarán válvulas de bloqueo para aislar las Estaciones en operaciones de mantenimiento y emergencias, ubicadas a distancias adecuadas respecto a la parte aérea de la instalación para posibilitar su maniobra en caso de emergencias.

De acuerdo a su criterio, el Concesionario podrá instalar válvulas en puntos adicionales tales como los inicios de ramales principales de Distribución, entre otros.

5.1.10 Elementos de señalización

La señalización del Sistema de Distribución se realizará de acuerdo a los siguientes criterios básicos:

- Para identificar la ubicación de las tuberías en operación se colocarán señales y carteles indicadores bien visibles indicando la posición de las tuberías en el terreno, su profundidad y ciertas informaciones claves. La frecuencia de esta señalización dependerá, entre otros, de los cambios de dirección de las líneas.
- Se instalará sobre el eje de las tuberías una cinta de advertencia, señalando la existencia de dicha tubería de gas, a una distancia mínima prudencial con respecto al nivel superior de las tuberías, siempre y cuando el método de instalación de la tubería lo permita.

La normativa técnica aplicable no estipula distancias mínimas entre las señalizaciones en ámbito urbano. De acuerdo a las prácticas comunes en otras distribuidoras, la frecuencia de la señalización de las tuberías dependerá fundamentalmente de los cambios de dirección de las líneas y de la necesidad de señalar las tuberías en ciertos puntos particulares tales como cruces de avenidas anchas e interferencias particulares, no siendo necesariamente distanciada la señalización de tal manera que desde una señal cualquiera pueda verse la anterior y la sucesora.

5.1.11 Métodos de unión y pruebas NDT

Las uniones se realizarán soldadas. La calificación del procedimiento de soldadura, la calificación de soldadores, y el procedimiento de soldadura de las tuberías de acero del Sistema de Distribución, se realizarán cumpliendo con lo indicado en la norma ASME B31.8, en la norma API 1104 y en la norma ANSI/BPV ("Boiler and Pressure Vessel Code, section VIII and IX"), en lo que sea de aplicación.

Se generará un procedimiento de trazabilidad de las soldaduras y de su control de calidad en forma de un "Welding Book".

Se realizará el control de calidad de las soldaduras a través de procesos no-destructivos como radiografía, ultrasonido, tintas penetrantes, etc. Los "gold-welds" (uniones en empalmes finales) serán controlados 100% NDT y se verificarán durante la puesta en servicio. El porcentaje mínimo de soldaduras que deberán ser controladas se determinará de acuerdo a lo indicado en la norma ASME B 31.8.

5.1.12 Consideraciones básicas sobre la instalación

Se hace referencia al Manual de Construcción (ver Anexo 2) entregado por el Concesionario al OSINERG en julio del año 2002, previo al inicio de la construcción del proyecto de las Obras Comprometidas Iniciales, el cual indica la metodología de trabajo aplicada para las actividades de construcción y pruebas de la Red Principal aplicables de manera general a redes de gasoductos en acero, incluyendo aspectos de:

- Control y aseguramiento de la calidad;
- Salud, seguridad y medio ambiente;
- Cumplimiento de normas;
- Control de proyecto;
- Gestiones previas;
- Transporte y manipulación de tuberías y materiales;
- Instalación;
- Supervisión;
- Pruebas (% MAPO de acuerdo a norma ASME B 31.8); y,
- Documentación conforme a obra, entre otros.

5.2 Ingeniería básica de las Estaciones de regulación de presión (ERP) alimentadas desde la Red Principal

5.2.1 Generalidades

Las Estaciones de regulación y medición y los sistemas de medición propiamente dichos para las Estaciones alimentadas desde la Red Principal fueron concebidas en base a las especificaciones generales ("GTS") de Tractebel, basadas en códigos y estándares internacionales.

Las especificaciones aplicadas son las siguientes:

- Filtration Skid Specification;
- Natural Gas Metering Station with Ultrasonic Flow Meters;
- Gas Heating and Pressure Letdown Skid;
- Instrumentation for Package Units;
- Instrumentation Symbols and Identifications; y,
- Quality Control Sheet.

Las ERP fueron diseñadas teniendo en cuenta la presión máxima a que estarán sometidas cada una de sus partes y las demás variables operativas que se deben considerar para el diseño en general (diámetro de tuberías y accesorios, válvulas de regulación de presión y de seguridad, instrumentos, equipos, etc.).

Las ERP contarán con válvulas de aislamiento a la entrada y a la salida de la estación, que permitirán aislar estas últimas en situaciones de emergencia ó cuando las condiciones operativas así lo ameriten.

Las Estaciones de regulación principales contarán con unidades de generación eléctrica auxiliar o de suministro de potencia ininterrumpida (UPS) y medidas de protección contra incendio.

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

De acuerdo al Reglamento, el nivel de emisión de ruido de las ERP no excederá de 60 decibeles medidos en el límite de propiedad de la Estación. Las Estaciones cumplirán con las buenas prácticas internacionales, con respecto al aislamiento eléctrico entre estas y las redes enterradas metálicas.

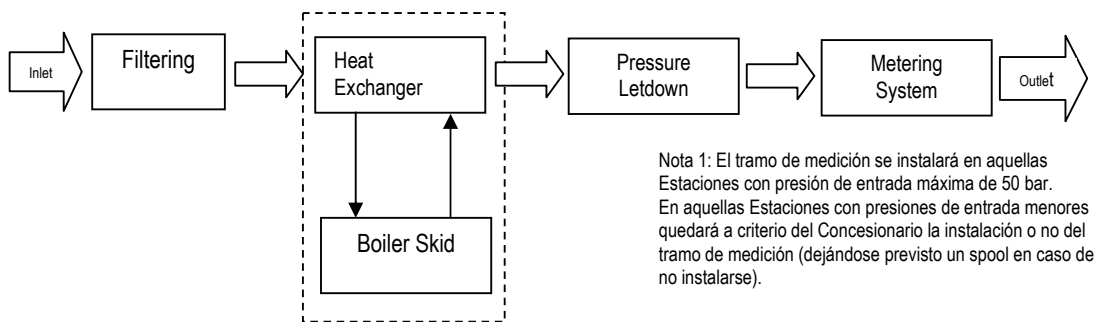
5.2.2 Consideraciones generales de diseño y operación de las ERP

En general, para todas las Estaciones de regulación y medición se aplica el siguiente criterio: las mismas pueden subdividirse en tres módulos, cada una con funciones específicas: “Filtering”, “Pressure Letdown” y “Metering”.

Adicionalmente, en aquellas Estaciones que sea necesario calentar el gas antes de proceder a la regulación, es necesario instalar un intercambiador de calor y un “skid” adicional en donde se montarán las calderas a gas y las bombas, en caso de ser necesario, del sistema de agua de calentamiento.

Cada estación está diseñada para manejar el 100% del caudal de diseño por cada ramal, por consiguiente el modo de operación será con un ramal activo y en otro en stand-by, el cual entrará en funcionamiento en caso de falla del primero.

Esquemáticamente, podemos representar el sistema completo de la siguiente manera:



Nota 1: El tramo de medición se instalará en aquellas Estaciones con presión de entrada máxima de 50 bar. En aquellas Estaciones con presiones de entrada menores quedará a criterio del Concesionario la instalación o no del tramo de medición (dejándose previsto un spool en caso de no instalarse).

Nota 2: El sistema de calentamiento de gas será instalado sólo en aquellos casos que la caída de presión sea tal que se requiera precalentamiento del gas antes de la regulación.

Cada estación contará con una RTU (“Remote Terminal Unit”) que realizará las funciones de monitoreo de las variables principales y corrección de caudal (P, T, Z), reportando todos estos datos al SCADA “Host” mediante un vínculo de fibra óptica.

El último tramo de las ERP contará con válvula “check”.

5.2.2.1 Filtering Skid

Este sistema tiene por fin filtrar y separar las impurezas líquidas y sólidas.

Cada uno de los filtros (dos por skid) tiene una capacidad para el 100% del caudal de cada ramal.

Si bien no se espera que el gas traiga líquidos (condensados), no se descarta la presencia de agua remanente de pruebas hidráulicas, motivo por el cual se estima prudente prever el filtrado de líquidos.

El elemento filtrante es un elemento coalescente (cartucho) el cual presenta un efecto de filtración en tres fases: las partículas más gruesas quedan retenidas en el pre-filtro; el aceite, agua y el resto de las partículas se dirigen al medio filtrante principal, el cual proporciona las dos etapas siguientes de filtración.

Los líquidos se descargarán manualmente por la válvula de purga.

5.2.2.2 Heating Exchanger / Boiler Skid

En caso de ser necesario, el sistema tendrá integrado un intercambiador de calor del 100% de capacidad, el cual cuenta con sus correspondientes calderas y bombas, para calentar el gas al nivel de la regulación; las calderas están alimentadas por un sistema regulado de gas proveniente aguas abajo del skid de medición.

5.2.2.3 Pressure letdown skid

El sistema de regulación está constituido por dos ramas de regulación, cada una de las cuales posee regulador, monitor y válvula slam shut-off, y una válvula de alivio de capacidad reducida. La válvula slam-shut no será actuada desde el sistema SCADA.

Estos equipos permiten tres niveles de seguridad por ramal: en operación normal el que regula la presión es el regulador activo; en caso de falla del mismo, el que realiza la regulación es el monitor y, en caso de fallar este último y elevarse excesivamente la presión, actuará la válvula slam shut-off, bloqueando el ramal.

Como cada rama está calculada para soportar el 100% del caudal de diseño de la estación, y en operación normal una rama de regulación es la que opera activamente mientras que la otra está en stand by, en caso de bloqueo de una rama, la que está en stand-by va a ser la que tome el control de la presión (con los mismos tres niveles de seguridad que el primer ramal), permitiendo la continuidad del suministro con los niveles de actuación mencionados en el párrafo anterior.

5.2.2.4 Metering skid

El skid de medición está constituido por las válvulas de entrada / salida y por el tramo de medición, el cual contendrá un medidor ultrasónico, transmisores de presión y temperatura.

El sistema completo estará calibrado por un ente de certificación internacional (NMI – Institute for Metrology and Technology u otro reconocido) y reportará los datos de pulsos, presión y temperatura al sistema de control local.

Dicho sistema toma los datos de cromatografía que le entrega el sistema SCADA y, con los datos del sistema de medición, realiza la corrección de caudal a unidades estándar.

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

Todos estos datos son reportados al SCADA Host, el cual realiza, entre otras funciones, las tareas de validación de datos de medición.

Tal como se indica en la nota 1 del diagrama en bloques de las Estaciones, el tramo de medición se instalará en aquellas Estaciones con presión de entrada máxima de 50 bar; en aquellas Estaciones con presiones de entrada menores quedará a criterio del Concesionario la instalación o no del tramo de medición (dejándose previsto un spool en caso de no instalarse).

La práctica usual es de instalar el medidor aguas debajo de la regulación, donde las condiciones constantes de presión permiten una medición más precisa. Por otro lado, no es necesariamente más económico un medidor aguas arriba de la regulación (de menor tamaño) dado el costo adicional de aumentar la serie del medidor (por ejemplo de serie 150 a 300 para una estación que regula desde 50 bar).

5.2.3 Tipos de ERP y funciones

5.2.3.1 Presiones de entrada y salida (regulada)

El Sistema de Distribución del Concesionario contará inicialmente con dos tipos de Estaciones propias las cuales son denominadas "Tipo 4" y "Tipo 2", con todos los componentes detallados en los puntos anteriores.

En ambos casos la presión de entrada será la presión de la Red Principal, la cual podrá variar según las condiciones operativas entre 27 bar y 50 bar. De acuerdo a esto, el diseño de la Estación contemplará accesorios Series #300 para el Filtering y Letdown skid.

En el caso particular de la Estación Tipo 4 a ser instalada para suministrar a las zonas industriales de la Av. Argentina / Av. Venezuela y Aeropuerto / San Martín de Porres la presión regulada será de 19 bar; adicionalmente, se instalará una extensión en la forma de un segundo ramal de regulación (dos ramas con válvulas integradas; una rama operativa y la otra en stand by) conectado a la salida del skid de medición permitirá reducir la presión de 19 bar a 10 bar.

En el caso de la estación Tipo 2, la presión regulada será de 10 bar.

5.2.3.2 Capacidades

Serán de aproximadamente 20,000 m³/h en el caso de la Tipo 4 y 6,000 m³/h en el caso de la Tipo 2, dependiendo de las presiones de entrada y salida en todo caso, y de los sistemas a alimentar.

5.3 Otras ERP para la Red de baja presión no alimentadas desde la Red Principal

Para las Estaciones para la Red de baja presión en polietileno las presiones de entrada serán la presión de la Red de media presión (MAPO 19 bar) o de la Red de baja presión en acero (MAPO 10 bar). Estas estaciones tendrán características simplificadas, serán construidas de acuerdo a normas internacionales reconocidas y contarán con filtro de polvo, generalmente doble ramas de regulación, seguridad por sobrepresión, así como medición, cuando sea necesario. La presión regulada nominal será de 4 bar.

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

Las Estaciones para la Red de baja presión en polietileno tendrán capacidades de acuerdo a las necesidades identificadas en los futuros proyectos.

5.4 Ingeniería básica del sistema SCADA

5.4.1 Filosofía de operación

El sistema SCADA (“Supervisory Control and Data Acquisition”) será el encargado de monitorear y controlar las variables operativas tanto del City Gate y Red Principal (válvulas de bloqueo) como de las ERP principales y ERM de los clientes industriales y otros eventuales puntos estratégicos del sistema; realizará el monitoreo de variables en tiempo real, almacenará los datos históricos, alarmas y eventos, y permitirá la operación a través de terminales denominados “workstations” mediante interfaces HMI (“Human - Machine Interface”) basadas en pantallas que representan en forma esquemática todas las instalaciones del Sistema de Distribución.

El sistema contará con un centro de control principal (MCC - “Main Control Center”), un centro de control de contingencia (CCC - “Contingency Control Center”) y sistemas de control locales los cuales se encontrarán distribuidos en las válvulas de bloqueo de la Red Principal, las Estaciones de regulación y medición del sistema y ciertos clientes industriales y la estación terminal de la Red Principal (“Terminal Station”). El sistema poseerá como redundancia y seguridad adicional, un respaldo a través de la red pública de comunicaciones.

Todos estos sitios poseerán equipos de control (los cuales ejecutarán las lógicas de control y reportarán las mediciones de las variables de campo) y de comunicaciones (tecnología SDH) conectados al sistema de fibra óptica, formando un anillo lógico, permitiendo así una redundancia de comunicaciones.

Durante condiciones normales de operación, el MCC será el centro de control activo, responsable de la adquisición de datos desde los sitios remotos y el telecomando de los dispositivos de campo.

Este sistema es completamente redundante en cuanto a equipamiento y conexasión.

El CCC mantendrá sus servidores actualizados con los datos de tiempo real que está tomando en MCC; es decir que en caso de falla en el MCC (habiendo fallado en sistema principal y la redundancia), el CCC tomará control del sistema con los últimos datos actualizados.

Otra función importante del sistema SCADA es la gestión de las mediciones y calidad del gas, mediante aplicaciones denominadas EFM y GQM.

Estas aplicaciones, tomando datos de tiempo real desde el sistema SCADA, permiten realizar entre otras varias funciones, la validación de los datos de medición entregados por los sistemas de medición en cada sitio, el manejo de históricos de medición y la distribución de los datos de cromatografía a los distintos sistemas de medición.

5.4.2 Características técnicas fibra, terminales, etc.

En en City Gate, Terminal Station, Estaciones de regulación y medición y válvulas de bloqueo de la Red Principal se instalarán sistemas de control local los cuales constarán de controladores lógicos programables (PLC) y tarjetas de entrada/salida para la adquisición de

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

las señales de campo. Estos sistemas de control estarán instalados en gabinetes junto con el sistema de comunicaciones y serán conectados al sistema de fibra óptica, formando un anillo lógico, permitiendo así una redundancia de comunicaciones.

En el caso de las Estaciones de regulación y medición el sistema contendrá placas computadoras de caudal totalmente integradas en el sistema, para realizar las correcciones de caudal a condiciones estándar.

Los equipos de comunicaciones serán de tecnología SDH (Synchronous Digital Hierarchy) con multiplexores ADM (Add & Drop Multiplexer) en cada uno de los sitios, proveyendo servicios de voz, datos y video.

El sistema de fibra óptica se basa en fibra del tipo “monomodo”, realizándose la transmisión en la ventana de 1310 nm. Se realizará un tendido troncal de un cable de 12 fibras y utilizándose cables de 6 fibras para los ramales de derivación. Se instalará a lo largo de la Red Principal.

5.5 Ingeniería básica del sistema de Protección catódica

La protección anticorrosiva del Sistema de Distribución comprende:

- El revestimiento de las tuberías;
- Aislaciones eléctricas; y,
- El sistema de Protección catódica.

El revestimiento de las tuberías de acero se encuentra detallado en la sección 5.1.2.

El sistema de Protección catódica adoptado aplica el método de protección por corriente impresa. El diseño de este sistema contempla la instalación de dos equipos rectificadores, uno ubicado en la trampa de lanzamiento de “scrapper” en el City – Gate en Lurín y el segundo en la trampa de recepción de “scrapper” en el Terminal Station en Callao.

Ambos equipos rectificadores serán de 220 volts de entrada, paso simple 60 ciclos y 50 V / 10 A de CD de salida; cada uno contará con un dispersor de ánodos distribuidos que comprende varios ánodos tipo “Lida” de titanio con recubrimiento de óxidos metálicos. Estos ánodos son de 1” de diámetro por 60 cm de largo con un peso aproximado de 1 kg cada uno y tienen una capacidad máxima de 8 amperes de drenado.

Durante la ingeniería de detalle de un nuevo gasoducto, se verificará que el sistema instalado cubra la demanda de corriente y de ser necesario se instalará un nuevo rectificador.

De acuerdo a especificaciones internas de Tractebel el potencial se aplicará de la siguiente manera, como mínimo -0.85 V y máximo de -1.60 V.

La densidad de corriente que se aplica en el recubrimiento tri-capa de Polietileno es típicamente de 1 a 2 mA / m². En todo caso la densidad de corriente dependerá de las necesidades específicas de la protección catódica.

Desde el sistema SCADA se podrá monitorear cuatro señales remotas, dos que se localizaran en correspondencia con dos cámaras de válvulas (XV-10004 y XV-10007) y las otras dos en correspondencia con cada uno de los rectificadores, los cuales reportarán continuamente el

potencial, mediante una celda de referencia de plata / cloruro de plata la cual es utilizada para la interrogación remota.

A fin de poder monitorear este sistema, se instalará puntos de monitoreo a lo largo de la traza de todos los gasoductos. Estos puntos de monitoreo, que consistirán en postes de toma de potencial cuyo diseño se ajustará a planos típicos, se ubicarán cada 1000 metros en zona rural y a cada 500 metros en zona urbana, sobre todo el derecho de vía del gasoducto.

Las instalaciones de superficie serán protegidas de la corrosión atmosférica a través de la aplicación de diferentes tipos de recubrimientos, como pinturas epoxy zinc - rich / primer, epoxy poliamida, alto contenido de sólidos, poliuretano, alto contenido de sólidos, semimate / acabado (2 componentes).

Las aislaciones eléctricas se materializarán preferentemente a través de juntas monolíticas en gasoductos y ramales y también podrán emplearse juntas dieléctricas en las Acometidas de los clientes industriales y en Estaciones de regulación de presión. Podrá ser instalada una junta de aislamiento monolítica para ramales de gran longitud, en el caso que se estima necesario introducir un punto de segmentación de la protección catódica.

Se instalarán en las cámaras de válvulas aisladores expansivos para eliminar los daños por movimientos de la tierra y el contacto directo tierra/aire sellados con epoxy o poliuretano.

5.6 Ingeniería básica de las Acometidas

5.6.1 Tuberías de conexión

Para los clientes industriales alimentados desde redes en acero, las Tuberías de conexión serán de acero. Las especificaciones de las tuberías estarán de acuerdo con las redes a las cuales se conectarán. Sus diámetros estarán en cada caso acorde con el consumo de gas requerido por el usuario correspondiente. Las Tuberías de conexión se conectarán a las redes mediante el uso de accesorios de derivación estándares. El espesor de pared de las tuberías se determinará tomando en cuenta las exigencias del Reglamento y de la norma ASME B 31.8.

5.6.2 Válvulas de servicio

Para los clientes industriales alimentados a partir de redes en acero, las válvulas de servicio serán de acero Serie #300 cuando se instalen en redes de MAPO superior a 19 bar y Serie #150, cuando se instalen en redes de MAPO inferior o igual a 19 bar. Las válvulas cumplirán con la norma de fabricación API 6D o equivalente. Su diámetro estará en cada caso acorde con el consumo de gas requerido por el usuario correspondiente. Se instalarán juntas aislantes con el objetivo de aislar eléctricamente las redes de las instalaciones del cliente.

5.6.3 Consideraciones sobre las Estaciones de regulación y medición para clientes industriales (ERM)

Las Estaciones para clientes industriales correrán por cuenta y cargo e serán instaladas por los mismos, a excepción del medidor que será instalado por el Concesionario pero a cargo de

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

los clientes, y contarán con filtro de polvo, regulación y seguridad por sobrepresión, y sistema de medición, entre otros. Cuando sea requerido también poseerán calentadores.

Dado que estos consumos podrán estar ubicados tanto sobre la Red Principal (MAPO 50 bar), Red de media presión (MAPO 19) o Red de baja presión (MAPO 10 o 5 bar), en estas Estaciones se tendrá en cuenta tal característica para el diseño de las requeridas medidas de seguridad.

El tipo y la cantidad de válvulas de regulación y seguridad dependerán de las características de consumo de la industria y de la clase de servicio (presión de entrada), así como del nivel de disponibilidad aceptado por el cliente.

Las Estaciones (y los componentes de las Estaciones) para clientes industriales serán de propiedad de los mismos y deberán ser construidas de acuerdo a normas internacionales reconocidas tales como ASME VIII, ASME B 31.3, EN 12186, EN 1776, ASTM A-216 WCB y API 6D entre otras, y ser homologadas por el Concesionario.

Siempre deberá haber un acceso previsto para el Concesionario a las Estaciones, para el control y lectura de la medición, y en caso de emergencias.

El diseño de las Estaciones considerará las necesidades y características de los procesos industriales de los clientes suministrados, así como los espacios disponibles y configuraciones de las plantas.

La presión de entrega de estas Estaciones de regulación dependerá de las características de las instalaciones del cliente.

Las Estaciones podrán tener las provisiones para ser conectadas al sistema SCADA, de acuerdo a las necesidades tanto del Concesionario como del cliente.

5.6.3.1 Reguladores

Los reguladores industriales tendrán una presión regulada nominal acorde con cada aplicación. Con respecto a la resistencia, deberán soportar la presión máxima a que pueden estar sujetos en función de su conexión al sistema que los alimenta.

La capacidad de los reguladores será acorde a las necesidades de consumo y presiones de alimentación y consumo.

El Concesionario homologará los reguladores a ser instalados en las Estaciones de regulación de presión y medición para los clientes industriales, los cuales deberán contar con certificaciones internacionales reconocidas en la industria del gas natural. Los reguladores deberán ser instalados y operados de acuerdo a las buenas prácticas y normas internacionales aplicables.

5.6.3.2 Medición

El Concesionario homologará los sistemas de medición a ser instalados en las Estaciones de regulación de presión y medición para los clientes industriales, los cuales deberán cumplir con normativas de tipo AGA, API, EN y certificaciones internacionales reconocidas en la industria

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

del gas natural. Dichos sistemas deberán ser instalados y operados de acuerdo a las buenas prácticas y normas internacionales aplicables.

Los medidores para clientes industriales serán de tipo rotativos, turbinas o ultra-sónicos, según el nivel de consumo y/o su patrón de demanda. Los medidores contarán con los sistemas requeridos para corregir el volumen registrado a condiciones estándar de presión y temperatura.

5.7 Anteproyectos de redes de Distribución en acero

5.8 Gas natural vehicular (GNV)

Las estaciones de servicio de GNV serán alimentadas generalmente desde la Red Principal, permitiendo reducir la compresión necesaria. Dadas las características disímiles (dependerán de cada proyecto específico) de las conexiones y la falta de definición en esta etapa con respecto a sus ubicaciones, no se presentan anteproyectos. Las inversiones para ser conectadas al Sistema de Distribución serán realizadas por los propietarios de las estaciones.

Si bien el diseño señalado de conectar las estaciones desde la Red Principal responde a un criterio de eficiencia económica (menor compresión), no se descarta técnicamente la conexión de estaciones de GNV en otros puntos del sistema de distribución, en las redes de 19 y 10 bar.

5.9 Descripción general de clusters de consumidores industriales

Para estos anteproyectos se han considerado 4 “clusters” (agrupaciones) de consumidores industriales que forman la base de datos comercial del Concesionario, los cuales agrupan las empresas de acuerdo a su ubicación geográfica en base a los relevamientos efectuados. Los indicadores de diseño de cada empresa y cluster corresponden a la mejor información que posee el Concesionario a la fecha y podrán ser sujetos de modificación conforme se desarrollen los estudios respectivos de detalle.

En las planillas adjuntas se muestran los clusters divididos en zonas de concentración de consumo y se muestran los caudales de diseño de las plantas industriales por zonas: (ver plano en Anexo 3)

Cluster	Zona	m3/h diseño
Av. Argentina / Av. Venezuela	Av. Industrial	2,759
	Av. Dueñas / Celedon	3,777
	Av. Venezuela	4,022
	VINSA ³ / Otras	4,838
	Callao	1,847
Total General		17,243

Cluster	Zona	m3/h diseño
Aeropuerto / San	Celima #2 (SMP) / Corp. Cerámica #1 (SMP) ⁴	4,762

³ CDC (Capacidad Diaria Contractual) de acuerdo a Contrato “BOOT” de Concesión

⁴ Estimada en función de CDC de Cerámica Lima S.A. y Corporación Cerámica S.A. que son 100 y 31 Mm3/día, respectivamente 50% por planta

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

Martín de Porres	Otras	2,716
Total General		7,478

Cluster	Zona	m3/h diseño
Gambetta	Callao	8,791
Total General		8,791

Cluster	Zona	m3/h diseño
Lurigancho - Evitamiento	Av. Evitamiento	1,230
	Av. Cajamarquilla	685
	Av. El Santuario	779
	Celima #1 (SJL) ⁵	3,300
	Av. Velasco Alvarado	266
Total General		6,260

5.9.1 Parámetros y Resultados Cálculo Hidráulico

En el Anexo 4 se muestran las propiedades del gas, las características de las tuberías, las tablas de nodos, los consumos por nodo y los resultados de los cálculos hidráulicos para cada cluster.

El diseño de las redes se ha realizado manteniendo los valores de velocidad del gas dentro de los rangos permitidos por las buenas prácticas y llegando a los puntos de suministro de gas con las presiones adecuadas.

Para definir estas presiones mínimas se han considerado los criterios expuestos en la sección 3.2.1. En la gran mayoría de los casos, de acuerdo a los relevamientos realizados por el Concesionario, los clientes industriales requieren típicamente de presiones de suministro de cómo máximo 4 bar en las salidas de sus ERM.

Adicionalmente a las cargas de los clientes industriales se ha considerado las siguientes cargas adicionales para futura Distribución en Redes de baja presión PE:

Cluster	m3/h	N° de clients (mínimo)	Nodos	Ubicación
Av. Argentina / Av. Venezuela	15,000	≈ 30,000	11, 12 & 14	Av. Venezuela
Aeropuerto / San Martín de Porres	10,000	≈ 20,000	RED_6_4	Av. Tomas Valle
Lurigancho / Evitamiento	9,000	≈ 18,000	9	Av. Portada del Sol

⁵ Estimado como 50% CDC de Cerámica Lima S.A.

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

Las especificaciones básicas y las características de las tuberías y las Estaciones de regulación de presión se detallan en las secciones anteriores.

Como resumen a continuación se detallan los diámetros y longitudes de las redes de acero y las Estaciones de regulación necesarias para abastecer de gas natural a las industrias consideradas en cada cluster:

Cluster	Tuberías		Estaciones de regulación	
	Diámetro	Longitud (m)	Capacidad	Tipo
Av. Argentina / Av. Venezuela 10 bar	8"	4,479	17,243 m ³ /h ⁶	4 (ext. ⁷) 19 / 10 bar
	6"	1,754		
	4"	791		
	3"	4,506		
	2"	5,592		
Total		17,123		

Cluster	Tuberías		Estación de regulación	
	Diámetro	Longitud (m)	Capacidad	Tipo
Aeropuerto / San Martín de Porres 19 bar	8"	2,982	7,478 m ³ /h	4 50 / 19 bar
	6"	1,914		
	4"	1,792		
	3"	6,348		
Total		13,036		

Cluster	Tuberías		Estación de regulación	
	Diámetro	Longitud (m)	Capacidad	Tipo
Gambetta 10 bar	4"	6,723	8,791 m ³ /h	2 50 / 10 bar
	3"	1,201		
	2"	389		
Total		8,313		

Cluster	Tuberías		Estación de regulación	
	Diámetro	Longitud (m)	Capacidad	Tipo
Lurigancho / Evitamiento 10 bar	6"	4,063	6,260 m ³ /h	2 50 / 10 bar
	2"	5,293		
Total		9,356		

5.10 Redes en acero y Estaciones para la Red de baja presión en PE

Para la futura Distribución en Redes de baja presión PE, serán necesarias longitudes adicionales de redes de aproximación en acero y Estaciones de regulación de presión para la

⁶ Dependerá del factor de simultaneidad (para todas las ERP)

⁷ Ver sección 5.2.3.1.

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

Red de baja presión en PE, de acuerdo al desarrollo de estas redes, así como ampliar la capacidad de las Estaciones de regulación de alta presión existentes.

5.11 Construcción de ramales

El Concesionario ha previsto 7 válvulas de derivación de diámetros 8" y 10" desde la Red Principal ubicadas estratégicamente con el objetivo de prever derivaciones para futuros ramales sin necesitar la realización de operaciones de "hot-tapping". Estas válvulas no requieren ser "full bore" dado que no se prevé el paso de "scrappers" fuera del ducto principal. Serán instaladas en cámaras o enterradas, según las necesidades.

Para los ramales que se construyen en conjunto con el ducto principal (Clusters Av. Argentina / Aeropuerto y Cluster Evitamiento / San Juan de Lurigancho) se instalará una estación de regulación de presión de las características requeridas (presión regulada y capacidad) en cercanías del punto de derivación. Se realizará la derivación con el adecuado accesorio "weldolet". Las estaciones contarán con sus válvulas principales de entrada y salida.

Para los ramales que se hayan de construir una vez habilitado el ducto principal, será necesario realizar una derivación "hot tap" con los respectivos accesorios. Deberá ser instalada una válvula de sacrificio para la posterior habilitación del ramal.

En el caso de ser requerida, la capacidad y presión regulada (19 y/o 10 y/o 5 bar) de la estación dependerá del diseño específico del ramal.

6 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN POLIETILENO (PE)

6.1 Normas complementarias de aplicación para el diseño y la construcción

De acuerdo a la necesidad de normas complementarias para el diseño de las redes en PE (tuberías y accesorios), se detallan a continuación (lista no limitativa) una serie de normas internacionales reconocidas en la industria del gas natural que el Concesionario aplicará para el diseño y la construcción de redes en PE.

Dichas normas provienen de las instituciones ISO / CEN, siendo esto de acuerdo con la reglamentación nacional peruana para el uso de unidades métricas y en concordancia con las tendencias internacionales en la industria. Dichas normas son técnicamente equivalentes a sus homólogas ASTM. La selección de dichas normas permite eficiencias, dado el costo relativamente más bajo de accesorios métricos, por un tema básico de volumen de mercado a nivel internacional.

Norma	Designación
CEN prEN 1555	Partes 1 a 5 – Plastics Piping Systems for the Supply of Gaseous fuels – Polyethylene (PE)
ISO 4437	Buried polyethylene pipes for the supply of gaseous fuels – Metric series – Specifications
ISO 8085	Polyethylene fittings for use with polyethylene pipes for the supply of gaseous fuels -- Metric series - Specifications

ISO 12176-1- Parte 1	Plastics Pipes and Fittings – Equipments for fusion jointing polyethylene systems - Butt Fusion
ISO 12176-1– Parte 2	Plastics Pipes and Fittings – Equipments for fusion jointing polyethylene systems - Electrofusion
ISO 12176-1– Parte 3	Plastics Pipes and Fittings – Equipments for fusion jointing polyethylene systems - Operator’s Badge
ISO/DIS 19480	Thermoplastics pipes and fittings for the supply of gaseous fuels – Training and assessment of fusion operators
CEN EN 12007	Gas supply Systems – Pipelines for maximum operating pressure up to and including 16 bar
CEN EN 12007	Gas supply systems – pipelines for maximum operating pressures up to and including 16 bar
CEN EN 12007-Part 2	Specific functional requirements for polyethylene (MOP up to and including 10 bar)
CEN EN 12327	Gas supply systems – Pressure testing, commissioning and decommissioning procedures – Functional requirements
ISO 10839	PE pipes and fittings for the supply of gaseous fuels – code of practice for design, handling and installation

6.2 Ingeniería básica de tuberías y accesorios

6.2.1 Normas de materiales y diseño de tuberías y accesorios

Las tuberías y accesorios de PE serán fabricados de acuerdo a la norma EN 1555 y normas relacionadas ISO 4447 (tuberías) / ISO 8085 (accesorios).

Se utilizarán generalmente resinas tipo PE 80 de clasificación MRS 8.0 MPa. En casos particulares se podrá utilizar PE 100, de clasificación MRS 10.0 MPa. Las resinas y las tuberías deberán cumplir adicionalmente con las especificaciones del Concesionario.

De acuerdo a la norma EN 1555, el coeficiente de diseño C será de 2, siendo el valor de σ_s^8 4.0 y 5.0 MPa para el PE 80 y PE 100, respectivamente.

6.2.2 Características geométricas de las tuberías

De acuerdo a las prácticas comunes, así como la estandarización de las dimensiones de sistemas de tuberías y accesorios de PE, el Concesionario utilizará generalmente tuberías de diámetros nominales (DN/OD) 160, 110, 63 y 20 mm para la construcción de sus redes y Tuberías de conexión, según la ubicación, capacidad y función de dichas tuberías.

Durante la etapa de ingeniería de detalle, las condiciones específicas de demanda podrán eventualmente dar lugar al uso de otros diámetros menores.

El espesor mínimo de pared de las tuberías y SDR, relacionado al diámetro nominal (externo), de las tuberías se determinará de acuerdo a la norma EN 1555.

⁸ $\sigma_s = MRS / C$ (el “design stress”, en MPa)

Según los diámetros, las tuberías se presentarán en bobinas o tiras rectas.

6.2.3 Cálculo de presiones nominales

De acuerdo al cálculo establecido en la norma EN 1555, se resume en el siguiente cuadro la presión nominal de diseño (PN)⁹ de las tuberías a ser utilizadas, según los valores de MRS (resina), espesor de pared y diámetro externo (SDR) y coeficiente de diseño:

DN/OD	SDR 17		SDR 11	
	PN (bar)			
	PE 80	PE 100	PE 80	PE 100
20	NA	NA	10	10
63	NA	NA	8	10
110	5	6	8	10
160	5	6	8	10

El Concesionario podrá operar las tuberías a presiones inferiores a las presiones nominales de diseño, de acuerdo a las MAPO definidas en la sección 3.2.1. y a las necesidades reales de capacidad y aplicando de acuerdo a su criterio factores de seguridad adicionales con respecto a los indicados en la norma (ver sección 6.2.1.).

GNLC usará tuberías SDR 11 hasta el diámetro 63 mm, y SDR 17 para los diámetros 110 y 160 mm. Las tuberías de 20 mm tendrán un espesor de pared mínimo de 3.0 mm.

6.2.4 Distancias mínimas a edificaciones y tapadas mínimas

De acuerdo al apartado b) del Artículo 32 del Anexo 1 del Reglamento, la distancia mínima de las líneas de PE a las edificaciones será de 1 metro. Si lo anterior no fuera posible, tal distancia podrá ser reducida hasta 0.3 metro, siempre y cuando se utilicen sistemas de protección para las tuberías.

De acuerdo a la norma ASME B 31.8, la tapada mínima de las líneas de PE será de 24" (61 cm).¹⁰ No obstante, con tapadas inferiores se podría facilitar la instalación de redes, evitando en general las interferencias subterráneas de otros servicios, logrando economías.

A manera de referencia, se hace mención a la norma NTC (Norma Técnica Colombiana) 3728 "GASODUCTOS. LÍNEAS DE TRANSPORTE Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS" que indica en su sección 5.1.1. "Las líneas secundarias de la red de distribución, deben instalarse a una profundidad no inferior a 60 cm (24 pulgadas) en vías; no inferior a 50 cm en andenes y zonas verdes. Cuando no se pueda alcanzar esta profundidad, se puede reducir la distancia mínima de acuerdo con las recomendaciones dadas por el fabricante de la tubería, en áreas donde no exista tráfico vehicular."

La mencionada reducción de la tapada fue el objeto de una modificación de la norma que anteriormente estipulaba una tapada uniforme de 60 cm. La modificación surgió tras la revisión

⁹ $PN = 20 \times \sigma_s / (SDR - 1)$ (en bar, máximo 10 bar)

¹⁰ No aplicable a accesorios

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

por parte del Comité Técnico de algunas normas internacionales que ya habían aceptado una disminución de la tapada.

GNLC estima que una modificación similar al Reglamento de Distribución permitiría facilitar la instalación de redes, evitando en general las interferencias subterráneas de otros servicios, logrando economías.

6.2.5 Distancias mínimas a otras estructuras enterradas

Ver sección 5.

6.2.6 Fuerzas externas y sobrecargas; Cruces especiales

Ver sección 5.

6.2.7 Válvulas de seccionamiento

El Concesionario instalará válvulas de seccionamiento en puntos estratégicos de la red, con una frecuencia a ser determinada en base a criterios operativos, de manera a permitir una rápida respuesta en el caso de contingencias.

6.2.8 Ubicación de las tuberías

Si bien existen varias opciones de ubicación de las tuberías en la vía pública (calle, estacionamiento / berma, vereda, entre otros) el Concesionario ha podido identificar preliminarmente la relativa menor presencia de otras estructuras subterráneas en la berma lateral de las calles, cerca de las veredas, zona donde además las molestias de las excavaciones al tránsito y a los peatones serían menores.

La decisión de instalar una configuración de red simple con acometidas alternativamente cortas y largas o una configuración red doble con acometidas cortas se hará en base a una evaluación costo – beneficio de las opciones una vez conocidas las condiciones técnicas específicas de las obras a ser realizadas (anchos de calles, naturaleza del subsuelo, etc.).

Durante la etapa de ingeniería de detalle y replanteo, se determinarán las ubicaciones finales de las tuberías, de acuerdo a las interferencias que pudieran surgir.

Ver Plano Tipo PT - 07 y PT - 01 en anexo.

6.2.9 Zanjas

La profundidad mínima de las zanjas se determinará teniendo en cuenta las tapadas mínimas requeridas y la eventual necesidad de disponer de una capa que sirva de cama de apoyo a las tuberías, en el caso que el fondo de la zanja no cumpliera con las características requeridas.

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

El ancho de la zanja se determinará teniendo en cuenta el diámetro de las tuberías a instalar y el sobre-ancho necesario para poder instalar las tuberías.

El relleno de las zanjas estará constituido por material fino seleccionado, arena o relleno fluido.

El relleno de las zanjas se realizará de modo que las tuberías no sufran daños de ningún tipo, compactando el relleno de acuerdo a las buenas prácticas.

Ver Plano Tipo PT - 02 en anexo.

6.2.10 Métodos de unión, máquinas y control

Las uniones de tuberías de PE se realizarán por medio de accesorios de electro-fusión o termo-fusión (a tope o con accesorios "socket-weld"), siendo todos métodos de unión de amplia difusión en la distribución de gas natural a nivel internacional. En todo caso, los métodos y procedimientos de unión a ser utilizados deberán garantizar la calidad de la unión, siendo a criterio del Concesionario de optar por cualesquiera de los métodos de unión anteriormente descritos por aquellos que se empleen en la industria y que hayan mostrado su eficacia.

El proceso de unión de tuberías de polietileno se realizará de acuerdo a lo indicado en el Artículo 30 del Anexo 1 del Reglamento, la norma ASME B31.8 y normas CEN / ISO mencionadas.

Las uniones serán realizadas empleando materiales aprobados y personal calificado mediante procedimientos previos de calificación. El Concesionario desarrollará, en coordinación con el OSINERG y otras instituciones técnicas, las metodologías de calificación de fusionistas, basado en las recomendaciones de los proveedores de tuberías y accesorios así como las normas ISO mencionadas. Las máquinas que realizarán las uniones cumplirán con las normativas indicadas en la sección 6.1.

Se generará un procedimiento de trazabilidad de las soldaduras y de su control de calidad en forma de un "Welding Book", el cual incluirá los parámetros de fusión de cada unión, reportes de las unidades de control de las máquinas de fusión, actas de inspección visual, etc.

Las uniones serán controladas visualmente, y el Concesionario podrá realizar pruebas destructivas de unión en el porcentaje que estima necesario.

6.2.11 Elementos de señalización

Ver sección 5.

Se instalará un cable de detección que permitirá localizar el trazado de las tuberías de PE por medio de equipos de detección electromagnéticos, siempre y cuando el método de instalación de la tubería lo permita, y de acuerdo a las necesidades.

La frecuencia con la cual emergerá el cable para fines de conectar los equipos de detección dependerá de las condiciones de instalación y quedará a criterio del Concesionario.

6.2.12 Consideraciones básicas sobre la instalación y pruebas

Adicionalmente a lo indicado en el Reglamento y la norma ASME B 31.8, servirán de referencia complementaria las normas CEN indicadas en la sección 6.1.

6.3 Ingeniería básica de las Acometidas

6.3.1 Tuberías de conexión y accesorios

Para los clientes conectados a la red de PE, las Tuberías de conexión serán de PE y su diámetro estará en cada caso acorde con la capacidad requerida por el usuario correspondiente, teniendo en cuenta la estandarización de diámetros del Concesionario. En general la conexión de uno ó varios clientes residenciales y comerciales (hasta medianos) se realizará con tubería de 20 mm de diámetro, dada la característica de consumo (ausencia de calefacción), y 63 mm para comerciales grandes.

De acuerdo a los estudios de demanda realizados, el 99.9% de los clientes que se conectaran a la red de polietileno tendrán consumos picos inferiores a 20 m³/h, límite de capacidad de una tubería de conexión en 20 mm. El 0.1% de los clientes tendrá consumos picos superiores de hasta 100 m³/h, por ejemplo hospitales, hoteles o centros comerciales, no justificándose una tubería de conexión de capacidad intermedia. Por este motivo, GNLC ha optado por estandarizar dos dimensiones de tuberías de conexión (20 mm y 63 mm) lo que permite a la vez economías dado que las tuberías y accesorios de 63 mm se utilizarán igualmente para las redes secundarias y serán comprados en grandes cantidades.

Las Tuberías de conexión se conectarán a la red mediante el uso de accesorios de derivación estándares. Podrán ser utilizados accesorios simples montados por termofusión y perforados manualmente. Esto permite obtener una economía a nivel de los accesorios de derivación.

Las Tuberías de conexión de los clientes residenciales y ciertos clientes comerciales contarán con una válvula automática de bloqueo por exceso de flujo a ser instalada inmediatamente después del empalme con la red, de acuerdo a las necesidades.

Ver Plano Tipo PT - 01 en anexo.

6.3.1.1 Sistema de transición a los gabinetes de regulación y medición

Las tuberías se conectarán a la válvula de servicio mediante una pieza de transición PE - metal.

Todo el recorrido aéreo de la tubería de polietileno será protegido mecánicamente, de acuerdo a las exigencias de la norma ASME B 31.8.

Ver Plano Tipo PT - 01 en anexo.

6.3.1.2 Consideraciones básicas sobre la instalación y pruebas

Adicionalmente a lo indicado en el Reglamento y la norma ASME B 31.8, servirán de referencia complementaria las normas CEN indicadas en la sección 6.1.

6.3.2 Gabinetes de regulación y medición de los clientes

De manera general, los gabinetes para clientes residenciales y pequeños comerciales serán montados adosados a los frentes de los clientes (línea de edificación) y tendrán dimensiones estándares.

En los gabinetes quedarán alojados la válvula de servicio, el regulador de presión, el medidor de consumo y los accesorios de conexión.

A diferencia de los clientes industriales y dado que los clientes residenciales y comerciales tendrán consumos horarios bajos se requerirán presiones reguladas en general no superiores a 100 mbar y en algunos casos particulares hasta 340 mbar.

6.3.2.1 Válvula de servicio

Para los clientes residenciales y comerciales alimentados a partir de redes en PE, serán típicamente válvulas esféricas de acero o bronce con extremos roscados y de un cuarto de vuelta, tipo PN 10 o equivalente, instaladas después de la pieza de transición PE - metal. Su diámetro estará en cada caso acorde con las dimensiones del tubo de conexión.

6.3.2.2 Regulador de presión y niveles de presión

El Concesionario seleccionará tipo y marca de los reguladores, los cuales tendrán aceptación internacional y serán manufacturados por empresas certificadas que cuenten con experiencia y estrictos controles de calidad. El Concesionario estandarizará, comprará e instalará los reguladores.

Los reguladores se instalarán en lugares accesibles y ventilados. Contarán con medidas de seguridad frente a presiones de suministro a las instalaciones del cliente excesivas.

Clientes residenciales y pequeños comerciales:

De acuerdo al Reglamento, los reguladores a ser instalados para alimentar a los clientes con presión regulada inferior a 50 mbar contarán con un dispositivo de bloqueo automático que actuará cuando la presión de suministro sea inferior a una presión predeterminada, del orden de 0.5 bar, a ser determinada por el Concesionario. Adicionalmente a esta medida de protección, los reguladores domiciliarios contarán con dispositivos de seguridad con rearme manual en caso de haberse producido el corte por baja presión de salida (exceso de flujo) o por rotura de diafragma.

Estos reguladores tendrán una presión regulada nominal de 20 milibar y caudal nominal del orden de 5 a 6 m³/hora.

Con respecto a la variación de presión de salida una variación del orden de hasta 10% es adecuada para reguladores domiciliarios. A modo de referencia, la norma NAG – 135 (Norma Argentina de Condiciones Mínimas Aplicables a Reguladores de Presión Domiciliarios para ser Instalados en Redes de Distribución hasta 4 bar con Gas Natural, Gas Manufacturado u Otros Gases Derivados del Petróleo) especifica en el punto 5.1.1. que la presión de salida del regulador deberá estar comprendida entre 20.42 y 17.58 mbar, para una presión de salida nominal de 19 mbar, lo que representa una variación de +/- 7.5 %, esto para caudales comprendidos entre 10% y 100% del caudal nominal. Para caudales comprendidos entre 0.5%

y 10% del caudal nominal, se amplía hasta +/- 15% la variación. Una variación menor (orden de 5%) es un valor muy bajo que solo se puede conseguir con reguladores de tecnología de punta cuyos precios son elevados (≈ USD 25) no siendo requerido semejante precisión para gasodomesticos comunes.

En el caso de pequeños comerciales, se prevé que en la mayoría de los casos (hasta configuraciones tipo G 4) los reguladores tendrán las mismas especificaciones que los reguladores para los clientes residenciales.

Edificios multifamiliares y clientes comerciales intermedios y grandes:

Los reguladores a ser instalados corresponderán con la configuración de consumo de los clientes, típicamente G 10, G 16 y G 25.

6.3.2.3 Medidores

Los medidores para clientes residenciales y comerciales serán de tipo diafragma (desplazamiento positivo) en general G 1.6, G 4, G 10 y G 25. De acuerdo al Reglamento, el Concesionario seleccionará tipo y marca de los medidores, los cuales deberán tener aceptación internacional y tener precisiones de acuerdo a las buenas prácticas y normas internacionales aplicables. El Concesionario estandarizará, comprará e instalará los medidores.

Los medidores serán instalados en lugares ventilados, accesibles desde el exterior para su control y lectura y alejados de lugares con presencia de materiales combustibles.

6.4 Diseño conceptual de las redes de Distribución

6.4.1 Concepto del “Sector Tipo”

Las futuras redes de Distribución podrán desarrollarse en cualquier zona del área de Concesión, en un proceso dinámico. Por este motivo, y a fin de no limitar en forma inicial el desarrollo de la red del Concesionario se presenta éste concepto.

El Concesionario insistió en la inclusión dentro de los términos de referencia del concepto del “Sector Tipo” de diseño como una herramienta para poder hacer un diseño y una valorización de los costos satisfactoria para los fines de los estudios tarifarios. El desarrollo futuro de los sistemas de distribución se realizará mediante una combinación que represente de la manera mas adecuada las zonas a ampliar.

Sin importar cual sea el distrito elegido o zona específica de expansión las inversiones variarán dentro de un rango que bien puede ser reflejado por los Sectores Tipos tal como se mostrará más adelante.

Finalmente, es necesario tener en cuenta que un diseño basado en un Sector Tipo, donde voluntariamente se hace abstracción de un plan de desarrollo con características geográficas definidas, es un diseño marginal con respecto a la infraestructura primaria del sistema de distribución, es decir principalmente los gasoductos de aproximación en acero y las estaciones principales. Para contemplar dicha infraestructura, será necesario hacer ciertas hipótesis sobre ratios de ésta infraestructura a ser asignada a cada Sector Tipo.

6.4.2 Redes laterales - Indicadores cartográficos y catastrales del Sector Tipo

Es importante resaltar que la mayor parte de las longitudes de las redes ($\approx 95\%$) resulta de las redes secundarias (tuberías de menor diámetro) cuyas longitudes tienen relación directa con las longitudes de las calles a lo largo de las cuales se ubicarían los clientes potenciales, en otros términos los anchos promedios de frentes de lotes.

Por otro lado, a diferencia de las redes troncales, es importante resaltar que la determinación del diámetro de las tuberías de las redes laterales (63 mm) responde a criterios de estandarización de accesorios, en particular de accesorios de derivación a los clientes, y prácticas constructivas, establecidas por el Concesionario de acuerdo a su experiencia y las buenas prácticas. En conclusión, la eficiencia lograda en la selección del diámetro de las tuberías de las redes laterales proviene de la decisión de optar por una estandarización a nivel internacional de los accesorios para este diámetro, la cual por motivos de volumen de mercado permite economías.

GNLC no descarta el uso de tuberías de 50 mm en zonas de desarrollo consolidado y cerrado, en la medida que se pueda determinar que exista una oferta y disponibilidad de accesorios suficiente para lograr economías.

Tomando en cuenta lo indicado, el Concesionario realizó una serie de estudios empleando datos cartográficos y catastrales con una empresa consultora especializada con el objetivo de identificar indicadores básicos de una serie de Sectores Tipos, que podrán ser utilizados para cuantificar las longitudes de redes laterales a instalar para el plan de desarrollo.

La metodología utilizada fue de identificar una serie de zonas dentro de los distritos urbanos de Lima y Callao de acuerdo a un criterio general de homogeneidad de ciertos indicadores tales como densidad de hogares y configuración urbana, entre otros. La elección de las zonas analizadas (17 en total) cumplió únicamente con un criterio de estudio.

Los resultados han sido resumidos en 3 Sectores Tipos (A - alta densidad, M – media densidad y B – baja densidad) que son caracterizados por los siguientes indicadores básicos:

6.4.2.1 Densidad de redes por km^2

Los Sectores considerados necesitan en promedio 44,300, 44,400 y 39,200 metros lineales de redes por km^2 de área urbana, para los Sectores Tipos A, M y B respectivamente. Este indicador está basado en un análisis por sector de la longitud total de calles, teniendo en cuenta lo indicado en la sección 6.2.8. La variación estándar de todos los datos analizados es de 3,175 metros, lo cual indica una homogeneidad de este indicador para todas las zonas analizadas.

6.4.2.2 Densidad de clientes potenciales por km^2

Los Sectores considerados tienen densidades de clientes potenciales que varían entre 5,900, 3,800 y 2,800 clientes potenciales por km^2 , para los Sectores Tipos A, M y B respectivamente, considerando clientes potenciales como la suma de negocios y viviendas, de acuerdo a los censos de Apoyo (CENCO) e INEI, respectivamente, utilizados para el Estudio de Demanda.

6.4.2.3 Longitudes de red a instalar por cliente potencial

Basado en los indicadores de las dos secciones anteriores, se llega a un indicador de longitud de red lateral a instalar por cliente potencial que varía entre 7.6, 11.7 y 13.9 metros lineales de red a instalar por cliente potencial. Este indicador básico considera una red doble.

GNLC ha realizado un estudio detallado para 3 distritos de Lima que permite establecer que aproximadamente 60% de las calles de estos distritos tienen un ancho inferior o igual a 15 metros. Se estima en base a experiencias en otras empresas distribuidoras que el punto de equilibrio económico entre una configuración red doble y una configuración red simple corresponde a un ancho de calle del orden de 15 metros. En base a esto, se puede definir un indicador “optimizado” de red lateral a instalar por cliente potencial que varía entre 5.7, 8.8 y 10.4 metros lineales de red a instalar por cliente potencial, considerando que en 50% de los casos se podrá instalar una configuración red doble.

6.4.3 Redes troncales – Diseño conceptual e indicadores

El Concesionario ha realizado dos diseños típicos de redes troncales para Sectores específicos de Lima y Callao (“Case Studies”) que tienen como objetivo sustentar hidráulicamente la arquitectura básica de las redes troncales a ser aplicada para futuros desarrollos concretos y establecer indicadores generales sobre esta arquitectura básica, los cuales complementan los indicadores de las redes laterales. En todo caso, se deberán realizar diseños específicos una vez definidas las áreas en las cuales el Concesionario instalará redes. Los Sectores fueron seleccionados únicamente con el objetivo de realizar una modelización típica.

6.4.3.1 Hipótesis y sustento de consumos horarios unitarios picos

El Concesionario, de acuerdo a su experiencia en Distribución de gas natural, y en base a estudios específicos de demanda para Lima y Callao, ha estimado los valores de consumos horarios unitarios picos de diseño para los clientes potenciales de la Red de baja presión en polietileno que se detallan a continuación, para el caso particular de Lima y Callao:

Clientes	Pico diseño clientes m ³ /h
Hogares	0.6
Lavanderías	1.0
Restaurantes	3.0
Panaderías	10.0
Hoteles	13.0
Comercial Grande	97.0

6.4.3.2 Diseño conceptual

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

La arquitectura básica de las redes a ser instaladas por el Concesionario está basada en redes troncales de 160 y 110 mm (ver sección 6.2.2.) y redes laterales de 63 mm.

Las trazas de las troncales cumplirán con el criterio general simple de cubrir los Sectores, recorriendo por las principales avenidas. Las ubicaciones de las ERP responderán a un criterio general de centricidad, cuando sea posible. A través del software de diseño¹¹ se verifica y afina el dimensionamiento de las redes troncales, con el objetivo de obtener eficiencias en el diseño.

Las redes laterales derivarán de las redes troncales, de acuerdo a la necesidad de conectar clientes. Las redes troncales se extenderán a medida que crezca la extensión global de la red.

Se resumen a continuación las características de los Sectores (Sector 1 y Sector 2) considerados para los diseños típicos de redes troncales: (Ver planos en Anexo 5)

Sector 1

Factor de Penetración de diseño (F_p) = 0.9 - Factor de Simultaneidad (F_s) = 0.7

Clientes potenciales	Cantidad	Pico diseño clientes m ³ /h	Pico horario total diseño con F_p y F_s m ³ /h
Hogares	26,031	0.6	9,840
Lavanderías	8	1.0	5
Restaurantes	224	3.0	381
Panaderías	38	10.0	239
Hoteles	5	13.0	40
Comercial Grande	10	97.0	613
Total	26,316		11,118

Sector 2

Factor de Penetración de diseño (F_p) = 0.9 - Factor de Simultaneidad (F_s) = 0.7

Clientes potenciales	Cantidad	Pico diseño clientes m ³ /h	Pico horario total diseño con F_p y F_s m ³ /h
Hogares	36,223	0.6	13,692
Lavanderías	8	1.0	5
Restaurantes	467	3.0	794
Panaderías	97	10.0	611
Hoteles	13	13.0	104
Comercial Grande	3	97.0	184

¹¹ GasWorks 7.0 de la empresa Bradley B. Bean, PE (Colorado – USA)

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

Total	36,811		15,391
-------	--------	--	--------

Los datos de clientes potenciales provienen de las bases de datos INEI y CENCO. La tasa de crecimiento de la población en los distritos urbano – centrales de Lima y Callao fue básicamente cero durante el periodo 1990 – 2002 (- 0.3 %). Por este motivo y teniendo en cuenta la ubicación de los sectores tipos 1 y 2 analizados, se considera adecuado utilizar la información estadística sin realizar proyecciones adicionales, para el diseño en cuestión.

Con respecto al factor de simultaneidad (F_s), existen tablas estadísticas de uso difundido que fijan en aproximadamente 0.35 el valor de F_s para una población tal como se considera en los sectores. Sin embargo, estos valores teóricos corresponden a consumos puramente de carácter residencial. Los sectores analizados consideran adicionalmente consumos de carácter comercial (hoteles, hospitales, restaurantes, panaderías, etc.) cuyos factores de simultaneidad tienden a ser mucho mayores. Por este motivo y teniendo en cuenta el grado de desconocimiento que se tiene con respecto al comportamiento del futuro mercado del gas natural, se ha optado por un factor de simultaneidad conservador (0.70) para determinar el pico horario total, en particular para las tuberías troncales y estaciones de regulación de presión. Esto tiene un impacto mínimo en las inversiones a realizar, dado que la participación de los costos de las tuberías troncales en las redes es mínima por un lado, y que por otro lado las estaciones de regulación de presión tienen un rango de capacidad relativamente amplio, para un relativamente bajo aumento de costo.

Con respecto al factor de penetración (F_p) técnico considerado, se ha utilizado un valor mayor al factor de penetración comercial. Cabe aclarar que el mencionado factor de penetración comercial tiene que ver con las inversiones necesarias en redes secundarias a tender por cliente conectado. Por los mismos motivos que los mencionados en el párrafo anterior, el factor utilizado (0.90) permite hacer un dimensionamiento conservador de las tuberías troncales y estaciones de regulación de presión, permitiendo asegurar que la infraestructura básica a ser instalada pueda soportar un incremento importante de la demanda, en un largo plazo.

6.4.3.3 Modelización hidráulica

En las planillas adjuntas se indican los Sectores divididos en zonas de concentración de consumo y los nodos asignados a cada zona para la carga de los datos en el software para la modelización hidráulica.

El número de nodos se ha determinado dividiendo los Sectores en varias zonas de suministro a clientes de acuerdo a las características geográficas del Sector, evitando en la medida de lo posible el cruce de ríos, carreteras y avenidas anchas de alto flujo vehicular.

Los consumos cargados a cada nodo se han estimados en base al número de manzanas contenidas en cada zona de influencia y ajustando que la suma de estos valores concuerde con el consumo total de cada Sector.

Sector 1

Sector	Zona	$F_p=0.9$ m^3/h	Nodos
--------	------	----------------------	-------

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

1	Av. 1	1,308	ERP, 1 & 2
	Av. 2	2,250	3, 4, 5 & 6
	Av. 3	900	8 & 9
	Av. 4	4,320	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 & 18
	Av. 5	2,340	20, 21, 22 & 23
Total General		11,118	

Sector 2

Sector	Zona	Fp=0.9 m ³ /h	Nodos
2	Av. 1	450	1 & 20
	Av. 2	1,080	3 & 4
	Av. 3	1,035	7 & 8
	Av. 4	2,700	10, 11, 12, 13 & 14
	Av. 5	900	17, 18 & ERP
	Av. 6	3,060	21 & 22
	Av. 7	3,870	23, 24 & 25
	Av. 8	2,297	26 & 27
Total General		15,392	

En el Anexo 5 se muestran las propiedades del gas, las características de las tuberías, las tablas de nodos, los consumos por nodo y los resultados de los cálculos hidráulicos para cada Sector.

El diseño de las redes se ha realizado manteniendo los valores de velocidad del gas ($V_{\max} \approx 20$ m/s) dentro de los rangos permitidos por las buenas prácticas, con un criterio de presión mínima del orden de 1 bar.

6.4.3.4 Resultados e indicador

Como resumen a continuación se detallan los diámetros y longitudes de las redes troncales de polietileno necesarias para abastecer de gas natural a los clientes considerados en cada Sector:

Sector 1

Sector	Longitud troncales	
	Diámetro	Longitud (m)
1	160 mm	3,881
	110 mm	8,274

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

Total	12,154
-------	--------

Sector 2

Sector	Longitud troncales	
	Diámetro	Longitud (m)
2	160 mm	1,559
	110 mm	10,796
Total		12,356

Indicadores

	Area (km ²)	Longitud troncales (m)	Indicador (m / km ²)
Sector 1	10.0	12,155	1,216
Sector 2	8.0	12,355	1,544
Promedio			1,380

En conclusión, el indicador de longitud de red troncal es del orden de 1,400 metros por km², que en relación al indicador de los 42,275 metros por km² representa un 3.3 % del total de redes a instalar.

7 COSTOS UNITARIOS

A continuación se detallan los costos unitarios (lista no exhaustiva) que corresponden a los equipos, materiales y la instalación de éstos, en USD valor año 2003. Generalmente los costos de materiales y equipos son FOB, debiendo ser considerados adicionalmente los costos de flete, seguros, impuestos y nacionalización, entre otros, de acuerdo a los países de procedencia.

Tuberías de acero revestidas – materiales según API 5L y DIN 30670

Diametro	Red baja presión acero		Red Principal y Media Presión	
	Espesor de pared	Costo	Espesor de pared	Costo
pulg.	mm.	USD / m	mm.	USD / m
2	6.4	13.3	11.1	21.4
3	6.4	16.4	11.1	26.9
4	6.4	21.5	11.1	35.8
6	6.4	32.3	11.1	54.6
8	6.4	42.4	11.1	72.2
10	6.4	53.2	11.1	90.9
12			11.1	108.3

Nota: Se considera un costo de USD 1100 / ton para las tuberías. Se considera en 15% el costo adicional para importar las tuberías, teniendo en cuenta los costos de flete, nacionalización y otras gestiones relacionadas.

Tuberías de acero – instalación

Diametro	Instalación tubería
pulg.	USD / m
2	28.0
3	45.0
4	59.0
6	87.0
8	116.0
10	138.0
12	173.0

Instalación en vía pública (pistas), en contexto urbano y en terreno conglomerado. Incluye obra civil, instalación mecánica, pruebas, recomposición, replanteo, topografía, permisos (USD 3 / m) e interferencias. No incluye movilización, ingeniería de detalle, estudios ambientales, cruces especiales y planos conforme a obra que representan un costo adicional de 10% al valor total de la instalación. No incluye instalación de fibra óptica.

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

Válvulas de cierre manual de acero – materiales (según API 6D) e instalación en cámaras

Diametro	Instalación	Costo FOB
pulg.	USD / c.u.	USD / c.u.
2	5,000.0	1,500.0
3		1,850.0
4		1,940.0
6	10,000.0	2,910.0
8	15,000.0	3,880.0
10	20,000.0	4,850.0

Estaciones de regulación para el sistema de distribución – ERP

Tipo	Pin (bar)	Pout (bar)	Capacidad (Nm ³ /h)	Costo (USD)
Distritales	19	4	≈ 5,000	49,700
Cluster Av. Argentina / Av. Venezuela	50	10	≈ 17,000	255,750
Cluster Aeropuerto / San Martín de Porras ¹²	50	19	≈ 7,500	37,300
Cluster Lurigancho / Evitamiento	50	10	≈ 7,000	119,050
Cluster Gambetta	50	10	≈ 10,000	85,750
Gasoducto Extensión Sur	50	19	≈ 85,000	217,250

Los costos incluyen costos de importación (flete & nacionalización @ 15%), instalación y compra del terreno.

Otros materiales de incorporación

Se considera un costo promedio de USD 10 / kg de otros materiales de incorporación tales como plant piping, accesorios (bridas, tuercas, pernos, etc.), soportes, etc. Se considera que el costo total de estos materiales representa un 4% del valor total de un proyecto,

Se considera que el costo total de los materiales eléctricos incorporados (incluyendo protección catódica) representan un 0.8 % del valor total de un proyecto.

¹² Construido como extensión de la estación principal, que es la del Cluster Av. Argentina / Av. Venezuela

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

Provisión e instalación de tuberías y accesorios de PE

Diametro	Instalación	Tubería	Accesorios y otros ¹³	Permisos	Total Instalación & materiales
mm	USD / m	USD / m	USD / m	USD / m	USD / m
63	26.1	2.0	0.5	3.00	31.6
110	40.0	4.5	3.0	3.00	50.5
160	43.0	10.0	5.0	3.00	61.0

Instalación en vía pública (pistas y veredas), en contexto urbano y en terreno conglomerado.

Provisión e instalación de válvulas de PE enterradas

Diametro	Instalación	Costo FOB
mm	USD / c.u.	USD / c.u.
63	300.0	120.0
110	400.0	250.0

Tubería de conexión clientes residenciales y comerciales hasta medidor G10, longitud del orden de 4 metros

Accesorio de derivación 63 x 20 mm auto-perforante, electro-soldable	USD / c.u. (FOB)	9.0
Válvula de exceso de flujo 20 mm	USD / c.u. (FOB)	9.0
Tubería de conexión 20 mm	USD / c.u. (FOB)	2.0
Sistema de transición PE 20 mm - acero 3/4" ("riser")	USD / c.u. (FOB)	9.0
Válvula de servicio PN 10 - 1/2"	USD / c.u. (FOB)	9.0
Cinta de señalización, cable de detección & otros	USD / c.u. (FOB)	5.0
Mano de obra instalación tubería de conexión (zanja) & "riser"	USD / c.u.	145.0
Total materiales & instalación tubería de conexión	USD / c.u.	188.0

Nota: En los casos donde el accesorio de derivación será simple (termo-fusionado, perforado manualmente) el costo unitario será del orden de USD 3.0 (FOB).

¹³ Incluye accesorios, poliválvulas, cinta de advertencia, cable de detección, etc.

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

Tubería de conexión clientes hasta medidor G25, longitud del orden de 6 metros

Accesorio de derivación 63 x 63 mm auto-perforante, electro-soldable	USD / c.u. (FOB)	21.0
Tubería de conexión 63 mm	USD / c.u. (FOB)	15.0
Sistema de transición PE 63 mm - acero 1 1/2" ("riser")	USD / c.u. (FOB)	25.0
Válvula de servicio PN 10 - 1 1/2"	USD / c.u. (FOB)	20.0
Cinta de señalización, cable de detección & otros	USD / c.u. (FOB)	5.0
Mano de obra instalación tubería de conexión (zanja) & "riser"	USD / c.u.	200.0
Total materiales & instalación tubería de conexión	USD / c.u.	286.0

Gabinete de regulación & medición clientes residenciales y comerciales hasta medidor G 1.6

Regulador (ver sección 6.3.2.2.)	USD / c.u. (FOB)	12.0
Medidor G 1.6 (ver sección 6.3.2.3.)	USD / c.u. (FOB)	23.0
Gabinete	USD / c.u. (FOB)	20.0
Accesorios	USD / c.u. (FOB)	15.0
Mano de obra instalación gabinete con equipos	USD / c.u.	25.0
Total materiales & instalación gabinete de reg. & med.	USD / c.u.	95.0

Gabinete de regulación & medición clientes residenciales y comerciales hasta medidor G 4

Regulador (ver sección 6.3.2.2.)	USD / c.u. (FOB)	15.0
Medidor G 4 (ver sección 6.3.2.3.)	USD / c.u. (FOB)	50.0
Gabinete	USD / c.u. (FOB)	20.0
Accesorios	USD / c.u. (FOB)	20.0
Mano de obra instalación gabinete con equipos	USD / c.u.	25.0
Total materiales & instalación gabinete de reg. & med.	USD / c.u.	130.0

Gabinete de regulación & medición clientes residenciales y comerciales hasta medidor G 10

Regulador (ver sección 6.3.2.2.)	USD / c.u. (FOB)	60.0
Medidor G 10 (ver sección 6.3.2.3.)	USD / c.u. (FOB)	150.0
Gabinete	USD / c.u. (FOB)	25.0
Accesorios	USD / c.u. (FOB)	25.0
Mano de obra instalación gabinete con equipos	USD / c.u.	25.0
Total materiales & instalación gabinete de reg. & med.	USD / c.u.	285.0

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.

Gabinete de regulación & medición clientes residenciales y comerciales hasta medidor G 16

Regulador (ver sección 6.3.2.2.)	USD / c.u. (FOB)	60.0
Medidor G 16 (ver sección 6.3.2.3.)	USD / c.u. (FOB)	250.0
Gabinete	USD / c.u. (FOB)	40.0
Accesorios	USD / c.u. (FOB)	40.0
Mano de obra instalación gabinete con equipos	USD / c.u.	35.0
Subtotal materiales & instalación gabinete de reg. & med.	USD / c.u.	425.0

Gabinete de regulación & medición clientes residenciales y comerciales hasta medidor G 25

Regulador (ver sección 6.3.2.2.)	USD / c.u. (FOB)	130.0
Medidor G 25 (ver sección 6.3.2.3.)	USD / c.u. (FOB)	340.0
Gabinete	USD / c.u. (FOB)	40.0
Accesorios	USD / c.u. (FOB)	40.0
Mano de obra instalación gabinete con equipos	USD / c.u.	35.0
Subtotal materiales & instalación gabinete de reg. & med.	USD / c.u.	585.0

Permisos, servidumbres, terrenos, cánones, derechos de ocupación

Formarán parte de los costos del Concesionario todo concepto de permisos, servidumbres, compras de terrenos, pago de cánones, pago de derechos de ocupación y autorizaciones requeridos para la instalación de las tuberías, estaciones, válvulas, equipos, etc. de las Otras Redes.

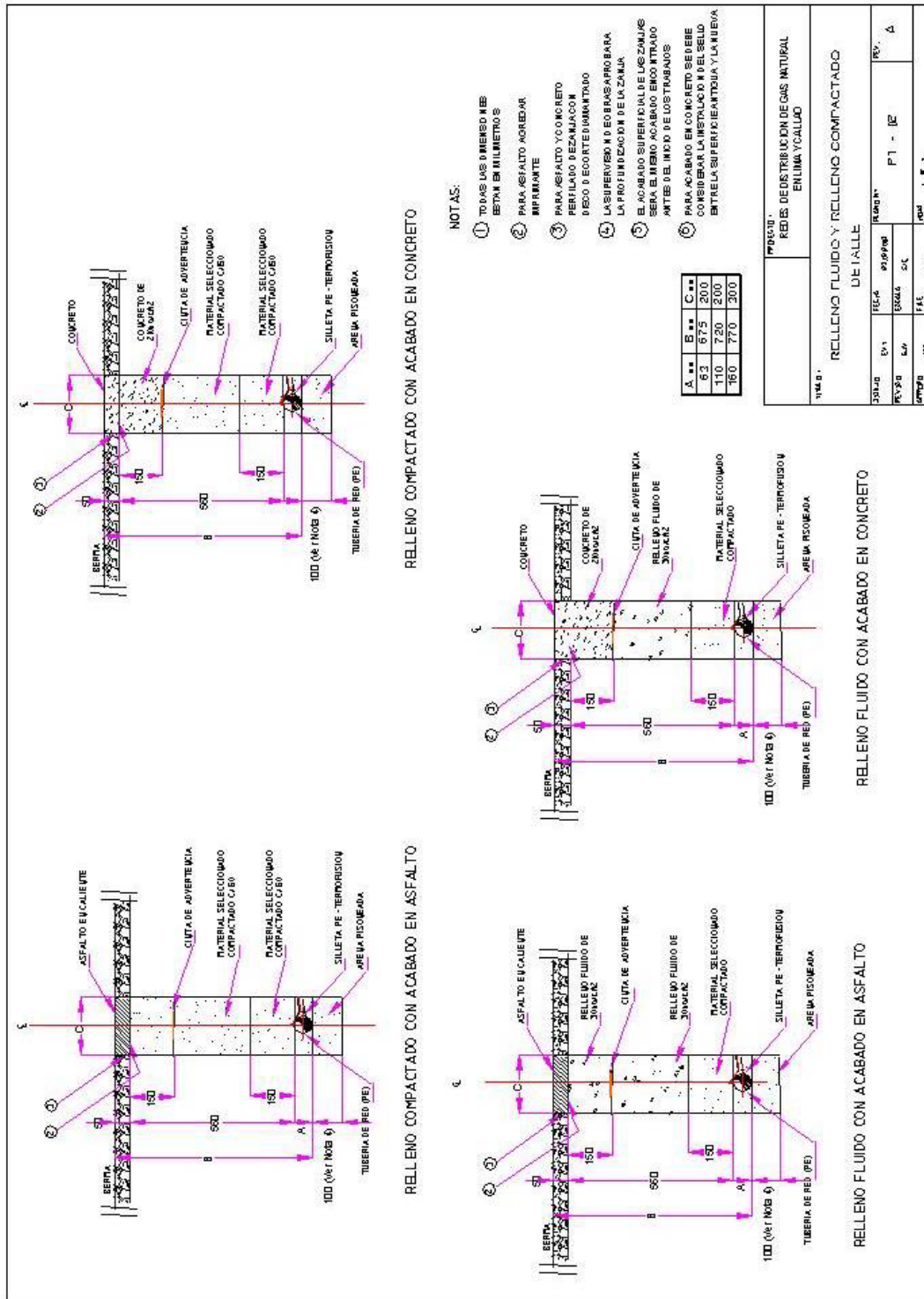
De acuerdo a las estadísticas del proyecto de instalación de la Red Principal, el costo de los permisos (de acuerdo a TUPAs municipales, etc.) únicamente para la instalación de tuberías es del orden de USD 3.0 por metro lineal. A estos costos se deben agregar los otros costos de servidumbres, compras de terrenos, pago de cánones, etc. que varían de acuerdo a las características de las instalaciones.

Comentario general

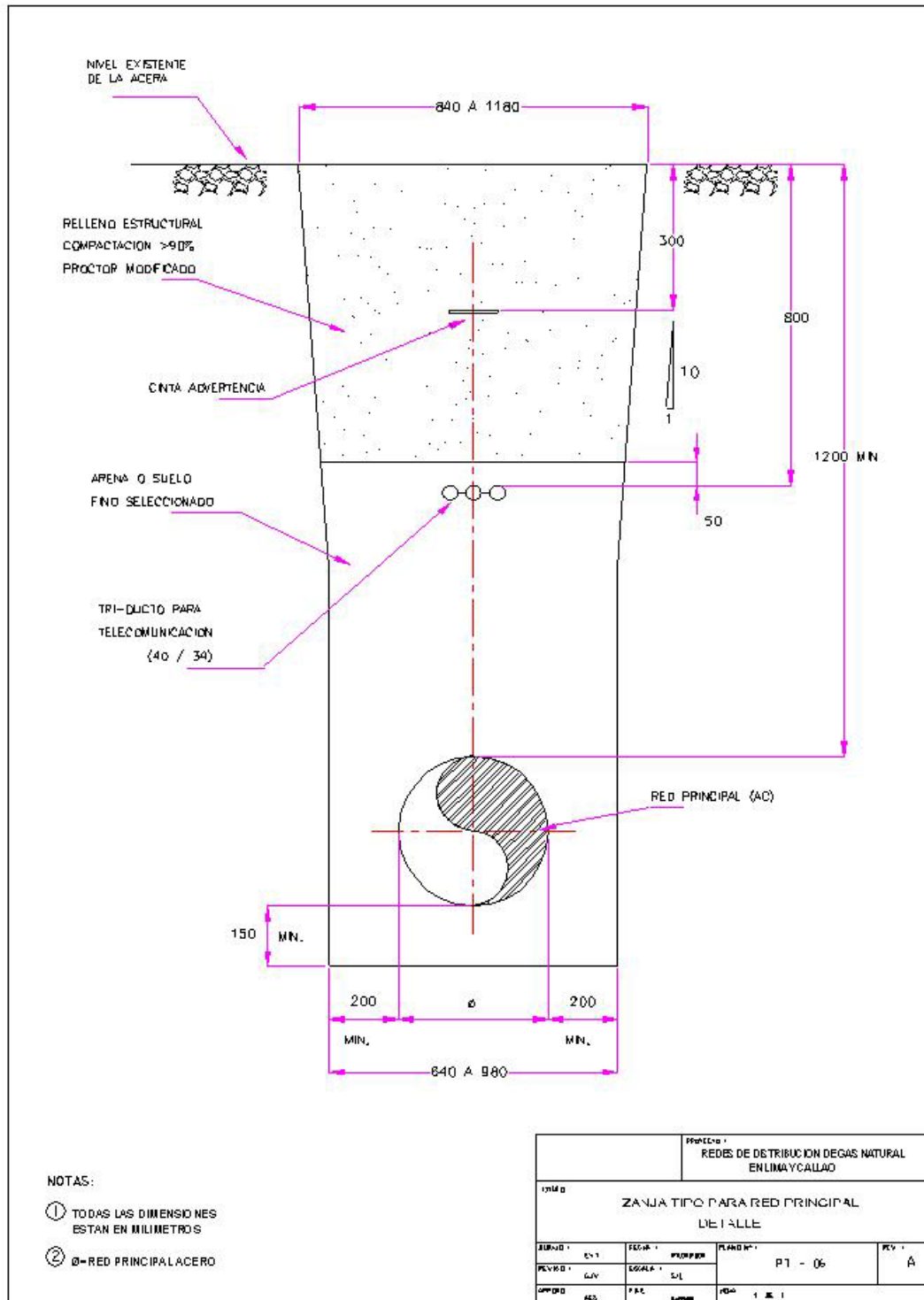
Los costos unitarios indicados corresponden, en ciertos casos, a contratos y/o compras efectivamente realizados por GNLC, y en otros casos, a la mejor estimación que se tiene en base a pre-cotizaciones y referencias, entre otras de Tractebel. Por lo tanto, los costos unitarios indicados son referenciales y podrán cambiar en función de los resultados de las licitaciones finales, entre otros.

----- X -----

8.2 Plano Tipo PT – 02: ver sección 6.2.9.



8.3 Plano Tipo PT – 06: ver sección 5.1.4.



8.4 Plano Tipo PT – 07: ver sección 6.2.8.

