



**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

**GESTIÓN DE EMERGENCIAS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS**

**NATURAL DE LIMA Y CALLAO**

**Línea de investigación:**

**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y geotecnia**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de  
Ingeniero Geógrafo

**Autor:**

Victoria Huayanay, Luis Enrique

**Asesor:**

Sánchez Paredes, César  
(ORCID: 0000-0003-1136-5403)

**Jurado:**

Alva Velásquez, Miguel

Sernaqué Aucchuasi, Fernando Antonio

Paricoto Simon, María Mercedes

**Lima - Perú**

**2023**

# GESTIÓN DE EMERGENCIAS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

30%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

12%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://www.calidda.com.pe">www.calidda.com.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	1%



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

**GESTIÓN DE EMERGENCIAS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS  
NATURAL DE LIMA Y CALLAO**

Línea de investigación: Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y geotecnia

Informe de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo

**Autor:**

Victoria Huayanay, Luis Enrique

**Asesor:**

Sánchez Paredes, César  
(ORCID: 0000-0003-1136-5403)

**Jurado:**

Alva Velásquez, Miguel  
Sernaqué Auccahuasi, Fernando Antonio  
Paricoto Simon, María Mercedes

Lima – Perú

2023

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	7
<b>ABSTRACT</b> .....	8
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	9
1.1 Trayectoria del autor .....	11
1.2 Descripción de la empresa .....	14
1.2.1 <i>Visión</i> .....	15
1.2.2 <i>Misión</i> .....	15
1.2.3 <i>Valores corporativos</i> .....	15
1.2.4 <i>Zonas de influencia por distritos y densidad poblacional</i> .....	16
1.2.5 <i>Matriz de riesgos</i> .....	18
1.3 Organigrama de la empresa.....	19
1.4 Áreas y funciones desempeñadas.....	20
<b>II. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD ESPECÍFICA</b> .....	23
2.1 Reseña y componentes del proyecto Camisea .....	23
2.1.1 <i>Explotación</i> .....	23
2.1.2 <i>Transporte</i> .....	23
2.1.3 <i>Distribución</i> .....	23
2.2 Infraestructura de los City Gate I y II .....	24
2.3 Parámetros de operación y clases de trazado del sistema de distribución.....	24
2.3.1 <i>Red de alta presión</i> .....	24
2.3.2 <i>Red de media presión</i> .....	25
2.3.3 <i>Red de baja presión</i> .....	25
2.4 Definiciones complementarias .....	27
2.5 Principales causas de afectación al sistema de distribución.....	33
2.6 Interferencias e identificación de instalaciones de gas natural .....	34

2.6.1	<i>Postes de señalización</i> .....	35
2.6.2	<i>Postes de medición potencial</i> .....	35
2.6.3	<i>Cinta de seguridad</i> .....	36
2.6.4	<i>Acometidas</i> .....	36
2.7	Tipos de tuberías y diámetros.....	37
2.8	Métodos de control por pérdida de contención o fugas .....	38
2.8.1	<i>Cámara subterránea</i> .....	38
2.8.2	<i>Válvulas de control</i> .....	39
2.8.3	<i>Técnica de instalación con abrazaderas de control</i> .....	40
2.8.4	<i>Técnica de prensado de tubería</i> .....	41
2.8.5	<i>Técnica de control con estaca</i> .....	42
2.9	Clasificación o tipos de emergencia.....	42
2.9.1	<i>Cantidad de emergencias en el sistema de distribución de Lima y Callao</i> .....	44
<b>III.</b>	<b>APORTES DESTACABLES A LA EMPRESA</b> .....	47
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	49
<b>V.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	50
<b>VI.</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	52
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS (registros fotográficos)</b> .....	54
a.	Fuga e incendio en ducto de gas natural de TGP .....	54
b.	Incendio con afectación a instalaciones de gas natural .....	54
c.	Afectaciones por empresas excavadoras .....	55
d.	Afectaciones por mordedura de roedor .....	55
e.	Afectaciones por accidente vehicular .....	55
f.	Afectaciones por defecto constructivo .....	56

g.	Afectaciones por hurtos y robos.....	56
h.	Afectaciones por dueños de predio .....	56
i.	Afectaciones por explosión en artefactos.....	57
j.	Afectaciones por eventos climáticos.....	57
k.	Uso de prensas mecánicas e hidráulicas.....	58
l.	Uso de acoples y válvulas de servicio.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Organigrama estructural de la empresa Gas Natural de Lima y Callao S.A.</i> .....	19
<b>Figura 2.</b> <i>Plano maestro del sistema de distribución de gas natural de Lima y Callao</i> .....	26
<b>Figura 3.</b> <i>Instalaciones de City Gate Lurín</i> .....	27
<b>Figura 4.</b> <i>Muestra de tubería afectada por defecto constructivo en soldadura</i> .....	31
<b>Figura 5.</b> <i>Vista de componentes de acometida residencial</i> .....	31
<b>Figura 6.</b> <i>Soldadura de tubería por electro fusión</i> .....	32
<b>Figura 7.</b> <i>Soldadura de tubería por termo fusión</i> .....	33
<b>Figura 8.</b> <i>Poste de señalización en vía pública</i> .....	35
<b>Figura 9.</b> <i>Poste de monitoreo potencial en el sistema de distribución</i> .....	36
<b>Figura 10.</b> <i>Instalación de cinta de seguridad en proceso de tendido de redes de gas</i> .....	36
<b>Figura 11.</b> <i>Acometida en cliente industrial</i> .....	37
<b>Figura 12.</b> <i>Proceso de construcción de redes de gas con tuberías en AC</i> .....	37
<b>Figura 13.</b> <i>Proceso de construcción de redes de gas con tuberías en PE</i> .....	38
<b>Figura 14.</b> <i>Vista superficial e interna de una cámara subterránea y su válvula de bloqueo</i> .....	39
<b>Figura 15.</b> <i>Poliválvula para bloqueo de línea de baja presión</i> .....	39
<b>Figura 16.</b> <i>Válvula de exceso de flujo</i> .....	40
<b>Figura 17.</b> <i>Válvula de servicio y válvula reguladora</i> .....	40
<b>Figura 18.</b> <i>Uso de abrazadera de metal para contención de fuga</i> .....	41
<b>Figura 19.</b> <i>Uso de prensa mecánica e hidráulica para control de fugas</i> .....	41
<b>Figura 20.</b> <i>Colocación de estaca de madera en tubería para control de fuga</i> .....	42
<b>Figura 21.</b> <i>Línea de emergencias 1808 para el departamento Lima y Provincia del Callao</i> .....	43
<b>Figura 22.</b> <i>Línea de tendencia de emergencias en el sistema de distribución (2018-2023)</i> .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> .....	16
<i>Área y densidad poblacional de distritos de la provincia del Callao</i> .....	16
<b>Tabla 2</b> .....	16
<i>Área y densidad poblacional de distritos de la provincia de Cañete</i> .....	16
<b>Tabla 3</b> .....	17
<i>Área y densidad poblacional de distritos de la provincia de Lima</i> .....	17
<b>Tabla 4</b> .....	18
<i>Matriz para valoración de riesgos</i> .....	18
<b>Tabla 5</b> .....	34
<i>Distancia de interferencias a otros servicios públicos y estructuras enterradas</i> .....	34
<b>Tabla 6</b> .....	43
<i>Tipos de emergencia y tiempos de llegada y control según norma</i> .....	43
<b>Tabla 7</b> .....	44
<i>Cantidad anual de emergencias presentadas en el sistema de distribución 2018-2023</i> .....	44
<b>Tabla 8</b> .....	46
<i>Procedimiento para atención de emergencias</i> .....	46

## RESUMEN

La masificación del gas natural se ha convertido en todo un reto para nuestro país. Esto debido a que, si comparamos las instalaciones domiciliarias que consumen este hidrocarburo, Perú tiene un nivel de masificación muy por debajo de Colombia y Bolivia, países que impulsan en gran medida la utilización de este combustible. La masificación del gas busca aumentar y potenciar el consumo, pero, su fin principal, es que los beneficios alcancen y lleguen a toda la población dando prioridad a los sectores más vulnerables para que empleen un recurso energético económico, menos contaminante y más seguro. El gas natural puede convertirse en un recurso importante para el desarrollo de la nación, por ello, es importante impulsar un uso racional y gestionar las acciones preventivas y control de riesgos originadas por acciones antrópicas y fenómenos naturales para minimizar las consecuencias e impactos en cumplimiento de las normas establecidas. Ejecutando estas acciones, se alcanzó el aseguramiento en su distribución y la continuidad del servicio, a la vez, se concientizó a la población sobre las acciones de seguridad y respuesta que adoptaron para la ejecución favorable de obras civiles domiciliarias o en vía pública conociendo los riesgos relacionados a estas operaciones y sus consecuencias en el sistema de distribución. En conclusión, con estas gestiones, se mitigaron los daños que las fugas de gas natural y otras emergencias asociadas pudieron ocasionar a la colectividad y al medio ambiente.

*Palabras clave:* sistema de distribución, fuga de gas, control de riesgos, normativas, emergencias.

## ABSTRACT

The massification of natural gas has become a challenge for our country. This is because, if we compare the household installations that consume this hydrocarbon, Peru has a level of massification well below Colombia and Bolivia, countries that greatly promote the use of this fuel. The massification of gas seeks to increase and enhance consumption, but its main purpose is for the benefits to reach and reach the entire population, giving priority to the most vulnerable sectors so that they use an economical, less polluting and safer energy resource. Natural gas can become an important resource for the development of the nation, therefore, it is important to promote rational use and manage preventive actions and risk control caused by anthropogenic actions and natural phenomena to minimize the consequences and impacts in compliance with the established norms. By executing these actions, assurance was achieved in its distribution and the continuity of the service, at the same time, the population was made aware of the security and response actions that they adopted for the favorable execution of civil works at home or on public roads, knowing the risks. related to these operations and their consequences in the distribution system. In conclusion, with these efforts, the damage that natural gas leaks and other associated emergencies could have caused to the community and the environment were mitigated.

*Keywords:* distribution system, gas leak, risk control, regulations, emergencies.

## I. INTRODUCCIÓN

El sistema de distribución de gas natural se ve potencialmente expuesto a sufrir daños debido a la realización de actividades que se ejecutan cerca o sobre sus instalaciones. Trabajos de excavación por parte de empresas constructoras y propietarios de predio son las principales causas que generan fugas debido a las afectaciones que originan. Los procesos operacionales también generan pérdida de contención, pero en menor medida, seguido por actos vandálicos (hurto y robo de accesorios), mordedura de roedores, accidentes vehiculares, cortocircuito por cables eléctricos enterrados y eventos naturales como sismos, huacos e inundaciones. Este conjunto de eventos y acciones sin las correspondientes medidas de prevención, ponen en riesgo la integridad de las personas y al medio ambiente, como, por ejemplo, con el incendio ocurrido en diciembre del 2017 en el gasoducto de 20 pulgadas de Natural Gas Pipeline Company of America LLC (NGPL – USA) donde se tuvo un fatal desenlace con la muerte de dos personas, también como lo acontecido en febrero de 2014 en una falla de línea de acero de 30 pulgadas de la empresa Columbia Gulf Transmission Company de los Estados Unidos de América donde se reportaron múltiples heridos producto de los incendios y explosiones originados y gran cantidad de gas liberado a la atmósfera.

Por la tanto, conociendo los riesgos a los que están expuestas las zonas de influencia por donde recorren las instalaciones de gas natural en el Departamento de Lima y la Provincia Constitucional del Callao y aprendiendo experiencias de eventos ocurridos en otros lugares, es importante impulsar y reforzar las medidas de prevención y control de riesgos establecidos por las normas nacionales e internacionales para el sector, las cuales ayudarán a minimizar y mitigar los efectos de los potenciales peligros que se presentan sobre el sistema de distribución, a la vez que ayudará a formar conciencia a la población y a las empresas sobre las actividades que desarrollan con las medidas de seguridad del caso.

Antecedentes como en el estudio realizado por Alvarado (2021), donde tuvo por objetivo establecer el grado de influencia en la gestión de seguridad y prevención sobre los accidentes en trabajos de instalación de gas natural en Lima, afirma que estas situaciones vienen recurriendo a pesar de existir protocolos de prevención, siendo las principales causas de ocurrencia las malas prácticas y la falta de concientización en los trabajadores. Para ello, empleó una metodología de investigación tipo descriptivo y el uso o aplicaciones de cuestionarios para llegar a concluir la falta de capacitación en el campo de trabajo. Los resultados obtenidos son positivos, ya que, a través de estimaciones de correlación, el nivel de significancia y ocurrencia de accidentes baja de acuerdo con el mayor conocimiento sobre la gestión en seguridad.

Por otro lado, en el documento elaborado por García (2020), nos señala como factor limitante que no hay metodologías específicas de seguridad para plantas satélites de gas natural licuado en España, sino que se aplican medidas en base a experiencias o que se adaptan procedimientos de grandes industrias del sector. Ante esto, busca como objetivo, brindar datos puntuales sobre los aspectos e impactos relacionados a este tipo de operaciones y proponer metodologías más apropiadas para optimizar la seguridad a estos procesos.

Asimismo, en el trabajo de Mixán & Moreno (2017) ante la problemática de variaciones de presión, variaciones de flujo en los ductos, cambios de temperatura, intrusión o fuentes de ignición, proponen diseñar un sistema de seguridad de control de válvulas de gas natural por emergencia durante la etapa de transporte a fin de reducir los riesgos que estas variables o acciones puedan ocasionar, empleando métodos cuantitativos basados en modelos, historial de eventos o procesos, detección de fugas por variación de presión, lenguajes de programación, simuladores, entre otros, logrando calcular el tiempo que tarda una onda de presión en llegar para la activación de los transmisores y determinar la ubicación exacta de la fuga procesando la velocidad y longitud del segmento.

## 1.1 Trayectoria del autor

Cuenta con más de diez años de experiencia en la atención de emergencias dentro sector hidrocarburos. Asimismo, posee amplios conocimientos en la gestión de riesgos de desastres, seguridad y salud en el trabajo, elaboración de planes de contingencia y planes de respuesta a emergencias. Ha llevado números cursos, diplomados y capacitaciones, de los cuales a continuación, resalta lo más importante de su ámbito profesional y laboral:

Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Geográfica otorgado por la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo (FIGAE) de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV).

Llevó a cabo y aprobó satisfactoriamente el Curso Internacional en “Administración de Emergencias, Desastres y Programas para la Continuidad del Negocio” brindado por la National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego – NFPA) de los Estados Unidos en 2023.

Aprobó con éxito el Curso Internacional “Sistema de Comando de Incidentes” brindado por la United States Agency International Development (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional – USAID) en 2023.

Cuenta con Diplomado en “Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible” llevado a cabo y aprobado por la Universidad Científica del Sur en el año 2021, donde se trataron temas en legislación ambiental, gestión de conflictos socioambientales, gestión de residuos sólidos, valorización económica, interpretación e implementación de la ISO 14001:2015, estrategia ambiental empresarial.

Asimismo, ha cursado numerosas capacitaciones y actualizaciones en instituciones de prestigio como el Instituto de Capacitación Minera, Universidad Nacional de Ingeniería, TECSUP, Masoneilan – Baker Hughes, Municipalidad de Lima, Pontificia Universidad

Católica del Perú, EnginZone, SATT, The American Society of Mechanical Engineers – ASME, Gobierno Regional del Callao, Intendencia Nacional de Bomberos del Perú, entre otros.

Desde febrero del 2018 a la actualidad, trabaja en la dirección de operaciones de la empresa Gas Natural de Lima y Callao S.A. – CÁLIDDA, ocupando la posición de Analista de Emergencias dentro del Área de Centro de Gestión de Emergencias. Empresa que tiene la concesión para la distribución del gas natural de Camisea a las ciudades de Lima, Callao y Cañete por red de ductos.

Entre 2014 al 2018 labora en el sector hidrocarburos como Operador de Centro de Control y Monitoreo, llegando a integrar las filas del Grupo COPETROL, empresa líder a nivel nacional en la producción y comercialización de combustibles y derivados. Este grupo es conformado por las siguientes empresas: Compañía de Petróleos Especiales del Perú (COPEP), dedicada a la producción y comercialización de combustibles alternativos como gasóleo (GOL), Industrial Fuel Oil (IFO), Residual 6, Diesel B5-S50 y emulsiones asfálticas para diversos tipos de rotura los cuales son ofrecidos a las más importantes constructoras del país; Corporación Medioambiental del Perú (AMPCO Perú), dedicada a la disposición, transporte y manejo de residuos peligrosos, aceites usados y combustibles contaminados. Esta empresa trabaja con las principales unidades mineras del sector, rellenos sanitarios, generadores, empresas del sector industrial y transporte; Gaspétrol, cadena de estaciones de servicio, dedicada a la comercialización de gasolinas y diésel, así como líquidos derivados del petróleo (GLP) y gas natural vehicular (GNV). Las principales funciones realizadas constan del uso de imágenes satelitales y GPS para información detallada de ubicaciones espaciales de las unidades, elaboración de hojas de ruta y planes de contingencia, supervisión en carga de materiales tóxicos y peligrosos, control computarizado de descarga de combustibles mediante uso del sistema Speed Solutions, supervisión del cumplimiento del Sistema Integrado de Gestión y participación en auditorías internas y externas de la compañía.

Entre los años de 2010 al 2014, integra las filas de la empresa SODIMAC Perú S.A., ocupando el cargo de Prevencionista Especialista en Riesgos para el sector construcción. Aquí, es responsable de hacer cumplir y velar por las normas de seguridad y salud en el trabajo, Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Control (IPERC); asimismo, es nombrado instructor autorizado para la capacitación y entrenamiento al personal en temas de trabajos en altura, trabajos en caliente, manejo de residuos tóxicos y peligrosos, rutas de evacuación, primeros auxilios, lucha contra incendios, ergonomía, etc.

En el año 2008 al 2010 pasa a formar parte del Grupo INTERBANK, donde labora como Asistente de Prevención, realizando funciones en el ámbito de seguridad y salud en la compañía, control de inventarios y kardex, control interno, control de mermas, entre otros cargos de suma importancia y confiabilidad para el grupo.

Entre los años 2005 al 2008 trabaja en la empresa GEOCOMPUT. Ingeniería CAD & GIS Consultoría, realizando funciones de cartografía digital, creación de base de datos con información geográfica (alfanuméricos), vectorización y georreferenciación empleando los Sistemas de Información Geográfica (GIS) a sus principales clientes, entre ellos, las Municipalidades de Villa El Salvador, Villa María del Triunfo y San Juan de Miraflores.

En el año 2005 participa del “X Censo Nacional de Población y V de Vivienda”, a cargo del Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA), ejecutado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) con el cargo de Empadronador Urbano. Realiza la recopilación de datos demográficos y socio económicos en el ámbito urbano, estadísticas y presentación de datos e informes a los jefes de brigada.

Entre los meses de agosto a diciembre del 2003 pertenece a la División de Fenomenologías Destructivas del Centro de Investigación para la Prevención y Mitigación de Desastres (CIPREMID) de la Universidad Federico Villarreal, ocupando el cargo de Asistente de Investigación. Dentro de los principales aportes realiza el proyecto “Evaluación de Zonas

de Riesgo con aplicaciones del SIG para plantear Medidas de Prevención y Mitigación en la Provincia de Lucanas – Región Ayacucho” aprobado por el director de la institución Dr. César Arguedas Madrid. También realiza, para el Instituto de Investigación de la universidad, el informe “Aspectos Geomorfológicos y su incidencia Socioeconómica en la Quebrada Santa María – San Juan de Lurigancho”, aprobado por su director Dr. Pedro Amaya Pingo.

## **1.2 Descripción de la Empresa**

Gas Natural de Lima y Callao S.A. – Cálidda, es una empresa peruana que tiene la concesión del Estado por un plazo de 33 años prorrogables para diseñar, construir y operar el sistema de distribución de gas natural en el Departamento de Lima y la Provincia Constitucional del Callao. Inicia sus operaciones en agosto del 2004 y su principal accionista es el Grupo Energía Bogotá, líder del sector energético con presencia en Colombia, Brasil, Perú y Guatemala con más de 125 años de experiencia en el sector eléctrico y más de 25 años en el sector del gas natural.

Cálidda es la primera empresa en brindar este servicio público en el Perú, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de la población y el cuidado del medio ambiente con el impulso y utilización de un recurso económico y menos contaminante. En la actualidad, tiene instalado más de un millón y medio de conexiones de gas natural en el departamento de Lima y Provincia Constitucional del Callao, beneficiando a más de 6 millones de usuarios aproximadamente, especialmente de los sectores socioeconómicos de naturaleza o estratos bajo, medio bajo y medio. A la fecha, la empresa viene cumpliendo lo establecido con la resolución Osinergmin 014-2023-OS/C, Plan Anual 2023 para la Concesión de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos de Lima y Callao, la cual indica alcanzar entre 140.000 y 150.000 conexiones residenciales nuevas en 26 distritos de la capital.

La compañía cumple con los parámetros y requerimientos de confiabilidad, calidad, eficiencia y continuidad establecidos en las leyes aplicables en este tipo de negocio contando con las certificaciones ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001. Cuenta con el distintivo de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) y se ubica en una posición privilegiada en el ranking iberoamericano Monitor Empresarial de Reputación Corporativa (MERCO) por sus políticas enfocadas a nivel institucional de trabajar y fortalecer la cultura y gobierno corporativo y por brindar un excelente clima laboral para sus colaboradores en todo nivel ocupando las primeras posiciones dentro del importante ranking de la marca Great Place To Work en el sector hidrocarburos. Además, cuenta con un Sistema Integrado de Prevención de Lavado de Activos y Financiación del Terrorismo convirtiéndola en una empresa sólida y con altos valores institucionales.

### ***1.2.1 Visión***

Ser considerada a nivel nacional, como la mejor empresa de distribución de Gas Natural y posicionarse dentro de las principales empresas del sector hidrocarburos, brindando un servicio de calidad en cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales.

### ***1.2.2 Misión***

Generar progreso y calidad de vida a las poblaciones del Departamento de Lima y Provincia Constitucional del Callao mediante el uso de un combustible económico, seguro en sus operaciones y ayudando a preservar el medio ambiente.

### ***1.2.3 Valores corporativos***

El trabajo y hoja de ruta de Cálidda se suma al propósito superior y valores corporativos de sus accionistas, siendo el objetivo fundamental el de generar progreso y calidad de vida a sus clientes, la empresa resalta y pone énfasis a la aplicación de los siguientes valores: a) primero la vida, b) hacemos lo correcto, c) conciencia social, d) pasión por el cliente y e) desempeño superior.

### 1.2.4 Zonas de influencia por distritos y densidad poblacional

A la actualidad, el sistema de distribución de gas natural recorre por 47 distritos dentro del ámbito geográfico del Departamento de Lima y la Provincia Constitucional del Callao. En los próximos años, según los acuerdos de la concesión con el estado peruano, Cálidda distribuirá el gas natural a los distritos al norte de la provincia de Lima como Huaral, Chancay, Huacho y Barranca. Por esta razón es que, conociendo la densidad poblacional por distrito, se pudo establecer acciones de prevención zonal o sectorial según la cantidad de personas que podrían potencialmente sufrir daños ante la ocurrencia de eventos no deseados. En las Tablas 1, 2 y 3 mostramos la lista de distritos y provincias por donde recorren las instalaciones de gas y su densidad poblacional.

**Tabla 1**

*Área y densidad poblacional de distritos de la provincia del Callao*

<b>Distrito</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Densidad Poblacional (Hab/km<sup>2</sup>)</b>
Bellavista	4.6	16,272
Callao Cercado	45.7	9,874
Carmen de la Legua Reynoso	2.1	20114
La Perla	2.8	21,935
Mi Perú	2.4	18,874
Ventanilla	73.5	4,294

*Nota.* Adaptado del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017)

**Tabla 2**

*Área y densidad poblacional de distritos de la provincia de Cañete*

<b>Distrito</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Densidad Poblacional (Hab/km<sup>2</sup>)</b>
Chilca	475.47	45.37
Imperial	53.16	732.22
San Vicente de Cañete	513.15	106.74
<b>Promedio</b>	347.3	295

*Nota.* Adaptado del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017)

**Tabla 3***Área y densidad poblacional de distritos de la provincia de Lima*

<b>Distrito</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Densidad Poblacional (Hab/km<sup>2</sup>)</b>
Ancón	299.2	210
Ate	77.7	7,712
Barranco	3.3	10,418
Breña	3.2	26,659
Carabaylo	346.9	960
Cercado de Lima	22	12,198
Chaclacayo	39.5	1,086
Chorrillos	38.9	8,078
Cieneguilla	240.3	144
Comas	48.8	10,665
El Agustino	12.5	15,909
Independencia	14.6	14,477
Jesús María	4.6	16,382
La Molina	65.8	2,138
La Victoria	8.7	19,957
Lince	3	18,237
Los Olivos	18.3	17,808
Lurigancho-Chosica	236.5	1,018
Lurín	181.1	493
Magdalena del Mar	3.6	16,747
Miraflores	9.6	10,348
Pachacámac	160.2	687
Pueblo Libre	4.4	18,937
Puente Piedra	71.2	4,630
Rímac	11.9	14,688
San Borja	10	11,325
San Isidro	11.1	5,472
San Juan de Lurigancho	131.3	7,909
San Juan de Miraflores	24	14,801
San Luis	3.5	14,881
San Martín de Porres	36.9	17,726
San Miguel	10.7	14,522
Santa Anita	10.7	18,338
Santa Rosa	21.5	1,296
Santiago de Surco	34.8	9,458
Surquillo	3.5	26,007
Villa El Salvador	35.5	11,078
Villa María del Triunfo	70.6	5,644

*Nota.* Adaptado del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017)

### 1.2.5 Matriz de riesgos

Es la herramienta de gestión que permite analizar objetivamente cuáles son los riesgos relevantes para la seguridad y salud de los trabajadores e impactos al medio ambiente que enfrenta la compañía.

En la Tabla 4 se muestran los resultados de la conjugación probabilidad-consecuencia los cuales sirven para proponer acciones concretas y disminuir los riesgos, también se utiliza para estimar los impactos que pueden surgir al ejecutarse diversas acciones o tareas. Es importante indicar que, a mayor probabilidad y consecuencia, mayores decisiones y planes a adoptar para fines de prevención y control de riesgos.

**Tabla 4**

*Matriz para valoración de riesgos*

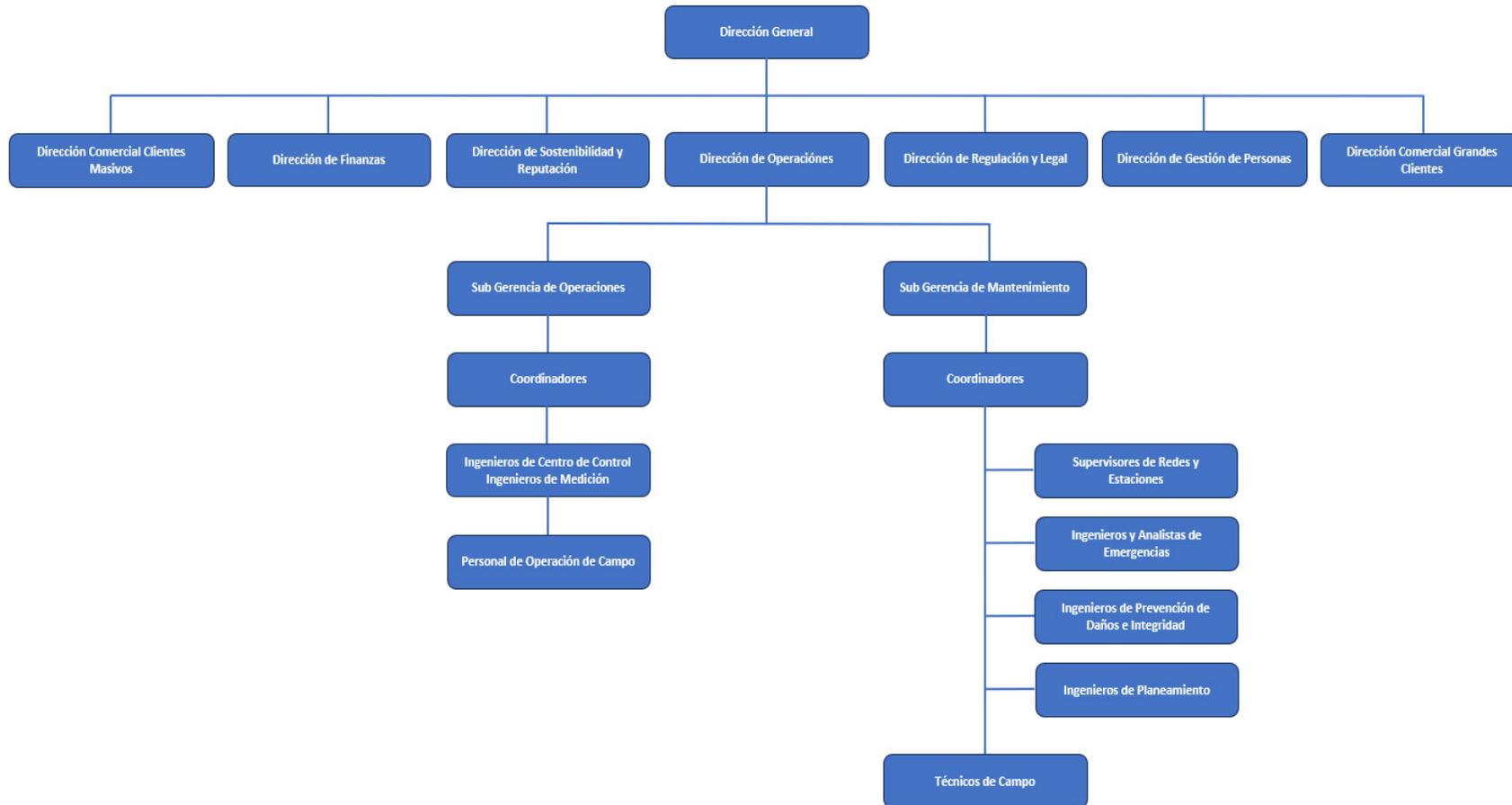
		Matriz de Riesgos Corporativos de Cálidda				
Probabilidad	Muy Alto	Moderado	Moderado	Alto	Extremo	Extremo
	Alto	Moderado	Moderado	Alto	Alto	Extremo
	Medio	Bajo	Moderado	Moderado	Alto	Alto
	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado	Moderado
	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
		Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
		Consecuencia				

*Nota.* Tomado de Gas Natural de Lima y Callao S.A. (2023)

### 1.3 Organigrama de la Empresa

**Figura 1**

*Organigrama estructural de la empresa Gas Natural de Lima y Callao S.A.*



#### **1.4 Áreas y funciones desempeñadas**

En cumplimiento al Plan de Respuesta de Emergencias y el Estudio de Riesgos de Seguridad de la empresa, instrumentos de seguridad en el cual se identifican y reconocen los escenarios operacionales y no operacionales que podrían generar una contingencia o impacto en el desarrollo de nuestras actividades, como analista de emergencias en un área estratégica y crítica, cumplo las siguientes funciones y actividades con la mayor responsabilidad y predisposición que el puesto amerita:

En atención de emergencias en el sistema de distribución de gas natural. Soporte y gestión de las distintas emergencias presentadas, registro de emergencias y cuadros de control, elaboración de registros de fuga e investigación, cálculo de volumen de gas perdido, atención de PQRS de emergencias (sistemas de atención de peticiones, quejas, reclamos y solicitudes), simulaciones de zonas afectadas, supervisión y cumplimiento de tiempos de atención.

En reportes a entidades de fiscalización y control (OEFA, Osinergmin, Dirección General de Hidrocarburos – DGH, Indecopi, Ministerios). Elaboración y envío de reportes preliminares y finales de emergencias ambientales, respuesta a oficios, respuesta de PAS (Proceso Administrativo Sancionador), informe de daños producto de fenómenos naturales y actos vandálicos, reporte al sistema Estimador de Riesgos Ambientales (ERA) del OEFA.

En gestión de emergencias residenciales, comerciales e industriales. Verificación de actas de emergencias y atención de reconexiones, revisión de avisos con corte (fraude, deuda, clandestinos), revisión de avisos cerrados en sistemas (SAP / Oracle).

En reparaciones post emergencia. Verificación y estatus de reparaciones, actualización de base de datos, valorizaciones de emergencias por uso de recursos, seguimiento a condiciones iniciales de terreno antes de emergencia.

En auditorías. Preparación de documentación, archivos, etc., a fin de evitar las NO Conformidades dentro del área.

En presupuestos. Actualización de BD, cálculos y análisis de los costos por personal empleado en la atención de emergencias, prevención de daños y personal por reconexión debido a interrupción de suministro.

En materiales y recursos. Revisión de stock, pedido de traslado y seguimiento de materiales (contratista), reporte de materiales usados (contratista), revisión de stock de materiales propios (inventarios), revisión, mantenimiento y calibración de equipos detectores de gas.

En sistemas. Incidencias y seguimiento del sistema Oracle (OSC y OFSC), sistema SAP, sistema GIS y GisWeb, sistema OnBase, sistema GasCalc 5.0, sistema Pegasus (control documentario), sistema ALOHA (simulador de radiación, dispersión), configuración y actualización de BD, consolidados y reportes, creación de zonas en ArcMap para atención de emergencias (centros de gravedad), actualización de usuarios y unidades de atención para atención de emergencias.

En analítica y Big Data. Seguimiento de indicadores normativos, elaboración de reporte de daños por terceros, reporte anual de emergencias ambientales menores, elaboración de reporte mensual de emergencias, revisión y reporte de causas en instalaciones internas, tiempos de reacción en cuadrillas de atención, elaboración de reporte normativo Formato 8A, elaboración de reporte normativo Formato 10, elaboración de reporte de estaciones, reportes ambientales, reporte de llamadas mensuales y reportes trimestrales a Osinergmin.

En contratos y cumplimiento. Reporte de capacitaciones a contratista, actualización y verificación del registro de homologación, inspecciones de auditoría a contratista, supervisión a Call Center de emergencias (indicadores), seguimiento de hallazgos y requerimientos del proveedor de emergencias, gestión de cartas de incumplimiento y penalidad, supervisión en campo a contratista de emergencias.

En mejora de procesos. Elaboración y seguimiento de SAM (Solicitud de Acción de Mejora), proyectos de mejora a nivel operativo, monitoreo de cuadrillas de atención, actualización de procedimientos y formatos, reuniones internas por afectaciones contratistas de Cálidda, automatización de reportes y usos de RPA (Automatización Robótica de Procesos), supervisión a call center de emergencias.

En plan de capacitaciones. Cumplimiento de capacitaciones mandatorias (internas y externas), capacitaciones a proveedores y capacitaciones a personal nuevo.

En plan de contingencias y educacional. Organización y ejecución de simulacros de emergencias, actualizaciones del plan de contingencias, actualizaciones del Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), actualizaciones del Estudio de Riesgos de Seguridad (ERS), actualizaciones del Análisis Cuantitativo de Riesgos (ACR) de estaciones gas empleando metodologías de Análisis de Riesgo de Proceso (HAZOP), Análisis de las Capas de Protección (LOPA), Análisis Preliminar de Riesgos (PHA) y Gestión de Seguridad de Procesos (PSM).

En coordinaciones con grupos de interés. Reuniones con instituciones externas de primera respuesta ante contingencias (bomberos, municipios, gobiernos regionales, ministerios, Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN), fuerzas armadas, entre otros). Actividades de coordinación como parte de la Plataforma de Defensa Civil para la preparación, respuesta y rehabilitación en emergencias y desastres.

## II. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

### 2.1 Reseña y componentes del proyecto Camisea

El gas natural en el país es extraído del Bloque 88 – Planta de Malvinas, específicamente de los yacimientos San Martín y Camisea, ubicadas en la selva del departamento de Cusco (-11.6480,-72.7720), donde se concentran una de las reservas más importantes de América Latina. Camisea consta con la operación de dos ductos, un gasoducto para gas natural y un poliducto para líquidos de gas natural.

Desde la planta de procesamiento de Malvinas, el proyecto Camisea reúne tres componentes o etapas dentro sus operaciones:

#### 2.1.1 *Explotación*

Comprende las actividades de perforación y explotación de las reservas de gas natural en Cusco. Pluspetrol Perú Corporation S.A. es la encargada de la ejecución de esta etapa.

#### 2.1.2 *Transporte*

Consiste en el traslado de gas natural desde la planta de Malvinas hasta los City Gate I y II de Lurín en el departamento de Lima. Esta etapa está a cargo de la empresa TGP (Transportadora de Gas del Perú S.A.).

#### 2.1.3 *Distribución*

En esta etapa se distribuye el gas natural desde los City Gate I y II de Lurín hacia Lima y Callao a cargo de la empresa Gas Natural de Lima y Callao S.A.

El sistema de distribución de gas natural inicia desde las estaciones City Gate I y II (Lurín), ubicadas en el kilómetro 35 de la Panamericana Sur, en Lima y culmina en la Central Térmica de Ventanilla, ubicada en la provincia del Callao.

Para la distribución de gas natural en Chilca, San Vicente de Cañete e Imperial, los ramales son abastecidos directamente del gasoducto de TGP.

Es importante mencionar que el sistema de distribución está conformado por los siguientes elementos: a) city gate I y II, b) red principal o gasoductos de 20 y 30 pulgadas en alta presión, c) red de media presión, d) red de baja presión, e) Estaciones de Regulación de Presión (ERP), f) Estaciones de Regulación y Medición (ERM) y g) acometidas.

## **2.2 Infraestructura de los City Gate I y II**

Las instalaciones o sistemas de los City Gate, desde los cuales se distribuirá el gas natural de Camisea hacia todo el Departamento de Lima y la Provincia Constitucional del Callao, constan de la siguiente infraestructura: a) válvula de entrada de alimentación al city gate, b) sistema de calentamiento de gas, c) sistema de regulación, d) sistema de medición o cromatografía, e) sistema de filtración, f) sistema de odorización y g) módulo de gas para instrumentos.

## **2.3 Parámetros de operación y clases de trazado del sistema de distribución**

Dentro de las operaciones del sistema de distribución de gas natural de Lima y Callao, se definen tres parámetros a lo largo de su recorrido respetando los procesos de construcción y diseño de las tuberías para su puesta en marcha.

### **2.3.1 Red de alta presión**

Es el sistema que está constituido por la red principal o gasoductos de 20 y 30 pulgadas en acero (AC) que operan a una presión de diseño de 50 bar. La red de 20 pulgadas nace de la estación city gate I mientras que la red de 30 pulgadas inicia desde la estación city gate II.

Desde estos gasoductos, existen derivaciones o ramales de distintos diámetros que distribuyen el gas natural a las redes de media presión a través de las estaciones de regulación de presión y a los grandes clientes industriales conectados a través de las estaciones de regulación y medición.

### **2.3.2 Red de media presión**

Las redes de media presión operan entre 19 a 10 bar y están constituidas o formadas por las tuberías de acero en diversos diámetros para poder ingresar a las zonas más urbanizadas respecto de las redes o gasoductos principales.

### **2.3.3 Red de baja presión**

Las redes de baja presión están conformadas por tuberías en acero y polietileno (PE) operando a una presión menor o igual a 10 bar.

En este parámetro, las tuberías de acero operan a una presión menor o igual de 10 hasta los 4 bar, mientras que las tuberías de polietileno operan a una presión menor a los 5 bar.

La función principal de estas redes es alimentar la distribución de clientes residenciales, comerciales, pequeñas industrias y PYMES.

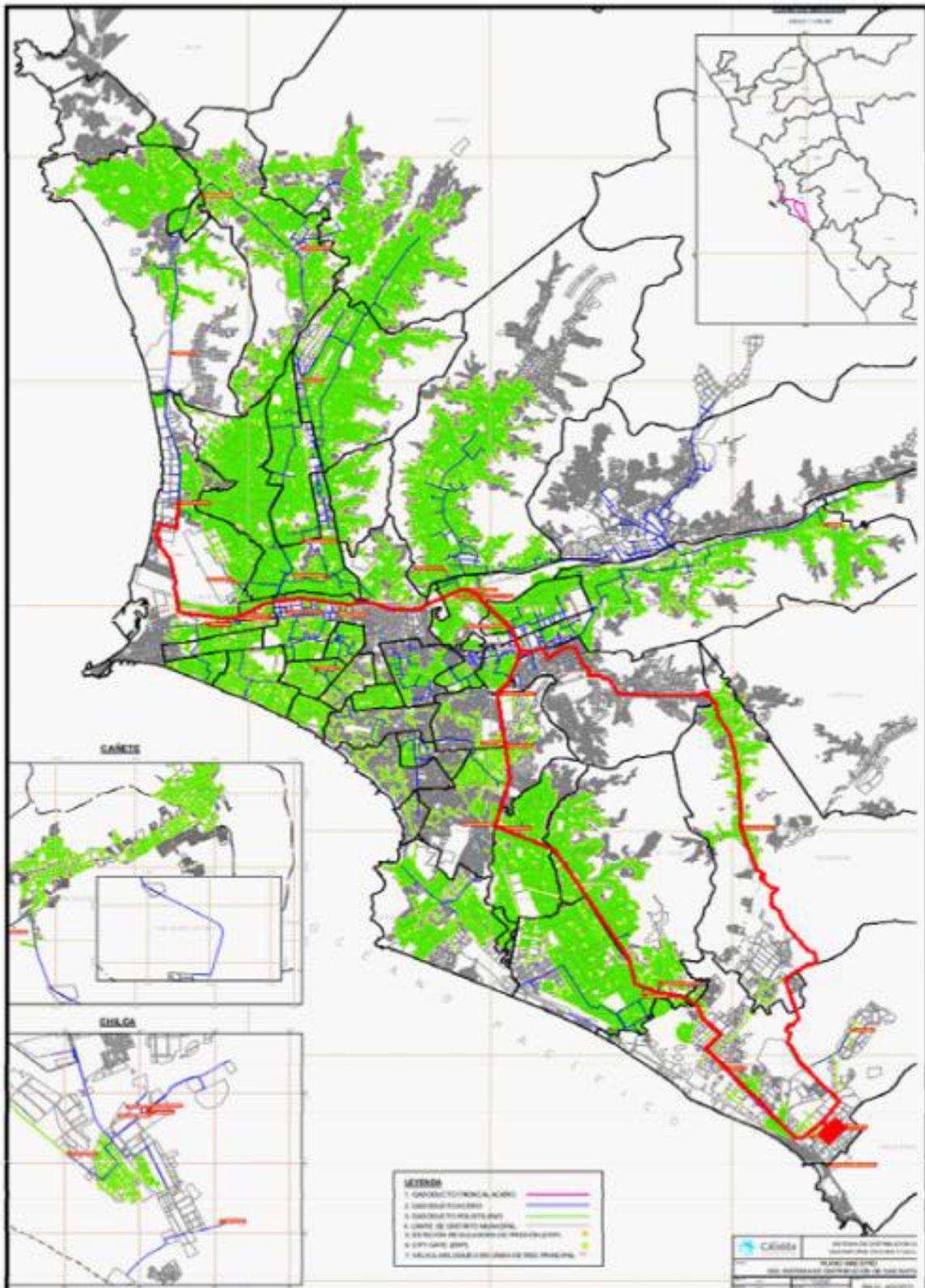
Asimismo, a lo largo del sistema de distribución, se establecen cuatro clases de trazado para la construcción de redes e instalaciones de gas.

- Clase 1, cuando se identifican 10 o menos unidades de vivienda (alta presión)
- Clase 2, cuando se identifican 46 o menos unidades de vivienda.
- Clase 3, mayor a 46 unidades de vivienda y hasta cuando prevalezca la clase 4.
- Clase 4, corresponde a las zonas residenciales y urbanizadas (baja presión).

Hay que señalar que, para las redes de AC en alta presión, debe considerarse el criterio de evaluación e inspección para la construcción de tuberías y presión a operar. Esto nos indica medir 200 metros a cada lado respecto de los gasoductos principales por cada milla terrestre, es decir, de 1600 metros aproximadamente. Bajo este principio, en una zona urbanizada o para clases tipo 3 y 4, no se podrán instalar tuberías en alta presión debido al riesgo que representa para su zona de influencia.

**Figura 2**

*Plano maestro del sistema de distribución de gas natural de Lima y Callao*



*Nota.* Tomado de Gas Natural de Lima y Callao S.A. (2023)

## 2.4 Definiciones complementarias

**Sistema de distribución:** el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinerghmin) nos señala que es la parte de los bienes de la concesión, conformada por las estaciones de regulación de puerta de ciudad (city gate), las redes de distribución y las estaciones reguladoras que son operados por el concesionario bajo los términos del reglamento y del contrato (Osinerghmin, DS N° 032-2002-EM).

### Figura 3

*Instalaciones de City Gate Lurín*



**Distribución:** servicio público de abastecimiento de gas natural por red de ductos por un concesionario a través de un sistema de estructurado (Osinerghmin, DS N° 032-2002-EM).

**Aguas arriba:** a partir de un punto de referencia, cualquier punto ubicado más cerca del origen del flujo, pero antes de alcanzar el punto de referencia.

**Aguas abajo:** cualquier punto en la dirección de flujo de un líquido o gas a partir de un punto de referencia.

**Accidente:** suceso eventual e inesperado que causa lesión a las personas, daños materiales, pérdidas de producción o daños al medio ambiente.

**Riesgo:** combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento peligroso en un periodo de tiempo y la severidad o magnitud de sus consecuencias (Organización Internacional de Normalización, ISO 31000:2009).

**Contención:** aplicando diversos métodos, es la eliminación total de la liberación de gas natural en el punto afectado (Osinergmin, RCD N° 306-2015-OS/CD). Una vez controlada una fuga de gas logramos mitigar riesgos asociados.

**Incidente:** ocurrencia de derrame, escape o descarga de un material peligroso, que no origina incendio, explosión, lesiones personales o muerte, pero que ocasiona daños materiales o ambientales (Osinergmin, DS N° 032-2022-EM).

**MAPO (Presión Máxima Admisible de Operación):** presión máxima de operación que puede alcanzar la instalación (Organismo Peruano de Normalización, NTP 111.011).

**Máxima presión de operación:** máxima presión actual de operación. Es la más alta presión a la cual un sistema de tuberías puede operar durante un ciclo normal de operación.

**Bar:** unidad de medida de presión de acuerdo con el sistema métrico de unidades. Se refiere siempre a presión manométrica.

**Desastre:** conjunto de daños y pérdidas en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana (Presidencia del Consejo de Ministros, DS N° 048-2011-PCM).

**Emergencia:** situación generada por la ocurrencia de un evento, que requiere una movilización de recursos (Osinergmin, RCD N° 306-2015-OS/CD). Estado de daños sobre la vida, el patrimonio y el medio ambiente ocasionados por la ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la acción humana que altera el normal desenvolvimiento de las actividades de la zona afectada (Presidencia del Consejo de Ministros, DS N° 048-2011-PCM).

**Emergencia operativa:** paralización total de las instalaciones por un periodo mayor a 12 horas.

**Crisis:** evento específico que rompe la estabilidad de una organización, lo cual supone la necesidad imperiosa de enfrentarlo, con el propósito de minimizar los efectos y recuperar la normalidad.

**Plan de rehabilitación:** conjunto de medidas que se establecen para recuperar, en la medida de lo posible, el entorno humano, socioeconómico y natural del área afectada devolviéndola a su estado original.

**Incendio:** fuego de grandes proporciones que se desarrolla sin control, el cual puede presentarse de manera instantánea o gradual, pudiendo provocar daños materiales, interrupción de los procesos de producción, pérdida de vidas humanas y afectación al ambiente.

**Mercaptano:** grupo de compuestos químicos orgánicos que contiene un grupo de azufre e hidrógeno (S-H) con olores distintivos agregados en pequeñas concentraciones al gas natural. Dentro del sistema de distribución, este compuesto se aplica en la etapa de odorización.

**Estación:** en la distribución de gas natural por red de ductos, es la estación de regulación / reducción de presión, medición, motorización o combinación de ellos.

**Acople:** accesorio tipo camisa para conectar dos tubos de materiales similares o diferentes, proveyéndolos de aislación o continuidad.

**Válvula:** dispositivo mecánico para controlar el flujo de fluidos y gases.

**Cámara de válvula:** cámara que aloja una cámara subterránea, que permite el acceso a la misma y protegerla de daños mecánicos o de los efectos del clima.

**Brida:** aro metálico con agujeros para pernos ajustado al tubo con su superficie plana en ángulo recto con el eje del tubo de manera de poder atornillarse en forma segura a otra brida de acoplamiento de una válvula, un medidor, de otro tramo de tubo, etc.

**Sistema SCADA:** Sistema de Supervisión, Control y Monitoreo de Condiciones Operativa (“Supervisory, Control and Data Acquisition”). Elemento de comunicación que envía datos de las variables operativas como presión, temperatura y caudal al sistema.

**Línea SAC:** es el número de atención al cliente de Cálidda (01-6149000), donde se atienden solicitudes no ligados a una emergencia (consultas en facturación, pagos, oficinas de atención, reclamos, entre otros).

**Línea de emergencias 1808:** es el número de emergencias de Cálidda, atendido por el call center y disponible las 24 horas del día durante los 365 días del año. Recibe la llamada de emergencia, tipifica la orden y crea un aviso de atención en el sistema para ser gestionado por los técnicos en campo cumpliendo los tiempos establecidos de llegada y control según norma, siendo de 30 minutos para ambos casos (Osinergmin, N° 306-2015-OS/CD).

**Interrupción de servicio:** conjunto de actividades que deben ejecutarse para suspender el servicio de gas natural a un cliente o a una zona delimitada por trabajos de mantenimiento o emergencias.

**Medidor:** instrumento utilizado para cuantificar el volumen de gas natural que fluirá a través de un sistema de tuberías.

**Prueba jabonosa:** Aplicación de una solución de jabón líquido mezclado con agua a la superficie de un tubo o accesorio para detectar una fuga por medio de burbujeo que causa el escape de gas o de aire.

**Centro de Gestión de Emergencias:** área de la Subgerencia de Mantenimiento – Dirección de Operaciones de Cálidda, la cual se encarga de la atención integral de las emergencias ocurridas a lo largo del sistema de distribución de gas natural que opera las 24 horas del día durante los 365 días del año.

**Tubería de conexión (TC):** instalación que permite el suministro de gas natural desde las redes de distribución y tiene como componentes principales el tubo de conexión y los accesorios necesarios, y termina en la válvula de servicio en la entrada del gabinete (Organismo Peruano de Normalización, NTP 111.011).

**Defecto de construcción:** defecto resultante de averías en el material original en buen estado debidas a una fuerza externa aplicada durante la construcción en campo que ocasionó una abolladura, ranura, tensión excesiva u otro defecto que derivó en la posterior falla (soldaduras de campo defectuosas, daños en el transporte durante la construcción o fabricación).

#### **Figura 4**

*Muestra de tubería afectada por defecto constructivo en soldadura*



**Acometida:** instalaciones que permiten el suministro de gas natural desde las redes de distribución hasta las instalaciones internas, comprende la tubería de conexión, válvula de servicio, regulador, medidor, contometro y accesorios (Osinermin, DS N° 032-2022-EM).

#### **Figura 5**

*Vista de componentes de acometida residencial*



**Instalación interna:** sistema consistente de tuberías, conexiones, válvulas y otros componentes que se inicia generalmente después del medidor o la acometida y con el cual se

lleva el gas natural hasta los diferentes artefactos a gas del usuario final (Organismo Peruano de Normalización, NTP 111.011).

**Instalador registrado:** persona natural o jurídica competente para poder ejecutar, reparar o modificar instalaciones internas de gas natural, y cuyo representante es una persona experimentada o entrenada en tal trabajo y ha cumplido con los requisitos de la entidad competente (Organismo Peruano de Normalización, NTP 111.011).

**Válvula de corte de artefacto:** es una válvula que se intercala en una tubería de instalación interna antes del artefacto a gas para abrir y cerrar el suministro de gas natural (Organismo Peruano de Normalización, NTP 111.011).

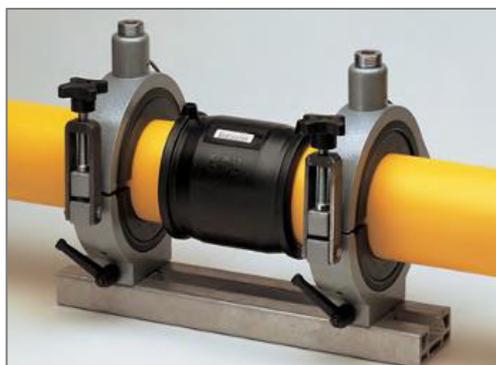
**Válvula de servicio:** accesorio de cierre general del suministro de gas natural, instalada dentro de una caja de protección, y ubicada al final de la tubería de conexión del distribuidor local.

**Válvula de corte de cierre general:** válvula de corte instalado a la salida del medidor de gas natural y que corresponde a la instalación interna para ser usado por el usuario final a la brigada de bomberos. Esta válvula debe ser capaz de cortar el suministro de gas natural a la instalación interna (Organismo Peruano de Normalización, NTP 111.011).

**Soldadura por electro fusión:** unión hecha en tuberías termoplásticas mediante la colocación de un accesorio de electro fusión que emplea una resistencia eléctrica.

### Figura 6

*Soldadura de tubería por electro fusión*



**Soldadura por termo fusión:** unión hecha en tuberías termoplásticas mediante el calentamiento de las partes para permitir la fusión de los materiales cuando las partes se unen por presión.

### **Figura 7**

*Soldadura de tubería por termo fusión*



## **2.5 Principales causas de afectación al sistema de distribución**

A lo largo de las redes de distribución, se realizan diversos tipos de actividades que ocasionan y/o pueden ocasionar daños a las instalaciones de gas natural. La ocurrencia de eventos naturales también son potenciales afectadores de las instalaciones y pueden generar pérdidas de contención o fugas y desencadenar eventos no deseados, amenazas, riesgos o peligros mayores.

Las causas principales de daños a la infraestructura son las siguientes: a) daños por terceros (excavadores), b) daños por terceros (dueños de predio por remodelación o construcción de viviendas), c) daños por terceros (actos vandálicos como hurtos y robos), d) daños por roedores, e) daños por cortocircuito (cables eléctricos subterráneos), f) accidentes vehiculares (choques contra gabinetes y acometidas), g) defectos constructivos durante el tendido de redes y habilitación de tuberías de conexión y h) fenómenos naturales o factores climáticos como sismos, huacos, inundaciones, derrumbes, entre otros.

## 2.6 Interferencias e identificación de instalaciones de gas natural

Las interferencias son las distancias mínimas de tuberías con gas natural a tuberías o instalaciones de otros servicios públicos (agua y desagüe, luz, telefonía, fibra óptica, estructuras enterradas, entre otras). Estas distancias son registradas durante el proceso de construcción y habilitación de redes en las Hojas de Registro de Distancia de Seguridad (RDS) con las medidas e imágenes respectivas por sectores y mallas según ordena la normativa vigente para la construcción y habilitación de redes de gas. Las distancias o interferencias las podremos observar en la Tabla 5.

Es importante mencionar que está terminantemente prohibido que personas o terceros a la operación o empresa manipulen las instalaciones del sistema de distribución de gas natural. Asimismo, de no cumplir o respetar estas distancias, las empresas que la infringen son susceptibles a recibir multas y sanciones por parte del ente fiscalizador.

**Tabla 5**

*Distancia de interferencias a otros servicios públicos y estructuras enterradas*

<b>Tipo de interferencia</b>	<b>Distancia (m)</b>
Cerco perimétrico de desplazamiento	0.5
Estructura enterrada	1
Tubería de agua	0.3
Tubería de desagüe	0.3
Buzón de desagüe	0.3
Línea telefónica	0.3
Cámara de registro (telefonía y televisión)	0.5
Redes de comunicación	0.3
Cable eléctrico de baja y media tensión enterrado	0.5
Cable eléctrico de alta tensión enterrado	1.5
Puesta a tierra de alta tensión	10
Puesta a tierra de media y baja tensión	3
Árbol	1.5

*Nota.* Tomado del DS-040-2008-EM. Reglamento de Distribución de Gas Natural

Por otro lado, para la identificación de las instalaciones de gas natural, a lo largo del sistema de distribución se pueden observar estructuras y señales sobre la superficie los cuales nos alertan la existencia de tuberías enterradas. Estas señalizaciones son referenciales ya que el recorrido de las redes puede variar, asimismo, se pueden encontrar tuberías de distintos diámetros en un mismo sector y zona.

Se cuenta con las siguientes infraestructuras para su debida identificación:

### ***2.6.1 Postes de señalización***

Es una estructura de concreto en forma vertical que nos ayuda a identificar la presencia de tuberías de acero de gas natural. Puede observarse el nombre de la empresa, producto que distribuye y el número de emergencia para reportar trabajos cercanos a su ubicación.

### **Figura 8**

*Poste de señalización en vía pública*



### ***2.6.2 Postes de medición potencial***

Esta estructura sirve para el monitoreo de los niveles de protección catódica y con ello prevenir y controlar la corrosión externa de los ductos en AC. Tiene características similares a la de un poste de señalización con la diferencia que cuenta con un cable eléctrico terminal.

### **Figura 9**

*Poste de monitoreo potencial en el sistema de distribución*



### 2.6.3 *Cinta de seguridad*

Durante la etapa de construcción de tendido de redes de gas, estas cintas son instaladas a 30 cm bajo la superficie. Su objetivo es el de alertar la presencia de instalaciones de gas a personas o empresas que realizan excavaciones en la vía pública durante la ejecución de obras civiles y tener el debido cuidado al ejecutar sus actividades.

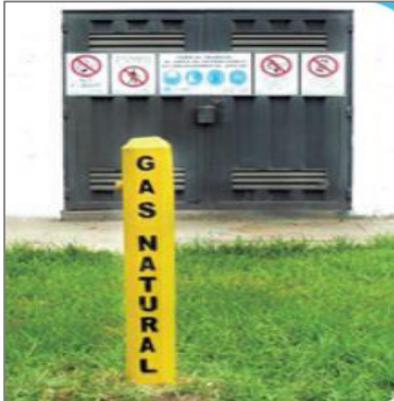
### **Figura 10**

*Instalación de cinta de seguridad en proceso de tendido de redes de gas*

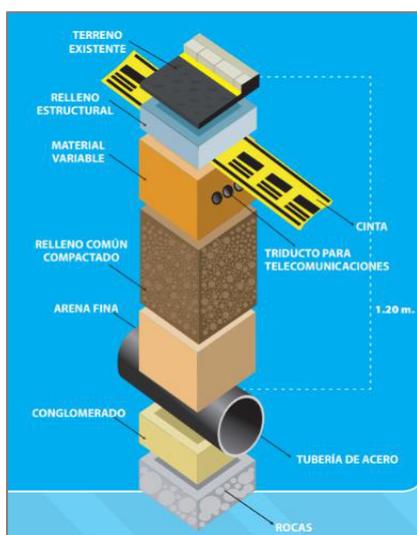


### 2.6.4 *Acometidas*

Son las infraestructuras que permiten el abastecimiento de gas natural desde las redes de distribución hasta las conexiones internas del cliente. Tenemos dos tipos de acometidas. Para clientes industriales son identificadas por señaléticas en las puertas y para el caso de clientes residenciales o comerciales, son los gabinetes donde se encuentran el medidor, regulador, válvula, entre otros accesorios menores.

**Figura 11***Acometida en cliente industrial***2.7 Tipos de tuberías y diámetros**

A lo largo del recorrido de las redes de gas natural, se encuentran dos tipos de tuberías: a) en acero (AC) y b) en polietileno (PE). Las tuberías de AC se encuentran enterradas a una profundidad de 1.20 m respecto de la superficie cumpliendo las especificaciones técnicas del reglamento de distribución de gas natural por red de ductos y tienen diámetros de: 30", 20", 16", 8" y 4". Las tuberías en PE están enterradas a 0.61m debajo del nivel del suelo, cumpliendo las especificaciones técnicas de diseño y construcción. Estas tuberías constan de diámetros: 20mm, 32mm, 63mm, 90mm, 110mm, 160mm y 200mm.

**Figura 12***Proceso de construcción de redes de gas con tuberías en AC*

**Figura 13**

*Proceso de construcción de redes de gas con tuberías en PE*



## 2.8 Métodos de control por pérdida de contención o fugas

Existen diferentes métodos para el control de fugas de gas producto de alguna afectación o mala operación. Se cuenta también con sistemas de seguridad o de bloqueo automático para contenerlas y de esta manera evitar y/o minimizar los riesgos que pudieran afectar a la población, al medio ambiente e instalaciones de gas natural y que requieren de una acción inmediata para prevenir consecuencias mayores.

### 2.8.1 Cámara subterránea

Es un bloque de concreto antisísmico donde solo se permite el acceso de personal autorizado. Cuenta con alarmas de apertura, alarmas contra incendio, alarmas por inundación, fuego y detección de gas. En su interior se encuentra la válvula de bloqueo de línea (alta presión), diseñada para cerrar o cortar el flujo de gas, es decir, interrumpe y aísla el flujo de gas en un tramo del gasoducto, entre una y otra válvula (opera de forma manual y automática).

**Figura 14**

*Vista superficial e interna de una cámara subterránea y su válvula de bloqueo*



### 2.8.2 Válvulas de control

Son dispositivos mecánicos que permiten controlar el flujo de gas ante la ocurrencia de algún evento no deseado, peligro inminente o por trabajos de mantenimiento. Algunas de estas válvulas se activan de forma automática y otras son operadas manualmente.

En el sistema de distribución de gas natural podemos identificar los siguientes tipos de válvulas para el control de emergencias: a) Poliválvula, b) válvula de exceso de flujo, c) válvula de servicio y d) válvula reguladora.

#### Figura 15

*Poliválvula para bloqueo de línea de baja presión*



*Nota.* Estas válvulas son operadas de forma manual y corta el tramo de gas de un sector determinado.

**Figura 16***Válvula de exceso de flujo*

*Nota.* Estas válvulas sirven para el control exclusivo de fugas en clientes residenciales y comerciales. Se activan automáticamente al detectar caída brusca de presión en las TC.

**Figura 17***Válvula de servicio y válvula reguladora*

*Nota.* En la parte inferior la flecha nos señala la válvula de servicio que es operada de forma manual y en la parte superior la válvula reguladora que se activa de manera automática al detectar variaciones en la presión (baja y alta presión).

### **2.8.3 Técnica de instalación con abrazaderas de control**

Se utiliza una herramienta o abrazadera de metal de doble acoplamiento. Este método es recomendado para tuberías iguales o mayores a 63mm y perforaciones puntuales cuya

superficie de afectación no presente protuberancias. Este método garantiza la continuidad del servicio sin afectar a los clientes conectados a la red agua abajo del punto de afectación. La zona del tubo a instalarse debe estar limpio y colocarse a la mitad del accesorio.

### **Figura 18**

*Uso de abrazadera de metal para contención de fuga*



#### **2.8.4 Técnica de prensado de tubería**

Se utilizan dos tipos de estranguladores o prensas de acero para tuberías de alta, media y baja densidad. Las prensas manuales se utilizan para tuberías de diámetros menores como de 20, 30 y 63 mm, mientras que las prensas hidráulicas se emplean para tuberías de diámetros mayores, es decir para medidas de 90, 110, 160 y 200 mm.

### **Figura 19**

*Uso de prensa mecánica e hidráulica para control de fugas*



*Nota.* La primera imagen nos muestra prensado para tubería de 32 mm y segunda nos muestra control para tubería de 110 mm.

### **2.8.5 Técnica de control con estaca**

Se emplea una estaca o poste de madera teniendo uno de sus extremos una punta torneada. Esta técnica es aplicada a tuberías de diámetros menores y con afectaciones puntuales o pequeñas. Una vez fijada la estaca colocar una correa de sujeción para evitar que sea expulsada por la presión del gas. Este método ayudará a un control temporal hasta la colocación de prensas o cierre de poliválvulas.

#### **Figura 20**

*Colocación de estaca de madera en tubería para control de fuga*



## **2.9 Clasificación o tipos de emergencia**

A lo largo del sistema de distribución de gas natural encontramos instalaciones críticas como las redes de distribución, ERP, ERM, los City Gates y las instalaciones de clientes residenciales, comerciales y grandes clientes que, dentro o sobre sus instalaciones, producto de afectaciones a las que están expuestas, podemos advertir las siguientes consecuencias: a) atmósfera peligrosa, b) alteraciones en la calidad del aire y suelo, c) daños a las personas, d) daños a la infraestructura y e) cortes de suministro o de servicio.

De acuerdo con la norma de Calidad del Servicio de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos (Osinergmin, N° 306-2015-OS/CD), el concesionario tiene la obligatoriedad de dar respuesta a los avisos de emergencia que reportan los usuarios y población en general y contenerlas cuando ocurran en instalaciones internas, acometidas y redes de distribución.

A continuación, la Tabla 6 nos muestra los tipos de eventos o emergencias y los tiempos máximos establecidos para su control:

**Tabla 6**

*Tipos de emergencia y tiempos de llegada y control según norma*

Tipo de emergencia	Tiempo de llegada	Tiempo de control
Fuga de gas	30 minutos	30 minutos
Incendio	30 minutos	30 minutos
Explosión	30 minutos	30 minutos
Interrupción de servicio no programado	40 minutos	30 minutos

*Nota.* Adaptado de Osinergmin, N° 306-2015-OS/CD

Es muy importante recalcar que el tiempo de llegada empieza desde la comunicación o el reporte de la emergencia hacia el call center a través de la línea de emergencia 1808. Asimismo, el tiempo de contención o control no debe exceder los 30 minutos desde que se llegó al lugar del evento reportado. Estos tiempos son fiscalizados y el no cumplimiento son causales de sanciones y multas. Por ello, es muy importante que la línea de emergencias se encuentre disponible las 24 horas del día durante los 365 días del año.

**Figura 21**

*Línea de emergencias 1808 para el departamento Lima y Provincia del Callao*



### 2.9.1 Cantidad de emergencias en el sistema de distribución de Lima y Callao

Año tras año la cantidad de emergencias reportadas y atendidas dentro del sistema de distribución de gas natural para el departamento de Lima y la Provincia Constitucional del Callao van en aumento. Esto puede atribuirse a diversos factores como: a) mayor cantidad de obras ejecutadas a cargo de las municipalidades, gobiernos regionales, empresas constructoras, trabajos de propietarios de predio, entre otros, b) falta de concientización sobre las medidas de seguridad y prevención que deben adoptarse durante la ejecución de obras civiles, c) mayor cantidad de habilitaciones de gas natural a clientes y d) falta de coordinación y comunicación entre empresas ejecutoras de obras y Cálidda.

En la Tabla 7 se muestran los valores registrados de los últimos cinco años (período 2018 – 2023). Puede observarse claramente que la cantidad de llamadas recibidas y cantidad de emergencias son directamente proporcionales y con tendencia exponencial año tras año. Cabe precisar que la diferencia de llamadas respecto a las llamadas totales y las emergencias reportadas, corresponden a contacto comercial, facturación, fechas de pago, lugares de atención, bromas, quejas, reclamos, seguimiento de obras, entre otros.

**Tabla 7**

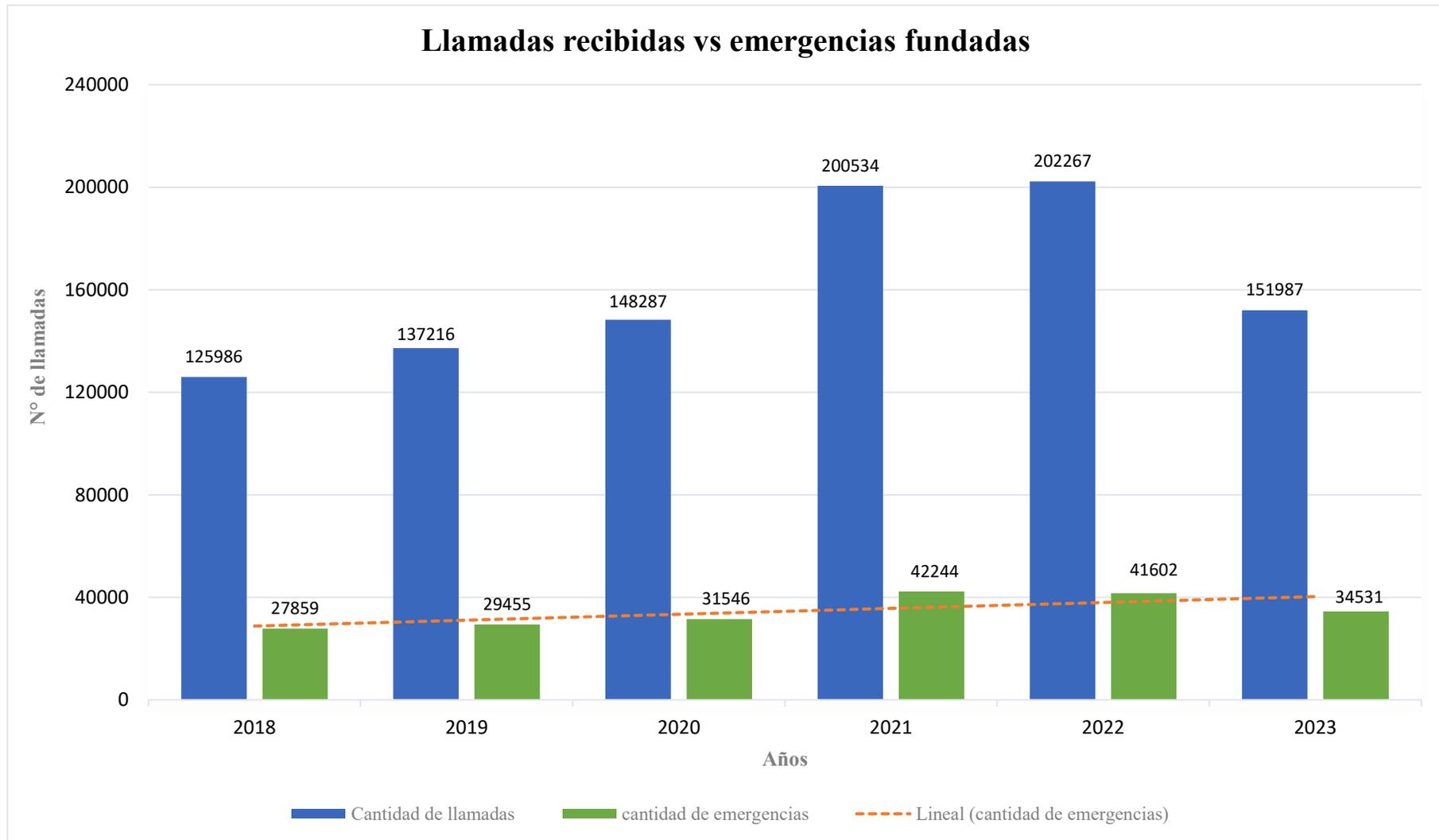
*Cantidad anual de emergencias presentadas en el sistema de distribución 2018-2023*

<b>Año</b>	<b>Cantidad de llamadas a la línea de emergencias</b>	<b>Cantidad de emergencias</b>
<b>2018</b>	125986	27859
<b>2019</b>	137216	29455
<b>2020</b>	148287	31546
<b>2021</b>	200534	42244
<b>2022</b>	202267	41602
<b>2023</b>	151987	34531
<b>Total</b>	<b>966277</b>	<b>207237</b>

*Nota.* Adaptado de Gas Natural de Lima y Callao S.A. con cierre a octubre del 2023

**Figura 22**

*Línea de tendencia de emergencias en el sistema de distribución (2018-2023)*



**Tabla 8***Procedimiento para atención de emergencias*

<b>Acción</b>	<b>Responsable</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
1	Call center	Ingresa la llamada a la línea de emergencias 1808. Asesor de call center clasifica la emergencia según su tipo. De ser llamada de contacto comercial deriva a la línea de servicio al cliente y finaliza la atención.
2	Call center	De ser una emergencia fundada, brinda pautas de seguridad y crea un número de atención para el ingreso al sistema con todos los datos requeridos. Aviso es derivado de forma inmediata a los técnicos de emergencias.
3	Técnicos de emergencia	Técnicos reportan su llegada a la zona de reporte y realizan trabajos de inspección y monitoreo para descartar la fuga de gas. De no encontrar fuga alguna cierra la atención como falsa alarma.
4	Técnicos de emergencia	Realiza el control de la fuga mediante diversos métodos y/o técnicas dentro de los 30 minutos de indica la norma luego de su arribo a la zona. Brinda datos exactos al centro de emergencias para las coordinaciones del caso.
5	Analista de emergencias	Con los datos obtenidos en campo realiza la simulación en el sistema ArcMap 10.4 según el método de control (cierre de válvula o colocación de prensas) para poder determinar la cantidad de clientes afectados.
6	Técnicos de emergencia	Realiza la reparación temporal de la tubería afectada y restablece el suministro de gas en caso de existir clientes afectados. La red queda hermética y gasificada.
7	Técnicos de emergencia	Reportan su retiro de la zona de emergencia y continúan con las atenciones.
8	Analista de emergencias	Realiza el reporte preliminar del evento a las entidades de fiscalización como el OEFA y Osinergmin en el plazo máximo de 12 horas de ocurrido el evento.
9	Analista de emergencias	Realiza la generación de reporte de investigación, reporte de fuga, actas de atención, presupuestos, reparaciones, actualización de base de datos y control.
10	Analista de emergencias	Realiza el envío del reporte final a los entes de fiscalización a los 10 días hábiles de ocurrido el evento (incluye sustentos, capacitaciones, resultados de la investigación).
11	Analista de emergencias	Realiza los trabajos de seguimiento 1 año después de ocurrido el evento para verificar estado de los trabajos ejecutados inicialmente y condiciones del terreno.
12	Analista de emergencias	Realiza la custodia y conservación de los documentos hasta 5 años de ocurrido el evento (norma exige 3 años).

### III. APORTES DESTACABLES A LA EMPRESA

Los aportes más importantes del autor para contribuir con el logro de los objetivos de la compañía, su crecimiento sostenible, el alcance de su misión y visión como empresa líder del sector, son los siguientes:

Implementación de nuevos procesos de monitoreo de presión en redes de PE a fin de evitar el desabastecimiento de gas natural durante temporadas de alta demanda y ocurrencia de emergencias.

Implementación de alternativas de solución a los procesos de atención de llamadas que ingresan a las líneas de emergencias y SAC para reducir la cantidad de llamadas vicio y mitigar el riesgo de no atención de las emergencias.

Implementación de mejoras funcionales en los sistemas ArcGis y Oracle que permitieron optimizar los tiempos de atención de emergencias y urgencias.

Cumplimiento anual de indicadores claves (KPIs) en el área (nivel de atención, tiempos de llegada y control, tiempo promedio de movilización, tiempo medio de operación).

Implementación la Metodología de Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) de los procesos con la finalidad de establecer niveles de confiabilidad para la detección de fallas.

Desarrollo del Plan Estratégico del Centro de Gestión de Emergencias con la finalidad de lograr un crecimiento sostenible.

Desarrollo del modelo predictivo, georreferenciado y optimizado en función al tiempo promedio de aparición de emergencias, crecimiento de la red de distribución, centros de gravedad de cuadrillas de atención, y que respondan a un mínimo uso de recursos y sus costos asociados.

Desarrollo de un plan de formación continua en campo para colaboradores del área, el cual permita identificar y potenciar las fortalezas, detectar debilidades y desarrollar las aptitudes de los trabajadores para cubrir posiciones claves.

Consolidación de la percepción de buen servicio lograda con nuestros clientes por atención oportuna de las emergencias.

Realización de simulaciones de efectos y consecuencias específicas para las fuentes de peligro mayor y/o desastre identificadas en estaciones y ERP.

Socialización de los escenarios de riesgos mayores evaluados a la comunidad de las zonas de influencia a las estaciones con el fin de evitar manipulación de equipos propios de la ERP o ejecución de actividades que aumente la probabilidad de ocurrencia de un evento mayor.

Formalización de planes de ayuda mutua con entes especializados en la atención, manejo y control de emergencias y contingencias mayores producidas por materiales inflamables (gas natural).

Programación y ejecución de simulacros con consecuencias mayores o catastróficas por zonas (Chilca, Lurín, Lima Cercado, Callao).

Contribución a la Gestión de Seguridad de Procesos (PSM) para evitar la materialización de accidentes y continuidad de las operaciones.

Contribución al factor de efectividad en la seguridad, personal y poblacional.

Ejecución de programas de entrenamiento y simulaciones de escritorio y campo.

Elaboración del Plan de Respuesta a Emergencias (PRE).

Elaboración del Estudio de Riesgos de Seguridad (ERS).

Elaboración del Análisis cuantitativo de Riesgos (ACR).

Clasificación, generación y análisis de los Fire Preplans de respuesta a emergencias.

#### IV. CONCLUSIONES

1. Se verificó que la densidad poblacional por donde recorren las instalaciones de gas natural tiene un promedio mayor en la Provincia Constitucional del Callao con 15227 Hab/km<sup>2</sup>, seguido por la Provincia de Lima con 10764 Hab/km<sup>2</sup> y en menor cantidad en la Provincia de Cañete con 295 Hab/km<sup>2</sup>.
2. Se determinó que la matriz de riesgos es una herramienta fundamental para establecer acciones relevantes sobre la seguridad de los trabajadores, personas en general y medio ambiente, permitiendo fijar procedimientos, guías, mejorar procesos y otras acciones que contribuyan a la protección de la población.
3. Se logró identificar que el principal factor limitante en la atención de emergencias es el inmenso tráfico y el crecimiento desordenado que se observan en los distritos de la Provincia de Lima y Provincia Constitucional del Callao.
4. Se logró determinar que las emergencias ocurridas en el sistema de distribución de gas natural tienen un incremento exponencial año tras año.
5. Finalmente, se concluye que la línea de emergencias 1808 es una importante herramienta tecnológica para la recepción de llamadas donde se reportan casos que ameritan atención oportuna e inmediata antes que se materialicen daños y pérdidas que lamentar.

## V. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar impulsando las medidas de prevención y seguridad a empresas excavadoras y colectividad en general a fin de concientizar sobre la exposición a riesgos a los que podrían estar expuestos y evitar daños a su integridad e impactos negativos al medio ambiente, dando mayor énfasis a distritos y provincias con mayor densidad poblacional.
2. Se sugiere plantear y establecer otros métodos y técnicas de control para continuar reforzando la cultura preventiva y de seguridad en todos los procesos del sistema de distribución de gas natural adicional a la matriz de riesgos que ayuden a la toma de decisiones estratégicas y operativas.
3. Se recomienda establecer mecanismos de trabajo, automatización de procesos y distribuir adecuadamente los recursos para evitar materialización de daños y sanciones que conllevan a no cumplir la norma en los tiempos de llegada a las emergencias de 30 minutos, a pesar de que nuestro país está considerado como uno con los mayores índices de tráfico a nivel mundial.
4. Se propone una mayor frecuencia de mantenimiento programados de los city gate para así evitar una paralización operativa o corte de suministro masivo el cual afectaría a miles de clientes, así como los procesos de revisiones quinquenales o sistemáticas que contribuyan a reducir los tipos de emergencias y fugas de gas por defecto constructivo.
5. Se recomienda cumplir con las interferencias o distancias registradas en las hojas RDS dado que infringir las normas en el proceso de construcción constituye riesgo potencial como la ocurrencia de corto circuitos de cables eléctricos subterráneos que al no respetar las distancias mínimas han causado quemaduras a las redes de gas y consecuente fuga.

6. Finalmente, se sugiere ejecutar programas de difusión masiva de concientización y educación a los usuarios y población en general sobre el correcto funcionamiento y fin de la línea de emergencias 1808, esto debido a que gran cantidad de llamadas son no relacionadas a una emergencia y podrían saturar una línea que debe estar disponible para atención de contingencias.

## VI. REFERENCIAS

- Decreto Supremo N° 032-2002-EM. (23 de octubre de 2002). *Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos*. Diario Oficial El Peruano.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2015). *Norma de Calidad del Servicio de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos* (N° 306-2015-OS/CD).
- García, F. (2020). *Propuesta metodológica para el análisis de la seguridad en las operaciones asociadas al diseño, construcción, explotación y mantenimiento de plantas satélites de gas natural licuado* [Tesis doctoral]. Repositorio de Universidad de La Rioja <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=282548>
- Decreto Supremo N° 040-2008-EM. (22 de julio de 2008). *TUO del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos*. Diario Oficial El Peruano.
- Instituto Nacional de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2014). *Gas Natural Seco* (Norma Técnica Peruana NTP 111.011).
- Organización Internacional de Normalización. (2009). *Gestión de Riesgos* (ISO 31000).
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM. (26 de mayo de 2011). *Creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres*. Diario Oficial El Peruano.
- Alvarado, J. (2021). *Gestión de seguridad para la prevención e información sobre accidentes en las obras de instalación de gas natural de Lima Cercado, periodo 2018* [Tesis de maestría]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Federico Villarreal <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/4841>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2023). *Plan Anual 2023 para la Concesión de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos de Lima y Callao* (014-2023-OS/C).
- Gas Natural de Lima y Callao S.A. (2016). *Manual de Operación y Mantenimiento*.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda (Perú)*.

Mixán, J. & Moreno, J. (2017). *Diseño de un sistema de seguridad para controlar las válvulas de cierre de emergencia en la etapa de transporte de gas natural* [Tesis de título profesional]. Repositorio de la Universidad Privada Antenor Orrego <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4205>

### VII. ANEXOS (registros fotográficos)

a) Fuga e incendio en ducto de gas natural de TGP



b) Incendio con afectación a instalaciones de gas natural



c) Afectaciones por empresas excavadoras



d) Afectaciones por mordedura de roedor



e) Afectaciones por accidente vehicular



f) Afectaciones por defecto constructivo



g) Afectaciones por hurtos y robos



h) Afectaciones por dueños de predio



i) Afectaciones por explosión en artefactos



j) Afectaciones por eventos climáticos



## k) Uso de prensas mecánicas e hidráulicas



## l) Uso de acoples y válvulas de servicio

