

ARTÍCULO ORIGINAL

Influencia de enfoque integral de política sobre la CVGN para la masificación de uso residencial

RESUMEN

El presente artículo analizó la influencia de un enfoque integral de la política sobre la Cadena de Valor del Gas Natural (CVGN) para la masificación de su uso residencial para el caso peruano. Para ello, se desarrolla una caracterización de los elementos críticos de la CVGN, se identifican las principales barreras y oportunidades, y se discuten las ventajas de un enfoque integral para su explotación. Esta discusión se basa en la sistematización de información desde fuentes especializadas del sector, la experiencia internacional comparada, y los resultados de un estudio de caso desarrollado con énfasis en el abastecimiento logístico de empresas instaladoras de Gas Natural (GN) en el Perú. En base a los resultados, se plantean cuatro conclusiones. Primero, las condiciones tecnológicas disponibles en materia de procesamiento, transporte y distribución de GN son consistentes con un alto potencial para la masificación. Segundo, el enfoque de las políticas para la masificación ha sufrido serias limitaciones, originadas en parte por el énfasis solo en algunos sectores de consumo, como el residencial y comercial. Tercero, al considerar la integralidad de la CVGN, se enfatiza la importancia de componentes clave; estos incluyen el transporte y la distribución de GN. Esta inatención explica el fracaso de distintas iniciativas legislativas para promover la masificación. Cuarto, tanto desde la experiencia internacional comparada como en base a estudios de caso en el Perú, se enfatiza el aporte de un enfoque integral de la CVGN para promover impactos potenciales sobre la masificación.

Palabras Clave: Cadena de valor del gas; Masificación del gas; Usuarios residenciales.

**Santiago Victor Paredes
Jaramillo**

sparedes@uni.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8418-0714>

Universidad Nacional de Ingeniería,
Facultad de Ingeniería Mecánica,
Lima, Perú.

Presentado: 07/06/2023 - Aceptado: 09/10/2023 - Publicado: 31/12/2023

INTRODUCCIÓN

Durante las primeras dos décadas del siglo XXI, incrementos en la demanda por electricidad y ventajas asociadas al menor costo y mayor eficiencia del Gas Natural (GN) respecto de otras fuentes de generación, han implicado un crecimiento sin precedentes de esta industria a nivel global. Este acelerado crecimiento fue posible gracias a la aplicación de adecuadas tecnologías en su transporte, capaces de conducir en condiciones económicas y de forma segura hasta los puntos de consumo. A bajas temperaturas (-162 °C), su licuado permite reducir el volumen de GN en 600 veces, facilitando su transporte a grandes distancias. Esta mejora facilitó las condiciones técnicas y económicas para que el GN se masifique, creando condiciones para mejorar la calidad de vida y contribuyendo a su sostenibilidad.

En América Latina, desde principios del año 2000, el GN se convirtió en la segunda fuente más importante de generación de electricidad, desplazando a productos derivados del petróleo. Durante la década siguiente, la generación eléctrica en base a GN se duplicó, con un crecimiento promedio de 8% anual, cuatro veces la tasa de crecimiento de la energía hidroeléctrica y ocho veces la de productos derivados del petróleo (Rodríguez, 2016). Actualmente, el ratio entre el volumen de reservas y la producción en la región reporta un horizonte futuro de 42 años, por debajo del promedio mundial Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2019).

En el Perú, desde el inicio de la operación comercial del yacimiento de Camisea (Cusco) en 2004, el proceso de masificación de su uso residencial ha sido un tema recurrente en el debate público, pero ha logrado limitados avances de cobertura fuera de Lima y Callao. En efecto, distintas iniciativas legislativas y de planificación propuestas desde el Ejecutivo y el Legislativo incluyeron la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040, el Sistema de Seguridad Energética en Hidrocarburos, el Fondo de Inclusión Social Energético (FISE), el Plan de Acceso Universal a la Energía 2013-2022, entre otros. A pesar de ello, casi dos décadas después, la masificación alcanzó solo avances marginales: Según las estimaciones más recientes, el uso residencial de GN ha logrado alcanzar “solo el

11% de las viviendas a nivel nacional” (Medina, 2020, p.1), casi exclusivamente concentrada en Lima y Callao. Asimismo, se estiman brechas importantes en categorías específicas de consumo: En 2018, se identificaron niveles de acceso en los hogares que fueron inferiores al 60% en servicios como refrigeración de alimentos (54%), conocimiento/comunicación/entretenimiento (58.8%), climatización (11.5%) y lavado (39.4%), que figuran entre los más bajos de América Latina (Carvajal *et al.*, 2018).

Los estudios disponibles para el caso peruano sobre las barreras que enfrenta la masificación resaltan componentes técnicos y políticos. En uno de los primeros reportes sistematizando la experiencia de masificación en Perú, el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN, 2012) enfatizó desde la experiencia de Lima y Callao la necesidad de contar con clientes industriales para absorber los costos de la red de distribución y subsidiar parte de los costos de conversión del segmento residencial; ello permitió un precio de GN que representó la tercera parte del precio del GLP. Así, la masificación hacia otras regiones fue condicional a contar con una masa crítica de industrias que contribuya a financiar la red de distribución. Asimismo, en el corto plazo, se sugirió la alternativa técnica de transportar GN vía camiones en forma líquida como GN Licuado (GNL) o GN comprimido (GNC). Más recientemente, Medina (2020) evalúa distintos instrumentos de política para la promoción de la masificación en el Perú, incluyendo una Tarifa Única de Distribución (TUD), subsidios cruzados, subsidios intersectoriales, entre otros. El autor enfatiza el rol de la capacidad de los operadores de las concesiones de distribución como un limitante clave para la masificación, en línea con la recomendación de otros autores como Aguirre (2021).

A la fecha, sin embargo, los estudios disponibles sobre estrategias integrales de política para la masificación en el Perú siguen siendo relativamente escasos y tienden a concentrarse en la evaluación de segmentos específicos de la CVGN. En respuesta a esta ausencia, el objetivo del presente artículo es analizar la influencia de un enfoque integral de política sobre la CVGN para la masificación para el uso residencial en Perú.

MÉTODOS

Para analizar la influencia de un enfoque integral de política sobre la CVGN para la masificación de uso residencial en Perú, el artículo desarrolla una caracterización bibliográfica de los elementos críticos de la CVGN, identifica las principales barreras y oportunidades para la masificación, y analiza las ventajas de un enfoque integral para explotar dichas oportunidades. Este análisis se basa en la sistematización de la información desde fuentes especializadas del sector, la experiencia internacional comparada, y la experiencia de empresas instaladoras de GN en el Perú.

El enfoque del estudio es cuantitativo porque el foco de análisis está orientado a los resultados y está basado en el análisis cuantitativo de un estudio de caso aplicado a una empresa instaladora de gas en el Perú, por medio de la aplicación de una encuesta-cuestionario. Respecto de la revisión bibliográfica, esta incluyó estudios técnicos de caracterización de la operación de la CVGN (Becerra-Fernández *et al.*, 2020), así como la comparación de procesos de masificación en países de la región como Colombia, Argentina y Bolivia (CEPAL, 2019), con énfasis en las principales barreras y oportunidades identificadas. Respecto de la encuesta-cuestionario, esta tuvo como objetivo analizar la influencia de un enfoque integral de operaciones (*Lean Construction*) sobre la eficiencia del abastecimiento logístico de una empresa instaladora de gas en el Perú. En ella se analizaron los procesos de construcción de redes internas, tuberías de conexión y de los sub procesos siguientes: Programación, compras, instalación interna y tuberías de conexión, verificación y habilitación. Si bien el diseño de la información recogida por medio de la encuesta correspondió a un estudio de caso en lugar de una muestra representativa a nivel nacional, la estandarización de los procesos y regulaciones que estas empresas presentan sugiere resultados con un importante grado de validez externa.

RESULTADOS

Los resultados del análisis permiten plantear cuatro conclusiones principales. Primero, las condiciones tecnológicas disponibles en materia de procesamiento, transporte y distribución de GN son consistentes con un alto potencial

para la masificación. Segundo, el enfoque tradicional de las políticas para la masificación ha sufrido serias limitaciones, originadas en gran parte por el énfasis solo en algunos componentes finales de la CVGN. Tercero, al considerar la integralidad de la CVGN de manera conjunta y organizada, se enfatiza la importancia de componentes clave, típicamente no atendidos; esta inatención explica la poca efectividad de distintas iniciativas legislativas para promover la masificación. Cuarto, tanto desde la experiencia internacional comparada como en base a estudios de caso en el Perú, se enfatiza el aporte de un enfoque integral de la CVGN para promover impactos potenciales.

La cadena de valor del GN y la necesidad de un enfoque integral

La caracterización de la CVGN presenta tres particularidades principales: La CVGN es extensa, compleja y con fuertes interrelaciones entre los conformantes de la cadena, existe unión física y por lo tanto dependencia desde el pozo de gas hasta el suministro de gas, y de allí al artefacto que utiliza el consumidor final de gas natural, mientras que el productor de GN y los consumidores (en particular, los Residenciales), están vinculados físicamente y, por ende, requieren estar siempre relacionados para asegurar la sostenibilidad del servicio.

La CVGN consta de seis etapas encadenadas que permiten que el usuario disponga de GN: (1) Exploración, (2) Producción, (3) procesamiento, (4) Transporte, (5) Distribución, y (6) Comercialización. El usuario residencial pertenece a la etapa final de esta cadena.

En la etapa de Exploración se realiza la búsqueda de gas, lo que se ejecuta en las cuencas gasíferas. La etapa de Producción es la extracción del GN de los reservorios. En la etapa de Procesamiento, el GN extraído es acondicionado en plantas donde se elimina el contenido de azufre, agua, y otras impurezas. La etapa de Transporte se realiza a través de gasoductos desde el centro de procesamiento hasta el City Gate (puerta de entrada del gas a la ciudad). La etapa de Distribución incluye el suministro de GN desde el City Gate hasta la puerta del consumidor final. El GN se distribuye en dos condiciones: GN seco y GN licuado. La empresa que distribuye y comercializa el GN en Lima y Callao

es Cálidda. Finalmente, en la etapa de Comercialización se provee el GN a diferentes sectores de consumo. Desde la experiencia de estudios de caso, se enfatizan dos etapas críticas para la provisión del servicio: Transporte y distribución.

Asimismo, la CVGN incorpora una serie de componentes físicos. Primero, la red de distribución está conformada por el sistema de tuberías en calles o avenidas, la tubería de conexión que une la red con la acometida, y la instalación interna residencial desde la salida de la acometida hasta el artefacto a gas. Segundo, la tubería de conexión está constituida por una tubería de polietileno PE, válvulas y otros componentes mediante los cuales se conduce el GN a la presión de la red externa, que inicia en la tubería de la red externa y termina antes del medidor. Tercero, la instalación interna inicia en el medidor y continúa al interior de la residencia hasta llegar a los diferentes artefactos a gas. La Habilitación es el proceso mediante el cual el concesionario de distribución de gas pone en servicio el suministro de GN contratado, luego de verificar la conformidad técnica de la tubería de conexión y de la instalación interna. La diversidad de procesos y componentes que conforman la CVGN enfatizan la necesidad de un enfoque que considere las importantes interrelaciones y dependencias entre estos elementos, así como la diversidad de usuarios finales a ser atendidos, para asegurar la sostenibilidad del servicio.

Bajo caracterizaciones similares de la CVGN, autores como Weijermars (2010) han enfatizado la importancia de un enfoque integral para el diseño de políticas. Así, se sostiene que el objeto de análisis de cadenas de valor es entender los factores y condiciones sistémicas por medio de los cuales un marco de valor y las empresas relacionadas pueden alcanzar un buen desempeño. Con una aplicación a las cadenas de valor físicas y financieras del negocio de GN en Estados Unidos, el autor caracteriza las CVGN por medio de la interconexión de distintos marcos regulatorios para la toma de decisiones, lo que demanda un enfoque integral para la implementación de políticas de promoción y mejora de los procesos.

Una conclusión similar es la discutida por Zarei *et al.* (2020), quienes enfatizan que las dimensiones económica, ambiental y social deben

tratarse simultáneamente en el suministro de energía y en la formulación de políticas en la industria de GN; ello en tanto el cambio en la demanda de uno de los componentes afecta a los demás, por lo que se requiere de una planificación integrada de la cadena de suministro para maximizar el beneficio total. Aplicado al caso colombiano, Becerra-Fernández *et al.* (2020) evalúan el impacto de las políticas públicas en la oferta y la demanda de la industria de GN. Mediante un modelo que incorpora variables de demanda, transporte, producción, y reservas de GN, los autores coinciden en la necesidad de que las políticas de promoción consideren la asignación de recursos a lo largo de la cadena de suministro de GN, con el propósito de promover el desarrollo de infraestructura para minimizar el riesgo de escasez en el suministro. En este sentido, un enfoque integral sobre la cadena de suministro contribuye mediante sinergias promovidas en la relación entre demanda, transporte y producción.

Enfoques de políticas de masificación de GN

La masificación de GN implica que todos los usuarios que desean utilizar el GN tengan facilidades de acceso oportuno en la cantidad y calidad requeridas, a bajo costo y bajo impacto sobre el medio ambiente. Como antecedente para la industria del GN de Camisea, el Gobierno Peruano en 1999, con la idea de desarrollar de manera conjunta la producción, transporte, distribución y comercialización de este, definió una estructura para su desarrollo, estableciendo un esquema en dos módulos independientes: Módulo de Producción y Módulo de Transporte y Distribución. Así, se conceptualizó la Garantía de la Red Principal (GRP) para reducir los riesgos al transportista y al distribuidor como parte de los mecanismos para viabilizar el proyecto, de tal manera que sea posible conectar la oferta de gas desde Cuzco hasta la demanda en Lima.

Los reportes de Cálidda del número de clientes que atiende al año 2019 son los siguientes: 25 clientes de generación; 670 de industrial; 279 estaciones de GNV, y 951,708 clientes entre residenciales y comerciales (Class & Asociados S.A, 2020, p.10). Estas cifras evidencian que la industria del GN se ha consolidado en Lima, y muestra la efectividad del esquema elegido, ya

que la industria de Camisea fue concebida teniendo en cuenta a todos los posibles usuarios que demandarían GN.

La disponibilidad del GN para todos los sectores de consumo está condicionada a circular por las distintas etapas de la CVGN. Esto configura que en toda política de masificación se consideren las implicancias económicas y ambientales de toda la CVGN y se analice en forma conjunta y organizada para todos los usuarios del GN. Analizar el comportamiento de la CVGN como una unidad y a todos los usuarios que demandarían gas permitirá aprovechar las bondades de la CVGN para diseñar políticas viables de masificación de GN. Este fue el caso del proyecto Camisea, donde se aplicó un enfoque general. Siguiendo esta experiencia, el enfoque en la Política de Masificación del GN será inclusivo en la medida que incluya a todos los sectores de consumo.

Desde la experiencia internacional, si bien los enfoques aplicados son particulares a cada contexto, el progreso de líderes de la región como Colombia y Argentina -con coberturas nacionales de viviendas conectadas a GN por encima del 50%- enfatiza algunos elementos transversales. Palacios Olivera *et al.* (2021), por ejemplo, resaltan elementos del Plan de Masificación de GN publicado por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) de Colombia en 1991. Estos incluyen 1) la participación del Estado en la construcción de redes troncales, 2) El establecimiento de metas anuales de usuarios residenciales, 3) El establecimiento vía marco normativo de segmentos de negocio de la industria (producción, transporte, distribución), 4) Incentivos a la inversión privada, particularmente en la distribución, y 5) Una metodología de regulación tarifaria basada en planes quinquenales de inversión y subsidios tarifarios cruzados a favor de usuarios residenciales y subsidios inter empresas. Esta combinación, a juicio de los autores, explica en gran parte que las metas trazadas en dicho plan para 2010 se cumplieran en 2003 (3.2 millones de usuarios).

Ruiz Caro (2019), por su parte, resalta un intenso programa de masificación de uso de GN en Bolivia, que hasta el 2018 había alcanzado 800,000 instalaciones domésticas en distintas

regiones del país (1 millón proyectadas a 2019). El principal factor de éxito resaltado en términos de cobertura es que el programa puso en marcha un sistema virtual de GNL con 32 estaciones de regasificación para zonas de difícil acceso. Asimismo, el autor enfatiza las sinergias de integración energética que Perú y Bolivia comparten.

Al comparar las experiencias de Bolivia y México, Lichstein (2003) propone realizar un análisis de mercado para el GN considerando de manera prioritaria la masificación en el uso del GN en el mercado interno, tanto en el uso vehicular como domiciliario. En esa línea, el autor resalta que se han realizado importantes avances en la distribución de gas domiciliario a gran escala y que, dada la entrada de actores privados en el esquema energético mexicano, es necesario que el gobierno plantee un esquema de sociedad que permita aumentar las reservas de GN por medio de la búsqueda de un suministro competitivo de gas, de manera similar al caso peruano.

En el caso de Perú, el enfoque de expansión inicial vino influenciado por las experiencias anteriores de Argentina y Colombia. Estas sirvieron como referencia para desarrollar la industria en el país, la elaboración de las normas técnicas existentes y la aplicación de nuevas tecnologías (por ejemplo, GNL) por medio de la entrada de empresas que ya operaban en estos países. En contraste con estas experiencias, sin embargo, la mayoría de factores que permitieron avances importantes en Lima y Callao no se aplicaron en el resto de regiones. Entre los principales, el no involucramiento de clientes industriales para absorber los costos de la red de distribución y subsidiar parte de los costos de conversión del segmento residencial, o la falta de aplicación de otros instrumentos de política para la promoción de la masificación como una Tarifa Única de Distribución (TUD), subsidios cruzados, subsidios intersectoriales, entre otros.

El rol clave de un enfoque integral en las operaciones de instalación

A la fecha son escasos los estudios enfocados en los determinantes de la eficiencia operativa de las empresas instaladoras de gas natural en el Perú, particularmente para aquellas de menor

escala. Una excepción es Huamán-Orosco *et al.* (2022), cuyo objetivo es identificar las barreras generadas en la implementación de un enfoque integral de operación (Lean Construction [LC]) en pequeñas y medianas empresas del Perú. Para ello, se realiza una revisión de la literatura y se diseña un cuestionario validado por seis expertos en implementación de LC. Este cuestionario se aplicó a 127 profesionales del sector en el Perú con más de dos años de experiencia en la implementación de LC o actualmente participando en proyectos gestionados bajo Last Planner System (LPS). Sobre los datos de este cuestionario se aplicó un análisis factorial para agrupar las barreras específicas mencionadas en cuatro categorías generales: (1) Colaboración, educación e implementación; (2) Teoría y filosofía LC; (3) Herramientas LC, coordinación y flujos de información; y (4) Visión organizacional y sistema. Estas barreras se analizaron también según el tipo de proyecto, etapa y tamaño de la organización para concluir que este último elemento es central. Finalmente, el estudio propone la implementación de Construcción 4.0, un conjunto de herramientas de digitalización de los procesos de administración aplicados al sector, para reducir el impacto de las barreras identificadas en proyectos de construcción.

En respuesta a la escasez de estos estudios, particularmente enfocados en empresas de menor escala y al tratarse de un eslabón clave de la CVGN, como parte del presente artículo se desarrolló un estudio de caso centrado en los cambios inducidos por la aplicación de un enfoque integral de operaciones LC sobre la eficiencia del abastecimiento logístico de una empresa instaladora de gas en el Perú. En particular, en relación a tres dimensiones de un enfoque integral de operaciones (trabajo en equipo, modelo colaborativo, y competencias) sobre los procesos de programación, compras, instalaciones internas, tuberías de conexión, y habilitación.

El análisis cuantitativo de los datos obtenidos desde la encuesta se centró en la generación de indicadores para caracterizar estos procesos y en pruebas estadísticas para contrastar las hipótesis de la investigación sobre la contribución del enfoque LC sobre las mejoras de eficiencia. Los resultados obtenidos reflejan mejoras de eficiencia en las áreas de programación

(planificación y control de instalaciones), compras (procesos de adquisición y despacho) e instalaciones internas (tuberías de conexión y la verificación de calidad). En esa línea, se resaltan elementos de operación clave como la estandarización de procesos específicamente adaptados al tamaño de la empresa, la armonización de objetivos y gestión de operaciones (trabajo en equipo, comunicación, competencias), la calibración entre las demandas de material y las especificaciones técnicas en las etapas previas a la construcción de instalaciones, la integración del personal de logística y de las áreas técnicas, entre otros

DISCUSIÓN

Barreras y oportunidades para la masificación

Masificar el GN de Camisea para todos los posibles demandantes de gas requiere ejecutar ampliaciones en infraestructura en transporte y distribución de la CVGN y, en especial, en la construcción correspondiente a tubería de conexión, instalación de acometida, instalación interna y habilitación. Estas actividades son ejecutadas por empresas constructoras especializadas que agregan valor a la CVGN. El desafío por enfrentar como política de Estado es crear infraestructura para el transporte virtual de GN y GNL, y contar con empresas competitivas que permitan la masificación.

El desafío que enfrenta el Perú es realizar de forma oportuna la transición energética hacia energías limpias y una forma de lograrlo es propiciando el uso masivo del GN. Como señala Lloret (2015): “El gas es un actor clave en la transición hacia una economía baja en carbono y un sistema energético más sostenible” (p. 472). El Perú dispone de GN y poner en valor su uso requiere de establecer urgentes políticas energéticas integrales que faciliten la masificación del GN.

Desde la experiencia internacional, un conjunto común de barreras y oportunidades puede resaltarse. Un elemento importante se refiere a la oferta potencial de GN con la que cuenta cada país. Como se refleja en las estimaciones de CEPAL (2019) para países de América Latina, si bien la tenencia de reservas ha contribuido a avanzar en la transición energética, la falta de

interconexión mediante gasoductos y factores de mercado como la competencia entre el GNL y los proyectos de interconexión gasífera en la región, son desafíos regulatorios no menores. Entre las oportunidades mencionadas, la sobreoferta de GNL extra-regional que se vislumbra podría convertirse en un factor importante en el desarrollo del gas en la región, así como los proyectos de industrialización del GN en fertilizantes y petroquímica. En la comparación con Colombia y Argentina, Medina (2020) resalta también el rol de los subsidios del Estado Colombiano para la expansión de la red de transporte, lo que implicó una reducción considerable en los precios de entrada a nivel residencial.

Esta lección es particularmente relevante para el caso peruano debido a su geografía. En el país, la mayoría de las ciudades están alejadas del punto de suministro de GN. Esta situación dificulta la construcción de la red de distribución y, para uso residencial, la construcción de la tubería de conexión, la instalación interna y el proceso de habilitación del servicio de GN con poca disponibilidad de personal competente. La alternativa a considerar para mejorar la eficiencia en la masificación del GN consiste en incorporar en la gestión de los procesos constructivos que desarrollan las empresas instaladoras de gas el trabajo en equipo, el modelo colaborativo y las competencias que tiene el enfoque de maximizar el valor para el cliente reduciendo las pérdidas y mejorando la eficiencia de los procesos (Díaz, 2017; Brioso, 2015; Womack y Jones, 2003; Carreras, 1999).

Asimismo, como se señala recientemente en una discusión sobre los aportes económicos y ambientales de la masificación de GN en Lima y Callao: “el mayor ahorro se generó en el sector transporte con S/ 27,492 millones; seguido del rubro industria mediana y comercial con S/ 27,405 millones; y de la gran industria con S/ 24,117 millones” (Macroconsult, 2021, p.1). Similares efectos positivos son señalados por Cálidda, enfatizando la competitividad del GN y su impacto sobre la reducción de tarifas: “(...) actualmente es entre 40% y 60% más barata que las del GLP y del diésel” (Macroconsult, 2021, p.1). El consumo de GN en los usuarios de transporte, industria, comercio y hogares en Lima y Callao entre el 2004 y el 2020 generó un ahorro de más de S/ 80,000 millones. Estas cifras

evidencian que todos los sectores de consumo resultaron beneficiados. El desafío de la política de masificación es lograr la competitividad del GN en las regiones del Perú. La experiencia lograda en Lima y Callao otorga condiciones para replicar en otras ciudades las buenas prácticas, incorporando otras mejoras y, en especial, propiciando la producción de GNL en plantas de Micro GNL.

CONCLUSIONES

Las condiciones tecnológicas disponibles en materia de procesamiento, transporte y distribución de GN y GNL son consistentes con un alto potencial para la efectiva masificación del gas natural en Perú.

El enfoque de las políticas para la masificación ha sufrido serias limitaciones, originadas en gran parte por el énfasis solo en los componentes finales de la cadena de valor de GN.

Al considerar la CVGN como una unidad de manera conjunta y organizada se enfatiza la importancia de componentes clave, típicamente no atendidos. La relación de recíproco beneficio entre producción, transporte, distribución, comercialización y usuarios propiciaría una adecuada generación de valor en toda la cadena. Esta condición es propicia y hace viable la masificación en simultáneo para todos los sectores de consumo. Tanto desde la experiencia internacional comparada como en base a estudios de caso en el Perú, se enfatiza el aporte de un enfoque integral de la CVGN para promover impactos potenciales.

En el análisis integral de la CVGN es indispensable considerar el impacto social en el área de influencia del proyecto de masificación, considerando en simultáneo a los distintos usuarios de GN. Conocer el comportamiento integral de la CVGN permitirá fijar políticas para el crecimiento simultáneo para los diferentes sectores de consumo lo que explica la influencia de la cadena de valor en el uso residencial del gas por ser este un conformante de ella.

El GNL producido en Melchorita es destinado principalmente para el mercado de exportación. Esta situación está cambiando y en la actualidad se utiliza también para abastecer en parte el mercado interno. Esta alternativa es factible por las bondades que posee el GNL

que permite utilizar en el transporte camiones cisterna. Esta experiencia crea condiciones para establecer el transporte virtual de GNL y ampliar el mercado interno a otros puntos de consumo.

El segmento de la CVGN correspondiente al uso residencial está conformado por la tubería de conexión, la instalación interna y los artefactos a gas. Para asegurar la masificación es necesario lograr una alta eficiencia en los procesos de construcción de la CVGN y, en especial, en la creación de la cultura del GN que permitirá asegurar la sostenibilidad del uso masivo del GN, como se ha logrado en Lima y Callao.

El gasoducto de transporte no ha tenido expansiones importantes en concordancia con una orientación hacia la masificación del GN. Es necesario, como política de Estado, mejorar la situación actual de la infraestructura en transporte y distribución de GN y GNL. La gestión de los procesos de construcción basados en el trabajo en equipo, el modelo colaborativo y las competencias influyen en la mejora de la eficiencia de los procesos que realizan las empresas instaladoras de gas haciéndolas más competitivas. La incorporación de este estilo de gestión en las empresas instaladoras contribuirá en mejorar la eficiencia de la masificación del gas natural en Perú.

Otras recomendaciones incluyen propiciar el transporte virtual de GNL, la producción de GNL en plantas de Micro GNL, tarifa adecuada, participación del Estado en la generación de infraestructura en distribución, y capacitación de instaladores, crearán las condiciones para facilitar una efectiva masificación.

REFERENCIAS

- Aguirre, J. (2021, 29 de noviembre). Masificación del Gas Natural: retos y oportunidades, por Julio Aguirre y Marcos Paúcar. Columna de opinión del investigador del CIUP, Julio Aguirre, en coautoría con el asistente de investigación, Marcos Paúcar. *Boletín Punto de Equilibrio*, N°20. <https://ciup.up.edu.pe/analisis/masificacion-del-gas-natural-retos-y-oportunidades/>
- Becerra-Fernández, M.; Cosenz, F., y Dyner, I. (2020). Modeling the natural gas supply chain for sustainable growth policy. *Energy*, 205, 15 de Agosto del 2020. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118018>
- Brioso, X. (2015). *El análisis de la construcción sin pérdidas (Lean Construction) y su relación con el Project & Construction management: propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la ordenación de la edificación* [Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio de la Universidad Politécnica de Madrid. https://oa.upm.es/40250/1/XAVIER_MAX_BRIOSO_LESCANO.pdf
- Carreras, F. (1999). El modelo de trabajo colaborativo en grupos. *Educació i Cultura*, 12, 103-119. http://ibdigital.uib.es/greenstone/sites/localsite/collect/educacio/index/assoc/Educacio/i_Cultu/ra_1999v/12p103.dir/Educacio_i_Cultura_1999v12p103.pdf
- Carvajal, F.; López Soto, D.; Sanin, M.; Mejdalani, A.; Ravillard, P.; Chueca-Montuenga, J.; García Ochoa, R.; y Hallack, M. (2018). *Más allá de la electricidad: cómo la energía provee servicios en el hogar*. Monografía del BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0002688>
- Class & Asociados S.A. (2020). Informe de Clasificación de Riesgo - Gas Natural de Lima y Callao S.A. - Cálidda. Sesión de Comité N° 15/2021: 24 de mayo del 2021. <https://www.calidda.com.pe/media/bsnbisor/class-calificaci%C3%B3n-dic-2020.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2019). Rol y perspectivas del gas natural en la transformación energética de América Latina: Aportes a la implementación del Observatorio Regional sobre Energías Sostenibles. Documento de Proyectos (LC/TS.2019/23). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44596-rol-perspectivas-gas-natural-la-transformacion-energetica-america-latina-aportes>
- Díaz, L. (2017). *Barreras, factores de éxito y estrategias en la implementación de lean en la construcción. Una primera aproximación a la situación en España*. Repositorio de la Universidad Politécnica de Valencia. <https://docplayer.es/71834407-Barreras-factores-de-exito-y-estrategias-en-la-implementacion-de-lean-en-la-construccion-una-primer-a-proximacion-a-la-situacion-en-espana.html>
- Huamán-Orosco, C.; Erazo-Rondinel, A., y Herrera, R. (2022). Barriers to Adopting Lean Construction in Small and Medium-Sized Enterprises - The Case of Peru. *Buildings*, 12(10), 1637. <http://dx.doi.org/10.3390/buildings12101637>
- Lichtenstein, J. (2003). Estrategias energéticas en el uso del gas natural [Tesis para obtener el grado

- académico de Magíster, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey]. Repositorio del Tecnológico de Monterrey. <http://hdl.handle.net/11285/570120>
- Lloret, P. (2015). *Estado de la Tecnología en la cadena de valor del gas natural: aplicación a nuevos productos y servicios* [Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio de la Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/53239>
- Macroconsult. (2021). Aportes económicos y ambientales de la masificación de Gas Natural en Lima y Callao. <https://www.desdeadentro.pe/2021/09/masificacion-de-gas-natural-en-lima-y-callao-genero-ahorros-a-usuarios-por-mas-de-s-80000-millones/>
- Medina, G. (2020). *La masificación del gas natural en el Perú: Evaluación y propuestas para impulsarla* [Tesis para optar el grado académico de Magíster, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/17905>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN). (2012). *Masificación del gas natural en el Perú: Hoja de ruta para acelerar su desarrollo*. OSINERGMIN. <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00418.pdf>
- Palacios Olivera, C. ; Salcedo Torrejón, O., y Coronel Uriona, F. (2021). Determinantes del incremento del número de clientes residenciales de gas natural en la concesión de Lima y Callao: 2007-2019. [Trabajo de investigación para optar el grado académico de Magíster, Universidad del Pacífico]. Repositorio de la Universidad del Pacífico. <https://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/3489>
- Rodríguez, E. (2016, 02 de marzo). El aumento del gas natural en América Latina. Blog Energía para el futuro. <https://blogs.iadb.org/energia/es/el-aumento-del-gas-natural-en-america-latina/>
- Ruiz Caro, M. (2019). El gas de Camisea. Su historia, su realidad y perspectivas para el Sur Andino. Documento elaborado en el marco del proyecto Participación ciudadana en la reconstrucción, la gobernanza democrática y el desarrollo territorial. <https://propuestaciudadana.org.pe/publicaciones-gpc/gas-de-camisea-su-historia-su-realidad-y-las-perspectivas-para-el-sur-andino/>
- Weijermars, R. (2010). Value chain analysis of the natural gas industry: Lessons from the US regulatory success and opportunities for Europe. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 2(2-3), 86-104.
- Womack, J., y Jones, D. (2003). *Lean Thinking: cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. Gestión 2000.
- Zarei, J.; Amin-Naseri, M.; Khorasani, A., y Kashan, A. (2020). A sustainable multi-objective framework for designing and planning the supply chain of natural gas components. *Journal of Cleaner Production*, 259, 120649. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120649>

Conflicto de intereses

El autor declara que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Santiago Victor Paredes Jaramillo (autor principal): conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, software, supervisión, validación, visualización, redacción (borrador original, revisión y edición).