



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADEMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DESARROLLO DE LA FASE DE VISUALIZACIÓN PARA LA INSTALACIÓN
DE UNA PLANTA DE LICUEFACCIÓN DE GAS NATURAL LICUADO (GNL).**

Presentado por:

Morales Moreno Mariela de los A.

Para optar el título de:

Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor (a):

Msc. Guillén Ana Julia

Caracas, Junio de 2010

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADEMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DESARROLLO DE LA FASE DE VISUALIZACIÓN PARA LA INSTALACIÓN
DE UNA PLANTA DE LICUEFACCIÓN DE GAS NATURAL LICUADO (GNL).**

Presentado por:

Morales Moreno Mariela de los A.

Para optar el título de:

Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor (a):

Msc. Guillén Ana Julia

Caracas, Junio de 2010

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien ha guiado siempre mis pasos, me acompaña siempre en los momentos difíciles, y me ayuda a levantarme ante las adversidades, a ti Señor, Mi Principal Agradecimiento.

A Mi Gran Tesoro Mauricio Antonio, gracias hijo por llegar a mi Vida, eres mi fuente de inspiración para lograr todo lo que me proponga. Te Amo mi Terremotico.

A mi Padres, y Tía Julieta, ustedes son los mejores; su apoyo, amor y consejos, me han hecho quien soy. Los Amo Mucho.

A ti Omar, fuiste la persona que me motivo hacer este postgrado, gracias por apoyarme siempre en que lo culminara con éxito. Te Amo Mucho.

A mis hermanos, gracias por su ayuda, cariño y paciencia. Los quiero Mucho

A todos mis compañeros de Postgrado mil gracias por su Cariño, pero especialmente Gracias a Maricarly, Sandra, Cielo y Ana María, fueron muy buenas amigas y compañeras, me apoyaron cuando más las necesitaba. Las quiero Mucho.

A la profesora Ana Julia Guillen, Mil Gracias por su motivación, su apoyo desinteresado, sus palabras de animo, sus consideraciones y paciencia, de verdad Mil Gracias. Dios la Bendiga.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

LISTA DE ACRÓNIMOS

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	5
Planteamiento y Delimitación del Problema	5
Sistematización del Problema	7
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	8
Objetivo General	8
Objetivos Específicos	8
JUSTIFICACIÓN	9
Justificación Técnica	9
Justificación Estratégica	9
Premisas del Proyecto	9
Restricciones del Proyecto	10
CAPÍTULO II. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL	11
Antecedentes de la Investigación	11
FUENTES TEÓRICAS	11
Teoría de la Visualización	12
FUENTES CONCEPTUALES	13
Ciclo de Vida de un Proyecto	13
Definición de la Metodología Front End Loading	14
Definición Fase Visualización	16
La Visualización bajo la Metodología Front End Loading (FEL I)	17
Definición del Gas Natural	18
Historia del Gas Natural	19
Ventajas del uso y consumo de Gas Natural	19

Tipos de gas natural.....	20
Definición del Gas natural Licuado.....	21
Características del Gas Natural Licuado (GNL).....	21
Historia del Gas natural Licuado.....	22
Descripción Eslabon Cadena de Valor del GNL.....	24
Licuefacción del Gas Natural Licuado.....	25
Tecnologías de Licuefacción.....	26
Transporte del Gas Natural Licuado.....	26
Regasificación del Gas Natural Licuado.....	27
Almacenamiento del Gas Natural Licuado.....	28
Producción y Consumo Global del Gas Natural Licuado.....	28
Esquemas de Negocios Frecuentes en Proyectos de Gas Natural Licuado.....	29
Producción y Mercados Mundiales de Gas Natural Licuado.....	30
CAPITULO III. MARCO METODOLOGICO.....	31
Tipo de Investigación.....	31
Diseño de la Investigación.....	31
Unidad de Análisis y Operacionalización de las Variables.....	32
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	33
Fases para el desarrollo de la Investigación.....	34
Códigos de Ética.....	35
CAPITULO IV. MARCO ORGANIZACIONAL.....	36
Descripción de la Empresa.....	36
Misión de la Organización Empresas Mixtas Costa Afuera.....	36
Estructura Organizativa Empresas Mixtas Costa Afuera.....	37
Estrategias Corporativas.....	37
Ventanas de Mercado de Gas Natural Licuado.....	38
CAPITULO V. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	39
Propósito y Objetivos del Proyecto.....	39
Ubicación Geográfica.....	39

Productos y Volúmenes de Producción.....	40
Calidad de los Productos.....	41
Líquidos del Gas Natural (LGN).....	41
Alimentación Requerida (Volumen y Calidad).....	42
Tiempo Estimado del Proyecto.....	42
Margen de Incertidumbre.....	42
Dependencia y relación con otros proyectos de PDVSA y sus Filiales.....	43
Alineación del proyecto con Estrategias Corporativa.....	43
Desarrollo Preliminar del Proyecto.....	44
Definición del Alcance del Proyecto.....	44
Estructura Desagregada de Trabajo (EDT) del Proyecto.....	45
Estimado de Costo Clase V.....	46
Fecha Base de Costos.....	46
Tasa Cambiaria utilizada.....	46
Metodología de la Estimación.....	46
Exclusiones.....	46
Costo de la Planta.....	47
Plan de Ejecución del Proyecto.....	47
Premisas.....	47
Cronograma Ejecución del Proyecto.....	49
Potenciales Riesgos del Proyecto.....	49
Factores que afectan el tiempo de ejecución del proyecto.....	50
Factores que afectan la Factibilidad del Proyecto.....	50
Descripción del Proceso de Acuerdo a la Tecnología de LINDE MFC.....	51
Estudios de Impacto Ambiental.....	53
CAPITULO VI. EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	54
Prefactibilidad Económica.....	54
Costos de Inversión.....	55
Costos de Operación.....	55
Metodología Utilizada.....	56

Indicadores Económicos.....	57
Resultados.....	58
CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
Conclusiones.....	59
Recomendaciones.....	59
CAPITULO VIII. EVALUACIÓN DEL PROYECTO DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO.....	61
Lecciones Aprendidas.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE MEDIOS ELECTRÓNICOS.....	66
ANEXOS.....	67
Anexo A. Project Charter.....	67

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág
1.	Mapa Ubicación Plataforma Deltana	6
2.	Mapa Ubicación Bloques 2 y 3 Plataforma Deltana	7
3.	Esquema General del Proceso de Ejecución del Proyecto	14
4.	Componentes de la Fase de Visualización de un Proyecto	16
5.	Composición Gas Natural	21
6.	Demostración Cadena de Valor Producción de GNL	24
7.	Diferentes Características de los Buques	27
8.	Tipos de Tanques de Almacenamiento de GNL	28
9.	Diferentes Esquemas de Negocio Mercado de GNL	29
10.	Estructura Desagregada de Trabajo del Trabajo Especial Grado	34
11.	Estructura Organizativa CVP - Empresas Mixtas Costa Afuera	37
12.	Coordenadas Ubicación Planta GNL	40
13.	Ubicación Satelital Planta GNL	40
14.	Estructura Desagregada de Trabajo del Proyecto	45
15.	Cronograma de Ejecución de las Fases del Proyecto	49
16.	Diagrama de Proceso según la Tecnología LINDE	52

INDICE DE TABLAS

Tabla		Pág
1.	Composición Liquida del Gas Natural	18
2.	Poder Calorífico del Gas en Diferentes Países del Mundo	22
3.	Producción y Consumo Global de GNL	29
4.	Producción, Importación, Consumo y Exportación de GNL	30
5.	Descripción Variables, Definición Textual y Operacional	33
6.	Resumen Estimados de Costos Clase V del Proyecto	47
7.	Modalidades de Contratación en el Proyecto de GNL	48
8.	Costos de Operación	56
9.	Datos Entrada de Evaluación Económica	57
10.	Indicadores de Rentabilidad Obtenidas	57

LISTA DE ACRÓNIMOS

ACRÓNIMOS	SIGNIFICADO
BMC	Billones de Metros Cúbicos
BPC	Billones de Pies Cúbicos
CII	Construction Industry Institute (Instituto Industrial de la Construcción).
CIV	Colegio de Ingenieros de Venezuela
CVP	Corporación Venezolana de Petróleo
EDT	Estructura Desagregada de Trabajo
FEL	Front End Loading
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas
GDCO	Gasífero Delta Caribe Oriental
GGPIC	Guías de Gerencia de Proyectos de Inversión Capital
GNL	Gas Natural Licuado
LEEPI	Lineamientos para la Evaluación Económica del Portafolio de Inversiones de PDVSA
MMPCD	Millones de Pie Cúbicos Diarios
MMTA	Millones de Toneladas Métricas
MPPA	Ministerio del Poder Popular para el Ambiente
PDVSA	Petróleos de Venezuela
PMI	Project Management Institute
TIR	Tasa Interna de Retorno
VPN	Valor Presente Neto



**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADEMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**DESARROLLO DE LA FASE DE VISUALIZACIÓN PARA LA INSTALACIÓN DE UNA
PLANTA DE LICUEFACCIÓN DE GAS NATURAL LICUADO (GNL)**

Autora: Mariela de los A. Morales Moreno
Asesora: Ana Julia Guillén G.
Año: 2010

RESUMEN

El Proyecto denominado Gas Natural Licuado está enmarcado dentro del Desarrollo Gasífero Delta Caribe Oriental (GDCO) como parte de los nuevos Planes Estratégicos de la Nación y del Plan Siembra Petrolera de PDVSA; es por ello que CVP (Corporación Venezolana del Petróleo) y Filial de PDVSA; está llevando a cabo la ejecución de este proyecto, el cual contempla la instalación de una Planta de Licuefacción para manejar la producción de gas proveniente de los desarrollos Costa Afuera (Plataforma Deltana Bloque 2 y 3) a fin de destinar el gas natural licuado hacia mercados estratégicos, permitiendo incorporar a Venezuela como país exportador de este combustible. El presente trabajo especial de grado contempla el desarrollo de la fase de visualización para proveer la instalación de una infraestructura necesaria para procesar 750 mil millones de pie cúbicos diarios (MMPCD) de gas, proveniente de los Bloques 2 y 3 de Plataforma Deltana, y producir un promedio de 4,7 millones de toneladas métricas por año (MMTA) de Gas Natural Licuado (GNL), para su exportación. Los resultados obtenidos indican la rentabilidad del Proyecto "Instalación de Una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado, de acuerdo al comportamiento de los índices de rentabilidad (Valores de la Tasa Interna de Retorno y del Valor Presente Neto respectivamente), de acuerdo con los valores estimados y premisas consideradas en el desarrollo de la fase de visualización de este proyecto. Se puede concluir a través del desarrollo del presente trabajo especial de grado que la Instalación de la planta de Gas Natural Licuado (GNL) cumple con las exigencias mínimas para ser aceptado dentro del portafolio de inversiones de PDVSA en el área Costa Afuera, se considera factible y se recomienda continuar con la definición de la próxima fase del proyecto.

Palabras Clave: Visualización, Gas Natural Licuado, Planta, Licuefacción.

Línea de Trabajo: Investigación de Definición y Desarrollo de Proyectos.

INTRODUCCIÓN

Desde sus orígenes, hace más de 40 años, la industria del Gas Natural Licuado (GNL) se creó para resolver problemas puntuales en el abasto de gas natural en algunas regiones del mundo. Sin embargo, recientemente se han presentado una serie de cambios estructurales que están transformando una industria disponible hasta hace poco tiempo para unos cuantos, convirtiéndola en una fuente “confiable” de energía, en la que muchos países están apostando para su desarrollo y crecimiento.

Sin embargo, la industria del gas natural está sujeta a serias incertidumbres hoy en día. De acuerdo a los expertos, los precios y las condiciones del mercado del gas en cada región del mundo se verán influenciados cada vez más por las condiciones en otros mercados regionales, debido a la creciente utilización del GNL, que genera interacción entre mercados, y a los nuevos esquemas de comercialización del GNL.

Los principios básicos de la industria del GNL son sencillos. El gas natural se produce en regiones con grandes reservas, pero con un mercado local con poca demanda. Se enfría a -162°C hasta el cambio de fase gaseosa a fase líquida, se coloca en grandes buques metaneros, térmicamente aislados, y se envía a su destino. Una vez que llega ahí, el gas en fase líquida se calienta hasta regresarlo a su fase gaseosa original y, finalmente, éste se inyecta a los sistemas tradicionales de distribución. Al principio puede parecer sencillo, pero hasta hace poco tiempo, la complejidad de estos procesos y sus altos costos asociados lo hacían accesible sólo para unos cuantos países. A esto hay que añadir la complejidad de los contratos comerciales, que cubren el alto riesgo de los inversionistas. De hecho, es una práctica común de la industria establecer contratos a largo plazo, lo suficientemente rígidos como para considerar a la cadenas de distribución como “ductos virtuales” entre los centros de licuefacción y los centros de regasificación, a pesar de estar separados por miles de kilómetros a través del océano.

Sin embargo, después de casi cuatro décadas, y a medida que la industria entra en una etapa de maduración, se están presentando una serie de factores que impulsan el desarrollo y el uso masivo del GNL: la reducción de los costos de desarrollo y transporte, la entrada de nuevos participantes a los mercados de distribución y la incorporación de mayor flexibilidad en los contratos de adquisición.

En Venezuela, PDVSA maneja un esquema estratégico de Negocio desde el año 1999 que se promulgó la Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos mostrado como un plan acelerado de desarrollo de nuestras importantísimas reservas de gas, 150 billones de pie cúbicos (BPC) en reservas probadas, donde el 90% están asociadas al petróleo y tienen un uso mayor para consumo interno doméstico; tanto para la industria privada como para algún desarrollo industrial. Considerando la insuficiencia de estos valores se ha estimado que en el área costa afuera de la plataforma continental y en áreas que todavía están sin explotar o que han sido áreas tradicionales de inyección de gas, se cuenta con un conjunto de 196 BPC adicionales de gas, donde el 50% se encuentra en áreas costa afuera.

A lo largo de estos últimos años se ha iniciado la explotación de estas áreas para obtener una presencia soberana en un frente, en un país, de cerca de 500 mil kilómetros cuadrados (500.000 km^2); que hasta ahora no se ha explotado en toda su intensidad. PDVSA ha realizado un balance de gas con toda la oferta y la demanda disponible y se demostró que se cuenta con excedentes que permiten asegurar que se pueden satisfacer las necesidades e ir procesando la exportación de gas sostenido por los próximos 25 ó 30 años de actividad continua. En ese sentido, se inició un proceso agresivo de explotación, en el área costa afuera en los bloques dos (2) y tres (3) de la cuenca gasífera denominada Plataforma Deltana; donde se ha confirmado la presencia de 10 BPC de gas con las perforaciones que se han hecho.

La importancia de la investigación del presente Trabajo Especial de Grado, está sujeta al desarrollo de uno de los Nuevos Planes Estratégicos de PDVSA en

áreas Costa Afuera, en negocios asociados al Gas Natural Licuado (GNL); dada la necesidad de proveer la instalación de una infraestructura (Planta) necesaria para procesar 750 millones de pie cúbicos diarios (MMPCD) de gas, proveniente de los Bloques dos (2) y tres (3) de Plataforma Deltana, con la finalidad de producir un promedio de 4,7 millones de toneladas métricas por año (MMTA) de Gas Natural Licuado (GNL).

El Presente Trabajo Especial de Grado, está enmarcado en el desarrollo de la fase de visualización, para proveer de la instalación de una planta de Gas Natural Licuado, el mismo estará estructurado de la siguiente manera:

En el Capítulo I, se desarrolló el planteamiento y delimitación del problema, realizando un análisis donde se refleja la necesidad de instalar una Planta de GNL, se identifican y evalúan los datos disponibles, describiendo las interrogantes para ejecutar la investigación y formulando los objetivos como acciones para lograr lo que se propone, al mismo tiempo se plasman las justificaciones consideradas y se establecen las premisas y limitaciones del proyecto.

En el Capítulo II, se reflejan las referencia teórica que orientan la investigación en todos sus aspectos y permite sustentarlas, se hará mención a ciertos trabajos especiales de grado que sirvieron de antecedentes, de igual manera se identificaran los enfoques conceptuales, temas, tópicos y conceptos que se esperan abordar durante el desarrollo del proyecto.

En el Capítulo III, denominado Marco Metodológico se indica la metodología a utilizar y se define el tipo de investigación a seguir, considerando para este trabajo especial de grado la investigación proyectiva o conocida también como investigación aplicada.

En el Capítulo IV, se hace referencia al Marco Organizacional, se describe la empresa, define la misión de la Organización que ejecuta el proyecto y las estrategias corporativas; así como las ventanas de mercado del Gas Natural Licuado (GNL).

En el Capítulo V, considerado como uno de los mas importantes y denominado Desarrollo del Proyecto, es la definición de los objetivo específico de este trabajo especial de grado; en el mismo se describirá los objetivos y propósitos del proyecto, la ubicación geográfica, los productos y volúmenes de producción, la calidad de los productos, el margen de incertidumbre del proyecto, la alineación del proyecto con las estrategias corporativas, se define el alcance y se elabora un estimado Clase V, se desarrollan todas las actividades que comprende plan de ejecución del proyecto, y por último se realiza una breve explicación de la tecnología de la planta y la descripción del diagrama de proceso, al mismo tiempo se definen los permisos requeridos a lo largo de las fases del proyecto en cuanto a Impacto Ambiental.

En el Capítulo VI, denominado Evaluación del Proyecto, se determina la factibilidad del mismo, se expresan los datos y cálculos que demuestran la rentabilidad del proyectos

Asimismo, en el Capítulo VII, se plantean las conclusiones y recomendaciones que realiza el autor, con el propósito de mostrar la viabilidad de continuación con la siguiente Fase para la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado.

Como último, en el Capítulo VIII, se describen las lecciones aprendidas por cada uno de los objetivos desarrollados en el presente trabajo especial de grado.

CAPITULO I. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento y Delimitación del Problema

Venezuela es la segunda potencia mundial de crudo y la séptima nación del planeta en gas natural, de acuerdo con la certificación de sus reservas probadas de petróleo y gas. Hasta ahora se han certificado 177 mil 373 mil millones de pies cúbicos normales en reservas probadas de gas natural, posicionándose en el séptimo lugar en el ámbito mundial como potencial productor de gas.

Venezuela posee un área Costa Afuera superior a los 500 mil kilómetros cuadrados (500.000 Km²) en donde se estiman reservas de alrededor 108 Billones de Pies Cúbicos (BPC) de gas natural. Con base a ello, en años recientes se han venido consolidando proyectos que ofrecen la oportunidad de aumentar la producción venezolana de hidrocarburos, con énfasis en gaseosos.

Plataforma Deltana, es una gran cuenca gasífera ubicada Costa Afuera al este de la desembocadura del río Orinoco y es considerada como uno de los reservorios de gas natural con mayor potencial en el hemisferio occidental. Plataforma Deltana constituye uno de los proyectos que hago mención anteriormente; que a través de sus bloques dos (2) y Tres (3) forman parte del Desarrollo comercial y gasífero Delta Caribe Oriental en el área Costa Afuera del País. El mismo está enmarcado en las proyecciones nacionales e internacionales, que pronostican una creciente demanda de gas a una rata superior a la de los otros combustibles tradicionales, lo que genera la necesidad de identificar y desarrollar nuevas áreas prospectivas de gas no asociado a escala nacional, para en primer lugar suplir el déficit de gas en el mercado interno, y luego los excedentes ofrecerlos al mercado de exportación, todo lo cual origina, la necesidad de contar con la infraestructura de producción, transporte y procesamiento .

El Proyecto denominado Gas Natural Licuado está enmarcado dentro del Desarrollo Gasífero Delta Caribe Oriental (GDCO) como parte de los nuevos Planes Estratégicos de la Nación y del Plan Siembra Petrolera de PDVSA. Es por ello que CVP (Corporación Venezolana del Petróleo) y Filial de PDVSA, está

llevando a cabo la ejecución de este proyecto, el cual contempla la instalación de una Planta de Licuefacción para manejar la producción de gas proveniente de los desarrollos Costa Afuera (Plataforma Deltana Bloque 2 y 3) a fin de destinar el gas natural licuado hacia mercados estratégicos, permitiendo incorporar a Venezuela como país exportador de este combustible.

El Proyecto Gas Natural Licuado es considerado uno de los de mayor importancia para la evolución de la Industria Gasífera Nacional, y tendrá un aporte significativo tanto en la generación de ingresos para el país como en el desarrollo social en el área de influencia.

La necesidad de transportar el gas proveniente de los Bloques dos (2) y tres (3) de Plataforma Deltana a largas distancias para exportación, conduce a convertirlo de su estado gaseoso a líquido, a través de procesos de refrigeración; su volumen inicial se reduce seiscientos veces, lo que permite mayor eficiencia de manejo para efectos de transporte a largas distancias. La instalación de una Planta de Licuefacción permitirá transportar las reservas de gas no asociado localizadas en los yacimientos de los Bloques dos (2) y tres (3), para su proceso en la Planta de Gas Natural Licuado (GNL-I), con lo cual se estará cubriendo parte de la demanda estratégica existente en materia de gas, monetizando de esta manera las reservas de gas certificadas en Plataforma Deltana.

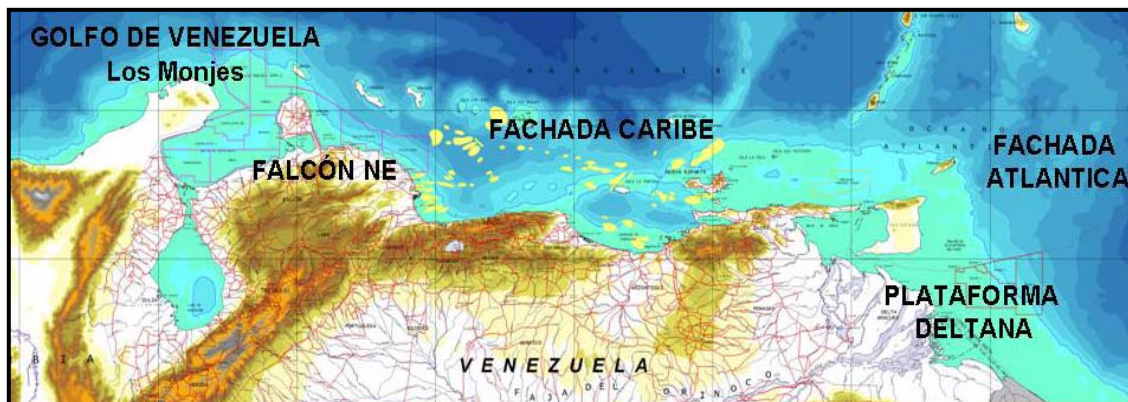


Fig 1. Mapa de Ubicación Plataforma Deltana.

Fuente: Tomada de la Presentación Planes Estratégicos de PDVSA, Caracas - Agosto, 2005.

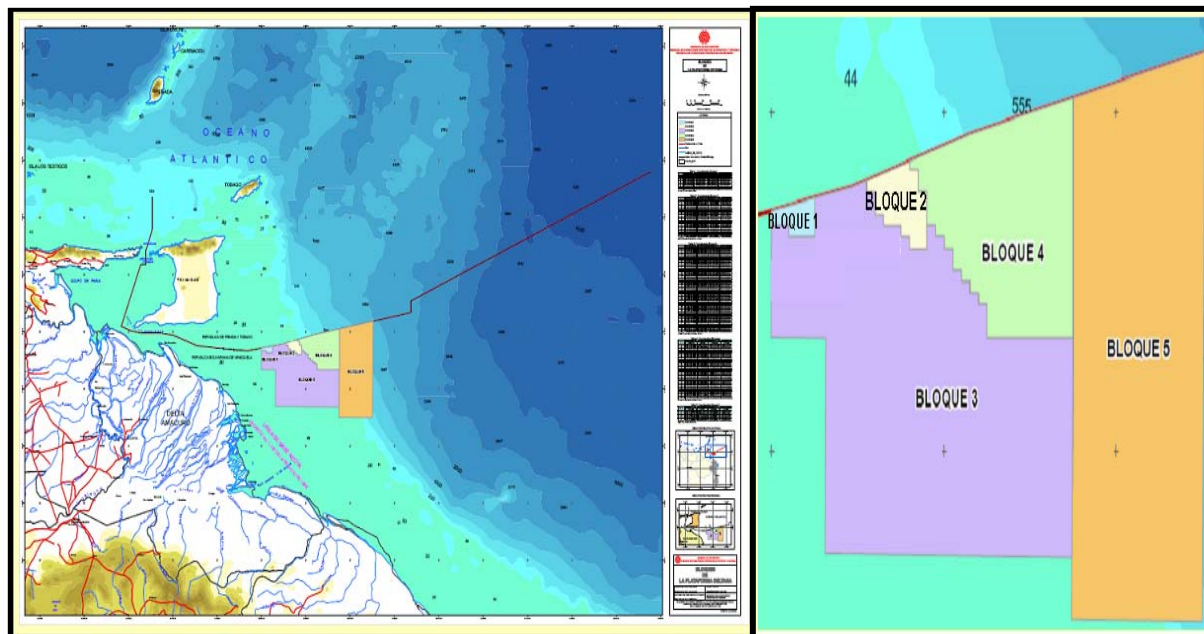


Fig 2. Mapa de Ubicación Bloques dos (2) y tres (3) Plataforma Deltana.

Fuente: Tomada de la Presentación Planes Estratégicos de PDVSA, Caracas - Agosto, 2005.

Sistematización del Problema

La sistematización del problema puede formularse a través de las siguientes interrogantes para la investigación.

¿Cual es el Propósito del Proyecto, asociado a la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL)?

¿Cual es la Alineación del proyecto para la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL), con las estrategias Corporativas de PDVSA y sus empresas Filiales?

¿Cual es el Alcance del Proyecto para la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL)?

¿Cual es el Estimado Clase V y el Plan de Ejecución, para la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL)?

¿Cual es la factibilidad técnica y económica del Proyecto Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL)?

¿Cuáles son los permisos requeridos en cuanto a impacto ambiental se refiere para desarrollar el Proyecto Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL)?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Desarrollar la Fase de Visualización para la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL), como parte de los Nuevos Planes Estratégicos de PDVSA en el área Costa Afuera.

Objetivos Específicos

- Establecer el Propósito del Proyecto, asociado a la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL).
- Verificar la Alineación del proyecto para la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL), con las estrategias Corporativas de PDVSA y sus empresas Filiales.
- Definir el Alcance del Proyecto “Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL)”
- Elaborar Estimado Clase V y el Plan de Ejecución, para la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL).
- Evaluar la factibilidad técnica y económica para proseguir con el Proyecto “Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL)”.
- Determinar en cuanto a Impacto Ambiental se refiere, cuáles son los permisos requeridos para llevar a cabo el proyecto “Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL)”.

Justificación del Proyecto

Justificación Técnica

Proveer la instalación de infraestructura necesaria para procesar 750 mil millones de pie cúbicos diarios (MMPCD) de gas, proveniente de los Bloques 2 y 3 de Plataforma Deltana, para producir un promedio de 4,7 millones de toneladas métricas por año (MMTA) de Gas Natural Licuado (GNL), para su exportación. La planta de GNL, considera la construcción del proceso de licuación, tanques de almacenamiento, muelle de exportación y servicios.

Justificación Estratégica

La necesidad de transportar el gas a largas distancias para exportación, conduce a convertirlo, de su estado gaseoso a líquido, a través de procesos de refrigeración, para producir Gas Natural Licuado, lo que permite reducir su volumen inicial seiscientas veces, haciendo más simple y eficiente el manejo del producto. Con este proyecto, se estará cubriendo parte de la demanda mundial existente en materia de gas, monetizando de esta manera las reservas de gas certificadas en Plataforma Deltana. El mercado visualizado para este producto es Europa, Argentina Cuba, Brasil y Asia.

Premisas del Proyecto

Las principales premisas consideradas para el desarrollo del proyecto son las siguientes:

- Se Minimizará el Impacto Ambiental.
- Se Garantiza la Transferencia de Tecnología.
- Se cuenta con el Financiamiento.
- Se ejecutará el Proyecto mediante estrategia “Fast Track”. (Estrategia o plan acelerado de construcción).
- Se prevé mejorar la calidad de vida de las comunidades.
- Se considera maximizar el Contenido Nacional.

Restricciones del Proyecto

Las principales restricciones o limitaciones del proyecto las podemos mencionar a continuación:

- Contratación de la tecnología.
- Tiempo de ejecución del proyecto asociado a las contrataciones de construcción requeridas.
- Disponibilidad en el mercado de los equipos mayores y sus tiempos de entrega.
- Aumento en la demanda del servicio eléctrico, déficit en el sistema eléctrico.

CAPITULO II. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

Antecedentes de la Investigación

Como un primer antecedente, se tiene el trabajo especial de grado de Adriana Diogo para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos de la UCAB, denominado: Definición del Proyecto “Parametrización del Portal Corporativo”, para el control del análisis de indicadores de gestión en una empresa de consumo masivo. Este trabajo de grado se desarrolló considerando el área de investigación de definición y desarrollo de proyectos, abarcando la metodología Front end Loading. (Caracas, 2007).

En un segundo lugar se menciona el trabajo especial de grado, para optar al título de Especialista en Economía Empresarial de la UCAB, de Domingo Valero denominado: “Estudio de Factibilidad Técnico – Económica para la Instalación de de una Fabrica de Bolsas”. A través del mismo se requiere evaluar el desarrollo de la fase de visualización del proyecto y la factibilidad del mismo, basado en un estimado Clase V. El esquema de la investigación se desarrolló bajo las bases de un proyecto factible. (Barinas, 2005).

Seguidamente, se muestra el trabajo especial de grado de Cecilia Bacalao Lares para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos de la UCAB, denominado: “Formulación y Evaluación de un Proyecto Arquitectónico para la Construcción de un Centro Comunitario”. En este caso también se hizo énfasis en el desarrollo de la fase de visualización de un proyecto y se estimó que el mismo podría servir de base para el desarrollo de otros proyectos similares (Caracas, 2003).

Fuentes Teóricas para el Desarrollo de la Investigación

El presente trabajo especial de grado se enmarca en el área de definición y desarrollo de proyectos y está destinado a desarrollar la fase de visualización para la instalación de una Planta de Gas Natural Licuado, proveniente de los Bloques dos (2) y tres (3) de Plataforma Deltana.

Teoría de la Visualización de un Proyecto

Se puede definir la vida misma como un proyecto, desde que nacemos y principalmente a comienzos de nuestra vida con la interacción del entorno y aprendizaje; nos aferramos a metas, tenemos sensaciones de deseos, y hasta nos proyectamos en el tiempo, lo cual nos da entrada a ese mundo de proyectos en el cual viviremos el resto de nuestros días; a lo que se denomina en pocas palabras “El Proyecto de Vida”.

El “Proyecto de Vida” contempla un conjunto de micro proyectos, algunos concluirán satisfactoriamente y otros no, lo que permitirá el post mortem de este macro proyecto o proyecto de vida. En Ingeniería son comunes estos términos, existen guías de elaboración, en donde se generan normas y recomendaciones para su desarrollo y al realizar una trazabilidad a nuestra vida, me doy cuenta que no es muy distinta a las leyes y normas que nos rigen o direccionan día a día. El mundo de los proyectos es un tema muy interesante y difícil de evadir, ya que es en un sentido la forma cuantitativa de entender nuestra existencia.

En PDVSA los proyectos de ingeniería, se rigen por las GGPIC (Guías de gerencia de proyectos de inversión y capital), y sus mejores prácticas derivadas del PMI (Project Management Institute) y de las guías genéricas del CII (Construction Industry Institute), en ellas se plantea el desarrollo de los proyectos por fases de elaboración, las cuales son: Visualización, Conceptualización, Definición e Implantación.

La visualización, es la etapa sobre la cual se generan un conjunto de ideas y se plantea un escenario a futuro: ¿Qué quiero? ¿Cómo será? ¿Qué tendrá? ¿Cómo lo haré? ¿Qué hay a mi alcance? ¿Quién soy y que deseo?, todas estas preguntas generalmente son muy comunes en cualquier época de nuestra vida, es decir; cuando se fracasa en una idea o en un planteamiento inicial, cuando se siente o decide que lo planteado inicialmente no era lo que realmente se deseaba como proyecto de vida, lo cual puede llevar a volver a esta fase de visualización, inclusive mas de una vez, en donde el tiempo será el único verdugo y solo la

motivación y la perseverancia será las aliadas para el alcance de esa meta tan anhelada. La visualización es una de las fases mas abiertas y permisivas en nuestra vida, en que nuestra mente se abre a un sin fin de posibilidades con esquemas de interacción con otros seres que permiten la orientación a escenarios aun no explorados de nuestra alma. Es por ello la mas peligrosa, ya que en caso de no elegir el camino correcto o el proyecto de vida que realmente nos abre esa sensación de ejecución continua, sacrificaremos tiempo y esfuerzo, por lo que debemos entender que el tiempo es la divisa mas importante y difícil de obtener, ya que mientras transcurre genera obstáculos de salto o de cierre como: escenarios en donde radican responsabilidades y cambios sociales, educativos, económicos y de salud.

Fuentes Conceptuales para el Desarrollo de la Investigación

Las fuentes conceptuales en el presente trabajo especial de grado, identificaran los enfoques, temas, tópicos y conceptos que se esperan abordar durante el proyecto. Para este caso se definirán aspectos básicos asociados definición y desarrollo de proyectos, que es el área donde se enmarca la investigación.

Ciclo de Vida de un Proyecto

“La conclusión y la aprobación de uno o más productos entregables caracteriza a una fase del proyecto. Los productos entregables, y en consecuencia las fases son parte de un proceso generalmente secuencial diseñado para asegurar el adecuado control del proyecto y para obtener el producto o servicio deseado, que es el objetivo del proyecto”. (Project Management Institute, 2004, p22).

El comité de Operaciones de PDVSA en su publicación del año 1998, de la Guías de Gerencia de Inversión Capital (GGPI), explican que el ciclo de vida más general de un proyecto se divide en cinco (5) fases: Visualización, Conceptualización, Definición, Implantación y Cierre o Ejecución.

En la fase de visualización se planifica el negocio, se identifican las necesidades, y se verifica que esté alineado con las estrategias de la empresa. Se pasa luego a

la fase de conceptualización, donde se planifica de una manera muy general el proyecto, posteriormente se llega a la definición, donde se planifica con mucho mayor detalle la ejecución del proyecto. Se continúa con la implementación, donde se materializa la idea y el cierre, donde se culmina el proyecto, se documentan los entregables del mismo y se pone en operación.

Al completar las tres primeras fases (Visualización, Conceptualización y Definición), se dice que el proyecto está definido. Estas tres fases se denominan Definición y Desarrollo o Front End Loading (FEL), incluye toda la información estratégica para analizar el riesgo involucrado y tomar la decisión de continuar o no con la implementación del proyecto.

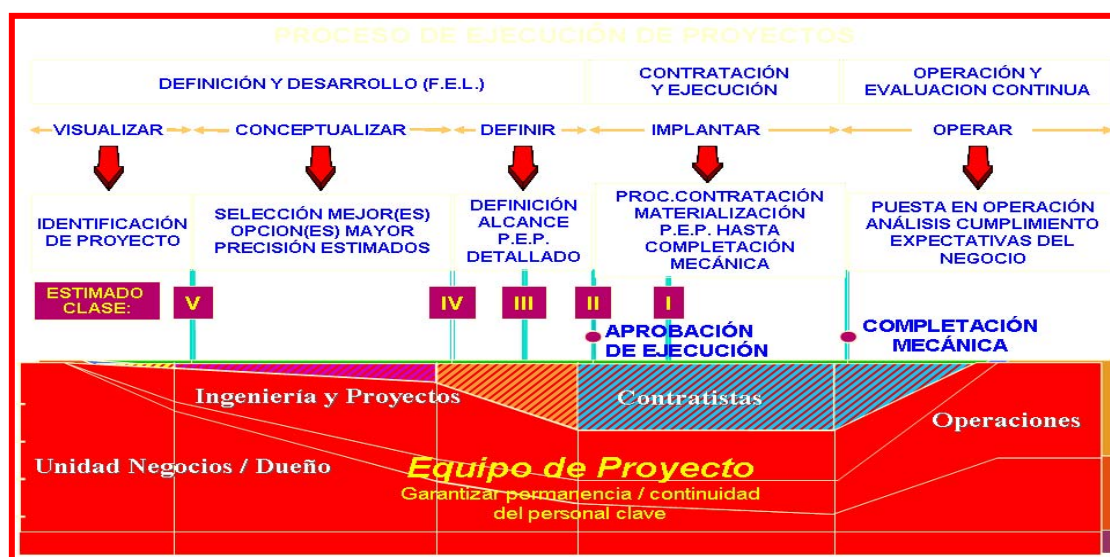


Fig 3. Esquema General del Proceso de Ejecución de un Proyecto

Fuente: Guía de Gerencia de Proyectos de Inversión Capital (GGPIC), PDVSA
Presentación realizada Gerencia de Planificación CVP, 2005.

Definición de la Metodología Front End Loading

Sin dudas las decisiones sobre inversión de capital se agrupan entre las más difíciles y cruciales para cualquier empresa, y de ellas muchas veces depende el desarrollo y supervivencia de la misma.

Estas decisiones están basadas en lineamientos estratégicos plasmados, por ejemplo, en un plan plurianual y revisados anualmente, variables de mercado y de entorno, y también las evaluaciones técnicas que permiten determinar el costo, los plazos y la capacidad de producción de la planta o proceso a instalar, lo cual tiene gran peso al momento de dar el inicio al proyecto de inversión. Pero..., ¿cómo saber con que error se están estimando las inversiones?, o ¿cómo asegurarnos que verdaderamente se están incluyendo todos los factores clave en este estudio previo, como factores de sitio o medio ambientales? En resumen ¿cómo evitar sorpresas al momento de implantar el proyecto? Existe una metodología de gestión de proyectos de inversión llamada Front-End Loading, más conocida como FEL que ayuda a resolver estos interrogantes. FEL es un conjunto de procesos que tienen en consideración todos los factores clave que permiten traducir la estrategia de la compañía en un proyecto viable. Esta es una metodología basada en el concepto de portones de aprobación, donde en cada portón se aprueba, o no, el pasaje a la siguiente etapa. Cada etapa implica un desarrollo cada vez mayor de los estudios involucrados, disminuyendo la incertidumbre, pero que requiere mayor presupuesto y tiempo para su ejecución que su etapa anterior.

Esta metodología brinda soporte a la toma de decisión ya que divide la planificación e ingeniería del proyecto en etapas escalonadas, reduciendo los riesgos, y manteniendo los costos y los plazos acotados por fase. Cada fase, antes de ser iniciada, debe estar correctamente planificada, y su fase anterior auditada y aprobada.

Según la Guías de Gerencia de Inversión Capital (1998). La metodología Front End Loading, es especialmente útil en proyectos industriales, y está comenzando a ser utilizado en las industrias de procesos y en Oil&Gas. Sus fases son las siguientes:

FEL 1: Fase de identificación de oportunidad, sirve para validar la oportunidad del negocio y se basa en estudios de factibilidad técnico-

económicos. El proyecto está en el “mundo de los negocios” y no requiere intervención de gran cantidad de personal técnico.

FEL 2: Fase de proyecto conceptual, es el inicio del planeamiento del proyecto a fin de seleccionar una alternativa tecnológica y avanzar en las definiciones de la misma. Hasta aquí no se ha desembolsado gran cantidad de dinero. En esta etapa el proyecto pasa a manos de ingeniería de proyecto y es vital tener un Project Manager asignado. Esta fase aún puede realizarse puertas adentro de la compañía.

FEL 3: Fase de ingeniería básica, en esta fase se desarrolla detalladamente el alcance, se elabora la ingeniería básica, se crea el plan de ejecución del EPC y se logra una la estimación final de las inversiones con un mínimo error. Esta fase requiere en general que se contrate una empresa de ingeniería para su desarrollo. Hasta aquí el desembolso de inversión no ha superado el 10%-15% del total programado.

Definición Fase Visualización:

En ingeniería la visualización es la fase inicial para el desarrollo de un proyecto, en donde se plantea la idea, se realiza una investigación de mercado y se entrega un estimado de costos clase V, la visualización puede ser muy somera o muy mejorada, de acuerdo a como se perciba y maneje su esencia.

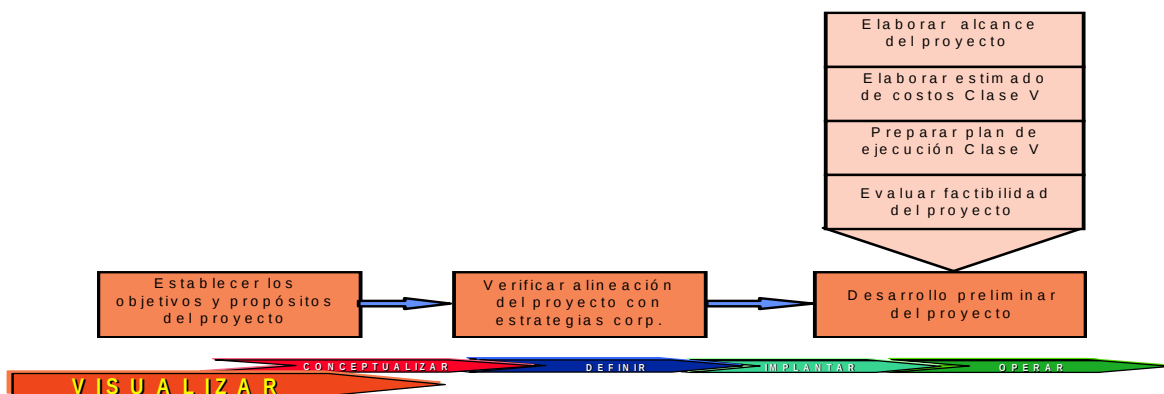


Fig 4. Componentes de la Fase de Visualización de un Proyecto

Fuente: Guía de Gerencia de Proyectos de Inversión Capital (GGPIC), PDVSA 1999.

En esta primera fase se originan los proyectos de inversión. Las ideas que originan los proyectos pueden provenir, en cualquier momento, de cualquier parte de la Corporación, pero son generalmente el producto de los análisis del ambiente externo e interno a ella, o del análisis F.O.D.A (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas) que se realiza como parte de los ciclos de planificación.

Dada la importancia de la fase de visualización en el inicio de todo proyecto; es necesario para lograr la realización de este trabajo especial de grado que se lleven a cabo una serie de pasos, definiciones de bases conceptuales y procedimientos de investigación, los cuales permitirán abrir aún más las perspectivas para la ejecución del proyecto denominado “Desarrollo de la fase de visualización para la instalación de una planta de licuefacción de gas natural licuado (GNL), como parte de los nuevos planes estratégicos de PDVSA en el área costa afuera.

La ejecución clara y objetiva del desarrollo de la fase de visualización de este proyecto, es lo que permitirán obtener un enfoque claro de lo que se desea obtener y como lograrlo.

La Visualización bajo la Metodología Front End Loading (FEL I)

En el presente trabajo especial de grado se desarrolla la etapa visualización para la instalación de una planta de licuefacción de gas natural licuado (GNL), como parte de la Metodología Front End Loading , para este caso solo se ejecutará la Fase FEL I; en la misma se validará la oportunidad de negocio, basándose en los estudios de factibilidad a realizar.

Los Entregables a definir en esta etapa de Visualización o Fase FEL I son los siguientes:

- Los Objetivos y propósitos del proyecto.

- La Alineación del proyecto con estrategias corporativas.

- El Desarrollo preliminar del proyecto, describiendo los aspectos siguientes:

 - Alcance del proyecto, estimado de costos clase V, plan de ejecución clase V, documento de factibilidad del proyecto.

Definición del Gas Natural

Es un energético natural de origen fósil, que se encuentra normalmente en el subsuelo continental o marino. Se formó hace millones de años cuando una serie de organismos descompuestos como animales y plantas, quedaron sepultados bajo lodo y arena, en lo más profundo de antiguos lagos y océanos. En la medida que se acumulaba lodo, arena y sedimento, se fueron formando capas de roca a gran profundidad. La presión causada por el peso sobre éstas capas más el calor de la tierra, transformaron lentamente el material orgánico en petróleo crudo y en gas natural. El gas natural se acumula en bolsas entre la porosidad de las rocas subterráneas. Pero en ocasiones, el gas natural se queda atrapado debajo de la tierra por rocas sólidas que evitan que el gas fluya, formándose lo que se conoce como un yacimiento.

El gas natural se puede encontrar en forma "asociado", cuando en el yacimiento aparece acompañado de petróleo, o gas natural "no asociado" cuando está acompañado únicamente por pequeñas cantidades de otros hidrocarburos o gases.

La composición del gas natural incluye diversos hidrocarburos gaseosos, con predominio del metano, por sobre el 90%, y en proporciones menores etano, propano, butano, pentano y pequeñas proporciones de gases inertes como dióxido de carbono y nitrógeno.

Tabla 1. Composición Típica del Gas Natural

Hidrocarburo	Composición Química	Rango (en %)
Metano	CH ₄	91-95
Etano	C ₂ H ₆	2_6
Dióxido de Carbono	CO ₂	0-2
Propano	C ₃ H ₈	0-2
Nitrógeno	N	0-1

Fuente: Asociación Mexicana de Gas Natural, 2002.

Historia del Gas Natural

Su origen radica en hace millones de años con lodo, arena, piedras, plantas y materia animal, que al acumularse gradualmente en capas, con la presión y el calor de la tierra, se convirtieron en petróleo y gas natural.

El gas natural se encuentra en rocas porosas de la corteza terrestre, las cuales no están en contacto con el aire. Se suele encontrar en yacimientos de petróleo o cerca de ellos, aunque tomando en cuenta su estado gaseoso, puede presentarse también solo.

El Gas Natural fue descubierto en América, naturalmente en 1626, cuando exploradores franceses descubrieron salidas naturales de gas, en el lago Erie. Aunque la industria del gas natural tuvo sus inicios en 1859, cuando el Coronel Edwin Drake cavó el primer pozo donde encontró aceite y gas natural a 69 pies, debajo de la superficie.

Posteriormente se construyó una tubería que corría por 5 y media millas del pozo a la villa de Titusville, Pennsylvania. Esta tubería comprobó que se podía transportar gas natural de manera segura y sencilla para fines prácticos.

Ventajas del uso y consumo de Gas Natural

- Económico, el promedio de ahorro es del 30% con respecto al gas licuado de petróleo.
- Ecológico, ya que es de origen natural, y no contamina
- Cómodo, ya que al no descargarlo, está permanentemente disponible.
- Llega a la industria o al hogar a través de tuberías subterráneas de acero o de polietileno.
- La combustión no arroja partículas contaminantes, lo que contribuye así a la disminución del efecto invernadero.
- Es eficiente, ya que se consume el 100% del producto.
- Se paga después de haberse consumido.
- Se ventila muy bien por que su composición química lo hace más ligero que el aire.

- Por todo lo anterior, el gas natural es la solución idónea al cambio climático que padece el planeta y la única energía que puede hacer compatible el progreso económico e industrial con la preservación del medio ambiente.

Tipos de Gas Natural

Por su origen:

- **Gas natural asociado:** Se encuentra en contacto y/o disuelto en el aceite crudo del yacimiento. Este puede ser clasificado como gas de casquete (libre) o gas en solución (disuelto).
- **Gas natural no asociado:** Gas natural extraído de yacimientos que no contienen petróleo crudo.

Por su composición:

- **Gas natural amargo:** Contiene azufre, compuestos de azufre y/o bióxido de carbono, en cantidades que requieren tratamiento para que pueda ser utilizado.
- **Gas natural dulce:** No contiene azufre o compuestos de azufre, o los tiene en cantidades tan pequeñas que no es necesario procesarlo para que pueda ser utilizado directamente como combustible no corrosivo.
- **Gas seco:** Gas cuyo contenido en metano puede variar en volumen de 95 a 99%.

Por su almacenamiento o procesamiento:

- **Gas natural licuado:** Gas natural compuesto predominantemente de metano, que ha sido licuado por compresión y enfriamiento para facilitar su transporte y almacenamiento.
- **Gas natural comprimido:** Gas natural seco almacenado a alta presión en estado gaseoso en un recipiente.
- **Gas natural seco:** Gas producto de la extracción de los hidrocarburos líquidos y compuesto de azufre.

Definición del Gas natural Licuado

El Gas Natural Licuado (GNL) es la forma líquida del gas natural. El Gas Natural se enfría hasta el punto que se condensa a un líquido, lo cual ocurre a una temperatura de aproximadamente -161°C y presión atmosférica. Reduciendo su volumen aproximadamente 600 veces. El principal componente del gas natural es metano, pero también contiene etano, propano e hidrocarburos mas pesados. Contiene pequeñas cantidades de nitrógeno, oxígeno, CO_2 , azufre y agua. El GNL no tiene olor, ni color, es no corrosivo y no es tóxico. La densidad promedio del GNL es de $0,45 \text{ ton/m}^3$. Pero este valor depende de la composición del Gas Natural.

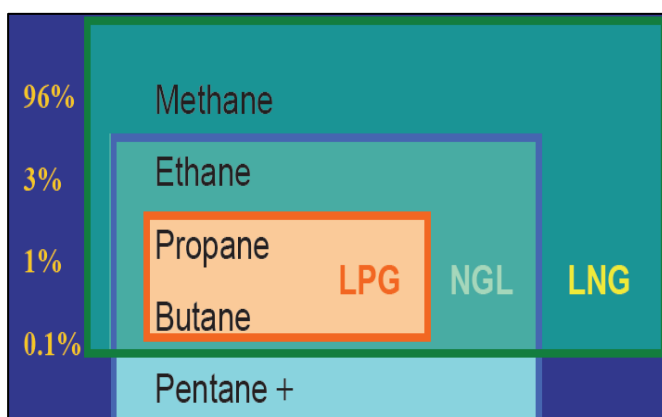


Fig 5. Composición Gas Natural

Fuente: Asociación Mexicana de Gas Natural, 2002.

Características del Gas Natural Licuado (GNL)

A mayor cantidad de Propano (C_3) y Butano (C_4) mayor será su densidad, tasa de expansión y poder calorífico.

Por ejemplo, el Gas Natural Licuado proveniente de Libia es un gas rico y es el tipo de gas que compra China y Japón. Para el caso de USA-Alaska se puede observar que es un gas pobre ya que posee bajo poder calorífico, densidad y tasa de expansión lo que implica que posee bajo porcentaje de propano y butano.

Tabla 2. Poder Calorífico del Gas en diferentes Países del Mundo

Origin	Nitrogen N2 %	Methane C1 %	Ethane C2 %	Propane C3 %	C4+ %	LNG density kg/m³	Gas density kg/m³(n)	Expansion ratio m³(n)/m³ liq	Gas GCV MJ/m³(n)
Algeria-Arzew	0.6	88.0	9.0	2.0	0.5	464	0.813	570	44.1
Algeria-Bethioua 1	1.2	87.6	8.4	2.1	0.7	469	0.818	574	44.0
Algeria-Bethioua 2	0.9	91.4	7.2	0.5	0.0	451	0.775	582	42.1
Algeria-Skikda	1.0	91.2	7.0	0.7	0.1	453	0.778	582	42.2
Egypt-Damietta	0.08	97.7	1.8	0.2	0.2	427	0.730	585	40.8
Egypt-Idku	0.0	97.2	2.3	0.3	0.2	430	0.738	583	41.0
Equatorial Guinea	0.0	93.4	6.5	0.0	0.0	439	0.755	585	42.0
Lybia	0.7	81.6	13.4	3.7	0.7	485	0.867	559	46.6
Nigeria	0.1	91.3	4.6	2.6	1.4	458	0.809	566	44.2
Norway	0.8	91.8	5.7	1.3	0.4	451	0.782	577	40.1
Trinidad	0.0	96.8	2.7	0.3	0.1	432	0.741	583	41.0
Abu Dhabi	0.3	84.8	13.2	1.6	0.1	467	0.826	566	44.9
Oman	0.4	87.9	7.3	2.9	1.6	470	0.834	563	45.3
Qatar	0.4	90.1	6.2	2.3	1.0	460	0.808	569	44.0
U.S.A.-Alaska	0.2	99.7	0.1	0.0	0.0	423	0.719	589	39.9
Australia	0.1	87.4	8.3	3.4	0.8	467	0.831	562	45.3
Brunei	0.1	90.6	5.0	2.9	1.5	461	0.816	564	44.6
Indonesia-Arun	0.2	90.7	6.2	2.0	1.0	457	0.803	569	43.9
Indonesia-Badak	0.0	91.2	5.5	2.4	0.9	456	0.801	568	43.9
Malaysia	0.3	90.3	5.3	3.1	1.1	461	0.813	567	44.3

Fuente: LNG Workshop GALP ENERGÍA y PDVSA , Dic 2009.

Historia del Gas natural Licuado

La licuefacción del gas natural se remonta al siglo 19, cuando el químico y físico inglés Michael Faraday experimento con el licuado de diferentes tipos de gases, incluyendo el gas natural. El ingeniero alemán Karl Von Linde construyó la primera maquina de refrigeración a compresión en Munich en 1873. La primera planta de GNL fue construida en el Oeste de Virginia en 1912. Comenzó a funcionar en 1917.

La primera planta comercial de licuefacción fue construida en Cleveland, Ohio, en 1941. El GNL fue almacenado en tanques a presión atmosférica. La licuefacción del gas natural elevo la posibilidad de su transporte a lugares lejanos. En Enero de 1959, el primer tanque de GNL del mundo, El Pionero Metano, un tanquero de la Segunda Guerra Mundial reconstruido, cargando cinco tanques prismáticos de aluminio, de 7,000 barriles de capacidad con soportes de madera y aislamiento de madera contra enchapada y uretano, llevo una carga de GNL del Lake Charles, en Louisiana a La Isla Canvey, en el Reino Unido. Esto demostró que grandes

cantidades de gas natural licuado podían ser transportadas de manera segura a través de los mares.

Durante los siguientes 14 meses, siete cargas adicionales fueron entregadas con solo menores problemas. Continuando la exitosa función del Pionero Metano, El Consejo Británico de Gas, procedió a implementar un proyecto comercial para importar GNL de Venezuela a la Isla de Canvey. No obstante, antes de que los tratos comerciales pudieran ser terminados, largas cantidades de gas natural fueron descubiertas en Libia y el campo gigante de Hassi R'Mel en Argelia, que se encuentran solo a la mitad de la distancia de Inglaterra a Venezuela. Con el arranque de 260 millones de pies cúbicos por día, el Reino Unido llegó a ser el primer importador de GNL mundial y Argelia el primer exportador. Argelia se ha convertido desde entonces en un suplidor muy importante mundialmente de gas natural como GNL. Argelia el primer exportador. Argelia se ha convertido desde entonces en un suplidor muy importante mundialmente de gas natural como GNL. Después de que este concepto demostró funcionar en el Reino Unido, plantas adicionales de licuefacción y terminales de importación fueron construidos en regiones del Atlántico tanto como el Pacífico. Cuatro terminales marítimos fueron construidos en los EE.UU. entre 1971 y 1980.

Las primeras exportaciones de GNL de los EE.UU. hacia Asia se llevaron a cabo en 1969, cuando el GNL fue enviado a Japón. El GNL de Alaska es derivado del gas natural que es producido por Marathon y ConocoPhillips de los campos en las porciones mas al sur del estado de Alaska, licuado en la planta de GNL de la Península de Kenai (una de las plantas de operaciones de GNL más antiguas del mundo) y enviado a Japón. El Mercado de GNL en Europa y Asia, continuó creciendo rápidamente desde ese momento.

En 1999, la primera planta de licuefacción de la Cuenca Atlántica en el hemisferio occidental comenzó producción en Trinidad. Este evento junto con el aumento en la demanda por el gas natural en los EE.UU., particularmente para la generación de electricidad; y el aumento en los EE.UU. de los precios del gas natural, reanudaron el interés por el GNL en el mercado estadounidense.

Cadena de Valor del Gas Natural Licuado



Fig 6. Demostración Cadena de Valor Producción de Gas Natural Licuado

Fuente: Consorcio de Inv. Commercial Frameworks for LNG in North America, 2003

Descripción Eslabon Cadena de Valor

Exploración y Producción del Gas Natural Licuado

El Gas Natural se obtiene del subsuelo. Se encuentra en cavidades formadas por rocas impermeables. La Producción consiste en extraer gas natural del subsuelo a través de diversos métodos de perforación a los yacimientos ubicados en tierra firme y costa afuera, para colocarlos en la superficie. El gas extraído puede ser de tres tipos: Gas Seco, Gas Asociado y Gas Rico.

Según el World Oil, para el año 2001, las reservas probadas a nivel mundial fueron 5.919 billones de pies cúbicos, un aumento del 8,4 por ciento con respecto al 2000, y más reservas de gas natural continúan siendo descubiertas. La mayoría de este gas natural está varado bastante lejos del mercado, en países que no necesitan grandes cantidades de energía adicional. Las reservas de gas natural de los EE.UU. aumentaron un 3,4 por ciento a 183 Mpc, entre el 2000 y el 2001. Los países líderes productores de gas natural que lo comercializan a los mercados mundiales son Argelia, Indonesia, y Qatar. Muchos otros países juegan un papel pequeño pero importante y roles secundario como productores de gas natural y exportadores de GNL, tales como Australia, Nigeria, y Trinidad y Tobago.

Países como Angola y Venezuela están procurando alcanzar su máximo potencial en el mercado mundial de GNL, y países como Arabia Saudita, Egipto e Irán, los cuales tienen grandes reservas de gas natural también pudieran participar como exportadores de GNL.

Licuefacción del Gas Natural Licuado

El gas alimentado a la planta de licuefacción viene de los campos de producción. Los contaminantes que se encuentran en el gas natural producido son extraídos para evitar que se congelen y dañen el equipo cuando el gas es enfriado a la temperatura del GNL y para cubrir las especificaciones del gaseoducto en el punto de entrega. El proceso de licuefacción puede ser diseñado para purificar el GNL a casi 100 por ciento metano.

El proceso de licuefacción consiste en el enfriamiento del gas purificado a través del uso de refrigerantes. La planta de licuefacción puede consistir en varias unidades paralelas (trenes). El gas natural es licuado para ser transportado a una temperatura aproximada de -256°F . Al licuar el gas, su volumen es reducido por un factor de 600, lo que quiere decir que el GNL a la temperatura de -256°F , utiliza 1/600 del espacio requerido por una cantidad comparable de gas a temperatura ambiente y presión atmosférica.

El GNL es un líquido criogénico. El término “criogénico” significa baja temperatura, generalmente por debajo de -100°F . El GNL es un líquido puro, con una densidad de alrededor de 45 por ciento la densidad del agua.

El GNL es almacenado en tanques de paredes dobles a presión atmosférica. El tanque de almacenaje es en realidad un tanque dentro de otro tanque. El espacio anular entre las dos paredes del tanque está lleno de material aislante. El tanque interno, en contacto con el GNL, está hecho de materiales recomendados para el servicio criogénico y la carga estructural proporcionada por el GNL. Estos materiales incluyen un 9% de acero níquel, aluminio y concreto pre-tensado. El tanque exterior está hecho generalmente de acero al carbono y concreto pre-tensado.

Tecnologías de Licuefacción

Las tecnologías se diferencian una de otra por los refrigerantes empleados y los intercambiadores de calor utilizados por el número de ciclos de refrigeración.

La mayoría de las plantas utilizan el método desarrollado por Air Products & Chemical Inc. (APCI) C3/MR. En total existe construido e instalado 57 trenes.

Las otras tecnologías disponibles en el mercado son: Prico (plantas pequeñas y proyectos viejos), Phillips (Trinidad y Tobago), Statoil-Linde: MCR, Shell y Liquefin-Axens: MCR. La máxima capacidad por tren que se está manejando actualmente es de 5 MTPA.

Transporte del Gas Natural Licuado

El transporte del GNL se realiza en buques llamados Metaneros. Los tanqueros de GNL son embarcaciones de casco dobles, diseñados y aislados para prevenir el goteo o ruptura en el evento de un accidente. Está almacenado en un sistema especial dentro del casco interior donde se mantiene a presión atmosférica y -161 °C.

Existen tres tipos de sistemas de almacenamiento que han evolucionado como el estándar. Estos son: Diseño Esférico (Moss), Membrana, Estructural Prismático. Un tanque típico de GNL puede transportar alrededor de 125.000 – 138.000 m³ de GNL. Los barcos cargan hasta un 98,5 % de su capacidad, existen factores que alteran el volumen transportado y que se deben de tomar en consideración en las evaluaciones:

- **Boil – off (BOG):** Son las pérdidas por evaporación del gas. Pérdida diarias entre 0,09% y 0,15%. Algunos barcos tienen sistemas de recuperación de este gas evaporado, mayormente barcos de gran capacidad.
- **Heel:** Reserva de gas que queda dentro del barco. Aproximadamente entre 4000 – 7000 m³ de GNL dentro del barco.
- **Sloshing:** Son los movimientos del líquido dentro del barco cuando el nivel de líquido está entre el 20% y 80% de llenado, estos movimientos causan

daños al barco y se presenta en la buques que poseen tecnologías de Membrana.

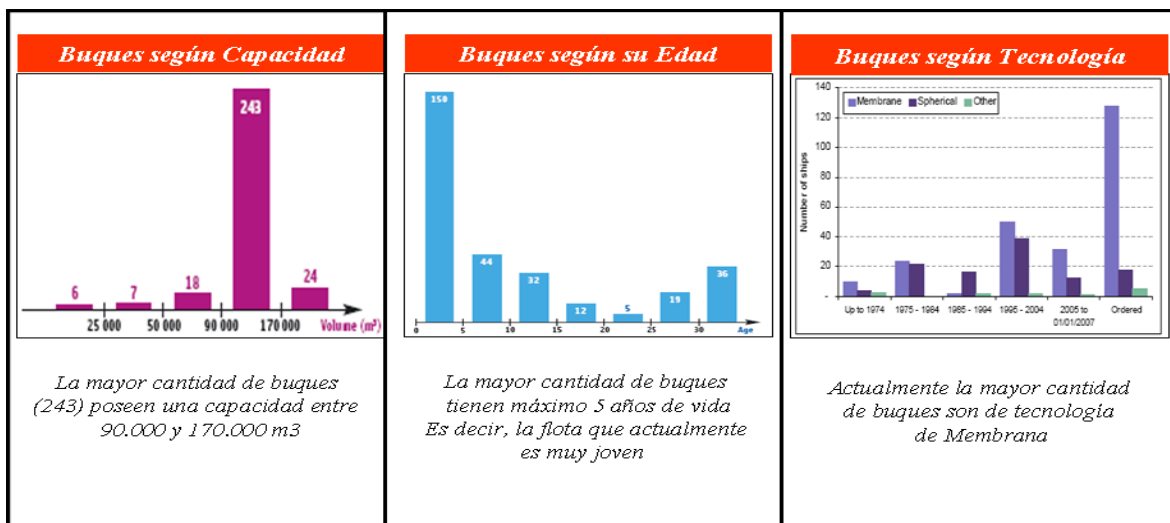


Fig 7. Diferentes Características de los Buques

Fuente: LNG Workshop GALP ENERGÍA y PDVSA, Dic 2009.

Los parámetros que debe tener el GNL para ser recibidos en un Terminal son: Poder Calorífico, H₂ S, Azufre, Oxígeno, N₂ + CO₂, Pentano Plus, Punto de Rocío, Mercurio, Temperatura, Nitrógeno, Dióxido de Carbono, Hidrógeno y Agua.

Regasificación del Gas Natural Licuado

La planta de regasificación es necesaria para pasar el GNL a su estado gaseoso, devolviendo el calor removido en la licuefacción. A la llegada al Terminal el GNL es bombeado a un tanque de almacenamiento de doble pared a presión atmosférica.

Luego es bombeado a alta presión a través de diferentes componentes donde es calentado en un ambiente controlado. El calentamiento por tuberías es directamente por calderas, agua de mar o por agua. El gas vaporizado es después regulado a presión y entra al sistema de gasoductos como gas natural.

Almacenamiento del Gas Natural Licuado

El GNL es almacenado en tanques de paredes dobles a presión atmosférica, en realidad es un tanque dentro de otro tanque y el espacio anular entre las dos paredes del tanque esta lleno de aislamiento.

El tanque interno (en contacto con el GNL) esta hecho de materiales recomendados para servicio criogénico y la carga estructural proporcionada por el GNL. El tanque externo esta hecho generalmente de acero al carbono y concreto pre-tensado.



Fig 8. Tipos de Tanques de Almacenamiento de GNL.

Fuente: LNG Workshop GALP ENERGÍA y PDVSA, Dic 2009.

Producción y Consumo Global del Gas Natural Licuado

En cuanto al mayor productor de GNL para 2008 se puede observar que Qatar es el mayor exportador de GNL, seguido de Malasia e Indonesia. El mayor Importador de GNL es Japón, seguido de Korea y España.

Como dato importante se puede decir que España posee seis (6) terminales y esta construyendo un séptimo hoy en día.

Tabla 3. Producción y Consumo Global de GNL.

	Algeria	Egypt	Egypt. Guin.	Libya	Nigeria	Norway	Trinidad & Tobago	U.A.E.	Oman	Qatar	Australia	Brunei	U.S.A.	Indonesia	Malaysia	Other	Total Import
Belgium		0.140				0.143	0.131			4.617						0.019	5.050
France	12.300	1.816			5.948	0.429											20.493
Greece	1.292	0.222					0.115										1.629
Italy	2.386																2.386
Portugal					4.428		0.055										4.483
Spain	7.544	7.801	0.141	0.847	13.698	1.677	8.303		0.277	8.329						0.292	48.909
Turkey	6.809	0.137			1.587												8.533
The U.K.	0.616	0.140					0.839			0.193							1.788
Europe	30.947	10.256	0.141	0.847	25.661	2.249	9.443		0.277	13.139						0.311	93.271
Argentina		0.129					0.588										0.717
Domin. Rep.							0.816										0.816
Mexico		1.950			1.688	0.138	2.109			0.144							6.029
Puerto Rico							1.315										1.315
The U.S.A.		2.483			0.559	0.815	12.061			0.14							16.058
Americas		4.562			2.247	0.953	16.889			0.284							24.935
China	0.280	0.419	0.270		0.406						5.899						7.274
India	0.918	0.422	0.675		0.650	0.138	0.395	0.223	0.717	13.556	0.272					0.140	18.106
Japan	1.841	3.828	2.804		3.969	0.271	1.158	12.081	7.001	17.351	25.730	13.487	1.734	30.718	28.387		150.360
Korea	0.761	3.670	2.323		0.282		1.827	0.052	10.817	19.634	1.102	1.745		6.800	14.233	0.132	63.378
Taiwan	0.129	0.139	1.388		3.466		0.391		0.139	1.830				6.603	5.941		20.026
Asia	3.929	8.478	7.460		8.773	0.409	3.771	12.356	18.674	52.371	33.003	15.232	1.734	44.121	48.561	0.272	259.144
Total export	34.876	23.296	7.601	0.847	36.681	3.611	30.103	12.356	18.951	65.794	33.003	15.232	1.734	44.121	48.561	0.583	377.350

Fuente: LNG Workshop GALP ENERGÍA y PDVSA, Dic 2009.

Esquemas de Negocios Frecuentes en Proyectos de Gas Natural Licuado

Aquí se muestran los esquemas de negocios que se utilizan para proyectos de GNL: La experiencia que posee Galp Energía, de Portugal señala que los esquemas más utilizados son los Proyectos Integrados (1) y Pagando Tolling Fee (3). El esquema de Negocio (2) es cuando el dueño de la Planta de Licuefacción compra el Gas Natural al campo, este esquema de negocios se utiliza muy poco.

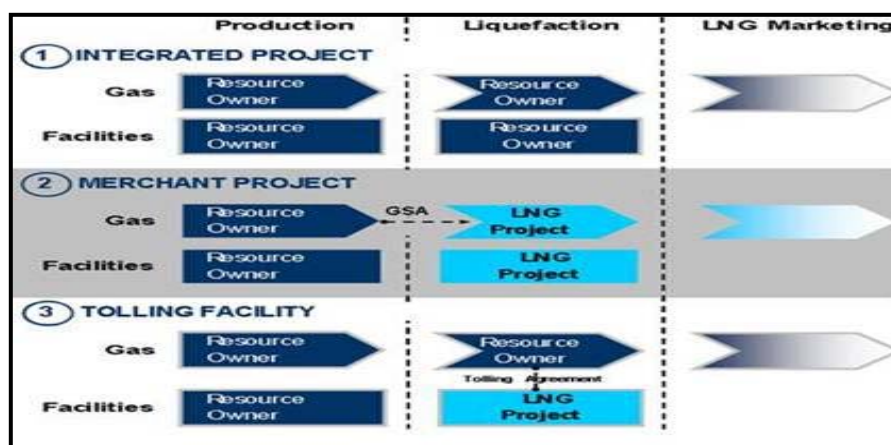


Fig 9. Diferentes Esquemas de Negocio Mercado de GNL

Fuente: LNG Workshop GALP ENERGÍA y PDVSA, Dic 2009.

Producción y Mercados Mundiales de Gas Natural Licuado

Rusia es el mayor productor de Gas en el mundo con 657 BMC, a los EEUU como mayor consumidor de gas natural 658 BMC, Qatar como el mayor productor / exportador de GNL en el mundo con 39 BMC y a Japón como el mayor Importador / consumidor de GNL con 95 BMC y demostrando que los países del Asia Pacifico se consumen 157 BMC lo que representa casi el 70% de la producción mundial de GNL.

Tabla 4. Producción, Importación, Consumo, y exportación de GNL.

More concentration in LNG

2008 Ranking	Total Gas Production	bcm	Total Gas Export	bcm	LNG Export	bcm	Total Gas Consumption	bcm	Total Gas Import	bcm	LNG Import	bcm
1	Russia	657	Russia	195	Qatar	39	United States	658	United States	112	Japan	95
2	United States	583	Canada	103	Malaysia	31	Russia	462	Japan	95	Korea	36
3	Canada	175	Norway	96	Indonesia	28	Iran	122	Germany	92	Spain	28
4	Iran	121	Netherlands	62	Australia	21	Japan	101	Italy	77	Chinese Taipei	12
5	Norway	103	Qatar	58	Nigeria	21	Canada	100	Ukraine	53	France	11
6	Netherlands	85	Algeria	58	Algeria	20	United Kingdom	99	France	45	India	10
7	Algeria	82	Turkmenistan	51	Trinidad and Tobago	17	Germany	96	Spain	39	United States	10
8	Qatar	79	Indonesia	34	Egypt	13	Italy	85	United Kingdom	37	Turkey	5
9	Indonesia	77	Malaysia	29	Oman	11	China	78	Turkey	37	China	4
10	China	76	United States	28	Brunei	10	Ukraine	70	Korea	36	Mexico	3
World total		3,149		942		226		3,154		937		226
Share of top 5		52%		55%		62%		46%		46%		81%
Share of Asia Pacific		13%				38%		16%				68%

Source: Natural Gas Information 2009, International Energy Agency

02 December 2009 Barcelona

iea International Energy Agency

Source: Natural Gas Information 2009, International Energy Agency

02 December 2009, Barcelona



Fuente: International Energy Agency , Dic 2009.

CAPITULO III. MARCO METODOLOGICO

Tipo de Investigación

El tipo de investigación utilizada para el desarrollo de este trabajo especial de grado, consiste en la elaboración de un plan, como solución a un problema o necesidad en un área particular, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo.

El desarrollo del proyecto estuvo enmarcado en la investigación proyectiva o conocida también como investigación aplicada debido que hay situaciones que requieren definir potencialidades con la intención de ser aprovechadas.

Se realizó un diagnóstico del problema (evento a modificar), se explicó a qué se debe (proceso causal) y se desarrolló la propuesta con base en esa información.

Según Hurtado de Barrera, (2008) la evaluación proyectiva, consiste en la elaboración de una propuesta para solucionar un problema o situación.

En este proyecto cada propuesta a desarrollar se definirá como un objetivo específico. El estudio de factibilidad se va ir cubriendo mientras la investigación pasa por los diferentes objetivos específicos.

Se desarrolló la mayor cantidad de objetivos específicos, considerando la teoría de la investigación proyectiva que define, que mientras más objetivos se desarrollen; más factible será el proyecto.

Diseño de la Investigación

La presente investigación parte de un estudio o descripción de las necesidades de la planta, etc.

Entre las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se utilizaron se tienen:

- Diagrama de flujo de procesos, los cuales permiten observar de manera gráfica los diferentes elementos que se encuentran ligados al flujo de

proceso, esto es, la secuencia de pasos que se realizan dentro del proceso de solicitud específico.

- Instrumentos de recopilación de información, como reportes, informes y formatos en tablas, lo que permite consolidar información de manera organizada y permite analizarla de una manera más sencilla.
- Revisión documental, consiste en la revisión de bibliografía, documentos internos de la empresa relacionados con el problema planteado y otras referencias con el fin de obtener la mayor cantidad de información relacionada con la investigación.
- Realización de reuniones y entrevistas con personas dentro de la unidad de informática y externos expertos, estas entrevistas se realizarán de forma no estructuradas, para ello se establecerá una agenda de trabajo con reuniones periódicas.

Unidad de Análisis y Operacionalización de las variables

Las variables en un proyecto siempre están ubicadas o contenidas en algún elemento, sea persona (Edad, Sexo, categoría Laboral, Desempeño, etc.) cosa (informes, empresas, oficinas, leyes, etc.) o situaciones. A estos elementos se les llama Unidad de Análisis.

Una variable se puede definir como todo aquello que se va a medir, controlar y estudiar en una investigación o estudio. Por lo tanto, es de suma importancia definir las variables que se van a medir y la manera en que se hará, es decir, las medidas deben ser susceptibles a la medición

“Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse” Hernández, Fernández Baptista (2006, p.123). Las variables pueden ser definidas conceptual y operacionalmente; la definición conceptual es de índole teórica mientras que la operacional nos da la base de medición y definición de los indicadores.

A continuación se definen las variables consideradas en el desarrollo de este trabajo especial de grado, asociado al “Desarrollo de la Etapa de visualización para la Instalación de una Planta de Gas Natural Licuado (GNL).

Tabla 5. Descripción Variables, Definición Textual y Operacional.

OBJETIVOS	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL
Establecer el Propósito del Proyecto, asociado a la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL).	Importancia Productos y Volúmenes Calidad Tiempo	Definición importancia del propósito del Proyecto Descripción de Productos y Volúmenes requeridos Definición de la Calidad de los Productos Definición del Tiempo del Proyecto	Grado de importancia Cantidad de Productos y Volúmenes a obtener. Índice de Especificaciones de Calidad de los productos Años de Ejecución del Proyecto
Verificar la Alineación del proyecto para la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL), con las estrategias Corporativas de PDVSA y sus empresas Filiales.	Grado de Veracidad de la Información	Determinar Grado de Veracidad de la información	Frecuencia de generación de la información
Definir el Alcance del Proyecto "Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL)"	Productos Materiales Equipos	Definición Alcance	Especificación Tipo Adquisición
Elaborar Estimado Clase V y el Plan de Ejecución para la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL).	Costos	Definición de los Costos del Proyecto	Base de Costos Tasa de Cambio IVA Costo Total
Evaluar la Factibilidad Técnica y Económica del Proyecto "Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL)".	Indicadores Financieros	Evaluación Factibilidad	Valor Presente Neto (VPN). Tasa Interna de Retorno (TIR). Eficiencia de la Inversión (EI).

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

Para lograr los objetivos del proyecto se utilizaron técnicas especializadas en el área de proyectos y producción de gas.

Fases para el desarrollo de la Investigación

El propósito de establecer las fases para el desarrollo de la investigación a través de la siguiente Estructura Desagregada de Trabajo (EDT) es documentar el alcance del proyecto. Su forma jerárquica, permite una fácil identificación de los elementos finales. Siendo un elemento exhaustivo en cuanto al alcance del proyecto, la EDT sirve como la base para el desarrollo del proyecto. A través de la EDT, se representa gráficamente la definición y desarrollo de los entregables del proyecto, con una comprensión clara y rápida de la distribución de este trabajo especial de grado.

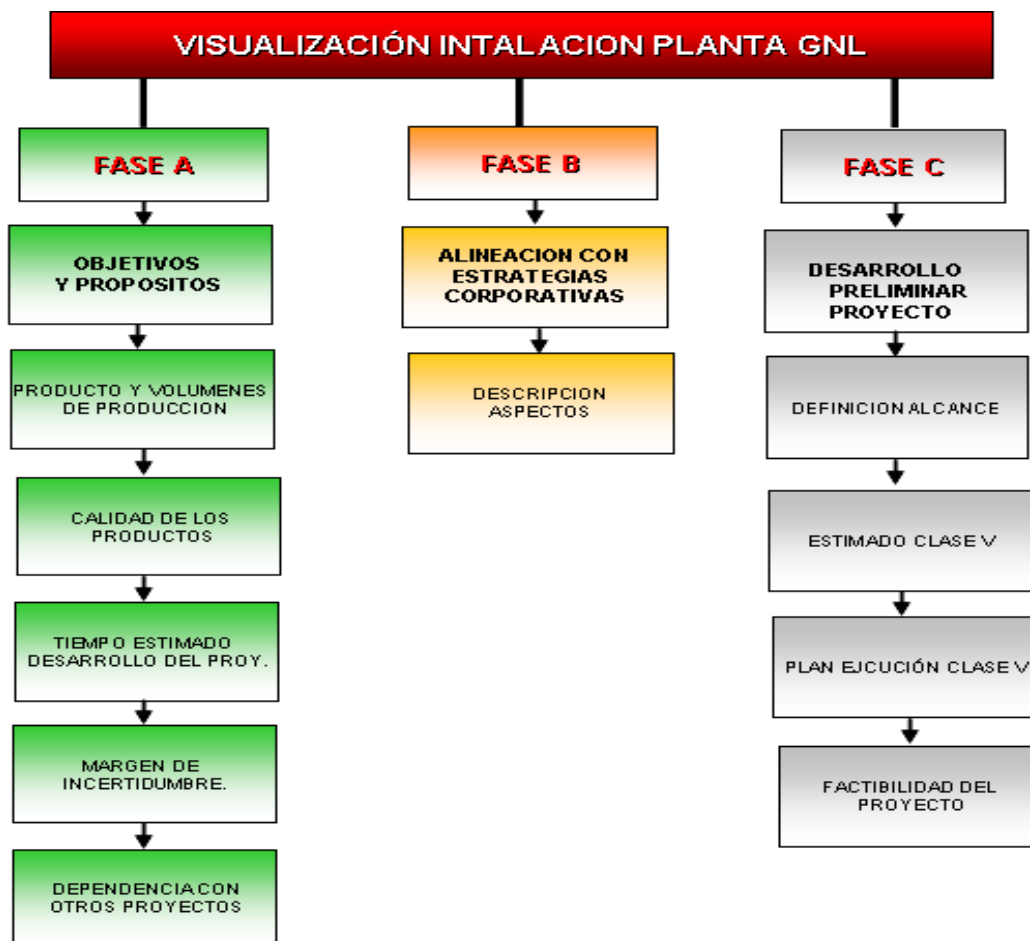


Fig 10. Estructura Desagregada de Trabajo para el presente proyecto.

Códigos de Ética

La Ética en el presente Trabajo Especial de Grado, estará regido por la siguiente estructura:

- Código de Ética del Vigente del Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV).
- Responsabilidad Social y Profesional del Código de Ética del Project Management Institute (PMI).
- Ética Personal (Comportamiento personal, Conflicto e Intereses, Recursos Institucionales, Información Confidencial, Manejo de Documentos Financieros, Deshonestidad Intelectual).

CAPITULO IV. MARCO ORGANIZACIONAL

Descripción de la Empresa

La Corporación Venezolana del Petróleo, “una filial de propósitos especiales” de Petróleos de Venezuela, controla y administra todo lo concerniente a los negocios que se realizan con otras empresas petroleras de capital nacional o extranjero.

Es así como esta filial de PDVSA maximiza el valor de los hidrocarburos para el Estado venezolano en función del bienestar colectivo, a través de las recién creadas Empresas Mixtas, los Convenios de Asociación, los Convenios de Exploración a Riesgo y Ganancias Compartidas, el desarrollo de los proyectos de gas costa afuera; y el Proyecto de Cuantificación y Certificación de la Faja Petrolífera del Orinoco, mediante el cual se probará que Venezuela es el país con las mayores reservas de hidrocarburos del mundo. Así mismo, la CVP participa en la definición de modelos de negocios futuros con terceros que se celebren en el marco de la Ley Orgánica de Hidrocarburos.

Los Convenios Operativos pasan a Empresas Mixtas mediante acuerdos para la realización de actividades primarias. A partir del 2006, 16 empresas privadas que operaban en 25 campos petroleros decidieron migrar al esquema de Empresas Mixtas. El Objeto de la creación de estas empresas mixtas, es el desarrollo de las actividades primarias de la industria petrolera y la capacitación del personal compartida, regida por las Leyes Venezolanas.

La Organización Empresas Mixtas Costa Afuera se crea dentro de la estructura organizacional de la Corporación Venezolana del Petróleo, por la necesidad de agrupar todos los Negocios de producción de crudo y el desarrollo de los proyectos de gas en el área costa afuera.

Misión de la Organización Empresas Mixtas Costa Afuera

“Evaluar y hacer seguimiento a los planes y programas de licencia de gas, así como de las Empresas Mixtas Costa Afuera, mediante la consolidación de información de las actividades operacionales y financieras de exploración,

producción, desarrollo, transporte y exportación de hidrocarburos, que asegure la explotación eficiente de los yacimientos, salvaguardando los intereses de la Nación y cumpliendo con los lineamientos de Petróleos de Venezuela S.A., y la Corporación Venezolana del Petróleo S.A”.

Estructura Organizativa Empresas Mixtas Costa Afuera

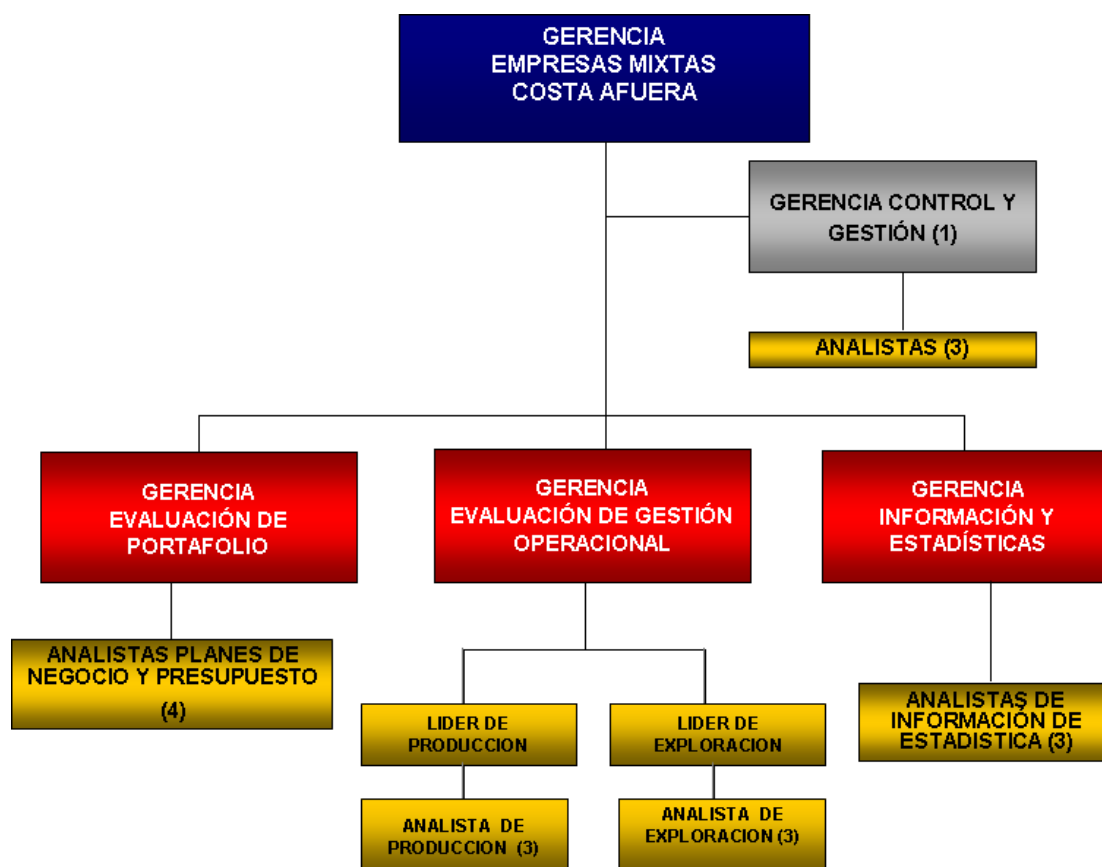


Figura 11: Estructura Organización CVP, EMCA

Fuente: Documentos Organizacionales, Creación Organización EMCA, 2007.

Estrategias Corporativas

Entre los Meses Mayo y Septiembre de 2008, PDVSA suscribe los Acuerdos Marco de Participación en el Proyecto de Gas Natural Licuado (Tren I y II) para la conformación de las Empresas Mixtas; con participación de (GALP) Portugal,

(ENARSA) Argentina, (MITSUBISHI y MITSUI) Japón, (QPI) Qatar y (CHEVRON) Estados Unidos. Los Modelos de Negocio previstos para los proyectos de Gas Natural Licuado, prevén que las Empresas Mixtas de licuefacción comercialicen la producción de GNL, tanto a Mercados estratégicos como en los internacionales. En este sentido la Organización Empresas Mixtas Costa Afuera, a través de la CVP (Corporación Venezolana del Petróleo) y Filial de PDVSA; está ejecutando el desarrollo del Proyecto de Gas Natural Licuado, el cual está enmarcado dentro del Desarrollo Gasífero Delta Caribe Oriental (GDCO) como parte de los nuevos Planes Estratégicos de la Nación y del Plan Siembra Petrolera, el cual contempla la instalación de una Planta de Licuefacción para manejar la producción de gas proveniente de los desarrollos Costa Afuera (Plataforma Deltana Bloque 2 y 3) a fin de destinar el gas natural licuado hacia mercados estratégicos, permitiendo incorporar a Venezuela como país exportador de este combustible.

Ventanas de Mercado de Gas Natural Licuado

La industria del gas natural en nuestro país presenta un proceso en franco crecimiento, ésta ha ido superándose del estado de abandono en el que se encontraba como sub-producto de la explotación del petróleo. El impulso que ha tomado este recurso natural obedece a su utilización en la generación de electricidad y al desarrollo de la industria petroquímica. La exploración y la explotación del gas, ya sea de manera asociada a los yacimientos petrolíferos o de forma independiente, tiene una enorme importancia por los nuevos descubrimientos de reservas que sitúan a Venezuela como uno de los principales suplidores energéticos a nivel mundial, lo que permite repotenciar el negocio gasífero de forma local e internacionalmente.

El gas natural, es considerado como el componente esencial de la matriz de energía primaria de la nación, combustible y materia prima importante en todos los sectores de la economía venezolana el cual tiene un rol fundamental interviniente en los Planes de Desarrollo Nacional y Regional.

CAPITULO V. DESARROLLO DEL PROYECTO

Propósito y Objetivos del Proyecto

El propósito de este trabajo especial de grado es desarrollar la fase de visualización global del proyecto, para determinar la factibilidad del mismo y seguir con la definición de la fase siguiente.

Desarrollar la fase de visualización para la instalación de una planta de licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL), como parte de los nuevos planes estratégicos de PDVSA en el área costa afuera del país; surge de la necesidad existente de transportar el gas a largas distancias para exportación, conduce a convertirlo, de su estado gaseoso a líquido, a través de procesos de refrigeración, para producir GNL, lo que permite reducir su volumen inicial seiscientos veces, haciendo mas simple y eficiente el manejo del producto.

Con la instalación de una planta de Gas Natural Licuado, se estará cubriendo parte de la demanda mundial existente en materia de gas, monetizando de esta manera las reservas de gas certificadas en Plataforma Deltana, bloques dos (2) y tres (3).

Dadas estas razones se requiere la instalación de una infraestructura necesaria para procesar 750 MMPCD de gas, para producir un promedio de 4,7 millones de toneladas métricas por año (MMTA) de Gas Natural Licuado (GNL), una vez acondicionado y procesado en la Planta de Acondicionamiento de Gas para ser enviado al Mercado Interno (PAGMI), para su exportación.

La visualización de la implantación de una planta de licuefacción de gas natural, en el complejo Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA), ubicado en Güiria, tiene los méritos suficientes para solicitar a los entes aprobadores, la continuación de la siguiente fase del Proyecto Gas Natural Licuado.

Ubicación Geográfica

La ubicación geográfica de la planta de Gas Natural Licuado está comprendida en el área designada dentro del Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho

(CIGMA), en Guiria, Estado Sucre en las parcelas identificadas como se muestran en la siguiente figura:

COORDENADAS DATUM REGVEN
POLIGONAL

PUNTOS	NORTE	ESTE
P1	1166104.86	571872.24
P2	1167102.25	573318.69
P3	1165042.00	574168.00
P4	1165064.40	572757.21

Fig. 12. Coordenadas Ubicación Planta GNL

Fuente: Gerencia Geodesia, PDVSA EYP. 2009

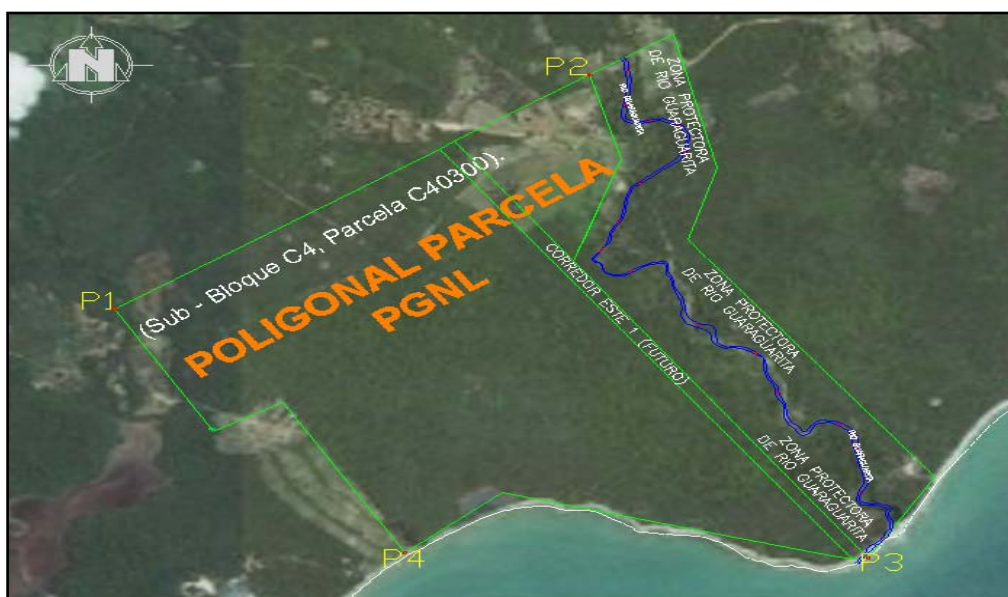


Fig 13. Ubicación Satelital Planta GNL

Fuente: Gerencia Geodesia, PDVSA EYP. 2009

Productos y Volúmenes de Producción

Los productos y volúmenes a obtener con la implantación de este proyecto serán los siguientes:

4.7 MMTA de GNL, constituido principalmente por metano, obtenidas a partir del procesamiento de 825 MMPCED de gas de entrada a la planta Líquidos del Gas Natural (LNG) en volúmenes de 37768 BPD.

Posibles volúmenes de azufre, que dependerán de la concentración de H₂S en el gas de entrada.

Calidad de los Productos

Las características de los productos a obtener, como resultado del procesamiento y licuefacción del gas natural, deberán cumplir con las siguientes especificaciones solicitadas por los mercados de exportación como requerimiento de almacenamiento y transporte del gas natural licuado.

El gas natural licuado deberá tener un valor calorífico máximo de 1070 BTU/ PCE en caso de ser necesario procesarlo sin extracción de etano.

El valor máximo aceptado de pentanos es de 0.1% molar .Los valores máximos de otras impurezas en el gas natural licuado son los siguientes:

Água (H₂O) < 0,1ppm (v)

Mercúrio (Hg) < 10ng/Nm³

Aromáticos < 2ppm (v)

Hexano C₆H₁₄ < 250ppm (v)

Heptano C₇H₁₆ < 90ppm (v)

Octano C₈H₁₈ < 0,6ppm (v)

Sulfuro de Hidrogeno H₂S < 3,5 mg/Nm³ (4ppm(v))

Nitrogeno N₂ < 1%molar

Líquidos del Gas Natural (LGN):

Especificación:

Metano (C₁) (%molar): < 3%

Etano (C₂) (%molar): mínimo 39,5% de C₂

Propano (C₃) (%molar): mínimo 21,43% de C₃

Isobutano IC₄ (%molar): mínimo 4,69%

Normal Butano (NC4) (%molar): mínimo 7,87%

Pentano (C5) (% molar) < 5,74%

Hexano (C6) (%molar) < 20,70%

Sulfuro de Hidrogeno (H2S) < 3 ppm

Azufre: Este producto debe obtenerse del Sulfuro de Hidrogeno (H2S) que se libera en la planta de amina y así evitar las emisiones de Dióxido de Azufre (SO2).

Alimentación Requerida (Volumen y Calidad)

Para poder obtener los volúmenes y calidad de los productos es necesario que al Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA), lleguen 750 MMPCD de gas, proveniente de los Bloques 2 y 3 de Plataforma Deltana, para producir un promedio de 4,7 millones de toneladas métricas por año (MMTA) de Gas Natural Licuado (GNL), para su exportación.

Tiempo Estimado del Proyecto

Este proyecto se desarrollará en su primera fase fecha actual (Año 2010) donde se desarrolla la visualización, hasta la fase de arranque a ejecutarse en el cuarto trimestre del año 2017.

Margen de Incertidumbre

Técnicamente no se observan problemas mayores a resolver, ya que se trata de equipos con tecnología probada con distintos licenciante y existe amplia experiencia de instalación y operación a nivel internacional. Sin embargo, entre los riesgos asociados con respecto al plan de ejecución del proyecto es importante considerar que esta es la primera planta de su tipo que se instalará en el país, por lo que no existe experiencia previa en PDVSA.

Dependencia y relación con otros proyectos de PDVSA y sus Filiales

Este proyecto para la instalación de la planta de gas natural licuado, está relacionado con el proyecto Mariscal Sucre, siendo ambos parte de los planes de PDVSA en las áreas costa afuera. Uno de los puntos de interrelación es que el suministro de gas para los proyectos de GNL y Mariscal Sucre, compartirán el suministro de gas en tierra firme del Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA), en este sentido la composición del gas será la misma para los volúmenes asignados a estos dos proyectos. (Desde el punto de vista contractual la alimentación de la planta de GNL será formada por la producción de Bloque 2 y Bloque 3 de Plataforma Deltana.

Además, los líquidos del gas natural (LGN) que se obtengan de las facilidades de ambos proyectos, van alimentar a una planta de fraccionamiento común a instalar en el Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA) o en la planta de Fraccionamiento de JOSE, según se decida, por lo que se podrían utilizar los mismos tanques de almacenamiento y muelles para despacho de los productos para la exportación

Alineación del proyecto con Estrategias Corporativa

Este proyecto se alinea con las Estrategias Corporativas y de la Nación en los siguientes aspectos:

- Plan de desarrollo Económico y Social de la Nación.
- Desarrollo de la Economía Productiva.
- Incorporación progresiva de la sociedad a la industria para alcanzar la equidad social.
- Descentralización, ocupación y consolidación del territorio.
- Aporte para el desarrollo social, donde el gas es un agente para el cambio y la transformación social del país.
- Fortalecimiento del papel de PDVSA Gas como factor impulsor del Desarrollo Nacional, aprovechando las reservas de gas en el extremo este del país.

- De acuerdo con el plan de desarrollo del gas por PDVSA en las inmediaciones de la península de Paria, la y zona fronteriza con Trinidad y Tobago y del Proyecto Gas Delta Caribe Oriental de PDVSA Gas en la zona de Guiria, Estado Sucre.
- Maximizar y valorizar la contribución de PDVSA y de la Corporación Venezolana del Petróleo (CVP) a la nación, al agregar nuevos productos de exportación y productos para el desarrollo de la industria petroquímica nacional.
- Impulso al desarrollo endógeno de la región basado en los aportes de fuentes de trabajo y desarrollo económico de un área económicamente deprimida.
- Incorporación de nuevas tecnologías y nuevos procesos en la utilización del Gas Natural y las reservas probadas de los bloques dos (2) y tres (3) Plataforma Deltana, en el extremo oriental del país.

Existe también una dependencia con los proyectos que llevará a cabo en el Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA) con respecto a los servicios eléctricos, agua, desarrollo de infraestructura en las parcelas, etc.

Desarrollo Preliminar del Proyecto

Dentro de este punto se definen ciertos criterios de importancia, que son los que van a determinar si existen los meritos suficientes para proseguir desarrollando las siguientes fases del proyecto.

Definición del Alcance del Proyecto

El proyecto asociado a la instalación de una planta de Gas Natural Licuado para procesar 750 MMPCD, y producir un promedio de 4,7 millones de toneladas métricas por año (MMTA) de Gas natural licuado; proveniente de los bloques dos (2) y tres (3) de Plataforma Deltana; abarca la procura y construcción de la planta de liquefacción, considerando las facilidades de adecuación del gas,

procesamiento, almacenamiento y exportación de los productos, así como, las obras civiles y electromecánicas asociadas, servicios de ingeniería, gerencia del proyecto, servicios en sitio, arranque y puesta en marcha, instrumentación y pruebas, entrenamiento y soporte de operación y mantenimiento.

Se tiene previsto instalar la planta de licuación de gas, que comprende a su vez de dos (2) tanques de almacenamiento de GNL, de (siento sesenta) 160 mil metros cúbicos de capacidad, un (1) muelle de exportación de GNL y sus respectivos servicios.

Se estima destinar aproximadamente 10% del costo del proyecto, al desarrollo de proyectos sociales, distribuidos en Infraestructura Social, Educación y Núcleos de Desarrollo Endógeno, que forman parte del proyecto global.

Estructura Desagregada de Trabajo (EDT) del Proyecto.

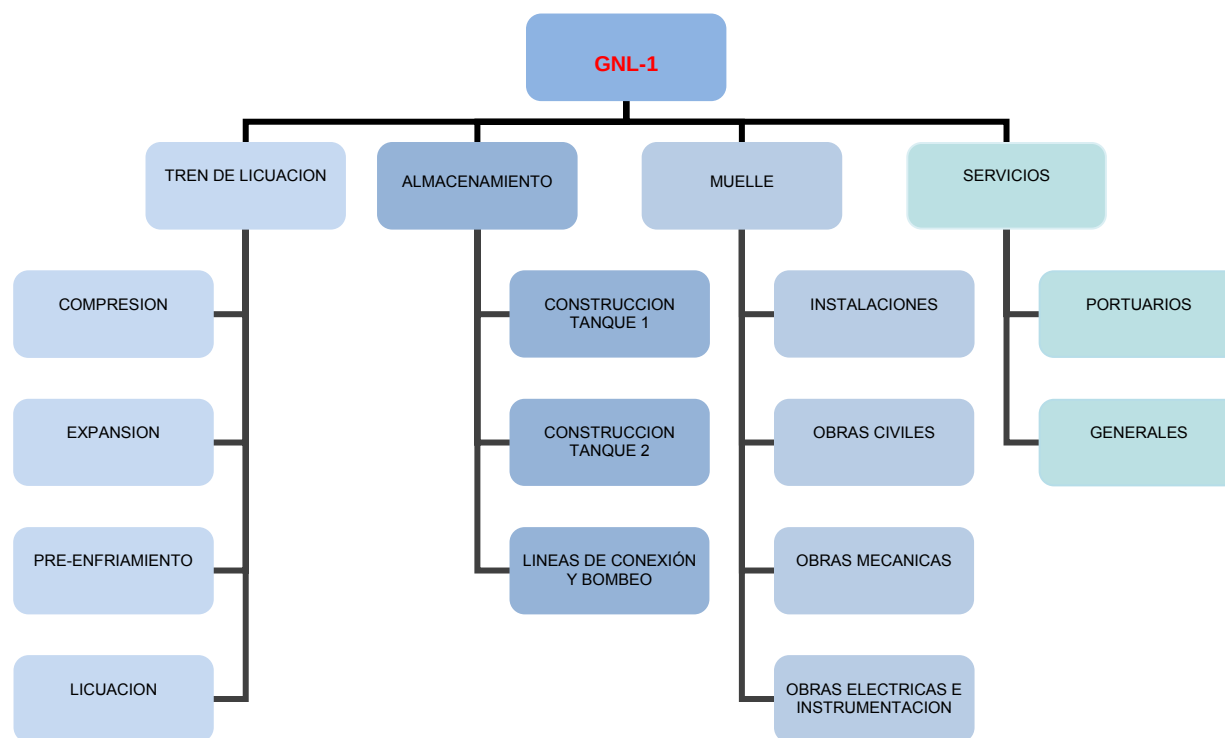


Fig 14. Estructura Desagregada de Trabajo (EDT)

Fuente: Esfuerzo Propio con Apoyo Organización EMCA, Gerencia Ing. en Construcción, PDVSA 2009.

Estimado de Costo Clase V

Los valores aquí presentados están en concordancia con la clasificación del Estimado de Costos Clase V, según el Manual de Normas y Procedimientos de Finanzas para el Presupuesto de Inversiones, es un estimado de orden de magnitud y no tiene confiabilidad definida.

Fecha Base de Costos

El estimado tiene base de cálculo del año 2009.

Tasa Cambiaria utilizada

2.150 Bs/\$US

Metodología de la Estimación

El cálculo empleado para producir el estimado de Orden de Magnitud, se fundamentó en la utilización de datos de Datos Históricos de proyectos similares, con la aplicación de algoritmos matemáticos en función de la capacidad de la planta.

Para el nivel del estudio, esta metodología de cálculo es la más adecuada y está relacionada con el nivel de información que se dispone.

El costo por el concepto de Gestión, Ingeniería, Procura, Construcción y Arranque se determinó como un porcentaje del costo total de la inversión, de 5 %, 4,5%, 40%, 48,48% y 2%, respectivamente.

Exclusiones

Inflación (El estimado esta calculado a valor constante, es decir, a valor presente).

Terrenos.

Financiamiento.

Transporte de Gas (Buques).

Impuesto al Valor Agregado (IVA).

Costo de la Planta

El costo total de la planta de gas natural licuado se encuentra alrededor de 4.0008, 00 MMUS\$. El resumen de los costos de la planta se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 6. Resumen del Estimado de Costos Clase V del proyecto.

LICENCIANTE	INVERSIÓN (MM\$)
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	4008,00
GESTIÓN	200,4
INGENIERÍA	180,92
PROCURA	1603,2
CONSTRUCCIÓN	1943,32
ARRANQUE	80,16
TOTAL DEL PROYECTO	4008,00

Plan de Ejecución del Proyecto

Premisas

El cronograma de desarrollo se elaboró tomando tiempos de ejecución estimados de acuerdo a las características de las unidades a implantar y a la experiencia de proyectos similares desarrollados en el ámbito nacional e internacional.

Con respecto a la construcción de los tanques de almacenamiento de GNL se prevé la contratación temprana de este paquete, por ser parte importante de la ruta crítica del proyecto debido al tiempo que se toma la ejecución de los mismos. Los periodos de ejecución, de acuerdo con el cronograma propuesto, y tomando en consideración las características particulares del proyecto mencionadas anteriormente, fueron los siguientes:

- La Fase Conceptualizar se estima realizar en veinte (20) semanas debido a que la tecnología a ser utilizada en la planta de liquefacción de gas ha sido seleccionada al igual que el sitio donde se ubicará la misma. Por otro lado, se elaborarán el mínimo de productos requeridos para cumplir con los

objetivos establecidos de la fase de conceptualización de acuerdo a la GGPIC.

- La Fase Definir se estima realizar en diez (10) meses debido a que ya se tendría seleccionado el suplidor de equipos mayores. Se estimaron 6 meses adicionales para la contratación de esta fase asumiendo que la misma se realizará con una empresa foránea.

Co respecto a la estrategia de ejecución, para este tipo de proyecto existen las siguientes modalidades de contratación:

Tabla 7. Modalidades de Contratación en el Proyecto de GNL.

IPGC	Ingeniería, Asistencia a la Procura y Gerencia de Construcción.
IPCCP	Ingeniería, Procura y Construcción Por Cost Plus.
IPCCPMG	Ingeniería, Procura y Construcción por Cost Plus con Máximo Garantizado.
IPC	Ingeniería, Procura y Construcción.
LLM	Llave en Mano.

Fuente: Gerencia Ingeniería Construcción, PDVSA. 2010.

La selección de una modalidad sobre otra dependerá fundamentalmente de las restricciones impuestas por el tipo de desarrollo o proyecto, tales como: condiciones financieras establecidas, tamaño de la organización creada al efecto, periodo de tiempo de ejecución, clase de gerencia de proyecto (propia o contratada), disponibilidad en el mercado de los equipos mayores y sus tiempos de entrega.

En el caso específico de planta de Licuefacción de GNL, y tomando en cuenta que la restricción principal es el tiempo total de ejecución (entrada en servicio de la generación eléctrica), se recomiendan dos modalidades de contratación: IPC o LS. La selección de una de ellas, dependerá exclusivamente del tamaño de la organización que se tenga previsto en PDVSA para el desarrollo de proyecto,

para este caso será la Organización Empresas Mixtas Costa Afuera de CVP; con el apoyo de la Gerencia de Ingeniería de Construcción.

Cronograma Ejecución del Proyecto

El período de ejecución del proyecto se estima en aproximadamente 7 años contados a partir del inicio de la ingeniería conceptual. Se estima que arranque para el año 2017.

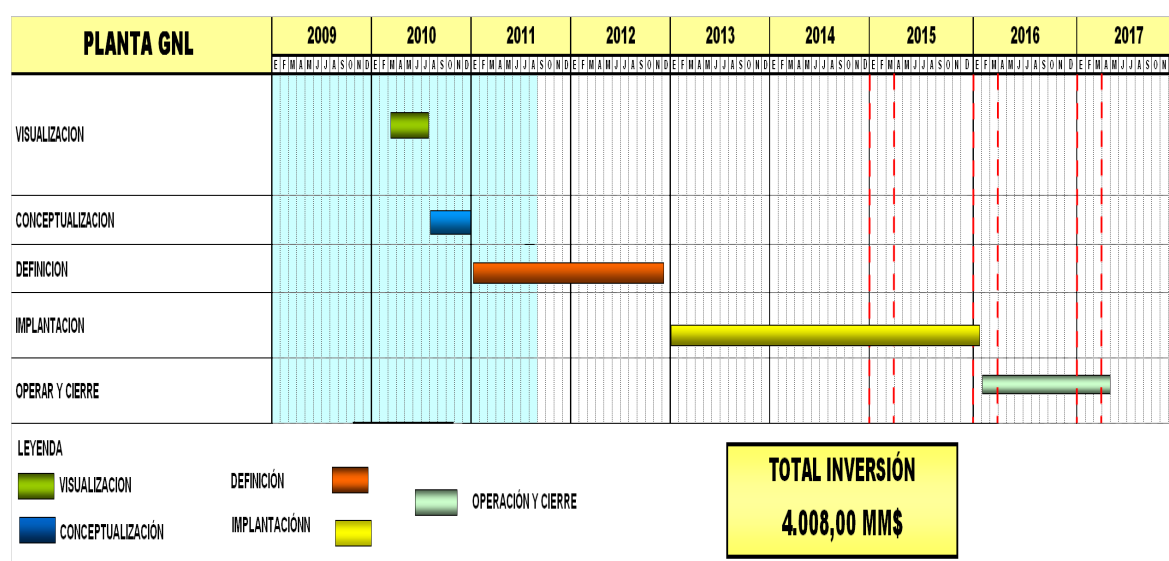


Figura 15. Cronograma de Ejecución de las Fases del Proyecto.

Fuente: Organización EMCA, Gerencia Ing. en Construcción, PDVSA 2009.

Potenciales Riesgos del Proyecto

Uno de los objetivos primarios dentro de la planificación de un proyecto, es la identificación y anticipación de los potenciales riesgos que puedan comprometer el cumplimiento del cronograma planteado, en cuanto a la calidad, costo y tiempo. Existen varios factores que pudieran afectar el desarrollo del proyecto, clasificados de acuerdo con su naturaleza y que son necesarios controlar para garantizar el éxito del mismo.

Factores que afectan el tiempo de ejecución del proyecto

La selección temprana de los suplidores de los equipos mayores requeridos. En este caso se visualiza que los tanques de almacenamiento de GNL tienen un tiempo construcción de varios años. En este sentido, es importante evaluar y decidir su procura durante la Fase de Definir o Ingeniería Básica.

Es importante definir con mayor certidumbre durante la fase de conceptualización los distintos casos extremos de composición de gas para establecer el rango en que debe operar la planta.

Factores que afectan la Factibilidad del Proyecto

Es necesario realizar el estudio de mercado respectivo para determinar si los clientes potenciales podrán recibir los productos de la planta con las consideraciones de costos respectivas. Es importante destacar que a nivel mundial, se están construyendo varias plantas del mismo tipo con comienzo de operación anterior a la de este proyecto y que podrían satisfacer las demandas de las plantas desgasificadoras existentes. La evaluación de mercados alternativos a los tradicionales pudiera ser un factor importante. Básicamente, se entiende que PDVSA se encargará de los procesos de Transporte de gas y Proceso de Licuefacción del Gas. La comercialización podría ser un factor importante debido a posibles requerimientos de especificación del GNL diferentes a las consideradas, que en un caso, podrían hacer que se tenga que hacer variaciones en el proceso con posibles pérdidas de tiempo y en otro caso, podrían simplificar el proceso, disminuyendo costos y tiempo de ejecución. Por otro lado el precio del GNL a nivel de los destinos visualizados es un factor importante en la definición de la rentabilidad del proyecto.

Debido a la incidencia en la factibilidad económica (TIR) del proyecto con respecto a el transporte del GNL, es importante evaluar la estrategia a ser considerada, en base a acuerdos con los posibles transportistas o incluso definir posibles requerimientos de adquisición de una flota propia. En este sentido, estamos suponiendo que la flota que transportará el producto de gas natural

licuado se puede rentar a precios razonables y de que no hay restricciones en la cantidad de buques a ser fletados. Por otro lado, es necesario para la ingeniería del proyecto conocer las características de los barcos a ser utilizados en el muelle de GNL e información con respecto a la cantidad de toques requeridos y ventanas visualizadas en el uso común, por el complejo CIGMA, del área de fondeo y maniobras, así como de los canales de navegación, ya que pueden interferir en la cantidad de toques previstos.

Otro factor que puede afectar es la definición temprana por parte del proyecto del Complejo industrial Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA) de los requerimientos de electricidad, agua, nitrógeno, infraestructura civil, etc. de todo el complejo.

Descripción del Proceso de Acuerdo a la Tecnología de LINDE MFC.

La Tecnología LINDE MFC, es aquel proceso donde se usan múltiples mezclas de refrigerantes en cascada. El proceso es caracterizado por los tres ciclos de refrigerantes siguientes:

- Pre-enfriamiento del gas natural (PCR): el refrigerante empleado en este ciclo es el Propano puro (C_3H_8)
- Licuefacción del Gas Natural (LCR): los componentes empleados como refrigerantes en el ciclo de licuefacción son Metano (CH_4), etano (C_2H_6) y propano (C_3H_8).
- Sub-enfriamiento del GNL (SCR): los componentes empleados como refrigerantes en el ciclo de sub-enfriamiento son Nitrógeno (N_2), metano (CH_4) y etano (C_2H_6).

El gas de entrada a los trenes de licuefacción debe estar previamente pretratado a fin de ser purificado hasta lograr las especificaciones requeridas: Contenido de Agua menor a 0.1 ppm, v; Contenido de Dióxido de Carbono (CO_2) menor que 50 ppm,v. El contenido de Mercurio debe ser menos que 0.01 $\mu g/Sm^3$. La concentración de la llamada Gasolina Natural (C_5+) aguas abajo del pre-tratamiento tiene que ser muy baja para prevenir solidificación y cumplir con las especificaciones del GNL.

La sección de Pre-enfriamiento incluye un arreglo de Intercambiadores de Tubo y Carcasa, así como de “block-in-kettle”. En estos intercambiadores la alimentación de gas natural y las dos mezclas refrigerantes son pre-enfriadas con propano como refrigerante en el Ciclo de Pre-enfriamiento (PCR)

En la sección de licuefacción, el gas natural y el refrigerante del ciclo de sub-enfriamiento (SCR) son licuados por la vaporización del refrigerante del ciclo de licuefacción (LCR) en el primer intercambiador de calor “Espiral Wound”.

En la sección de sub-enfriamiento, el gas natural licuado (GNL) es además sub-enfriado por la vaporización del refrigerante del ciclo de sub-enfriamiento (SCR) en el segundo intercambiador de calor “Espiral Wound”.

La remoción de Nitrógeno (N₂) es requerida si el gas de alimentación presenta más de 1% de nitrógeno. Por lo tanto, el gas rico en Nitrógeno es separado en el “End Flash”, calentado con gas natural y después es comprimido para ser destinado a la Planta Termo-eléctrica.

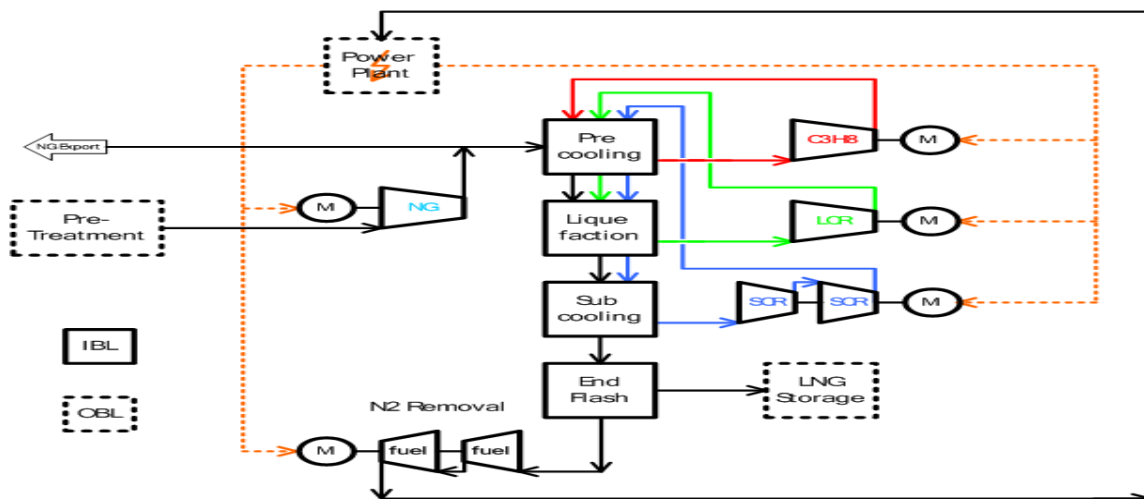


Figura 16. Diagrama de Proceso según la Tecnología de LINDE MFC.

Fuente: Acuerdo de Licencia Año 2009 Linde.

Descripción:

- IBL = dentro del límite de batería
- OBL = fuera del límite de batería
- M = Motor para accionamiento del compresor
- NG = fuera del límite de batería

Corrientes:

- Negra = Gas Natural (NG), GNL
- **roja** = Refrigerante del Ciclo de Pre-enfriamiento (PCR)
- **Verde** = Refrigerante del Ciclo de Licuefacción (LCR)
- **Azul** = Refrigerante del Ciclo de Sub-enfriamiento (SCR)

Estudios de Impacto Ambiental

El estudio de impacto ambiental (EIA), en este proyecto puede considerarse como un análisis previo a su posterior ejecución, de las posibles consecuencias sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas, y la calidad de los servicios ambientales que estos están en condiciones de proporcionar. El Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, es el ente encargado para gestionar estos permisos.

En el desarrollo de la etapa de Visualización de este proyecto, solo se identificaron los Estudios que se procesaran a lo largo de las diferentes Fases del Proyecto.

- Autorización Intervención del Área (AIA): Se refiere al levantamiento Topográfico en el área terrestre de la PGNL (Proyecto Gas Natural Licuado). Para solicitar este permiso solo se requiere una Memoria Descriptiva del proyecto.
- Autorización Intervención Recursos Naturales (AIRN): Abarca la realización de Levantamiento de información Geofísica y Geotécnica en el área terrestre del Proyecto Gas Natural Licuado (PGNL).
- Solicitud de Autorización para Afectación de los Recursos Naturales (AARN) para ejecución de estudios Geotécnicos y Geofísicos en el área marina. Este permiso siempre es solicitado por un Ente externo, y se gestiona al tener un avance de aproximadamente un 60 por ciento (%) de la ingeniería básica.

CAPITULO VI. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Prefactibilidad Económica

Los resultados obtenidos de los Indicadores Financieros del estudio de Prefactibilidad Económica, tales como: Valor presente Neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR) y tiempo de pago dinámico de acuerdo con los lineamientos para las evaluaciones económicas de proyectos de inversión de PDVSA (Sistema de Evaluaciones Económicas “SEE PLUS”). En el cálculo de estos indicadores se incluyen los ingresos por ventas del Gas Natural Licuado (GNL).

Las premisas económico-financieras utilizadas en la evaluación del proyecto de generación, se basaron principalmente en los lineamientos contenidos en el documento LEEPI (Lineamientos para la Evaluación Económica del Portafolio de Inversiones de PDVSA) y en la identificación de mercados potenciales para la comercialización del Gas Natural Licuado (GNL).

En otras palabras, el análisis económico-financiero del proyecto se realiza asumiendo que PDVSA financia, construye y opera la planta de generación. Todos los fondos necesarios provienen internamente de PDVSA, por lo que no se incluye en el análisis el recurrir a fuentes externas de financiamiento.

La evaluación económica de la propuesta de inversión se realizó mediante la metodología del Flujo de Caja Descontado.

Se determinaron los siguientes Indicadores Económicos:

- Valor Presente Neto (VPN).
- Tasa Interna de Retorno (TIR).
- Eficiencia de la Inversión (EI).
- Tiempo de Pago Dinámico.

Se incluyó una tasa del 34% de Impuesto sobre la Renta para los beneficios por concepto de venta de GNL y de productos provenientes del fraccionamiento de líquidos. El poder calorífico del gas natural se fijó en 1023 BTU/PCE (LHV).

Costos de Inversión

Para estimar la Inversión del Proyecto, se consideró como valor referencial la inversión asociada a la Planta de Licuefacción Proyecto Snohvit- Proceso en Cascada/ Tecnología MFC (obtenido de presentación realizada por el equipo de Statoil en Workshop realizado el 09/03/06 “Snohvit LNG- Project Execution”). La inversión asociada a esta Planta (4,3 MMTA) corresponde a 4.800,00 MMUS\$ (Agosto 2005). La Planta de Licuefacción de Gas de Snhovit se encuentra ubicada en Snohvit/Noruega, instalada en una Isla (off Shore) por lo que la inversión es mayor con respecto a una planta ubicada en tierra.

La inversión considerada para la evaluación de un (1) tren de 4,7 MMTA, estaría alrededor de los 4.800,00 MMUS\$. En este caso, se consideró una reducción de 672 MMUS\$ asociado a los procesos de Facilidades de Entrada, Deshidratación, Remoción de mercurio, Endulzamiento, Extracción de Líquidos y Fraccionamiento, y de 120 MMUS\$ asociado a la Planta de Generación Eléctrica. Para el Proyecto GNL (Venezuela) estas instalaciones forman parte del Proyecto PAGMI y del Proyecto Suministro Eléctrico perteneciente al Proyecto Gas Delta Caribe Oriental. El estimado de Inversión Clase V, estaría alrededor de 4.008,00 MMUS\$.

Costos de Operación

Los costos asociados a la Operación y Mantenimiento de la Planta, fueron obtenidos tomando como referencia los porcentajes asociados al Capex, indicados en el estudio realizado por Merlin Associates 2009, tal como se presenta a continuación:

Tabla 8. Costos de Operación de Planta de GNL.

Actividades	% Capex
Trabajo Operativo	0,24
Labor por Mantenimiento	1,95
Proceso de Materiales	0,15
Gastos Marinos	0,3
Dragado de Canales	0,18
Srvicios Técnicos	0,14
Administración General	0,25
Seguros de Operación	0,04
Gastos Miscelaneos	0,3
Total	3,55

Fuente: Tomado de Merlin Associates, 2009.

De la Tabla anterior, se obtiene que los Costos de Mantenimiento pueden ser considerados como un 2,13% del Capex, y los Costos de Operación como un 1,42% del Capex.

Metodología Utilizada

La metodología utilizada para el estudio de prefactibilidad económica, está basada en recopilar los requerimientos o datos de entrada de la Herramienta SEE PLUS, los cuales se muestran a continuación:

- La alimentación a los trenes de Licuefacción de Gas Natural Licuado provendrá de PAGMI (Planta de Acondicionamiento de Gas a Mercado Interno).
- Se considera un valor del Poder Calorífico del GNL de 1023 BTU/PCE.
- Se consideró un precio de venta del GNL FOB Guiria de 6,9 \$/MMBTU (corresponde a la venta en el Puerto, sin considerar el transporte). Este Valor fue obtenido del análisis de sensibilidad realizado por la Gerencia de Evaluación y Desarrollo de Nuevos Negocios (PDVSA CVP), y corresponde al valor más bajo de venta del GNL.

El Horizonte económico de la evaluación corresponde a 20 años, debido a que el paquete empleado SEE PLUS está configurado para este horizonte económico.

Este incluye el periodo de las inversiones del Proyecto (Ingeniería, Procura, Construcción, entre otros). Se considera como año Base 2009.

Se consideró una paridad cambiaria de 2,150 Bs.F por Dólar (US\$).

El precio de adquisición de gas natural se consideró alrededor de 1.32 US\$/MMBTU, basándose en el valor "Break Even" del campo (Gerencia de Evaluación y Desarrollo de Nuevos Negocios-PDVSA CVP).

Tabla 9. Datos de Entrada al Sistema de Evaluaciones Económicas SEE PLUS

Paridad Cambiaria: 2,150 BsF/US\$	
LINDE	
Total (1 Tren)	
Flujo Volumétrico de Gas (MPCED)	750,00
Flujo Másico (MMTA)	4,70
Costo de Producción (Bs.F)	N/A
Consumo de Gas en Operaciones (%)	N/A
Consumo de Gas en Mermas (%)	N/A
Consumo de Gas arrojado a la atmósfera (%)	0,00
Poder Calorífico (BTU/PCED)	1.023,00
Inversión de la Opción Tecnológica (MM\$)	4.008,00
Inversión de la Opción Tecnológica (BsF)	17.234.400.000,00
Costo de Mantenimiento ~ 2,13% Capex (MM\$)	170,74
Costo de Mantenimiento ~ 2,13% Capex (BsF)	367.092.720,00
Costo de Operación 1,42% Capex (MM\$)	113,83
Costo de Operación 1,42% Capex (BsF)	244.728.480,00
Precio de Venta del GNL FOB Guiria (US\$/MMBTU)	6,90
Ingreso por Venta Anual (MUS\$)	3.864.638.250,00
Año Base Evaluación	2.009
Impacto en Tiempo de las Opciones	1 año
Precio pagado por el Gas recibido (US\$/MMBTU)	1,32
Precio pagado por el Gas recibido Anual (US\$)	739.322.100,00

Fuente: Gerencia de Eval. de Negocios (PDVSA CVP).2010.

Indicadores Económicos

Los Indicadores de Rentabilidad obtenidos (TIR, VPN, Eficiencia de la Inversión, Periodo de Recuperación dinámico) se muestran a continuación:

Tabla 10. Índices de Rentabilidad obtenidos por el SEEPLUS

Indicadores de Rentabilidad	
Tasa Interna de Retorno (%)	16,77
Valor Presente Neto al 12% (MUS\$)	1.022.588,56
Eficiencia de la Inversión (\$/\$)	1,36
Periodo de Recuperación Dinámico (años)	8,13

Fuente: Gerencia de Eval. de Negocios (PDVSA CVP).2010

Resultados

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla N° 10, indican la rentabilidad del Proyecto GNL Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado), de acuerdo al comportamiento de los índices de rentabilidad (valores de la Tasa Interna de Retorno y del Valor Presente Neto mayor al 15% y a cero (0) respectivamente), de acuerdo con los valores estimados y premisas consideradas en el desarrollo de la fase de visualización de este proyecto; a través de este trabajo especial de grado, la instalación de la Planta de Gas Natural Licuado (GNL) cumple con las exigencias mínimas para ser aceptado dentro del portafolio de inversiones de PDVSA, y como parte de los Nuevos Planes Estratégicos de PDVSA en el área Costa Afuera; ya que su VPN es de 1.022.588,56 MMUS\$ y TIR de 16,77.

Sin embargo, dada la incertidumbre presente en muchos aspectos esenciales del negocio del GNL (Por ejemplo: el precio de venta del GNL o el costo de producción del gas natural), estos resultados pueden variar considerablemente en las próximas fases.

CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Actualmente, existe una alta demanda de GNL a nivel mundial y Venezuela tiene previsto incorporar al mercado 4,7 MMTA de GNL para el año 2017, mediante la instalación de una (1) Planta de Licuefacción de Gas Natural.

Entre los posibles clientes de la Planta de GNL Venezuela se encuentran: Argentina, Portugal, Cuba y Jamaica.

Para cumplir con el propósito del Proyecto se requiere:

- Disponer del Potencial de Producción (PDO) de los Bloques dos (2) y tres (3) de Plataforma Deltana.
- Garantizar la incorporación de la producción perteneciente a los campos Plataforma Deltana Bloques dos (2) y tres (3) a PAGMI Fase II, la cual posteriormente alimentará a la planta de licuefacción de gas natural.
- Concretar los clientes que requerirán GNL de la Planta de licuefacción de gas natural.
- Licitación oportuna de servicios contratados.
- Trámites de permisología para ejecución de obras.
- Minimizar el tiempo empleado en la adquisición de servicios suministrados por terceros como lo son la procura de materiales y la ejecución de obras.

La visualización de la implantación de una planta de Licuefacción de Gas Natural, (GNL) en el Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA), ubicado en Güiria, tiene los méritos suficientes para solicitar a los entes aprobadores, la continuación de la siguiente Fase del Proyecto Gas Natural Licuado, basándose en los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de este trabajo especial de Grado.

Recomendaciones

Por tanto, se recomienda revisar, detallar y profundizar los resultados obtenidos en la fase de visualización, en el estudio de factibilidad económica de la fase conceptual, antes de tomar una decisión definitiva.

CAPITULO VIII. EVALUACIÓN DEL PROYECTO DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO.

Lecciones Aprendidas

El Presente Trabajo Especial de Grado, está enmarcado en el desarrollo de la fase de visualización, para proveer de la instalación de una planta de Gas Natural Licuado necesaria para procesar 750 millones de pie cúbicos diarios (MMPCD) de gas, proveniente de los Bloques dos (2) y tres (3) de Plataforma Deltana, con la finalidad de producir un promedio de 4,7 millones de toneladas métricas por año (MMTA) de Gas Natural Licuado (GNL).

El desarrollo de la fase de visualización, es un subcomponente de un proyecto global que forma parte del Desarrollo Gasífero Delta Caribe Oriental (GDCO) como parte de los nuevos Planes Estratégicos de la Nación y del Plan Siembra Petrolera de PDVSA.

A lo largo del desarrollo de este proyecto se pudo abordar diferentes situaciones que servirán en un futuro como lecciones aprendidas para el desarrollo de otros proyectos similares en el país. Para obtener la descripción de estas lecciones aprendidas se realizó una revisión general del proyecto, abordando la metodología empleada y el resultado o definición final de cada uno de los objetivos planteados.

Una de las principales lecciones aprendidas, está sujeta a la necesidad de transferencia de conocimientos con empresas de otros países que posean la experiencia técnica en este tipo de proyectos; era imperativo la capacitación del personal ya sea a través de asignaciones de los profesionales técnicos involucrados en el proyecto a otras empresas fuera del país conocedoras y ejecutoras de proyectos de esta magnitud; esta actividad se hubiese acelerado en los tiempo del inicio del proyecto, en el desarrollo más temprano de la visualización del proyecto, y quizás el cronograma de las etapas siguientes;

considerando que el mismo se ha venido prolongando en el tiempo como proyecto de impacto en diferentes planes estratégicos de PDVSA.

Evaluando el desarrollo de algunos de los objetivos específicos del proyecto, podemos reflexionar en algunos aspectos importantes dentro de este mismo tema de lecciones aprendidas.

En cuanto al Propósito del Proyecto, asociado a la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL), inicialmente había diversidad de opiniones considerando que no estaba claro la estrategia a considerar asociada a los potenciales mercados para el negocios del proceso de GNL, surgieron muchas reuniones para abordar este tema, lo que implicó pérdida de tiempo en el desarrollo de este entregable como parte de la etapa de visualización. Considero como lección aprendida que la estrategia asociada al propósito del proyecto debe estar bien definida y totalmente aprobada, por tal razón es necesario antes de la etapa de visualización contar con un Documento de Soporte de Decisión (DSD) ya aprobado por todos los niveles de Autoridad Correspondientes de la organización ejecutora del proyecto.

En el desarrollo de los entregables descritos en el Capítulo V, de este trabajo especial de grado; se hace mención a las lecciones aprendidas; una de ellas esta asociada a los conocimientos en el área de estimación de costos para este tipo de proyectos; debe existir en PDVSA y sus filiales una organización encargada básicamente en esta área de tanta importancia. Para desarrollar el estimado de costos clase V, se pudo comprobar que había deficiencia de profesionales capacitados para el manejo de los sistemas de evaluaciones económicas.

La lección aprendida considerada más importante, es que en el país existe el potencial necesario en diversidad de recursos para ser explotados, y que con la activación de intercambios de tecnologías y conocimientos técnicos con otros países y otras empresas a nivel mundial, el personal profesional del país estará en capacidad de enfrentar retos asociados a desarrollo de este tipo de proyectos de gran magnitud y complejidad.

En este trabajo especial de grado se puede definir en resumen que la interpretación de algunas de las lecciones aprendidas mencionadas, son los conocimientos por medio de una reflexión sobre una experiencia, que puede ser positiva o negativa en el desarrollo de un proyecto.

PROJECT CHARTER

**DESARROLLO DE LA FASE DE VISUALIZACIÓN PARA LA
INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE LICUEFACCIÓN DE GAS
NATURAL LICUADO (GNL).**

Presentado por:

Ing. Mariela de los A. Morales Moreno
C.I V-13.029.276

Contenido

Sección 1. Análisis del Proyecto	3
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Descripción del Proyecto.....	3
1.3 Objetivos del Proyecto	3
1.4 Alcance del Proyecto.....	4
1.5 Factores Críticos de Éxito	4
1.6 Restricciones.....	5
Sección 2. Administración y Etapas del Proyecto.....	6
2.1 Administración de Fondos.....	6
2.2 Administración de Control del Proyecto	6
2.3 Entregables Importantes del Proyecto	6
Sección 3. Organización del Proyecto	7
3.1 Estructura del Proyecto	7
3.2 EDT del Proyecto	7
Sección 4. Acrónimos	8

Sección 1. Análisis del Proyecto

1.1 Planteamiento del Problema

El Proyecto denominado Gas Natural Licuado está enmarcado dentro del Desarrollo Gasífero Delta Caribe Oriental (GDCO) como parte de los nuevos Planes Estratégicos de la Nación y del Plan Siembra Petrolera de PDVSA; es por ello que CVP (Corporación Venezolana del Petróleo) y Filial de PDVSA; está llevando a cabo la ejecución de este proyecto, el cual contempla la instalación de una Planta de Licuefacción para manejar la producción de gas proveniente de los desarrollos Costa Afuera (Plataforma Deltana Bloque 2 y 3) a fin de destinar el gas natural licuado hacia mercados estratégicos, permitiendo incorporar a Venezuela como país exportador de este combustible.

El Proyecto Gas Natural Licuado es considerado uno de los de mayor importancia para la evolución de la Industria Gasífera Nacional, y tendrá un aporte significativo tanto en la generación de ingresos para el país como en el desarrollo social en el área de influencia.

La necesidad de transportar el gas proveniente de los Bloques dos (2) y tres (3) de Plataforma Deltana a largas distancias para exportación, conduce a convertirlo de su estado gaseoso a líquido, a través de procesos de refrigeración, su volumen inicial se reduce seiscientas veces, lo que permite mayor eficiencia de manejo para efectos de transporte a largas distancias. La instalación de una Planta de Licuefacción permitirá transportar las reservas de gas no asociado localizadas en los yacimientos de los Bloques dos (2) y tres (3), para su proceso en la Planta de Gas Natural Licuado (GNL-I), con lo cual se estará cubriendo parte de la demanda estratégica existente en materia de gas, monetizando de esta manera las reservas de gas certificadas en Plataforma Deltana.

1.2 Descripción del Proyecto

Proveer la instalación de una infraestructura necesaria para procesar 750 MMPCD de gas, para producir un promedio de 4,7 millones de toneladas métricas por año (MMTA) de Gas Natural Licuado (GNL), una vez acondicionado y procesado en la Planta de Acondicionamiento de Gas para ser enviado al Mercado Interno (PAGMI), para su exportación.

1.3 Objetivos del Proyecto

Objetivo General

Desarrollar la Fase de Visualización para la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL), como parte de los Nuevos Planes Estratégicos de PDVSA en el área Costa Afuera.

Objetivos Específicos

Establecer el Propósito del Proyecto, asociado a la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL).

Verificar la Alineación del proyecto para la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL), con las estrategias Corporativas de PDVSA y sus empresas Filiales.

Definir el Alcance del Proyecto "Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL)"

Elaborar Estimado Clase V y el Plan de Ejecución, para la Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL).

Evaluar la factibilidad técnica y económica para proseguir con el Proyecto "Instalación de una Planta de Licuefacción de Gas Natural Licuado (GNL)".

1.4 Alcance del Proyecto

El proyecto asociado a la instalación de una planta de Gas Natural Licuado para procesar 750 MMPCD, y producir un promedio de 4,7 millones de toneladas métricas por año (MMTA) de Gas natural licuado; proveniente de los bloques dos (2) y tres (3) de Plataforma Deltana; abarca la procura y construcción de la planta de liquefacción, considerando las facilidades de adecuación del gas, procesamiento, almacenamiento y exportación de los productos, así como, las obras civiles y electromecánicas asociadas, servicios de ingeniería, gerencia del proyecto, servicios en sitio, arranque y puesta en marcha, instrumentación y pruebas, entrenamiento y soporte de operación y mantenimiento.

Se tiene previsto instalar la planta de licuación de gas, que comprende a su vez de dos (2) tanques de almacenamiento de GNL, de (siento sesenta) 160 mil metros cúbicos de capacidad, un (1) muelle de exportación de GNL y sus respectivos servicios.

Se estima destinar aproximadamente 10% del costo del proyecto, al desarrollo de proyectos sociales, distribuidos en Infraestructura Social, Educación y Núcleos de Desarrollo Endógeno, que forman parte del proyecto global.

1.5 Factores Críticos de Éxito

Factores que afectan el tiempo de ejecución del proyecto

La selección temprana de los suplidores de los equipos mayores requeridos. En este caso se visualiza que los tanques de almacenamiento de GNL tienen un tiempo construcción de varios años. En este sentido, es importante evaluar y decidir su procura durante la Fase de Definir o Ingeniería Básica.

Es importante definir con mayor certidumbre durante la fase de conceptualización los distintos casos extremos de composición de gas para establecer el rango en que debe operar la planta.

Factores que afectan la Factibilidad del Proyecto

Es necesario realizar el estudio de mercado respectivo para determinar si los clientes potenciales podrán recibir los productos de la planta con las consideraciones de costos respectivas. Es importante destacar que a nivel mundial, se están construyendo varias plantas del mismo tipo con comienzo de operación anterior a la de este proyecto y que podrían satisfacer las demandas de las plantas desgasificadoras existentes. La evaluación de mercados alternativos a los tradicionales pudiera ser un factor importante. Básicamente, se entiende que PDVSA se encargará de los procesos de Transporte de gas y Proceso de Licuefacción del Gas. La comercialización podría ser un factor importante debido a posibles requerimientos de especificación del GNL diferentes a las consideradas, que en un caso, podrían hacer que se tenga que hacer variaciones en el proceso con posibles pérdidas de tiempo y en otro caso, podrían simplificar el proceso, disminuyendo costos y tiempo de ejecución. Por otro lado el precio del GNL a nivel de los destinos visualizados es un factor importante en la definición de la rentabilidad del proyecto.

Debido a la incidencia en la factibilidad económica (TIR) del proyecto con respecto a el transporte del GNL, es importante evaluar la estrategia a ser considerada, en base a acuerdos con los posibles transportistas o incluso definir posibles requerimientos de adquisición de una flota propia. En este sentido, estamos suponiendo que la flota que transportará el producto de gas natural licuado se puede rentar a precios razonables y de que no hay restricciones en la cantidad de buques a ser fletados. Por otro lado, es necesario para la ingeniería del proyecto conocer las características de los barcos a ser utilizados en el muelle de GNL e información con respecto a la cantidad de toques requeridos y ventanas visualizadas en el uso común, por el complejo CIGMA, del área de fondeo y maniobras, así como de los canales de navegación, ya que pueden interferir en la cantidad de toques previstos.

Otro factor que puede afectar es la definición temprana por parte del proyecto del Complejo industrial Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA) de los requerimientos de electricidad, agua, nitrógeno, infraestructura civil, etc. de todo el complejo.

1.6 Restricciones

- Contratación de la tecnología.
- Tiempo de ejecución del proyecto asociado a las contrataciones de construcción requeridas.
- Disponibilidad en el mercado de los equipos mayores y sus tiempos de entrega.
- Aumento en la demanda del servicio eléctrico, déficit en el sistema eléctrico.

Sección 2. Administración y Etapas del Proyecto

2.1 Administración de Fondeo

El Método de Financiamiento del Proyecto es a través de un Presupuesto Estimado de Inversión, previa las evaluaciones económicas respectivas. Dicho proyecto forma parte de la Cartera de Negocios y los Planes Estratégicos de PDVSA.

2.2 Administración de Control del Proyecto

La Ejecución Técnica del Proyecto será a través de la Organización de Ingeniería en Construcción de PDVSA, y el Control Administrativo del Negocio y seguimiento del Presupuesto se realizará a través de la Organización Empresas Mixtas Costa Afuera de CVP.

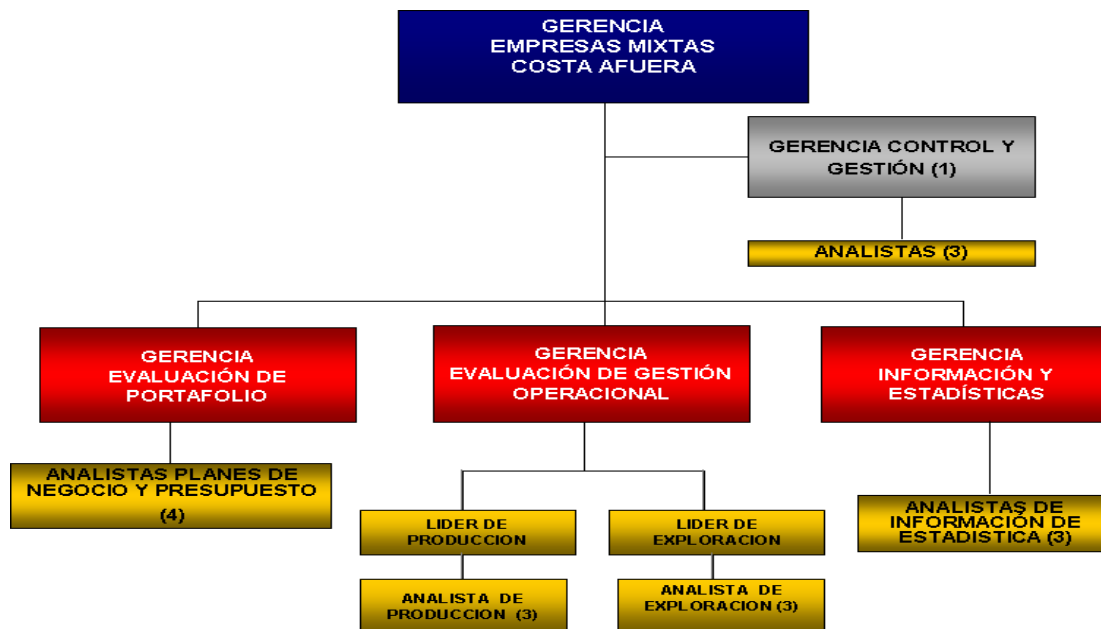
2.3 Entregables Importantes del Proyecto

Los Entregables asociados a este proyecto, corresponden la definición de las actividades a desarrollar y que forman parte de una fase de visualización. Los Entregables a definir en esta etapa de Visualización son los siguientes:

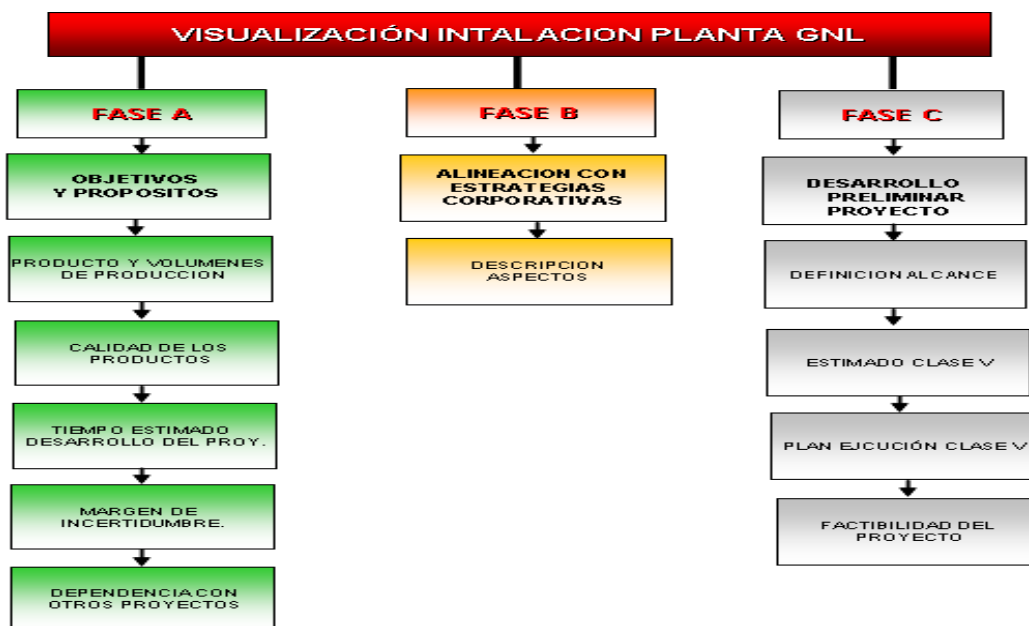
- Los Objetivos y propósitos del proyecto.
- La Alineación del proyecto con estrategias Corporativas.
- El Desarrollo preliminar del proyecto, describiendo los aspectos siguientes: Alcance del proyecto, estimado de costos clase V, plan de ejecución clase V, documento de factibilidad del proyecto.

Sección 3. Organización del Proyecto

3.1 Estructura Organizativa



3.2 Estructura Desagregada de Trabajo



Sección 4. Lista de Acrónimos

ACRÓNIMOS	SIGNIFICADO
BMC	Billones de Metros Cúbicos
BPC	Billones de Pies Cúbicos
CII	Construction Industry Institute (Instituto Industrial de la Construcción).
CIV	Colegio de Ingenieros de Venezuela
CVP	Corporación Venezolana de Petróleo
EDT	Estructura Desagregada de Trabajo
FEL	Front End Loading
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas
GDCO	Gasífero Delta Caribe Oriental
GGPIC	Guías de Gerencia de Proyectos de Inversión Capital
GNL	Gas Natural Licuado
MMPCD	Millones de Pie Cúbicos Diarios
MMTA	Millones de Toneladas Métricas
PDVSA	Petróleos de Venezuela
PMI	Project Management Institute