

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PETRÓLEO**



**INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE METANOL A PARTIR
DEL GAS NATURAL DE CAMISEA**

**TITULACIÓN POR ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS PARA
OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
PETROQUÍMICO**

ELABORADO POR:

**GUILLERMO EUGENIO ADOLFO CABRERA
AGRAMONTE**

PROMOCIÓN 1992

LIMA – PERU

2005

ÍNDICE

1. Sumario
2. Introducción
 - 2.1. Metanol como combustible
 - 2.1.1. Energía vía una célula del combustible para los usuarios domésticos
 - 2.1.2. Generación de energía en una escala industrial
 - 2.1.3. Como un combustible del transporte vía una célula de combustible
 - 2.1.4. Metanol como materia de base Petroquímica
 - 2.1.5. Metanol para gasolina
 - 2.1.6. Metanol para hidrógeno
 - 2.1.7. Metanol para DME
 - 2.1.8. Metanol para olefinas
 - 2.2. Las mega plantas de metanol del futuro
 - 2.3. Seguridad de la fuente (confiabilidad de la planta)
 - 2.4. Metanol de bajo costo
 - 2.5. Conclusiones
3. Contenido
 - 3.1. Capítulo I : Estudio de Mercado
 - 3.1.1. Análisis de la Demanda
 - 3.1.2. Análisis de la Oferta
 - 3.1.3. Desarrollo de Nuevos Mercados
 - 3.2. Capítulo II : Disponibilidad de Materia Prima
 - 3.2.1. El gas natural de Camisea
 - 3.2.2. Composición del Gas Natural
 - 3.2.3. Precio del Gas Natural de Camisea
 - 3.2.4. Precio del Gas Natural en el Mundo
 - 3.3. Capítulo III : Tamaño del Proyecto
 - 3.3.1. Factores determinantes del proyecto
 - 3.3.2. Factores restrictivos
 - 3.3.3. Selección del tamaño
 - 3.4. Capítulo IV : Localización del Proyecto
 - 3.4.1. Alternativas de Localización
 - 3.4.2. Factores Locacionales
 - 3.4.3. Análisis de Factores según alternativas
 - 3.4.4. Criterio de Factor Preferencial
 - 3.4.5. Criterio del Factor Dominante
 - 3.4.6. Selección de la Localización
 - 3.5. Capítulo V : Ingeniería del Proyecto
 - 3.5.1. Características del Producto
 - 3.5.2. Planta de Metanol típica
 - 3.5.3. Mega planta de Metanol
 - 3.6. Capítulo VI : Evaluación del Proyecto
 - 3.6.1. Organización y administración
 - 3.6.2. Evaluación Económica
 - 3.6.3. Indicadores de Evaluación
 - 3.6.4. Tasa de Descuento
 - 3.6.5. Valor Actual Neto (VAN)
 - 3.6.6. Tasa Interna de Retorno (TIR)
 - 3.6.7. Índice de Rentabilidad

- 3.6.8. Periodo de Recuperación
- 3.6.9. Análisis de los resultados
- 3.7. Capítulo VII : Impacto Ambiental
- 4. Conclusiones y Recomendaciones
- 5. Bibliografía
- 6. Anexos
 - 6.1. Anexo 1: Planilla de datos de Seguridad del Metanol
 - 6.2. Anexo 2: Datos de precio de venta por TM de Metanol de Methanex.

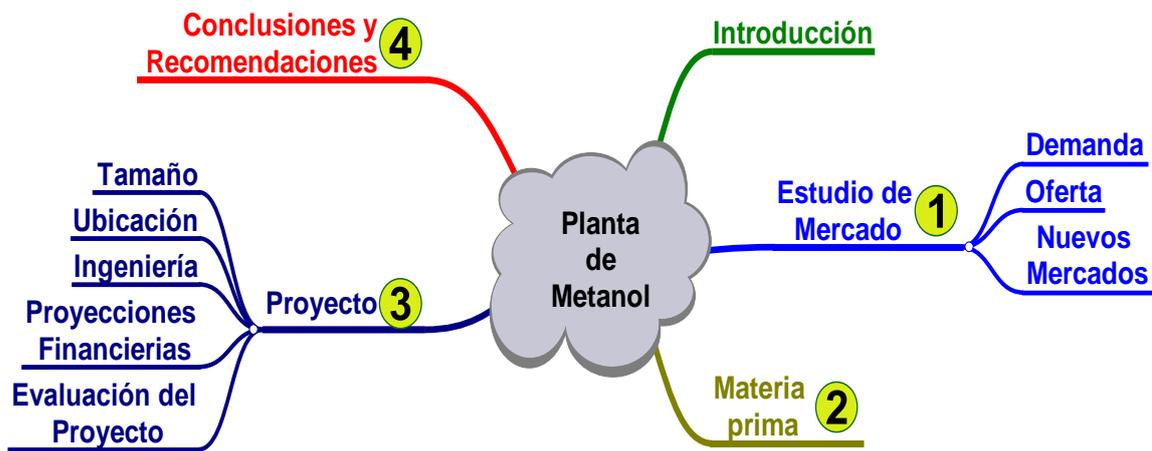
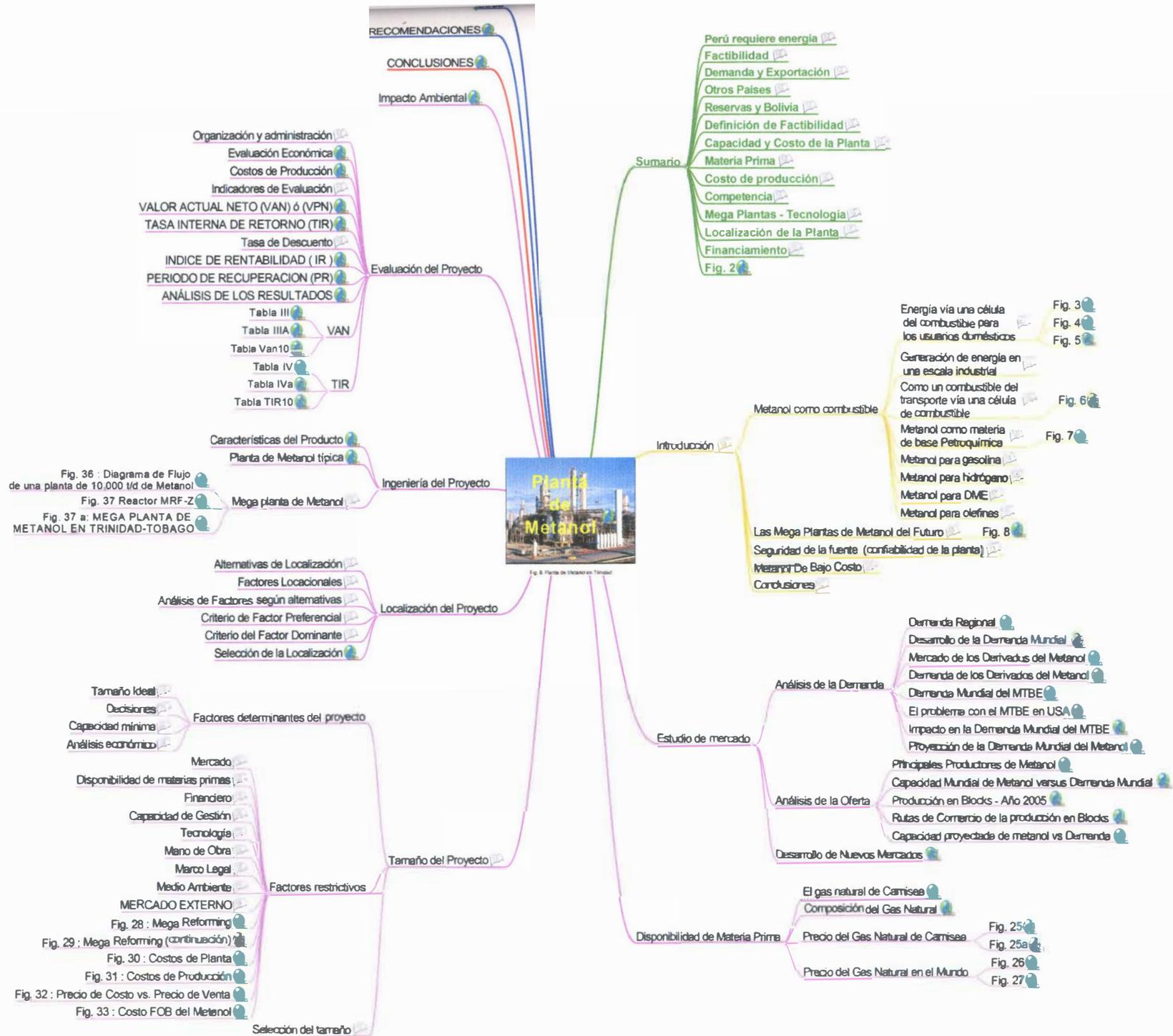


Fig. 1: Mapa Mental de la Tesis

**Piensa en grande,
y tus hechos crecerán**



1. Sumario

Si tenemos en cuenta que en el Perú se requiere urgentemente de energía para lograr un vigoroso programa de desarrollo, así como por la baja de las reservas de petróleo y el permanente déficit de energía eléctrica, aunado a la hoy real explotación del Gas de Camisea, que éste año llegó inclusive a través del gasoducto hasta la ciudad de Lima, lo que representa, un gran avance para nuestro País, que ha de solucionar en parte el problema energético nacional consideramos que la factibilidad de instalar una planta de Metanol, para darle un gran valor agregado a dicho gas é iniciar una cadena productiva de industrialización en nuestro País es una necesidad perentoria y factible.

A través del presente trabajo queremos demostrar que es factible instalar una planta de Metanol en el País a partir del Gas de Camisea.

Considerando que todavía existe una gran demanda de Metanol en el mundo, cuyas aplicaciones y utilizaciones se van incrementando día a día con nuevos descubrimientos, éste producto es y seguirá siendo materia prima muy importante para el desarrollo industrial en el mundo, por ello, creemos que ya que estamos en un mundo globalizado, la producción de metanol, con una demanda interna muy pequeña, ha de ser **fundamentalmente para exportación**.

Si bien es cierto, que países de nuestra región como Chile y Argentina optaron ya hace muchos años por el proyecto de metanol con excelentes resultados y con grandes perspectivas para el futuro, tenemos hoy el privilegio de contar con una reserva propia y probada de aproximadamente 13 Trillones de pies cúbicos de Gas Natural en los reservorios de San Martín y Cashiriari ,lo que nos proveerá de la materia prima necesaria para la instalación de dicha planta. Aparte de los futuros reservorios que puedan descubrirse y de la posibilidad de contar con la cercanía del gas natural boliviano de Tarija que por los acontecimientos actuales é históricos es muy probable que la salida de dicho gas al Pacífico se lleve a cabo a través de nuestro territorio.

En general se considera factible un proyecto cuando su ejecución es posible mediante tecnologías conocidas y probadas y cuya economía asegura la devolución y remuneración satisfactoria de las inversiones que requiere.

En éste trabajo he considerado que es factible la instalación de una planta de producción de Metanol con una capacidad de 10,000 toneladas métricas por día a partir del Gas Natural de Camisea. El costo de ésta planta será de 515 millones de dólares USA cuyo abastecimiento en materia prima estará dado a partir del Gasoducto que viene hasta la Ciudad de Lima, el cual tiene una capacidad de 450 millones de pies cúbicos por día, aunque inicialmente, está en un abastecimiento de 250 millones de pies cúbicos por día. Dicha planta requiere de 275 millones de pies cúbicos por día.

Según lo informado por la Compañía administradora del Gasoducto, la utilización inicial para la industria, plantas energéticas y uso doméstico está previsto para utilizar solo 75 millones de pies cúbicos por día, existiendo con creces la materia prima necesaria .

Para una planta como la proyectada el costo de producción es de 120 dólares por tonelada métrica de metanol y actualmente el costo en el mercado mundial, se encuentra en un promedio de 200 dólares ,lo que nos llevó a hacer un análisis de rentabilidad económica positivo.

Hicimos el análisis del mercado mundial de metanol y de la demanda mundial hasta el año 2020, concluyendo que el proyecto es sostenible en el tiempo.

En cuanto a los posibles demandantes de nuestro producto hicimos un análisis riguroso y consideramos que con el bajo costo de producción en ésta Mega planta tendríamos excelentes oportunidades frente a nuestros competidores, sabiendo que en la actualidad gran cantidad de plantas de metanol en el mundo, se están viendo en la necesidad de cerrar por los altos costos que les demanda su pequeña ó mediana capacidad instalada (menores a 5,000 TM/día) así como también por la falta de la materia prima necesaria.

La tecnología en éstas Mega plantas ha hecho posible la disminución en los costos de producción, así como también incrementar el consumo de metanol en una serie de rubros, desplazando a otros productos que hasta hace poco se consideraban insustituibles, para ello hemos hecho el análisis de la futura demanda en cuanto a nuevas aplicaciones.

La localización de la planta, está planteada en el distrito de Ventanilla, zona que se ha convertido en un polo de desarrollo industrial y además que según la Compañía distribuidora del gas en Lima, diseñaron llevar un ramal de distribución hacia ese distrito para suministrar gas natural a la central Termoeléctrica ubicada en dicha zona.

La financiación de dicha planta considero que puede hacerse a través de una licitación internacional, en la que el estado a través de PerúPetro, debe ser el ente promotor fundamental.



Fig. 2: Apertura de la válvula en Malvinas

2. Introducción

La demanda mundial del metanol en el 2004 fue cerca de 33.5 millones de toneladas métricas, un 4 % mas que en el 2003.

La realización de mega plantas de metanol actualmente bajo construcción, la economía de escala y la producción resultante, inferior, son los ingredientes cruciales requeridos para nuevos potenciales consumidores de metanol.

Las plantas actuales solamente abastecen los mercados tradicionales.

2.1. Metanol como combustible

El metanol tiene el potencial de ser utilizado como combustible en una variedad de usos. Los siguientes son los principales usos.

- Energía vía una célula del combustible para los usuarios domésticos
- Generación de energía en una escala industrial
- Como un combustible del transporte vía una célula del combustible
- Directamente en los pool de la gasolina(como M85)

2.1.1. Energía vía una célula del combustible para los usuarios domésticos

Un aplicación potencial para el metanol vía las células del combustible se da para la generación de energía estática en sitios remotos o donde el consumidor no considera la fuente de alimentación existente como confiable. Estos usuarios estáticos se podrían dar para el uso residencial, energía de emergencia o para las aplicaciones recreacionales lejos de las unidades domésticas caseras y pequeñas que ya está disponible en Norteamérica. Una ventaja adicional a la industria del metanol es que la tasación al por menor del metanol al mercado de consumidor tiene el potencial de rendir un rédito más alto a los productores del metanol.

El grupo japonés de electrónica Toshiba ha desarrollado el prototipo de la pila más pequeña con combustión de metanol del mundo, destinada a ser utilizada en los walkman o cascos telefónicos móviles.



Fig. 3. Modelo de célula de combustible

La nueva pila pesa tan solo 8,5 gramos y puede alimentar un reproductor MP3 durante 20 horas con una recarga de 2 cm cúbicos de metanol altamente concentrado. sus dimensiones son de 22 x 45 x 4,4 mm.

Toshiba piensa comercializar estas pilas a combustión de metanol para ordenadores personales en 2004 y para pequeños equipos portátiles en 2005, ha afirmado el grupo.

En octubre, Toshiba había anunciado haber concebido la pila más pequeña del mundo a combustión de metanol directo, que podía meterse en el

bolsillo de un pantalón y contenía un cartucho de 25 cm cúbicos con una autonomía de 20 horas.

Una pila de estas características no transforma la estructura de metanol para quitarle el hidrógeno, sino que es alimentada directamente por el metanol. La nueva pila es la más pequeña del mundo de ambos tipos, a metanol directo o no, ha precisado este jueves un portavoz de Toshiba.

Estas pilas no emiten partículas, gases contaminantes o de efecto invernadero

Inventada en 1839 por un británico, William Grove, produce electricidad por la reacción de la molécula de hidrógeno (H₂) con la molécula del oxígeno del aire (O²) y solo rechaza el vapor del agua (H₂O).

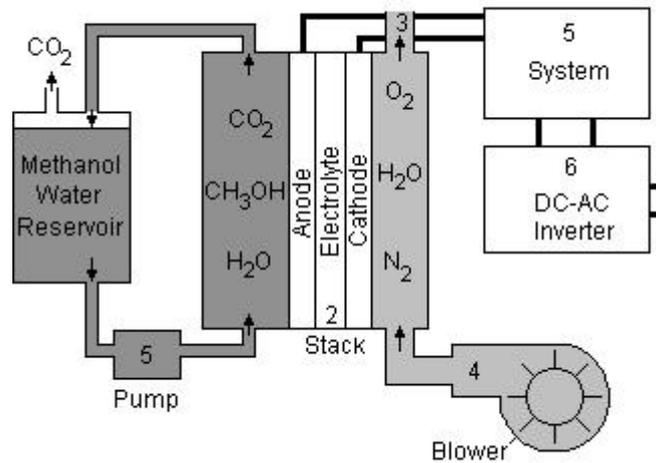


Fig. 4

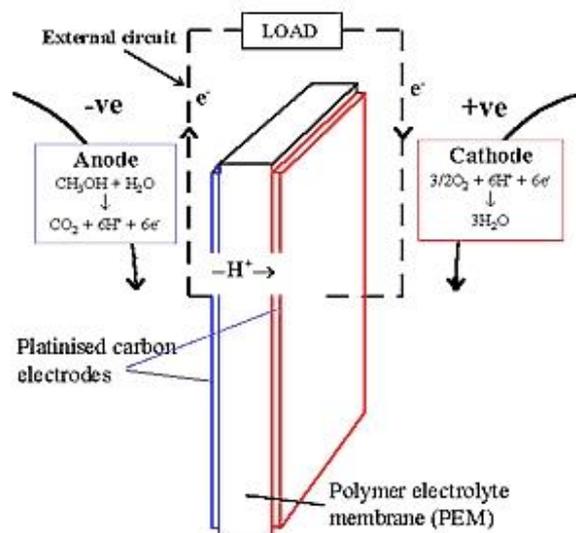


Fig. 5

2.1.2. Generación de energía en una escala industrial

El metanol se puede utilizar directamente como combustible a las turbinas de gas de tamaño industrial. Con precios de la gasolina natural altamente cíclicos, el uso del metanol como combustible alternativo durante períodos de los altos precios de la gasolina (según lo visto recientemente en Norteamérica) es una perspectiva verdadera - dando a los productores de energía una oportunidad de atenuar su costo de combustible contra los peores extremos del ciclo del precio de la gasolina natural. Como ejemplo, si la capacidad de una planta de metanol de 7.000 TM/día fuera dedicada a una turbina de gas, central eléctrica combinada del ciclo produciría alrededor 800 MW de energía. Éste es el tamaño típico de las nuevas unidades de la generación de energía de la turbina de gas bajo construcción en California hoy.

2.1.3. Como un combustible del transporte vía una célula de combustible

El concepto del metanol como el combustible en la opción en células de combustible se ha propuesto extensamente. Habrá crecimiento significativo en la demanda del metanol para las células del combustible como pasamos la fecha del lanzamiento del año 2004. Por ejemplo la primera planta de producción de la célula del combustible del Reino Unido se está construyendo en País de Gales para abastecer a las necesidades de la facilidad comparativa de la industria del automóvil. El transporte y el almacenaje, permite al metanol ser vendido directamente al público en general con confianza. Será interesante ver cómo este uso potencial del metanol se convierte contra las opiniones que son promovidas por los combustibles competentes.



Fig. 6: Ventas de Celdas de Combustible

Las investigaciones técnicas relacionadas con la venta del metanol al público en general han sido tratadas ya por la introducción de la mezcla M85 en California. Éstos necesitarán ser revisados cuando se introduzcan las células accionadas por metanol combustible y un programa en la conciencia pública para proyectar las ventajas del metanol ayudará grandemente.

Los consumidores son probables cambiar de gasolina al metanol solamente después que les convencen de sus ventajas relacionadas con el precio, el ambiente y la conveniencia. En el área del transporte solamente se espera que cada vehículo de la célula del combustible consuma en exceso de una tonelada de metanol por año

Si hay un interruptor del motor de combustión para aprovisionar de combustible las células como los medios de la propulsión, las cantidades de metanol necesitadas para satisfacer este mercado serán altamente significativas. Si va el metanol a ser aceptado en este mercado, los consumidores necesitarán tener confianza en la seguridad de la fuente, en un precio competitivo a la gasolina al diesel y otros combustibles actuales .

A este respecto la confiabilidad de las mega plantas del metanol se está demostrando en la fase actual con más de 5,000 TM/día. Estas plantas también confirmarán la economía inherente de la escala y fijarán los nuevos niveles de los costes realizables de la confiabilidad y de producción.

2.1.4. Metanol como materia de base Petroquímica

El metanol se utiliza actualmente como materia de base a la industria petroquímica, pero como la capacidad de producir volúmenes grandes en el precio estable aumenta, el potencial para el uso del metanol crece.

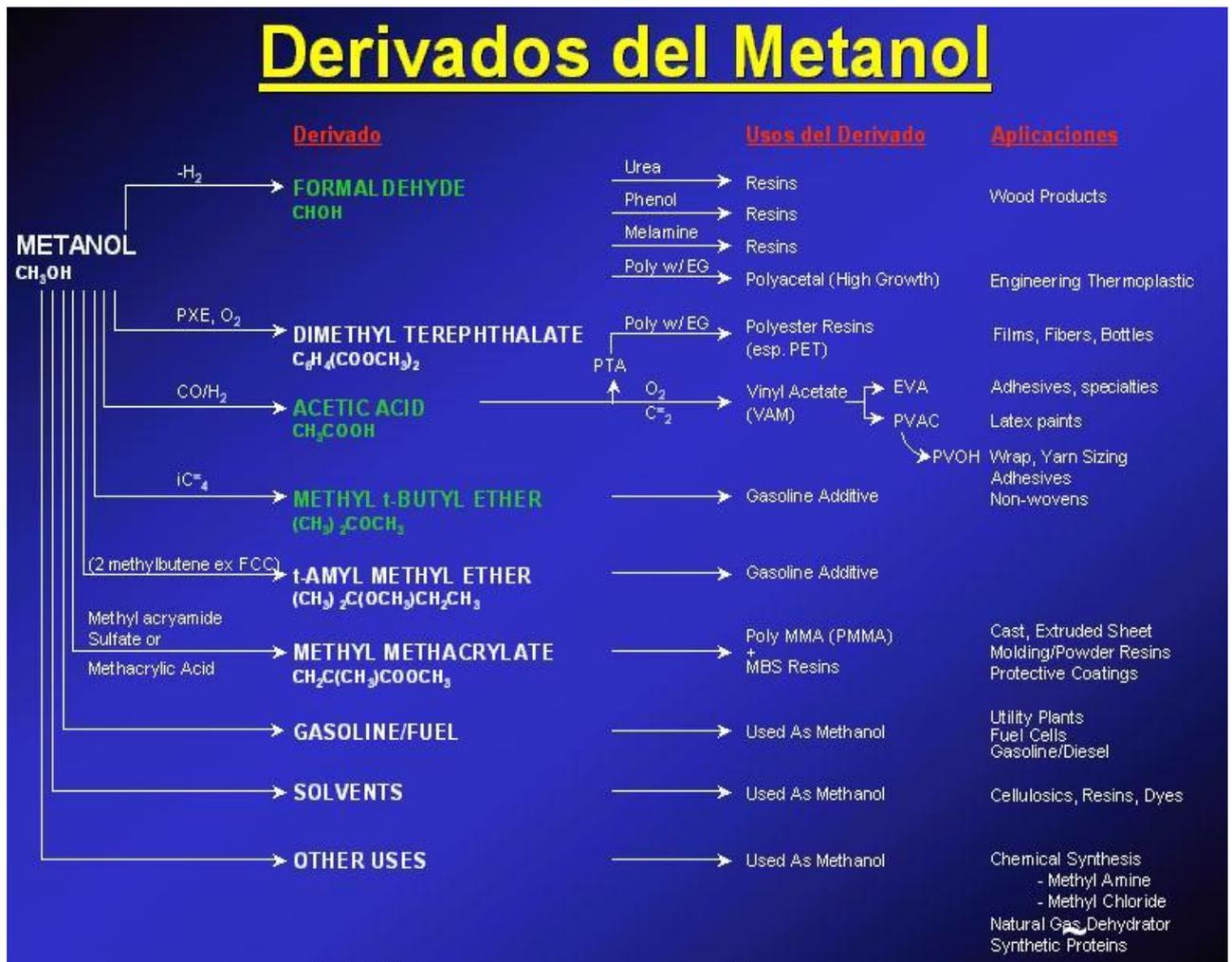


Fig. 7: Derivados del Metanol

Aquí están algunas de las opciones que son perseguidas actualmente en la industria:

2.1.5. Metanol para gasolina

El metanol a la tecnología de la gasolina está disponible y se ha probado en la capacidad para escala mundial en Nueva Zelanda. El proceso es relativamente simple sin necesidad de refinar el producto intermedio del metanol. Esto da una oportunidad de integrar unidades en un solo sitio y de generar ahorros de coste ,pero el uso del metanol en este caso es totalmente dependiente en el coste de producción final más carga comparado al precio de la gasolina que prevalece en la región que se consume.

Este proceso también compite directamente con las tecnologías de gas y líquidos (GTL). Ambos procesos gozan de la ventaja de producir un combustible que sea compatible con los sistemas existentes de la distribución. Por lo tanto el factor el decidir es el coste entregado del producto al mercado.

2.1.6. Metanol para hidrógeno

El hidrógeno de pureza elevada se puede producir por la descomposición del metanol. El proceso es simple, flexible y económico, no requiriendo ningún equipo sofisticado y es el mismo, suficiente en necesidades energéticas durante la operación normal.

El metanol se utiliza actualmente para producir el hidrógeno en cantidades pequeñas típicamente hasta 2.000 Nm³/hr para las necesidades locales y del telecontrol. Las unidades montadas para producir el hidrógeno son ya extensas para este uso en plantas químicas donde no está disponible ni es costoso el gas natural. La facilidad relativa en la importación del metanol por road/rail es un factor significativo aquí.

En el futuro si las cantidades grandes de hidrógeno fueran requeridas para alimentar las plantas industriales de un complejo de hidrógeno sin altos costos ó fuente de hidrocarburo fácilmente disponible entonces con las capacidades tan grandes como 200,000 Nm³/h se podrían contemplar importando el metanol como alimentación. Las plantas de este tamaño necesitarían alrededor 3,000 TM/día de la alimentación del metanol. Como con la generación de energía, el metanol se podía también utilizar en las plantas del hidrógeno para aplanar los peores extremos del ciclo del gas natural.

2.1.7. Metanol para DME

La conversión del metanol a DME es también relativamente simple y el DME se puede utilizar como combustible en a un una turbina de gas o una central eléctrica.

2.1.8. Metanol para olefinas

Para producir olefinas en la capacidad de escala mundial se requerirá las plantas del metanol con capacidades en el exceso de 7,000 TM/día. Aquí la planta del metanol se puede considerar para ser un surtidor para uso general de la materia de base a una unidad en sentido descendiente y requerirá un precio competitivo de la transferencia para satisfacer los requisitos de una tecnología competitiva de las olefinas.

Tener la capacidad de producir el gas de síntesis de bajo costo y el metanol en la misma localización que los olefinas daría algunas ventajas a un complejo integrado produciendo una gama de plásticos. Las opciones podrían también incluir cantidades pequeñas de MTBE para el uso local, y los alcoholes del plastificante (que usan la tecnología oxo propiedad de Davy).

2.2. Las Mega Plantas de Metanol del Futuro

Con respecto a las aplicaciones potenciales del metanol como utilidad, las ediciones que se aplican a la mega planta del metanol del futuro serán iguales que para cualquier otra utilidad.



Fig. 8: Planta de Metanol en Trinidad

PLANTA DE PRODUCCION ATLAS DE METANOL EN TRINIDAD Y TOBAGO

Una decisión fue tomada a fines del 2001 para construir una mega planta de producción en Trinidad. Las facilidades para construirla se dieron entre un joint venture entre Uks BP y Canada Methanex.

La unidad de producción de metanol, fue localizada en Puente Lisas, Trinidad, con una capacidad de 1.7 millones de toneladas métricas por año y empezaría a operar a fines del 2004 (empezará a mediados del 2005 por ciertos retrasos).

El costo de la planta en la región fue de 400 millones de dólares. Cuando se complete la construcción estará entre las más grandes del mundo.

2.3. Seguridad de la fuente (confiabilidad de la planta)

Para lograr la seguridad de la fuente de las mega plantas de metanol se necesita satisfacer un número de requisitos dominantes.

- Asegurar la fuente de gas natural
- Altas disponibilidad y confiabilidad de la planta
- Vida larga del catalizador y operación constante entre las vueltas

- Confiabilidad del equipo que rota con ciclos de mantenimiento para completar la vida del catalizador de fósforo.

2.4. Metanol De Bajo Costo

El metanol de bajo costo esta sobre la base de costos bajos y estables del gas natural, costos competitivos de la construcción y alta disponibilidad. Las mega plantas nuevas actuales del metanol en diseño o bajo construcción son de una sola corriente y están cerca de llegar a la planta más grande en capacidad que puede ser construida sin el recurso a las plantas de corrientes múltiples. Consecuentemente éstos proporcionarán la prueba patrón para la operación constante de todos los proyectos muy grandes del metanol del futuro de donde los diseños de planta tienen que cambiar escogiendo a las de corrientes múltiples.

Este cambio del paso de "solo una" a las corrientes "múltiples" ocurre en la capacidad cuando (dependiendo de la tecnología) los tamaños del alcance del equipo a definir (el reformer del vapor o planta del oxígeno) va más allá de los cuales es ni técnico factible ni económica construir unidades de corriente sola. La experiencia actual del diseño está demostrando que eso en la práctica allí también va a ser una limitación verdadera en la capacidad máxima de las plantas de una sola corriente debido la disponibilidad y constructibilidad de las tuberías muy grandes, de las válvulas y de otros materiales a granel que tales plantas grandes requieran.

2.5. Conclusiones

La competitividad total del metanol como utilidad se está haciendo dependiente de:

- Aceptación amplia de la industria del metanol como fuente segura de la energía.
- La diferencial a largo plazo entre el bajo costo de gas en la región del productor comparado al coste de materia de base del combustible de la energía en la región del usuario.
- Plantas confiables produciendo año a año las cantidades de metanol requeridas para el metanol como utilidad.

3. Contenido

3.1 Capítulo I: Estudio de mercado

3.1.1. Análisis de la Demanda

El mercado mundial se divide en 7 zonas geográficas continentales de la siguiente manera: América del Norte, América del Sur, Europa Occidental, Europa Oriental, Lejano Oriente y Asia, Medio Oriente y África. En la figura 9 vemos la demanda mundial de metanol de estas 7 zonas en el año 2002. Observamos que Estados Unidos, Asia y Europa dominaron el consumo mundial de metanol durante ese año.

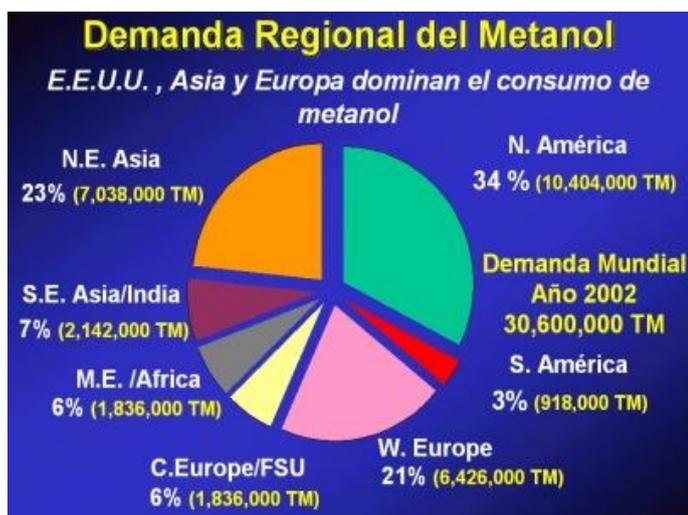


Fig. 9: Demanda Regional del Metanol – Año 2002

En la figura 10 vemos el desarrollo de la demanda mundial del metanol desde el año 1991 hasta el año 2002. En el año 1991 la demanda mundial de metanol fue de 17 millones de toneladas métricas y en el año 2000 fue de 31 millones de toneladas métricas. Se observa que hubo un crecimiento estable hasta antes del año 2001.



Figura 10: Desarrollo de la Demanda Mundial de Metanol

En la figura 11 vemos la distribución de la demanda de los derivados del metanol en el año 2002 a nivel mundial y en Estados Unidos. Se observa que el MTBE y el formaldehído son los derivados de mayor demanda.



Fig. 11: Mercado de los Derivados del Metanol

En la figura 12 observamos también que el Formaldehído y el MTBE siguen siendo los de mayor demanda. La demanda del formaldehído alcanza los niveles de 25,000 toneladas métricas por día.

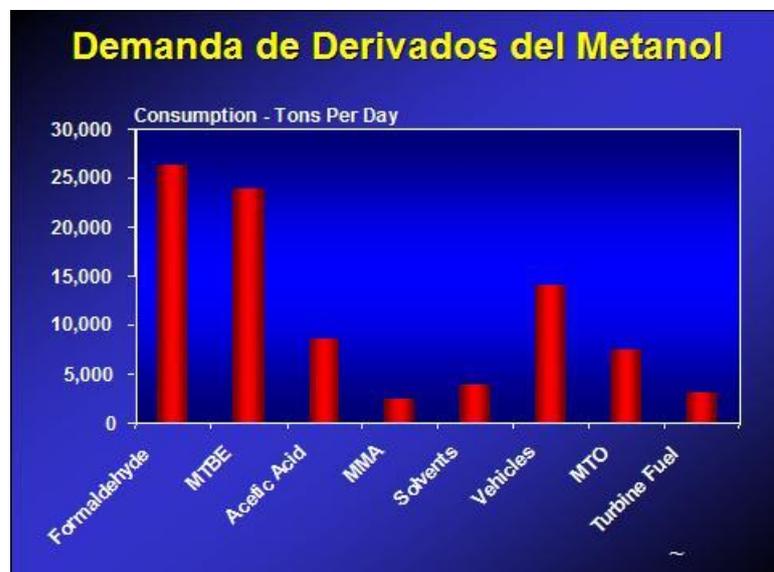


Fig. 12: Demanda de los Derivados del Metanol

En la figura 13 vemos el desarrollo y pronóstico de la demanda del MTBE. La disminución de la demanda se debe a la salida de este derivado del mercado de Estados Unidos.



Fig. 13: Demanda Mundial del MTBE

En la figura 14 vemos el problema de contaminación que genera el MTBE en las aguas subterráneas en Estados Unidos. Según la EPA la única forma de eliminar la contaminación es no seguir produciendo MTBE.



Fig. 14: El problema con el MTBE en USA

En la figura 15 vemos el impacto de la salida del MTBE del mercado de Estados Unidos en la demanda mundial de los derivados del metanol. Si bien es cierto que disminuirá la demanda del MTBE, la demanda de los otros derivados continúa en aumento.



Fig. 15: Impacto en la Demanda Mundial del MTBE

En la figura 16 vemos el desarrollo y pronóstico de la demanda mundial del metanol. Se ve que la tendencia mundial de la demanda a pesar de la salida del MTBE en el año 2007 del mercado en Estados Unidos es hacia arriba.

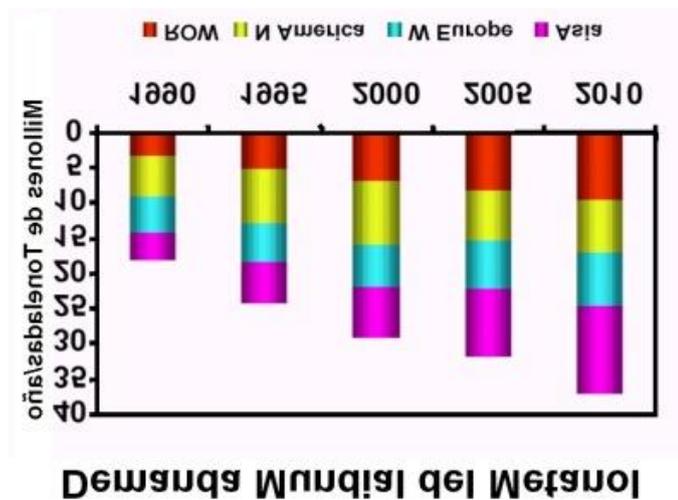


Fig. 16: Proyección de la Demanda Mundial del Metanol

Aparte del incremento de la demanda mundial de metanol, el precio de venta de metanol se sigue incrementando notablemente, lo cual hace mucho más rentable dicho proyecto.

3.1.2. Análisis de la Oferta

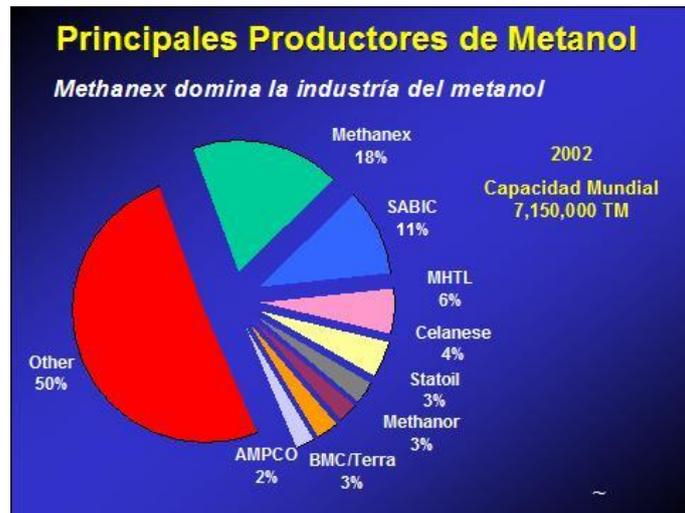


Fig. 17 : Principales Productores de Metanol

En la figura 17 vemos los principales productores de metanol en el mundo. Liderando a todos se encuentra la empresa de capital canadiense Methanex, la cual posee plantas de metanol en Chile, Trinidad Tobago, Australia.

En la figura 18 vemos el desarrollo de la capacidad de producción mundial de metanol versus la demanda. Como se ve existirá una sobre producción con respecto a la demanda y el rate de operación de las plantas de producción de metanol es alrededor del 85%, teniendo una capacidad ociosa de 15%.



Fig. 18: Capacidad Mundial de Metanol versus Demanda Mundial

En la figura 19 vemos como será la producción en blocks de metanol durante el presente año. Los blocks están comprendidos por las Islas Caribe, Medio Este, Chile y Nueva Zelanda. Cabe destacar que la producción de Chile para este año será de 3.5MM de Toneladas métricas de Metanol.

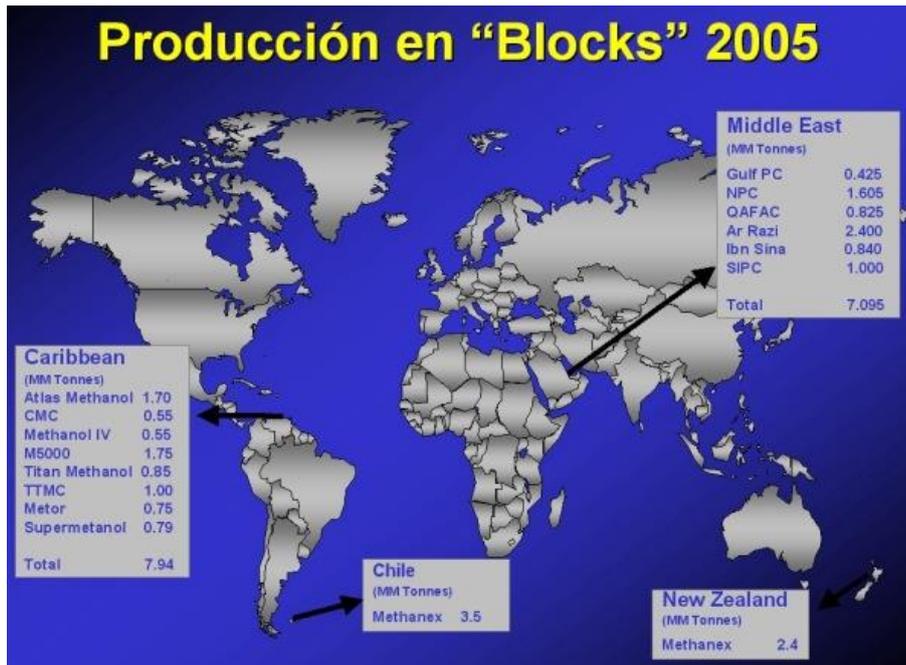


Fig. 19: Producción en Blocks – Año 2005

En la Figura 20 vemos las rutas de comercio de la producción en Blocks, vemos que las Islas Caribe abastecerán Estados Unidos y parte de Europa, toda la producción de Nueva Zelandia será consumida en Europa, la producción del Medio Este será consumida en Europa y una parte en Estados Unidos, mientras que Chile venderá su producción a Estados Unidos y Europa (Chile actualmente se encuentra en problemas de abastecimiento para sus plantas situadas en su territorio, tratando inclusive de que el GN Boliviano salga al Pacífico por su territorio y buscando también que parte del GN Peruano le sea vendido)

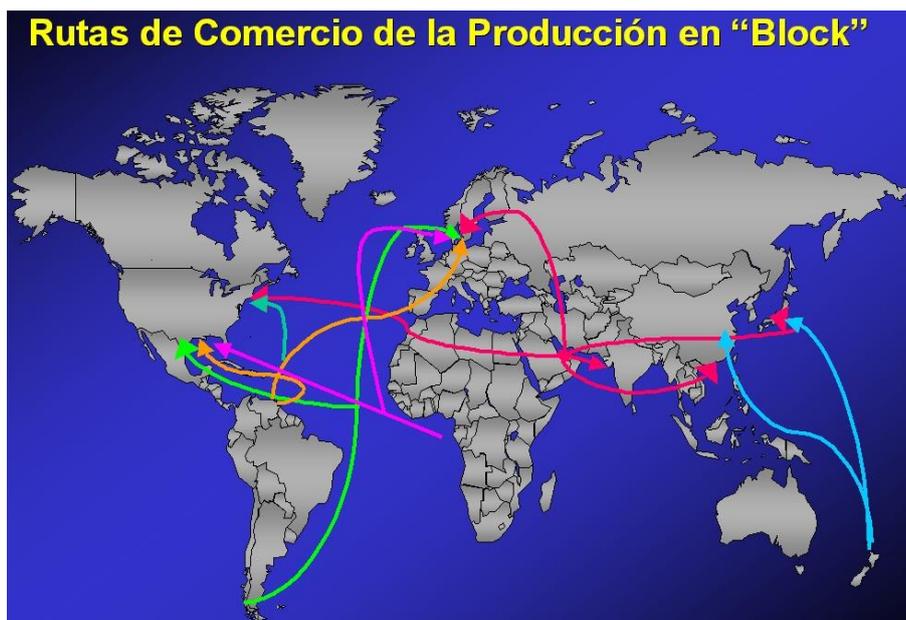


Fig. 20: Rutas de Comercio de la producción en Blocks

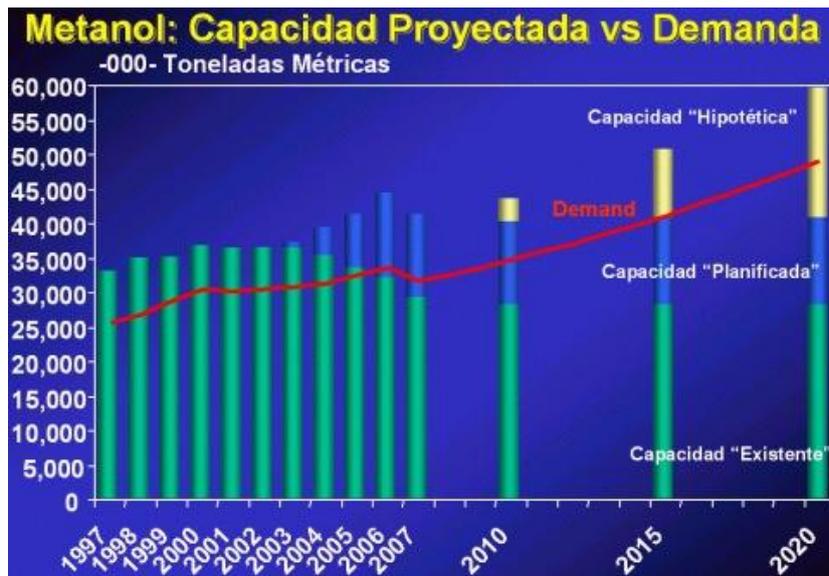


Fig. 21: Capacidad proyectada de metanol vs Demanda

De acuerdo a la fig. 21 la capacidad “existente” más la capacidad “planificada” hasta el 2020 no tendríamos como cubrir la demanda cada vez más ascendente, por lo tanto la necesidad de nuevas plantas de metanol se hace cada vez más necesarias y si a esto le agregamos que las mega plantas producirán metanol a más bajo costo, ésta será la tendencia a la cual deberíamos seguir.

3.1.3. Desarrollo de Nuevos Mercados

Nuevos Mercados

- ✓ Celdas de Combustibles
- ✓ DME – Dimetil Eter
- ✓ MTO – Metanol hacia Olefinas
- ✓ Combustible Turbinas

Fig. 22: Estos son los nuevos mercados para el metanol.

Como lo planteamos en la introducción el metanol cada vez tiene más aplicaciones, en las celdas de combustible gracias a su alto octanaje, a su fácil manipulación, en la producción de Olefinas, así como combustible para turbinas y en la alimentación de las pilas ó baterías a partir de la reacción electrolítica que se da por la producción de Hidrógeno y utilización del Oxígeno del aire.

3.2. Capítulo II : Disponibilidad de Materia Prima

3.2.1. El gas natural de Camisea:

Cuando en 1981 la compañía Shell en virtud de un contrato suscrito con PETROPERÚ en los lotes 38 y 42 de la Selva Sur del Perú, descubre en los yacimientos de San Martín y Cashiriari, los cuales están ubicados en la zona de Camisea, provincia de la Convención, departamento del Cusco, el volumen estimado de gas "in situ" se consideró de 16,6 billones de pies cúbicos, hoy en día en base a investigaciones posteriores, contamos con una reserva propia y probada de aproximadamente de 13 trillones de pies cúbicos de Gas Natural, lo que nos proveerá de la materia prima necesaria para la instalación de dicha planta, aparte de los futuros reservorios que puedan descubrirse y de la posibilidad de contar con la cercanía del gas natural Boliviano de Tarija.

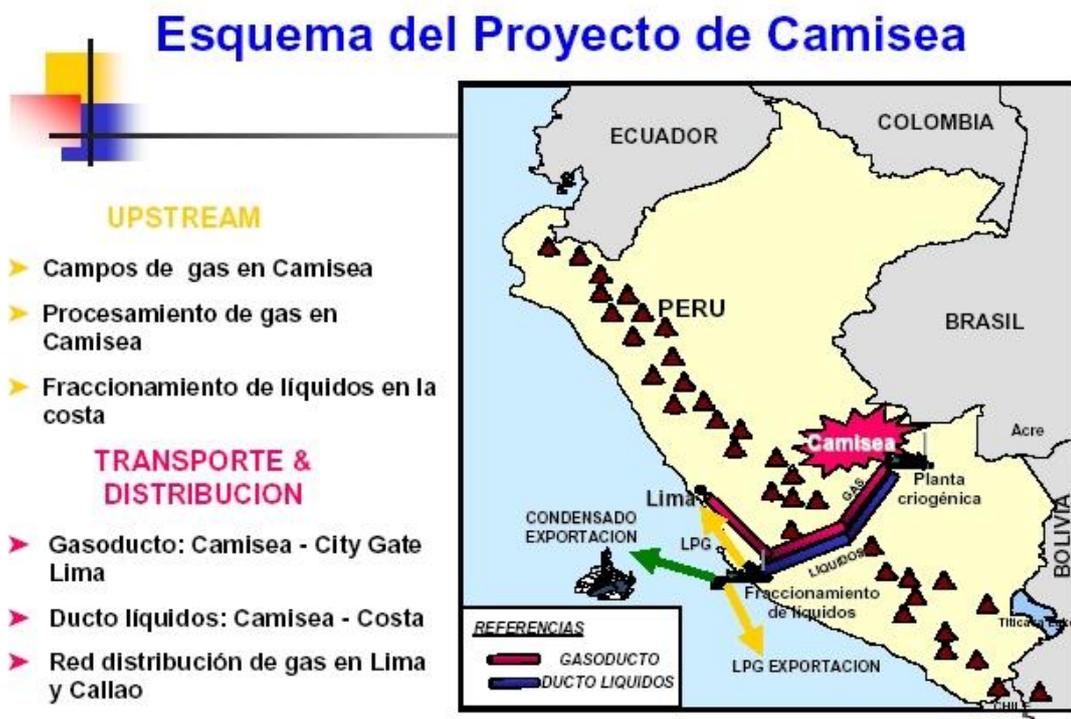


Fig. 23

Hoy en día gracias a la legislación vigente y las compañías inversionistas es una realidad contar con el gas natural de Camisea, gracias a la construcción del gasoducto que ha llegado hasta nuestra capital Lima.

Según la compañía administradora del Gasoducto(TGP) la utilización inicial de dicho gas para la industria, plantas energéticas y uso doméstico está previsto, para utilizar solo 75 millones de pies cúbicos por día.

El gasoducto tiene una capacidad de 450 millones de pies cúbicos por día, aunque actualmente está en un abastecimiento de 250 millones de pies cúbicos por día. Para la mega planta proyectada se requerirán de 340 millones de pies cúbicos por día, existiendo con creces la oferta necesaria para la producción del metanol que si le dará un gran valor agregado a dicho gas natural.

El gas natural de Camisea es un “gas asociado” con otros hidrocarburos más pesados que el gas metano para ello ha sido construida ya la planta de condensación en el sur de Lima, que dejará que el gas que llega a Lima sea más puro y con ello tenemos la facilidad de su aplicación industrial, energética y para uso doméstico con más facilidad igualmente favorece grandemente la utilización como materia prima para la producción de metanol el cual es nuestro objetivo. Además actualmente la empresa PlusPetrol tiene un compromiso para el desarrollo del reservorio de Pagoreni(Lote 56) que requerirá una inversión de 800 millones de dólares y que se ejecutará en un período máximo de 2 ó 3 años. Que es una inversión casi similar a la de Camisea y que nos proveerá de mayor cantidad de materia prima(GN).



Fig. 24 : Planta de Gas Natural de Camisea en el Cusco

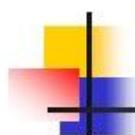
3.2.2. +Composición del Gas Natural

En la tabla I vemos la composición del Gas natural de Camisea, se observa que no hay contenido de azufre.

Tabla I : Composición del fluido del Reservorio

	San Martín	San Martín	Cashiriari
	Cushabatay	Agua Caliente	Agua Caliente
Componente	% mol	% mol	% mol
Nitrógeno	0.54	0.55	0.73
CO ₂	0.33	0.18	0.27
Hidrocarburos			
Metano	80.48	80.59	83.46
Etano	9.92	9.80	8.27
Propano	3.80	3.80	2.98
i-butano	0.55	0.57	0.45
n-butano	1.11	1.13	0.83
i-pentano	0.43	0.45	0.34
n-pentano	0.43	0.44	0.34
Hexano	0.59	0.62	0.47
Heptano	0.54	0.56	0.47
Octano	0.51	0.52	0.51
Nonano	0.28	0.29	0.27
Decano	0.18	0.19	0.17
Undecano	0.11	0.11	0.11
Dodecano	0.20	0.20	0.34

3.2.3. Precio del Gas Natural de Camisea



Precios del Gas Natural

US\$/MMBTU (a la puesta en operación comercial)

	<u>Sector Eléctrico</u>	<u>Otros Usuarios</u>
■ Precios a Boca de Pozo(*)	1.00	1.80
■ Transporte al City Gate	0.79	1.20(**)
■ Distribución	0.13	0.15(**)
Total	1.92	3.15

(*)Precios máximos según Contrato de Licencia que serán reajustados anualmente según una canasta de fuel oils. Igualmente para Transporte y para Distribución.

(**)Tarifas estimadas, dependen de desarrollo del mercado, a largo plazo tienden a igualarse con las del sector eléctrico.

Fig. 25 En la figura 25 vemos el precio del Gas Natural en \$/MMBTU, estos datos fueron obtenidos de la exposición del ex Ministro de Energía y Minas Sr. Jaime Quijandría: "Políticas para el desarrollo del GN peruano"

TABLA C3 — COMPARACIÓN EN EQUIVALENTES ENERGÉTICOS (US\$ / MMBTU) (*)

SECTOR ECONÓMICO	Combustible Alternativo	Precio Comb. Alternat.	Precio Gas Natural	Inversión Conversión a GN (U \$\$)	Ahorro (%)
Usuario Gener. Eléct.	Diesel 2	16.01	2.42	3 Millones	85%
Residencial/ Pequeño Comercio	GLP	18.73	8.98	320	52%
	Kerosene	22.80	8.98		61%
Comerc./Pequeña Ind.	GLP	18.73	6.37	De 600 a 20 000	66%
Mediana industria	Residual 6	7.78	4.63	630 000	40%
Gran Industria	Residual 6	7.78	4.33	950 000	44%
Estaciones GNV	Gasolina 84	27.33	9.33	850	66%
	GLP Vehic.	21.44	9.33	850	56%
	Diesel 2 Vehic.	21.77	9.33	2 400	57%

(*) Precios de los combustibles derivados del petróleo. DGH-MINEM-Febrero 2005

Fig. 25a : Precio Actual del Gas Natural Peruano

3.2.4. Precio del Gas Natural en el Mundo

En la figura 26 vemos como ha sido la variación del precio del Gas Natural en los Estados Unidos hasta Octubre del año 2002. Vemos que el precio más alto alcanzado llegó hasta los \$9.93 por MMBTU

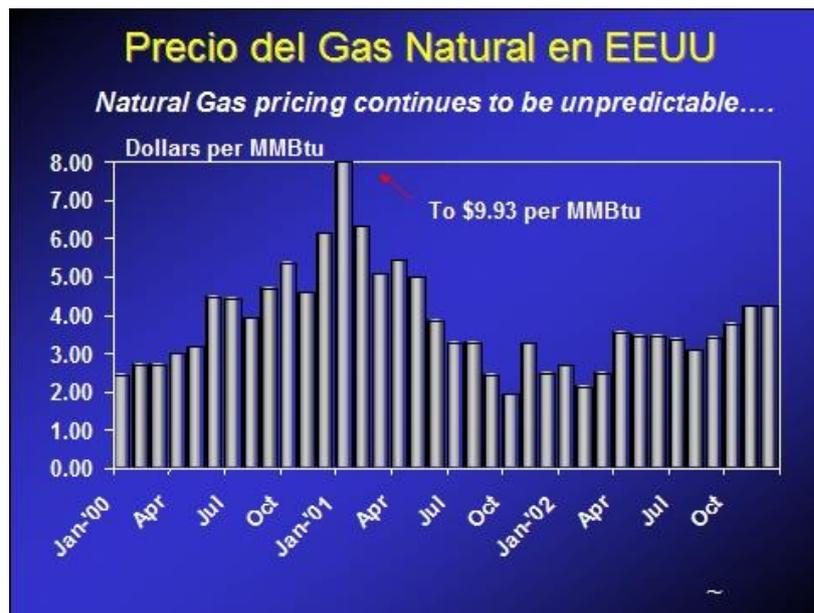


Fig. 26 : Precio del Gas Natural en EEUU

En la figura 27 vemos el precio actual del gas natural, éste casi llega a los \$6.50/MMBTU, en Estados Unidos

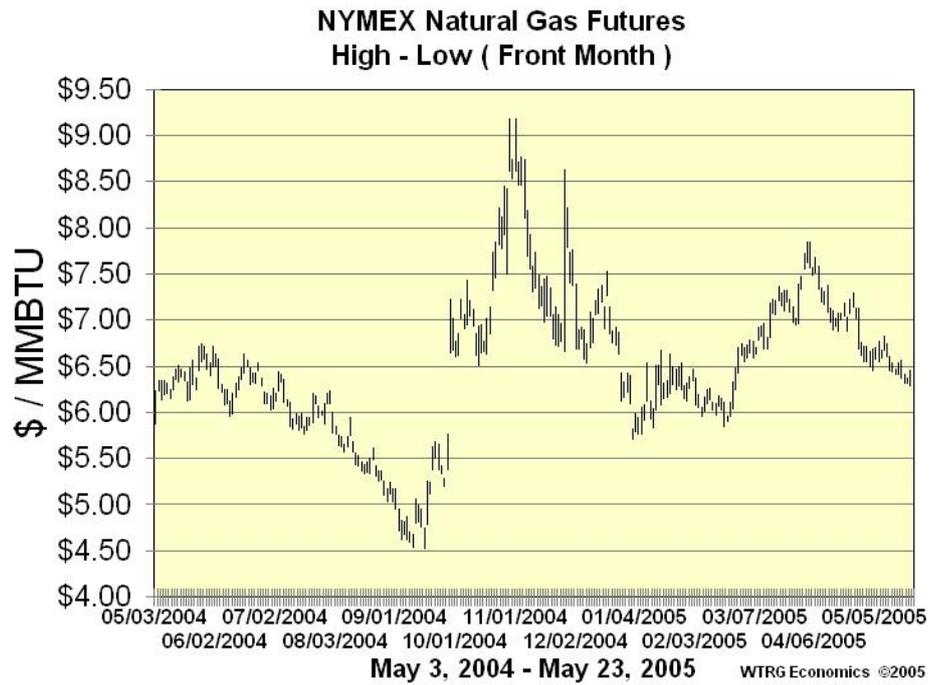


Fig. 27: Precio Actual del Gas Natural

3.3. Capítulo III : Tamaño del Proyecto:

Bajo el concepto de tamaño del proyecto, se entiende la capacidad de producir un determinado volumen de productos en la unidad de tiempo: día , mes , año.

3.3.1. Factores determinantes del proyecto

El tamaño ideal del proyecto está dado por un completo “balanceo” de todos los factores que intervendrían en la producción del metanol de tal forma que todas las instalaciones, equipo y personal estén trabajando al mismo ritmo simultáneamente y aprovechando completamente la potencialidad del trabajo de cada factor. En la práctica ésta exigencia es utópica, ya que casi nunca se logra el 100%.

En ésta parte del estudio, se deben fijar además el programa de producción y su integración en el tiempo, las cantidades de cada producto final, que el proyecto deberá alcanzar en el lapso especificado.

Para tomar una decisión al respecto hay que tener en cuenta que el estudio del mercado y el análisis de la disponibilidad de materias primas é insumos habrá arrojado informes acerca de las características, el comportamiento y las expectativas de crecimiento de la demanda, de los bienes a producir, así como la utilización de los insumos para el proyecto.

La capacidad mínima económicamente factible no es ninguna constante absoluta, sino que depende de muchos factores como pueden ser calidad y precio de las materias primas, tecnología, ubicación de la planta y de todos los mercados, etc.

El paso siguiente para determinar el tamaño adecuado de la planta, constará de un análisis económico, utilizándose uno de los métodos de flujos descontados, obteniéndose así ,para cada una de las alternativas, la tasa interna de retorno(TIR) ó el valor actual neto (VAN).La mejor solución es la que produce el mayor flujo, siempre y cuando el factor riesgo no sea tan importante, para optar por una solución de menor inversión en vez de la que presente el mayor flujo efectivo.

3.3.2. Factores restrictivos

Mercado: El mercado es para exportación de metanol (la demanda interna no pasa de las 15,000 Tm/año.)

Disponibilidad de materias primas: Se tiene gas natural para más de 50 años.

Financiero: La situación socioeconómica y política del País permite la inversión extranjera. Caso Banco Mundial, Compañías como Repsol-YPF, Compañías Americanas, Canadienses é inclusive Japonesas y Mexicanas.

Capacidad de Gestión: Existen varias compañías que disponen de una buena capacidad de gestión como Repsol-YPF, Mobil ,Exxon , Shell, etc .

Tecnología : Existen varios métodos TEC, ICI, MITSUBISHI, TOPSOL, LURGI. La que optamos es por la tecnología de una mega planta con tecnología TEC (Toyo Engineering Corporation)

Mano de Obra : Existe disponibilidad de mano de obra calificada en el Perú y se tienen excelentes cuadros técnicos.

Marco Legal: Las leyes y la situación coyuntural permiten, es más, invitan a la INVERSIÓN EXTRANJERA.

Medio Ambiente: Se efectúa en un capítulo posterior, sustentando la viabilidad del Proyecto, además el estudio en las cercanías a la Refinería La Pampilla, son conocidos los pro y los contra ya que la planta referida opera actualmente.

De todo lo mencionado, es el **MERCADO EXTERNO** quien fijará ó determinará la decisión del tamaño en éste punto, ya que todos los demás factores son de mayor disponibilidad.

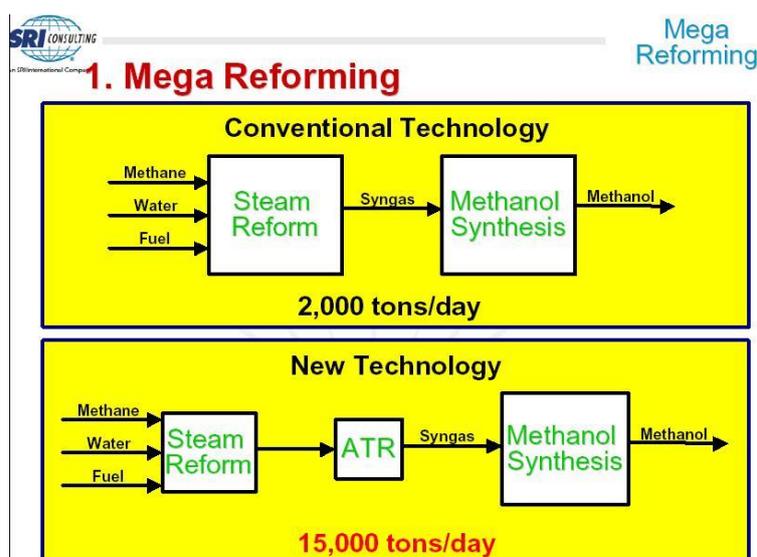


Fig. 28 : Mega Reforming

A partir de la Fig. 28 de SRI Consulting, tenemos una comparación entre la tecnología convencional por la cual se podía obtener hasta 2500 TM/d pero con una mega planta es decir un mega reforming, utilizando tecnología con la unidad ATR podríamos llegar a producir hasta 15000 TM/d.

Hoy en día las nuevas plantas de producción de metanol para ser rentables deben ser plantas de una producción más alta, lo que hace que los precios de costo de producción sean cada vez menores.



Fig. 29

De acuerdo a la primera información se ve como ha sido la evolución de la capacidad de producción de metanol en las plantas tradicionales de un solo tren, hoy en día las plantas modernas tienen una capacidad de 5000 TM/d y las últimas mega plantas llegan a producir hasta 15000 TM/d.

Existen muchos nuevos proyectos en el Medio Este, Australia y el Caribe.

Las actuales empresas que están desarrollando las tecnologías de las mega plantas son Lurgi, Eneos, Halder-Topsoe, Shell, Mitsui, Exxon, Methanex, JGC, y muchas más.

Las tecnologías utilizadas en el proceso de mega reforming son : Compact Reforming, Auto-thermal Reforming, Combined two stage reforming, Hot gas reforming ,muchos más.

De la figura 30 observamos el costo actual de las plantas tradicionales , las plantas modernas y las mega plantas en millones de dólares. Haciendo una estimación del costo de inversión para instalar una planta de 10000 TM/d se requeriría de 515 millones de dólares.

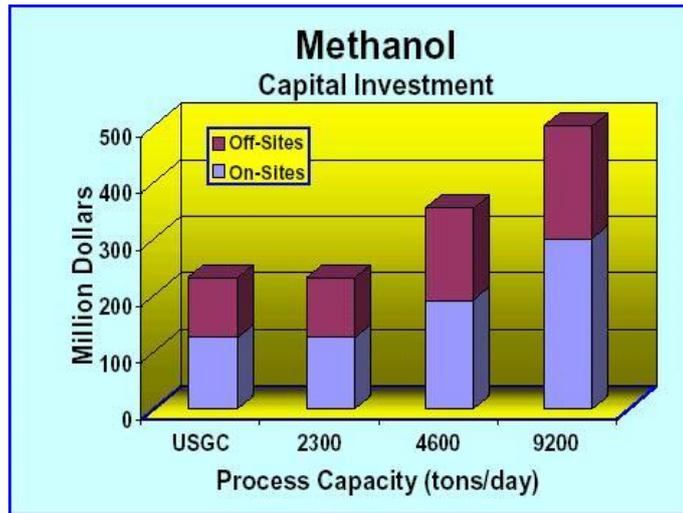


Fig. 30 : Costos de Plantas

Licensor Evaluation

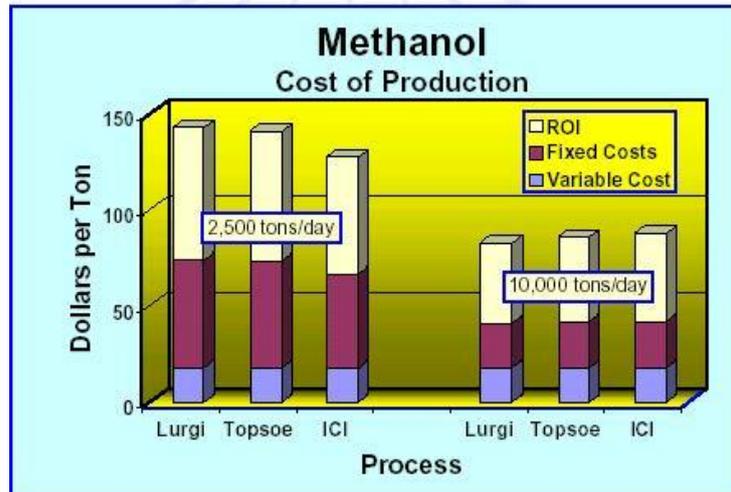
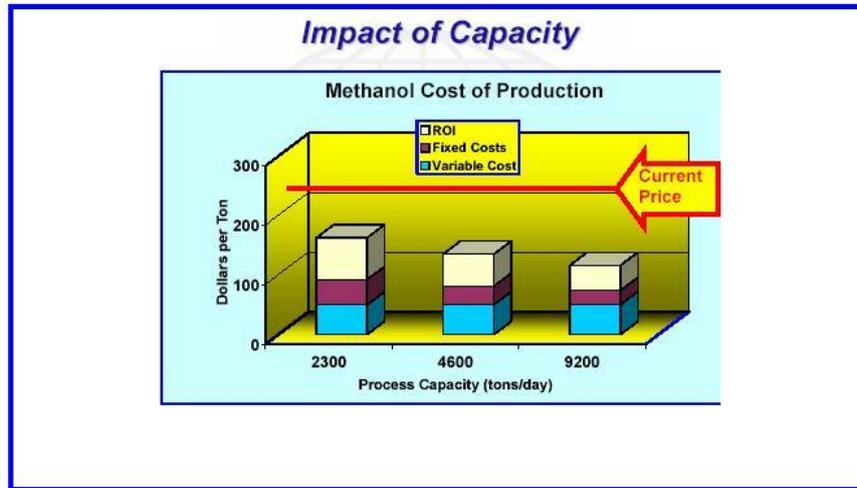


Fig. 31 : Costos de Producción

De la figura 31 observamos que si quisiéramos instalar una planta tradicional de 2500 TM/d el costo de producción estaría entre 130 a 140 dólares por tonelada. Mientras que instalando una mega planta de 10000 TM/d el costo de producción estaría entre 70 y 80 dólares la tonelada.

1. Mega Reforming (continued)



Source: SRI Consulting Process Economics Program

Fig. 32 : Precio de Costo vs. Precio de Venta

De la figura 32 observamos el impacto del costo de producción de la mega planta contra el precio de venta por tonelada a nivel mundial.

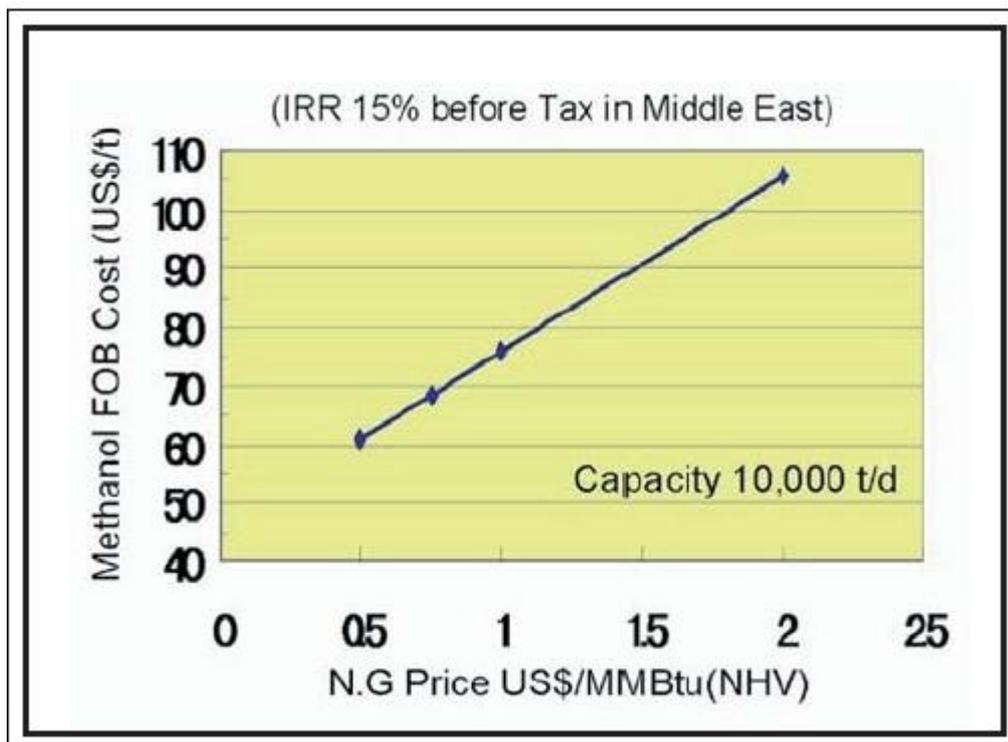


Fig: 33 : Costo FOB del Metanol

De acuerdo a la figura 33 observamos que para una capacidad de planta de 10000 TM/día ,con un costo de \$4.33 por MMBTU ,el costo de producción total está en aproximadamente 176 dólares por tonelada métrica y estando el precio de venta por encima de los 300 dólares por tonelada de acuerdo a la figura 33, sería rentable una mega planta para el País.

3.3.3. Selección del tamaño

Considerando la información del análisis del estudio de mercado, de los costos de producción y costos de inversión se tomó la decisión de :

**Tamaño de planta: 10000 TM/día
Diez mil toneladas métricas de metanol por día**

3.4. Capítulo IV : Localización del Proyecto

3.4.1. Alternativas de Localización

Cuzco - Camisea

Lima -Ventanilla

3.4.2. Factores Locacionales

Los factores locacionales tomados en cuenta para el proyecto fueron:

- Medios y costos de transporte
- Disponibilidad y costo de mano de obra
- Cercano al mercado de materia prima
- Factores Ambientales
- Cercanía al mercado objetivo (Exportación)
- Costo de disponibilidad de terrenos
- Estructura impositiva y legal
- Disponibilidad de agua, servicios y suministros
- Comunicaciones

3.4.3. Análisis de Factores según alternativas

El estudio de localización consiste en el análisis de las variables considerados como factores de localización, las que determinan el lugar donde el proyecto logra la máxima utilidad o el mínimo de costos unitarios.

El análisis y la selección de la localización incluye dos aspectos o etapas principales:

- Un macro-análisis, relacionado con los aspectos sociales y nacionales de la planeación, y en la infraestructura.
- Un micro-análisis, que entra en detalles relacionados con la investigación y comparación de los componentes del costo y otros factores de la localización, incluye un estudio de costos para cada alternativa locacional, con el fin de llegar a una selección casi definitiva donde se localizará el proyecto.

Los elementos más importantes que se consideraran en el análisis de localización son:

- La suma de los costos de flete de insumos a la planta y productos al mercado.
- En su caso la disponibilidad y los costos relativos de los insumos.
- Estímulos fiscales, leyes y reglamentos, condiciones generales de vida, clima, facilidades administrativas, factores externos, preferencias personales y ventajas sociales.

3.4.4. Criterio de Factor Preferencial

En este caso se tiene ya construido el gasoducto que trae el gas de Camisea a Lima llegando incluso al distrito de Ventanilla (GNLC) utilizando actualmente 75 millones de pies cúbicos por día de los 250 millones que es el abastecimiento actual aunque el gasoducto ha sido proyectado para transportar 450 millones de pies cúbicos por día

3.4.5. Criterio del Factor Dominante

Existe sola una opción por el volumen de gas (reservas probadas) de que la planta de gas debe estar en el Cusco, la cual ya está ubicada en Las Malvinas – Camisea, pero la planta de metanol podría ser ubicada en Cusco o en Lima siendo Lima la ubicación más probable.

3.4.6. Selección de la Localización

Por todos los criterios anteriores y el análisis de los factores concluimos que la instalación de la planta de metanol deberá ser en Lima, en el Distrito de Ventanilla.

En las siguientes figuras vemos las vistas panorámicas de terrenos disponibles para la ubicación de la planta de metanol, cercanos a la Planta de Zeta-Gas.



Fig. 34 Vista Panorámica de la Localización en Ventanilla

3.5. Capítulo V : Ingeniería del Proyecto

3.5.1. Características del Producto

En la tabla II vemos las propiedades físicas y químicas del metanol.

Fórmula Química:	CH ₃ OH
Punto de ebullición:	65°C
Punto de fusión:	-94°C
Densidad relativa (agua = 1):	0.79
Solubilidad en agua:	Miscible
Presión de vapor, kPa a 20°C:	12.3
Densidad relativa de vapor (aire = 1):	1.1
Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1):	1.01
Punto de inflamación: 12°C (c.c.)	12°C (c.c.)
Temperatura de autoignición: 385°C	385°C
Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 6-35.6	6-35.6
Coefficiente de reparto octanol/agua como log Pow:	-0.82/-0.66
Poder Calorífico (BTU/lb) -	9750
Número de Octano	112
Combustible, tóxico, miscible en el agua, líquido incoloro, olor a alcohol	

Tabla II : Características típicas del metanol

3.5.2. Planta de Metanol típica

En la figura 35 se muestra el esquema típico para obtener metanol vía Síntesis de Vapor utilizando como materia gas natural. Vemos que el gas natural ingresa por una unidad de desulfurización, luego pasa por un saturador de agua, después ingresa al reactor de reformado conjuntamente con vapor de agua, de donde se obtiene el gas de síntesis: CO + H₂. Luego pasa por un removedor de agua, luego es comprimido e inyectado en el reactor de síntesis para obtener metanol, luego el metanol pasa por una unidad de separación y finalmente por una unidad de purificación.

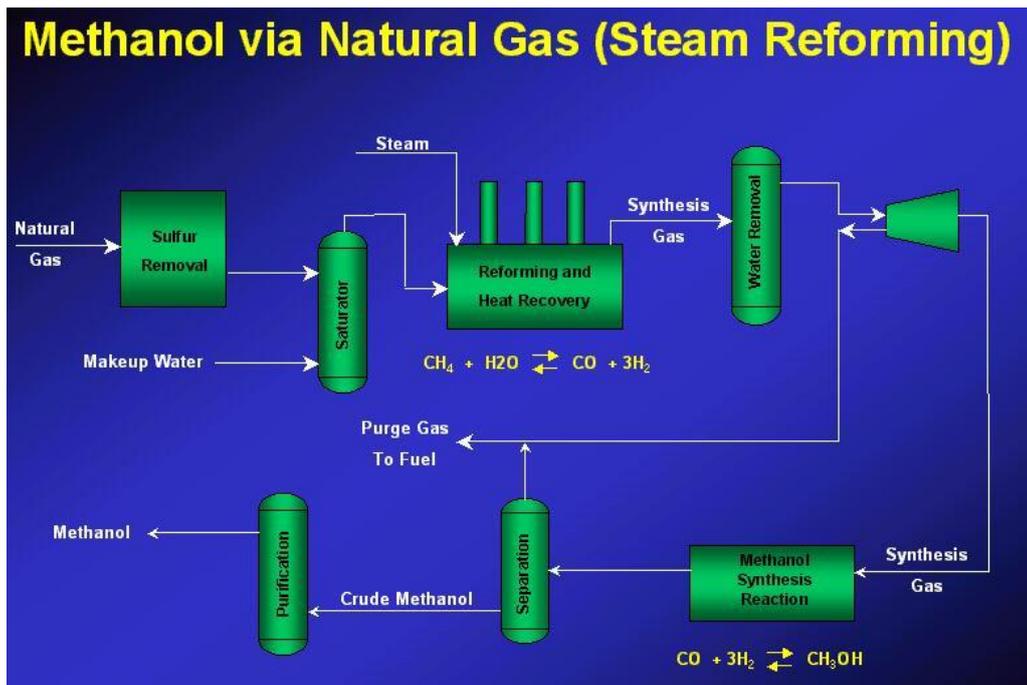


Fig. 35 : Obtención de Metanol vía Reformado de Vapor

3.5.3. Mega planta de Metanol

Para una planta de 10,000 t/d con los procesos de reformado convencional de vapor no es posible la generación utilizando una sola unidad debido a las restricciones de manufacturación, 3000-4000 t/d.

Hay cuatro tipos de reformado para una mega planta.

1. Reformado combinado con reformado convencional
2. Reformado combinado con reformador-intercambiador
3. Reformado autotérmico usando oxígeno puro o aire enriquecido
4. Reformado combinado con TEC TAF-X reactor mas un reformador convencional

Reformado combinado con reformado convencional y una reformador secundario con O₂ puro ha sido operado en Malasia, Indonesia y Norway, pero esta configuración tiene una limitación máxima de 5000-6000 t/d.

El consumo de O₂ para cada configuración es el siguiente:

O₂ ton/T-MeOH

Combined reforming with conventional reformer	0.50 - 0.55
Combined reforming with reformer exchanger	0.53 - 0.58
Autothermal reforming using pure O ₂	0.63 - 0.75
Combined reforming with TEC TAF-X reactor + conventional reformer	0.27 - 0.25

(Maximum capacity of an air separation unit under commercial operation is about 3500t/d as oxygen).

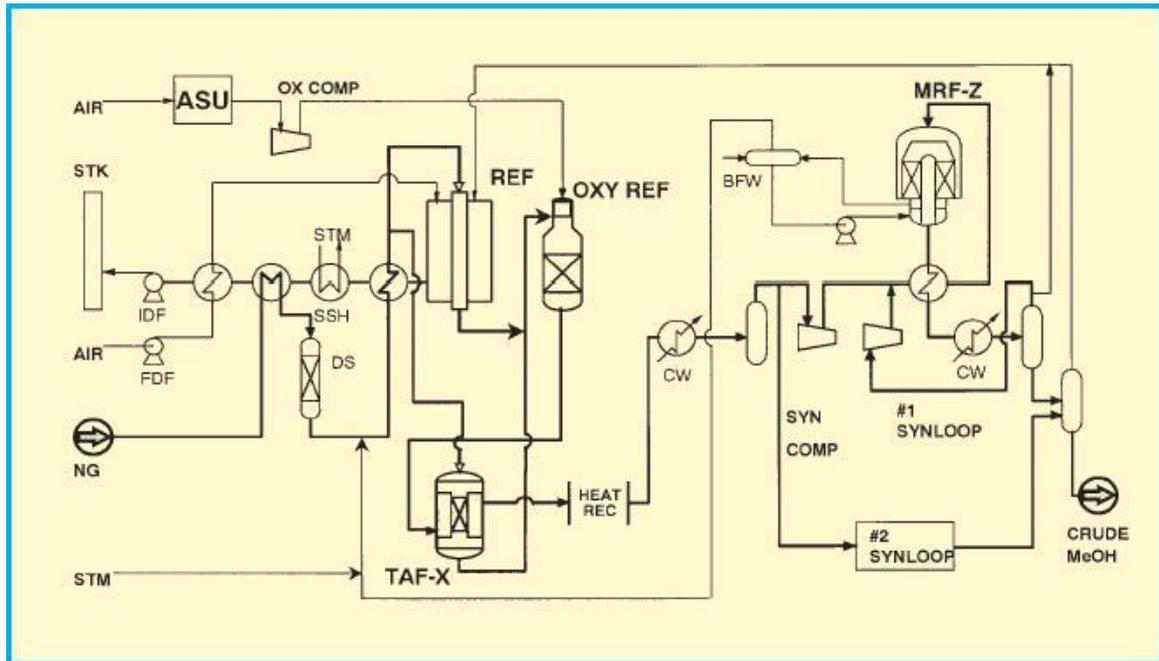


Fig. 36 : Diagrama de Flujo de una planta de 10,000 t/d de Metanol

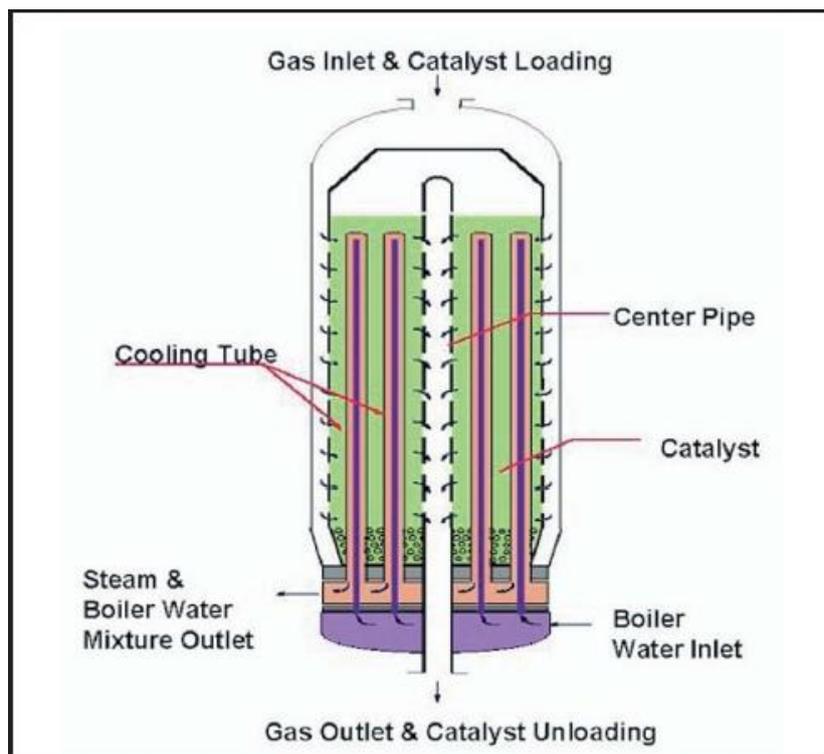


Fig. 37 Reactor MRF-Z

La figura 36 ilustra el esquema del proceso para una planta de metanol de 10000 t/d teniendo como carga GN.
La configuración del proceso comprende cuatro partes importantes las cuales son:

1. TEC TAF-X (Tubular Axial Flow and eXchanger) Reactor
2. Conventional steam reformer
3. Oxygen blown secondary reformer
4. TEC MRF-Z Reactor

El gas natural primero es precalentado, luego pasa por una unidad de desulfurización, luego es mezclado con vapor, parte de este vapor es generado parcialmente en el reactor MRF-Z.

Luego el gas desulfurado se divide en dos corrientes. Una corriente entra a un reformador convencional y la otra hacia el reactor TAF-X. Ambas corrientes corren en paralelo con 50% de flujo cada una.

El calor de reacción endotérmica para el reactor TAF-X es suministrado por la corriente proveniente del Oxygen blown secondary reformer mientras que el calor de reacción para el reformador convencional es suministrado por el gas purgado del lazo de síntesis. Las corrientes de gas reformados provenientes de ambos reformadores son mezcladas nuevamente y son cargadas al Oxygen blown secondary reformer.

El oxígeno puro proveniente de la unidad de separación es comprimido hasta la presión de reformado e introducido en el Oxygen blown secondary reformer donde el metano no reformado en el vapor reformado es reformado hasta niveles de ppm.

La corriente efluente proveniente del Oxygen blown secondary reformer es el gas de síntesis crudo para la síntesis de metanol y está formada por CO, CO₂ y H₂, inertes (CH₄, N₂ y aire) y vapor de agua. Para minimizar los costos del uso de O₂, el valor de R(relación molar H₂-CO₂/CO +CO₂) para la síntesis es mantenido en aproximadamente 2.4 con el makeup del gas de síntesis.

Después de que el calor del gas de síntesis ha sido utilizado por el reformador de vapor en el reactor TAF-X, el calor remanente es nuevamente recuperado por medio de generación de vapor o como fuente de calentamiento en la zona de destilación y finalmente enfriado en el ingreso del gas de síntesis.

Siguiendo con el proceso de separación por condensación, el gas de síntesis crudo es comprimido hasta la presión de síntesis de metanol y mezclado con el gas de síntesis reciclado no convertido para luego ser cargados en el reactor MRF-Z. La mezcla de gas de síntesis es precalentada hasta la temperatura de reacción de síntesis de metanol por intercambio de calor con el flujo proveniente del reactor.

La reacción de síntesis del metanol tiene lugar en el reactor MRF-X cargado con catalizador sintético. Este catalizador tiene un accesorio que remueve el calor de reacción endotérmica mas eficientemente que el vapor el cual puede ser usado como vapor reformado en esta planta.

La corrientes provenientes del reactor MRF-Z primero son precalientan la corriente de carga que ingresa a este reactor por medio de un recuperador de calor o un enfriador final para la separación de metanol crudo de gas de síntesis no convertido.

El gas de síntesis no convertido es reciclado hacia la corriente de carga del reactor MRF-Z por medio de una recirculación después de haber purgado los gases inertes, los cuales pueden ser acumulados en el lazo de síntesis.

Tienen que ser dos trenes idénticos en la sección de Síntesis y en la sección de destilación para la planta de metanol debido a las restricciones de manufacturación de los equipos.

Para cada tren en la unidad de destilación una columna de destilación produce metanol con un grado de 99% de pureza.



**MEGA PLANTA DE METANOL EN TRINIDAD-TOBAGO
CAPACIDAD :5400 TM/D**

3.6. Capítulo VI : Evaluación del Proyecto

3.6.1. Organización y administración

El presente capítulo debe ser desarrollado en tanto el proyecto continúe en su desarrollo. En el presente estudio ,por factores de tiempo se ha obviado , no sin antes referir que, el diseño de una organización comprende una serie de procesos de operativización de categorías ó conceptos administrativos, a efectos de avanzar de los aspectos generales a los particulares en una secuencia lógica y concatenada.

La secuencia y procedimiento sería el siguiente:

- a. Determinar la Finalidad : Referida a que pretende cumplir y alcanzar la nueva entidad a generarse.
- b. Determinación de los objetivos institucionales para lo cual debe analizarse los siguientes documentos:
 - Ley orgánica ó Ley específica.
 - Cuadro de asignación de personal.
 - Reglamentos existentes.
 - Planes y programas de trabajo.
- c. Establecer las funciones generales y básicas.
- d. Establecer la estructura orgánica básica.
- e. Diseñar sistemas y procedimientos.
- f. Establecer el cuadro de cargos.
- g. Asignar personas y recursos .

Cumplida ésta fase deberá de buscarse la formalización de la organización, para finalmente ir a la implementación referente a la asignación de personal, asignación de recursos materiales y desarrollar criterios para dichas tareas.

Para ello deberá tenerse en cuenta:

- Organización para la Ejecución.
- Organización para la Operación, lo cual implica:
 - * Organización Jurídica.
 - * Manual de Organización y funciones de la empresa.
 - * Cuadro de Organización de personal.
 - * Organigrama.

3.6.2. Evaluación Económica

De acuerdo a la figura 37 haciendo una progresión lineal encontramos que una mega planta con capacidad para 10,000 TM/día necesitaría una inversión total de 515 millones de dólares.

2300 TM/d -----\$210 MM
 4600 TM/d -----\$315 MM
 9200 TM/d -----\$480 MM

Haciendo un pronóstico en programación lineal obtenemos un precio de \$515 MM.

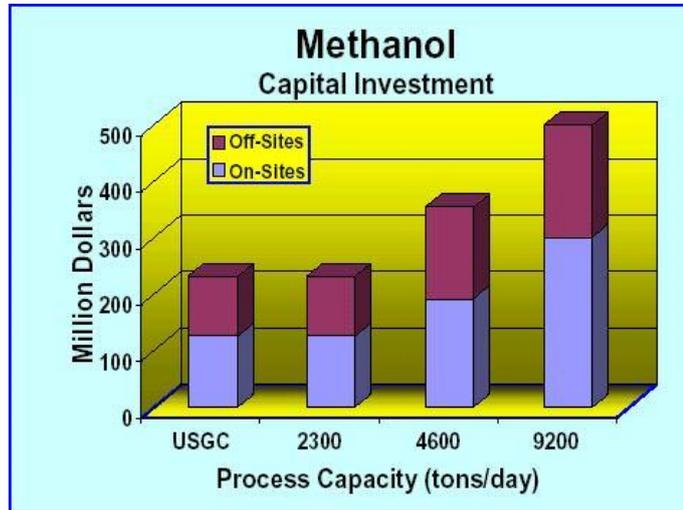


Fig. 37

De la figura 38 se observa que el precio internacional con las diferentes tecnologías utilizadas para una mega planta está situado entre 70 y 80 dólares por tonelada métrica de metanol producido con un precio de \$ 0.50/MMBTU.

Licensor Evaluation

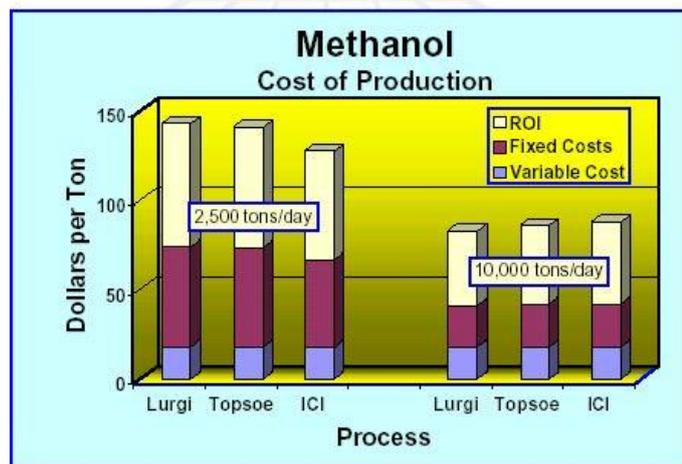


Fig. 38

El valor del precio de una tonelada métrica en el mercado internacional según los datos del 2005 ha llegado a situarse entre 300 y 320 dólares la tonelada

métrica de metanol y según los costos de materia prima GN en el Perú están muy por debajo del precio a nivel internacional.(ver anexo de precios de venta de Methanex hasta Mayo del 2005)

Por lo tanto con esos datos como referencia hicimos una evaluación económica utilizando los indicadores de evaluación.

Costo de mega planta tecnología TEC:		515 MMUSD
Costo de terreno(10 Ha)	:	5 MMUSD
Interés Preoperativo	:	55 MMUSD
TOTAL INVERSIÓN	:	575 MMUSD

Para la producción del primer año el costo de la materia prima para un 85 % de su capacidad lo calculamos de la sgte manera:

Para la producción de 1 Tm/d se requiere de 29,9 GJ(GigaJoules) de energía obtenida del gas natural (GN) y sabiendo que 1000 fcd equivalen a 1000000 BTU, y de acuerdo al costo de gas dado anteriormente de \$ 4.33 por MMBTU ,de la tabla 25a para la gran industria obtendremos:

$$\frac{29,9\text{GJ}}{1 \text{ T M}} \times \frac{10^9 \text{ J}}{1 \text{ GJ}} \times \frac{1 \text{ cal}}{4,18 \text{ J}} \times \frac{1 \text{ BTU}}{252 \text{ cal}} \times \frac{\$ 4.33}{10^6 \text{ BTU}} = \frac{\$ 122,9}{1 \text{ TM}}$$

De la figura 33 para un costo de \$ 4.33 po MMBTU, obtenemos un costo de producción total de \$ 176,6/TM ,y siendo el costo de la materia prima de \$ 122,9 por TM obtenemos los costos operativos en \$ 53,7 / TM . Para 8500 TM/d se tendrá un costo total de \$ 892500, que para el año de 345 días de producción nos dá \$ 517.973 MMUSD. (ver Tabla III y IV)

Para un precio de Gas Natural de \$ 2.42/MMBTU ,tarifa del sector eléctrico de la figura 25 a ,de la figura 33 obtenemos un costo de producción total de \$ 118,6/TM de metanol y el costo de materia prima de \$ 68,7/TM de metanol, obtenemos los costos operativos en \$ 49,9/TM de Metanol. (ver Tabla IIIa y IVa)

3.6.3. Indicadores de Evaluación

Se desarrollaron los siguientes indicadores:

- Valor Actual Neto. (VAN)
- Tasa interna de Retorno. (TIR)
- Índice de Rentabilidad. (IR)
- Período de Recuperación. (PR)

3.6.4. Tasa de Descuento

Se calculó mediante el costo ponderado de capital de las entidades financieras utilizado en el País y a nivel internacional, el cual lo consideramos en 14%.

3.6.5. VALOR ACTUAL NETO (VAN) ó (VPN)

Este método nos permite relacionar el monto de la inversión inicial con el flujo de ganancias que el proyecto genere durante el tiempo estimado, en el

presente caso 20 años. A éste respecto para considerar procedente el proyecto, el valor actual del flujo de ganancias, deducido el monto de la inversión debe ser mayor que cero.

$$\text{V.A.N.} = \text{INV} + \frac{U_1}{(1+i)^1} + \frac{U_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{U_{20}}{(1+i)^{20}}$$

U_1 = Flujo del 1er año

U_2 = Flujo del 2do año

U_{20} = Flujo del 20avo año

Se considera la tasa de descuento del 14%. (i)

V.A.N. = 778.188 MMUSD

3.6.6. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Es la tasa que permite igualar a cero el valor actual de flujo de ganancias futuras con la inversión inicial, obteniéndose la rentabilidad de la inversión del proyecto.

Al respecto el proyecto se considera procedente cuando la Tasa Interna de Retorno es superior a la tasa de corte.

Para ello se toma el V.A.N. = cero.

De acuerdo a nuestra tabla de balance obtenemos un TIR mayor que 1.

T.I.R. = 37,9788 %

3.6.7. INDICE DE RENTABILIDAD (IR)

Este método permite evaluar la razón existente entre los valores actuales de los beneficios y los costos .

Debe hacerse la inversión solo si la razón beneficio costo es superior a la Unidad.

$$\text{I.R.} = \frac{\text{VAN} + \text{INV.}}{\text{INV.}} = 2,39$$

3.6.8. PERIODO DE RECUPERACION (PR)

Este indicador nos señala el tiempo en que se recupera la inversión, en éste Caso se expresa en función de años.

$$\text{P.R.} = \frac{\text{SUM}}{\text{INV.}} = 2 \text{ años, } 3 \text{ meses}$$

Cuando la relación es igual a 1 se cuentan los períodos de flujo (U_1, U_2, \dots) Que permitieron la igualdad.

Donde $\text{SUM} = U_1 + U_2 + \dots$ La suma prosigue hasta cubrir la inversión.

3.6.9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

De los cálculos efectuados, aplicando los métodos universalmente aceptados para la evaluación de Proyectos de Inversión , concluimos que la instalación de una Mega planta de metanol con una capacidad diaria de 10000 TM a partir del gas natural de Camisea es altamente rentable en términos económicos y financieros, así como también en términos sociales al dar cabida a buen número de técnicos y profesionales de la industria , ya que así lo plantean los indicadores siguientes:

- 1.- Considerando el costo de la materia prima de \$ 4.33 por millón de BTU de acuerdo a lo actualmente estipulado para la Gran Industria según la DGH-MINEM (Feb 2005) , tendríamos:
 - El V.A.N. ó V.P.N. es de 798.188 millones de dólares USA para los 20 años de operación.
 - La TIR es de 37,98%.
 - El Índice de Rentabilidad es de 2,39 lo que es aceptado como criterio de aceptabilidad.
 - El Período de Recuperación es de 2 años y 3 meses lo que demuestra la bondad d el Proyecto.

- 2.- Considerando el costo de la materia prima de \$ 2.42 por millón de BTU , ya que para un gran consumo que requiere la planta se puede hacer una negociación con las Compañías productoras ,las compañías transporta – doras de gas y el Estado ,puesto que sería una planta estratégica para el desarrollo agrario y otras industrias de alto rendimiento económico, así como por los excelentes ingresos al fisco,los indicadores económicos resultaron más altamente rentables y fueron los siguientes:
 - El V:A:N: ó V.P.N. es de 1,243.529 millones de dólares USA para los 20 años de operación.
 - La TIR es de 51.3 %.
 - El Índice de Rentabilidad es de 3.16 lo que es aceptado como un mejor criterio de aceptabilidad.
 - El Período de Recuperación es de 1 año y ocho meses lo que demuestra la gran bondad del proyecto.

ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS (MUSD)	Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Porcentaje	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	2,026
Ventas Netas			821,100	821,100	821,100	821,100	821,100	821,100	821,100	821,100	821,100	821,100	966,000	966,000	966,000	966,000	966,000	966,000	966,000	966,000	966,000	966,000
Costo de Ventas			360,430	360,430	360,430	360,430	360,430	360,430	360,430	360,430	360,430	360,430	424,036	424,036	424,036	424,036	424,036	424,036	424,036	424,036	424,036	424,036
UTILIDAD BRUTA			460,670	460,670	460,670	460,670	460,670	460,670	460,670	460,670	460,670	460,670	541,964									
Costo de Producción			157,543	157,543	157,543	157,543	157,543	157,543	157,543	157,543	157,543	157,543	185,345	185,345	185,345	185,345	185,345	185,345	185,345	185,345	185,345	185,345
Gasto de Transporte	1%		8,211	8,211	8,211	8,211	8,211	8,211	8,211	8,211	8,211	8,211	9,660	9,660	9,660	9,660	9,660	9,660	9,660	9,660	9,660	9,660
Gasto de Venta	0.5%		4,106	4,106	4,106	4,106	4,106	4,106	4,106	4,106	4,106	4,106	4,830	4,830	4,830	4,830	4,830	4,830	4,830	4,830	4,830	4,830
TOTAL GASTOS OPERATIVOS			169,860	169,860	169,860	169,860	169,860	169,860	169,860	169,860	169,860	169,860	199,835									
UTILIDAD OPERATIVA			290,810	290,810	290,810	290,810	290,810	290,810	290,810	290,810	290,810	290,810	342,130									
Depreciacion	5.0%		-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750
Ingresos/Egresos Financieros	0.5%		-4,106	-4,106	-4,106	-4,106	-4,106	-4,106	-4,106	-4,106	-4,106	-4,106	-4,830	-4,830	-4,830	-4,830	-4,830	-4,830	-4,830	-4,830	-4,830	-4,830
TOTAL OTROS INGRESOS/EGRESOS			-32,856	-32,856	-32,856	-32,856	-32,856	-32,856	-32,856	-32,856	-32,856	-32,856	-33,580									
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS			257,955	257,955	257,955	257,955	257,955	257,955	257,955	257,955	257,955	257,955	308,550									
UTILIDAD NETA			257,955	257,955	257,955	257,955	257,955	257,955	257,955	257,955	257,955	257,955	308,550									
Impuesto a la Renta	30%		0	0	77,386	77,386	77,386	77,386	77,386	77,386	77,386	77,386	92,565	92,565	92,565	92,565	92,565	92,565	92,565	92,565	92,565	92,565
UTILIDAD NETA DESPUES DE IMPUESTOS			257,955	257,955	180,568	215,985																
INVERSION EN PLANTA			-575,000																			
FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO			257,955	257,955	180,568	215,985																
VALOR ACTUAL NETO - VAN			1,373,188	226,276	198,488	121,878	106,911	93,781	82,264	72,162	63,300	55,526	48,707	51,106	44,830	39,324	34,495	30,259	26,543	23,283	20,424	17,916
INDICE DE RENTABILIDAD			2.39																			
PERIODO DE RECUPERACION			2 años, 3 meses																			
Tasa Interna de Retorno			37.98%																			
SUPUESTOS																						
Dias por año			345																			
Precio de venta de TM de Metanol, \$			280																			
Rate de Operación, primeros 9 años			85.0%																			
Capacidad de Producción, TM/día			10,000																			
Rate de Operación : 100% a partir del 2018																						
Tasa de descuento			14.0%																			
Costo de Materia Prima, \$/TM			122.9																			
Costo de Fabricación, \$/TM			53.7																			

Tabla III : VAN

ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS (MUSD)	Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Ventas Netas		821,100	821,100	821,100	821,100	821,100	821,100	821,100	821,100	821,100	821,100	821,100	966,000	966,000	966,000	966,000	966,000	966,000	966,000	966,000	966,000	966,000
Costo de Ventas		360,430	360,430	360,430	360,430	360,430	360,430	360,430	360,430	360,430	360,430	360,430	424,036	424,036	424,036	424,036	424,036	424,036	424,036	424,036	424,036	424,036
UTILIDAD BRUTA		460670	541964																			
Costo de Producción		157,543	157,543	157,543	157,543	157,543	157,543	157,543	157,543	157,543	157,543	157,543	185,345	185,345	185,345	185,345	185,345	185,345	185,345	185,345	185,345	185,345
Gasto de Transporte	1%	8,211	8,211	8,211	8,211	8,211	8,211	8,211	8,211	8,211	8,211	8,211	9,660	9,660	9,660	9,660	9,660	9,660	9,660	9,660	9,660	9,660
Gasto de Venta	0.5%	4,106	4,106	4,106	4,106	4,106	4,106	4,106	4,106	4,106	4,106	4,106	4,830	4,830	4,830	4,830	4,830	4,830	4,830	4,830	4,830	4,830
TOTAL GASTOS OPERATIVOS		169859.64	169860	169860	169860	169860	169860	169860	169860	169860	169860	169860	199835	199835	199835	199835	199835	199835	199835	199835	199835	199835
UTILIDAD OPERATIVA		290810	342130																			
Depreciacion	5.0%	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750
Ingresos/Egresos Financieros	0.5%	-4105.5	-4105.5	-4105.5	-4105.5	-4105.5	-4105.5	-4105.5	-4105.5	-4105.5	-4105.5	-4105.5	-4830	-4830	-4830	-4830	-4830	-4830	-4830	-4830	-4830	-4830
TOTAL OTROS INGRESOS/EGRESOS		-32855.5	-32856	-32856	-32856	-32856	-32856	-32856	-32856	-32856	-32856	-32856	-33580	-33580	-33580	-33580	-33580	-33580	-33580	-33580	-33580	-33580
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		257,955	308,550																			
UTILIDAD NETA		257,955	308,550																			
Impuesto a la Renta	30%	0	0	77,386	77,386	77,386	77,386	77,386	77,386	77,386	77,386	77,386	92,565	92,565	92,565	92,565	92,565	92,565	92,565	92,565	92,565	92,565
UTILIDAD NETA DESPUES DE IMPUESTOS		257,955	257,955	180,568	215,985																	
INVERSION EN PLANTA		-575,000																				
FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO		-575,000	257,955	257,955	180,568	180,568	180,568	180,568	180,568	180,568	180,568	180,568	215,985	215,985	215,985	215,985	215,985	215,985	215,985	215,985	215,985	215,985
		575,000	186,953	135,494	68,739	49,819	36,106	26,168	18,965	13,745	9,962	7,220	6,259	4,536	3,288	2,383	1,727	1,252	907	657	476	345
VALOR ACTUAL NETO		798,188																				
TIR		37.97866%																				
VAN Cero		0																				
Rentabilidad																						
SUPUESTOS																						
Dias por año		345																				
Precio de venta de TM de Metanol, \$		280																				
Rate de Operación		85.0%																				
Capacidad de Producción, TM/día		10,000																				
Rate de Operación : 100% a partir del 2019																						
TIR Calculado		37.978660%																				

Tabla IV : TIR

ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS (MUSD)	Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Porcentaje	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	2,026	2,027	
Ventas Netas			733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125
Costo de Ventas			201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463
UTILIDAD BRUTA			531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662	531,662
Costo de Producción			146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332
Gasto de Transporte	1%		7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331
Gasto de Venta	0.5%		3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666
TOTAL GASTOS OPERATIVOS			157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329	157,329
UTILIDAD OPERATIVA			374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334	374,334
Depreciacion	5.0%		-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750
Ingresos/Egresos Financieros	0.5%		-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666	-3,666
TOTAL OTROS INGRESOS/EGRESOS			-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416	-32,416
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS			341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918
UTILIDAD NETA			341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918
Impuesto a la Renta	30%		0	0	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575
UTILIDAD NETA DESPUES DE IMPUESTOS			341,918	341,918	239,343																		
INVERSION EN PLANTA			-575,000																				
FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO			341,918	341,918	239,343																		
VALOR ACTUAL NETO - VAN			1,818,529	299,928	263,095	161,549	141,710	124,307	109,041	95,650	83,904	73,600	64,561	67,467	59,182	51,914	45,538	39,946	35,040	30,737	26,962	23,651	20,747
INDICE DE RENTABILIDAD			3.16																				
PERIODO DE RECUPERACION			1 años, 8 meses																				
Tasa Interna de Retorno			51.84%																				
SUPUESTOS																							
Dias por año			345																				
Precio de venta de TM de Metanol, \$			250																				
Rate de Operación, primeros 9 años			85.0%																				
Capacidad de Producción, TM/día			10,000																				
Rate de Operación : 100% a partir del 2018																							
Tasa de descuento			14.0%																				
Costo de Materia Prima, \$/TM			68.7																				
Costo de Fabricación, \$/TM			49.9																				

Tabla IIIa :

ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS (MUSD)	Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Porcentaje	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
Ventas Netas			733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125	733,125
Costo de Ventas			201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463	201,463
UTILIDAD BRUTA			531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662	531662
Costo de Producción			146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332	146,332
Gasto de Transporte	1%		7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331
Gasto de Venta	0.5%		3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666	3,666
TOTAL GASTOS OPERATIVOS			157328.63	157329	157329	157329	157329	157329	157329	157329	157329	157329	157329	157329	157329	157329	157329	157329	157329	157329	157329	157329	157329
UTILIDAD OPERATIVA			374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334	374334
Depreciación	5.0%		-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750	-28,750
Ingresos/Egresos Financieros	0.5%		-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625	-3665.625
TOTAL OTROS INGRESOS/EGRESOS			-32415.63	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416	-32416
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS			341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918
UTILIDAD NETA			341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918	341,918
Impuesto a la Renta	30%		0	0	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575	102,575
UTILIDAD NETA DESPUES DE IMPUESTOS			341,918	341,918	239,343																		
INVERSION EN PLANTA			-575,000																				
FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO			-575,000	341,918	341,918	239,343																	
VALOR ACTUAL NETO			1,243,529	225,188	148,309	68,374	45,031	29,658	19,533	12,864	8,472	5,580	3,675	2,883	1,899	1,251	824	542	357	235	155	102	67
TIR			51.83670																				
VAN Cero			0																				
Rentabilidad																							
SUPUESTOS																							
Días por año			345																				
Precio de venta de TM de Metanol, \$			250																				
Rate de Operación			85.0%																				
Capacidad de Producción, TM/día			10,000																				
Rate de Operación : 100% a partir del 2019																							
TIR Calculado			51.836700%																				

Tabla IVa : TIR

3.7. Capítulo VII : IMPACTO AMBIENTAL

El impacto sobre el medio ambiente, incluyendo los efectos socioeconómicos, que el proyecto tendrá sobre la comunidad del Distrito de Ventanilla y zonas aledañas es un asunto que debe recibir la adecuada consideración durante el planeamiento y desarrollo del Proyecto en todas sus fases:

- Exploración ampliatoria
- Desarrollo del campo
- Construcción de facilidades
- Producción del metanol

La evaluación tendrá que reconocer también que existirá fiabilidad al hacerlo cerca de los centros de consumo y de embarque, para su exportación final. Para cada fase del Proyecto, se establecerán su finalidad, objetivos y características detallando las actividades específicas que se realizarán, las sustancias químicas y los residuos que serán generados así como los métodos previstos para su disposición final.

Se establecerá el Plan de manejo ambiental que comprenderá un conjunto de programas orientados a la conservación, protección y mejoramiento del ecosistema incluyendo medidas de control y de minimización de procesos degradantes.

Para ello conviene tener en cuenta cuales son los factores contaminantes normales de una mega planta de metanol.

El gas natural de camisea no contiene azufre por lo que los gases ácidos de la producción solo serían los provenientes de la oxidación del Nitrógeno NO_x y el CO₂.

El metanol producido es realmente el componente peligroso:
De acuerdo a normas internacionales tenemos:

	Límite permisible Ponderado		Límite permisible Temporal		Nº de caso
Metanol	160 ppm	210 mg/m ³	250 ppm	328mg/m ³	67-56-1

Efectos Potenciales en la Salud:

Contacto epidérmico: irritante Absorción epidérmica: Sí

Contacto con los ojos: moderadamente irritante

Ingestión: puede causar ceguera ó muerte inclusive en cantidades pequeñas. Los efectos en dosis inframortales pueden ser náuseas, dolores de ,dolor abdominal, vómitos y perturbaciones visuales que van desde visión borrosa a sensibilidad a la luz .La inhalación de concentraciones gaseosas elevadas también puede irritar las membranas mucosas ,causar dolores de cabeza, sueño, náusea, confusión, pérdida de conocimiento, perturbaciones digestivas y visuales.

Nota: El umbral del aroma del metanol es superior al de TLV-TWA.

Por todo ello el estudio de impacto ambiental tendrá que tener en cuenta todos estos efectos y muchos más.

Para ello la ó las compañías inversoras tendrán el compromiso de hacer el estudio de Impacto Ambiental, incluyendo:

- Estudio del medio ambiente
- Evaluación de los grupos humanos de la zona.
- Establecer los impactos sobre el clima, tierra fauna ,flora ,etc.
- Establecer estándares para guía de las operaciones y medidas de control.
- Establecer un programa de desarrollo económico integral.

Nota: Incluimos en el anexo 01:Planilla de datos de Seguridad de Methanex.



Fig. 39: La existencia de la planta de metanol debe ir a la par con el desarrollo del ecosistema así como también del desarrollo económico del lugar.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.CONCLUSIONES:

-La demanda de metanol seguirá aumentando y para lograr un equilibrio entre la demanda y la oferta será necesario construir más mega plantas como la que se está construyendo actualmente en Trinidad .

-El uso de las celdas de combustibles ya es un hecho, para el transporte vehicular y conforme el precio continuo en alza del petróleo siga su carrera ascendente se hará necesario buscar combustibles alternativos y de bajo costo, así como también de fácil transportación y expendio en los grifos a crearse.

-Si consideramos que con el tiempo las pilas y baterías que utilizan los celulares, discman, aparatos de música mp3, laptop ,y la gran cantidad de artefactos eléctricos que los utilizan ,la demanda de metanol ya no solo será para el uso industrial como materia prima sino será parte de nuestra vida diaria para los millones de propietarios de dichos artefactos, lo cual hará que la demanda crezca considerablemente.

-Es factible construir una planta para producir 10,000 toneladas métricas de metanol a partir del gas natural de Camisea en el Perú, debido a su alta rentabilidad, como lo demostramos en el estudio económico.

-Un factor adicional que recién se está dejando ver es que en las mega plantas de 5,000 TMD se pueden obtener 480 TMD mas de metanol utilizando tecnología reciente.

-Disponemos de la materia prima necesaria para la fabricación de metanol por más de 50 años sin incluir el desarrollo del lote 56 Pagoreni que debe estar produciendo GN en dos ó tres años según compromiso con PlusPetrol.

-Para la financiación de dicha planta tenemos hoy en día la legislación adecuada lograr parte de la financiación con préstamo del Banco Mundial y de otros organismos internacionales como se logró con la construcción del oleoducto.

-Al disponer de una mega planta de metanol generalmente para exportación también existirán en el Perú empresas tanto nacionales como extranjeras interesadas en la producción de una gama de productos petroquímicos que se obtienen a través del metanol para desarrollarlas en nuestro territorio logrando un gran salto económico.

-Si bien es cierto nuestro mayor competidor en la producción de metanol sería Chile con sus plantas instaladas el costo de producción con el gas de Camisea sería más bajo y por ello podríamos competir con más éxito en el mercado internacional lo que nos pondría a la vanguardia en el mercado exportador.

-El ingreso al fisco por los impuestos que genere la exportación de dicho producto hará posible financiar programas sociales que tiendan a atenuar la pobreza en nuestro País.

4.2.RECOMENDACIONES :

-Consideramos que la Facultad de Petróleo y Petroquímica de la Universidad Nacional de Ingeniería debería promover un Fórum sobre la necesidad de darle valor agregado a nuestro Gas Natural de Camisea, planteando ante los entes directrices en nuestro País de la Política Petrolera y Petroquímica, la conveniencia de la instalación de una Mega planta de metanol por su alta rentabilidad y los grandes ingresos que dejaría a las arcas fiscales.

-Antes de analizar el pedido de compra de nuestro Gas Natural por parte de Chile es mejor pensar que tenemos la opción más conveniente para utilizarlo aquí en nuestro País.

-Mantener las buenas relaciones con la hermana República de Bolivia para que el Gas Natural de Tarija salga a través de nuestros puertos ó inclusive ser materia prima para el desarrollo de las plantas de metanol y de diferentes productos petroquímicos.

-Si bien es cierto que actualmente ya están dadas las concesiones de la explotación del Gas Natural a PlusPetrol y Cía, no está utilizando toda su capacidad de producción ,para lo cual sería conveniente interesarla en la instalación de una primera planta de metanol, dada su alza en el precio en forma permanente .

-El abastecimiento de Gas Natural que actualmente posee Chile , el cual es importado de Argentina, está enfrentando serios problemas , por el aumento del consumo de GN en dicha República, y por los reclamos que constantemente sectores del pueblo argentino le han hecho a sus autoridades por considerar que la venta de dicho GN a \$1,34/MMBTU tiene un precio muy por debajo del precio internacional. Por ello somos la mejor opción sostenible.

-Monitorear en forma permanente las variaciones en el costo del GN y de las mega plantas que se están instalando en el mundo.

-Desarrollar un estudio más exhaustivo del Impacto Ambiental y el desarrollo económico de la zona en que se instale dicha planta.

-Para obtener una mayor rentabilidad en ésta planta de metanol se tendría que considerar el precio del Gas Natural al precio del Sector Eléctrico, lo cual fue una de las propuestas iniciales cuando la demanda del sector industrial creciera considerablemente. Además de ser un producto que posibilitaría la producción de fertilizantes como la úrea que redundaría en un abaratamiento para el sector agrícola de nuestro País dándole un gran impulso a su crecimiento.

-El actual planteamiento de los dirigentes políticos de Chile, Argentina ,Uruguay y Brasil, al que se han sumado algunas autoridades peruanas de exportar nuestro gas a Chile para formar el anillo energético del sur me parece una propuesta contraria a los intereses de nuestro País, puesto que solo nos limitamos a ser los exportadores de materia prima ,pudiendo darle el valor agregado con la construcción de ésta planta de metanol y de otras plantas adicionales para nuestro desarrollo petroquímico.

5. BIBLIOGRAFÍA:

-Revista PTQ: PETROLEUM TECHNOLOGY QUARTERLY-ARTÍCULO:"Economics of a world class methanol Plant" by Toshiyuki Mii and Kunio Hirotsu (TOYO ENGINEERING CORPORATION)-spring 2000.

-SRI CONSULTING-CHEMRAWN XVI CONFERENCE: Predicting Chemical Profitability in the Chemical Industry by George M.Intille-August 9,2003.

-THE METHANOL INDUSTRY:" Where the only constant is change ?" –Dave C.McCaskill-CMAI-Houston Texas.Presented to Nesbitt Burns-Toronto, Canada-January 21,2003.

-JACOBS CONSULTANCY: 1st INTERNATIONAL CONFERENCE DEVELOPMENT OF GAS MARKETS IN THE GULF-Petrochemicals Projects in the Gulf, presented by Roger Newenham- March 2002.

-SRI CONSULTING-The Chemical Industry and Technology Opportunities in China-The 9th Annual China Chemical Industry Conference by Dr.George M.Intille –Shanghai,China-September 18,2003.

-JACOBS CONSULTANCY: Methanol and MTBE Issue or Should Build a Methanol Plant ? by Roger Newenham-October 2002.

-Seminario:"Políticas de desarrollo para el Gas Natural Peruano " exposición a cargo del ex ministro de Energía Dr. Jaime Quijandría- Lima-Perú.

PLANILLA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL

1. INFORMACION SOBRE EL PRODUCTO

Nombre del producto	METANOL (CH ₃ OH)
Nombre comercial/sinónimos	Alcohol metílico, hidrato de metilo, metanol, hidróxido de metilo,
Clasificación de la WHMIS	B2, D1A,
Número de la ONU	1230
Clasificación TDG	Categoría 3 TDG (6.1) Grupo de empaque II
Uso del producto	Solvente, combustible, materia prima,
Fabricante	Methanex Corporation, 1800 Waterfront Centre 200 Burrard Street Vancouver, BC V6C 3M1,
Teléfono de emergencia No.	1-800-424-9300 (CHEMTREC las 24 horas)

2. COMPONENTES PELIGROSOS

	% (peso)	No. de caso	LD50	LC50
Alcohol metílico	99.85%	67-56-1	5.6-13.0 g/kg (Oral, rata) 20 ml/kg (Dérmico, conejo)	64,000 ppm (Rata, inhalación)

3. EFECTOS POTENCIALES A LA SALUD

Contacto epidérmico: Irritante **Absorción epidérmica:** Sí **Contacto con los ojos:** Moderadamente Irritante

Ingestión: Sí **Inhalación:** Sí

Límites de exposición **Alcohol metílico:** ACGIH TLV-TWA = 200 ppm, STEL = 250 ppm - notación epidérmica

OSHA PEL = 200 ppm, STEL = 250 ppm - notación epidérmica

Irritabilidad del producto 1000 ppm en el aire pueden causar irritación de la membranas mucosas

Sensibilización No

Sinergismo con otros No disponible

productos químicos

Efectos a corto plazo

La ingestión, incluso, de una pequeña cantidad de metanol puede causar ceguera o muerte. Los efectos de dosis inframortales pueden ser náuseas, dolores de cabeza, dolor abdominal, vómitos y perturbaciones visuales que van desde visión borrosa a sensibilidad a la luz. La inhalación de concentraciones gaseosas elevadas también puede irritar las membranas mucosas, causar dolores de cabeza, sueño, náusea, confusión, pérdida de conocimiento, perturbaciones digestivas y visuales, y muerte. NOTA: El umbral olfativo del metanol es varias veces superior al de TLV-TWA. Una alta concentración de vapor o contacto líquido con los ojos causa irritación, lágrimas y sensación de ardor. Puede ser absorbido a través de la piel en cantidades tóxicas o letales.

Efectos a largo plazo

La exposición repetitiva por inhalación o absorción puede causar envenenamiento sistémico, desorden cerebral, disminución de la visión y ceguera. La inhalación puede empeorar condiciones tales como la enfisema o la bronquitis. El contacto epidérmico repetido puede causar irritación, sequedad y piel resquebradiza.

Efectos en la reproducción Se informa que causa defecto de nacimiento en ratas expuestas a 20,000 ppm

Teratogénesis No

Mutagénesis No

Carcinogénesis No figura en las listas de IARC, NTP, ACGIH o OSHA como carcinógeno

PLANILLA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL

6. DATOS SOBRE REACTIVIDAD

Químicamente estable (Sí/no)	Sí
Si contestó que no, ¿en qué condiciones?	No corresponde
Incompatible con otras sustancias	Sí
Si contestó que sí, ¿cuáles?	Oxidantes, ácidos y bases fuertes. Puede ser corrosivo para el plomo, el magnesio y platino
Condiciones de reactividad	Presencia de materiales incompatibles y fuentes de ignición
Productos de descomposición peligrosa	Formaldehído, dióxido del carbono y monóxido de carbono.

7. RESPUESTA A LOS DERRAMES Y PERDIDAS

Respuesta a los derrames y pérdidas	Líquido inflamable. Las pérdidas pueden causar riesgo inmediato de incendio/explosión. Elimine todas las fuentes de ignición, detenga las pérdidas y use materiales absorbentes. Si es necesario, contenga el derrame por medio de diques. Se pueden aplicar espumas resistentes al alcohol de fluorcarbono para disminuir el riesgo de vapores e incendio. Aumente al máximo la recuperación de metanol para reciclaje o reuso. Recoja líquidos con bombas a prueba de explosión. Para derrames pequeños, recoja con un absorbente no-combustible. Recoja el metanol o dilúyalo con agua para reducir el riesgo de incendio. No deje que el metanol derramado entre en cloacas, espacios confinados, desagües, o canales. Restrinja el acceso al personal que no esté protegido. Los bomberos deben usar aparatos respiratorios autónomos que cubran toda la cara y con presión positiva, o ropa de protección adecuada. La ropa estructural de protección de incendio no es eficaz contra el metanol. No camine sobre productos derramados ya que pueden estar encendidos y no ser visible.
Eliminación del agua	La incineración es el método de eliminación recomendado. Se puede usar tratamiento biológico en metanol de desecho disuelto en agua. Los restos de metanol no son adecuados para inyección subterránea. Los materiales de desecho deben eliminarse conforme a las reglamentaciones municipales, provinciales y federales. Llame a las autoridades correspondientes para recibir instrucciones específicas o llame al NUMERO de EMERGENCIA 24 HORAS AL DIA: 1-800-424-9300
Degradabilidad/toxicidad acuosa	Fácilmente biodegradable en agua. El metanol en agua dulce o salada puede tener serios efectos de corto plazo sobre la vida acuática. Un estudio sobre los efectos tóxicos del metanol sobre las bacterias del lodo de alcantarillado demostró poco efecto sobre la digestión al 0.1%, en tanto el metanol al 0.5% retrasó la digestión. El metanol se descompone en dióxido de carbono y agua.

PLANILLA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL

8. CONTROLES DE EXPOSICION Y EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

Controles de ingeniería	En áreas confinadas, se debe proporcionar ventilación local y general para mantener las concentraciones en el aire por debajo de los límites de exposición permisibles. Se deben diseñar sistemas de ventilación conforme a normas aceptadas de ingeniería.
Guantes	Se recomiendan cauchos de butilo y de nitrilo. Consulte al fabricante de guantes.
Respiratorio	Use respirador de aire aprobado por la NIOSH cuando las concentraciones en el aire excedan los límites de exposición.
Ojos	Corresponde protector de cara y antiparras antisalpicaduras químicas.
Calzado	Resistente a productos químicos.
Ropa	Use pantalones y chaquetas químico-resistentes, preferentemente de caucho de butilo o nitrilo. Consulte al fabricante.
NOTA:	El PPE no debe considerarse como una solución a largo plazo para el control de exposición. El uso de PPE debe ser acompañado con programas del empleador de selección, mantenimiento, limpieza, ataque y uso. Consulte a alguien competente en higiene industrial para determinar el riesgo potencial y/o fabricantes de PPE para asegurar una protección adecuada.

9. ALMACENAMIENTO Y REQUISITOS PARA EL MANEJO

Almacenamiento	Almacene en equipo totalmente cerrado, diseñado para evitar la ignición y el contacto humano. Los tanques deben conectarse a tierra, deben estar ventilados y tener controles de emisión de vapor. Los tanques deben estar en diques. Evite el almacenamiento con materiales incompatibles. El metanol anhidro no es corrosivo para la mayoría de los metales a temperatura ambiente, excepto plomo y magnesio. Sin embargo, las capas de cobre (o aleaciones de cobre), zinc (incluyendo acero galvanizado) o aluminio no deben almacenarse ya que son atacados lentamente. Los tanques de almacenamiento soldados son normalmente satisfactorios. Deben ser diseñados y construidos conforme a buenas normas de ingeniería para el material utilizado. El acero blando es el material recomendado para la construcción. Los tanques construidos con aleaciones de cobre (incluso capas de cobre), zinc (incluyendo acero galvanizado), o aluminio, no son convenientes para soluciones de metanol-agua. El plástico es adecuado para almacenamiento temporario y de corto plazo. No obstante, no se recomienda el material plástico para almacenamiento a largo plazo debido a los efectos de deterioro y los riesgos subsecuentes de contaminación.
Manejo	No se debe fumar cerca de llamas abiertas en el área de almacenamiento, de uso o de manejo. Use equipo eléctrico a prueba de explosión. Asegúrese un procedimiento eléctrico correcto de toma a tierra.
Información de distribución	Todos los embarques de metanol deben estar adecuadamente clasificados, descritos, empaquetados, marcados y etiquetados para cumplir con la reglamentación del Ministerio de Transporte de Canadá, las Reglas de Transporte de Productos Peligrosos del Ministerio de Transporte (DOT), Oficina de Explosivos y Reglamentación de los Materiales Peligrosos.

PLANILLA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL

10. DATOS FISICOS

Estado físico	Líquido
Olor	Ligero olor a alcohol
Umbral Olfativo	2000 ppm, (irritación a 1000 ppm, pocas propiedades de advertencia olfativas)
Apariencia	Clara, sin color
Gravedad específica	0.792 (H ₂ O = 1)
Punto de congelamiento	-97.8°C (-144°F)
Punto de ebullición	64.5°C (148°F) a 760 mm Hg
Presión de vapor	96 mm Hg a 20°C (68°F)
Densidad de vapor (aire=1)	1.105 a 15°C (59°F)
Tasa de evaporación	2.1
(Acetato de Butilo-n=1)	
Peso molecular	32.04
Volátil, porcentaje por Volumen	100%
Solubilidad en agua a 20°C	Soluble
pH	No aplicable
Coefficiente de distribución de agua/aceite	Soluble en agua, se separa del aceite.

11. INFORMACION SOBRE REGULACIONES

Transporte	TDG canadiense: Metanol, líquido Inflamable, 3 (6.1), ONU 1230, PG II DOT de EE.UU.: Alcohol Metílico (RQ 5000/2270), líquido inflamable, ONU 1230 PG II
WHMIS – Canadá	B2, D1A
OSHA - EE.UU.	Peligroso según 29 CFR 1910.1200
EPA	Peligroso según la Ley de Agua Limpia 40 CFR 116-117 Planificación y Notificación de Emergencia - 40 CFR 355 Apéndices A y B SARA Título III Sección 131, Listado de Productos Químicos Tóxicos Específicos - 40 CFR 372 Listado de Sustancias Peligrosas de CERCLA; Designación, Cantidades a informar, Notificación – 40 CFR 302
Otros	Clasificación de NFPA: Salud = 1, Incendio = 3, Reactividad = 0

12. INFORMACION SUPLEMENTARIA

NOTA PARA EL MEDICO: Una exposición aguda al metanol, ya sea o a través de ingestión o respiración de concentraciones elevadas puede producir síntomas entre los 40 minutos y las 72 horas después de la exposición. Los síntomas y señales normalmente se limitan a CNS, ojos y tracto gastrointestinal. Debido a los efectos iniciales de CNS de dolor de cabeza, vértigo, desgarro y confusión, puede parecer intoxicación con etanol. La visión borrosa, la disminución de agudeza visual y la fotofobia son quejas comunes. Se indica tratamiento con ipecac o lavado a cualquier paciente que se presente dentro de las dos horas de ingestión. En casos de envenenamiento severo se presenta una acidosis metabólica profunda y los niveles de bicarbonato en suero son una medida más exacta de la severidad que los niveles de metanol en suero. En la mayoría de los hospitales existen protocolos de tratamiento y se recomienda la ayuda temprana de los hospitales adecuados.

PLANILLA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL



13. INFORMACION DE PREPARACION

Preparado por	Methanex Corporation 1800-200 Burrard Street Vancouver, Columbia Británica, V6C 3M1 Teléfono: 1-604-661-2600
Fecha de emisión Emisión anterior	Diciembre 1, 2002 Octubre 1, 2002
Referencias utilizadas	American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Documentation of Threshold Limit Values, 1994-1995 Hazardous Substances Data Base, 1996 Microtech; #1.93 Revised 1995.05.2 Hazard Management Data Base, 1996 Microtech, Revised 1995.05.2 RTECS, 1995 NIOSH Pocket Guide, 1995 Reproductive Effects Data Base; 1996 Microtech, Revised 1995.05.2 Medical Management Data Base; 1996 Microtech, Revised 1995.05.2 Dangerous Goods Initial Emergency Response Guide 1992, Transport Canada

Si necesita copias adicionales de este MSDS, visite el sitio web de la Corporación Methanex:
<http://www.methanex.com/methanol/techsafetydata.htm>

Methanex Monthly Average Regional Posted Contract Price History

Date	Methanex Non-Discounted Reference Price (MNDRP)		Methanex European Posted Contract Price (EPCP)	Methanex Asian Posted Contract Price (APCP)
	\$/gal	\$/MT	€/MT	\$/MT
Jan-01	n/a		n/a	n/a
Feb-01	n/a		n/a	n/a
Mar-01	n/a		n/a	n/a
Apr-01	n/a		n/a	n/a
May-01	\$0.770	\$256.10	n/a	n/a
Jun-01	\$0.670	\$222.84	n/a	n/a
Jul-01	\$0.570	\$189.58	n/a	n/a
Aug-01	\$0.510	\$169.63	n/a	n/a
Sep-01	\$0.420	\$139.69	n/a	n/a
Oct-01	\$0.370	\$123.06	n/a	n/a
Nov-01	\$0.400	\$133.04	n/a	n/a
Dec-01	\$0.400	\$133.04	n/a	n/a
Jan-02	\$0.375	\$124.73	€ 125	n/a
Feb-02	\$0.360	\$119.74	€ 125	n/a
Mar-02	\$0.375	\$124.73	€ 125	n/a
Apr-02	\$0.420	\$139.69	€ 145	n/a
May-02	\$0.500	\$166.30	€ 159	n/a
Jun-02	\$0.560	\$186.26	€ 185	n/a
Jul-02	\$0.620	\$206.21	€ 208	n/a
Aug-02	\$0.620	\$206.21	€ 208	n/a
Sep-02	\$0.620	\$206.21	€ 208	\$202
Oct-02	\$0.620	\$206.21	€ 208	\$202
Nov-02	\$0.620	\$206.21	€ 208	\$202
Dec-02	\$0.620	\$206.21	€ 208	\$202
Jan-03	\$0.690	\$229.49	€ 228	\$230
Feb-03	\$0.790	\$262.75	€ 228	\$252
Mar-03	\$0.820	\$272.73	€ 245	\$270
Apr-03	\$0.820	\$272.73	€ 260	\$275
May-03	\$0.820	\$272.73	€ 260	\$275
Jun-03	\$0.820	\$272.73	€ 240	\$275
Jul-03	\$0.775	\$257.77	€ 225	\$260
Aug-03	\$0.720	\$239.47	€ 225	\$250
Sep-03	\$0.700	\$232.82	€ 210	\$241
Oct-03	\$0.680	\$226.17	€ 190	\$230
Nov-03	\$0.680	\$226.17	€ 190	\$230
Dec-03	\$0.680	\$226.17	€ 190	\$230
Jan-04	\$0.750	\$249.45	€ 200	\$250
Feb-04	\$0.750	\$249.45	€ 200	\$250
Mar-04	\$0.750	\$249.45	€ 200	\$250
Apr-04	\$0.750	\$249.45	€ 200	\$250
May-04	\$0.750	\$249.45	€ 200	\$250
Jun-04	\$0.810	\$269.41	€ 200	\$260
Jul-04	\$0.840	\$279.38	€ 230	\$272
Aug-04	\$0.840	\$279.38	€ 230	\$272
Sep-04	\$0.840	\$279.38	€ 230	\$272
Oct-04	\$0.840	\$279.38	€ 230	\$272
Nov-04	\$0.900	\$299.34	€ 230	\$272
Dec-04	\$0.950	\$315.97	€ 230	\$292
Jan-05	\$0.950	\$315.97	€ 230	\$302
Feb-05	\$0.950	\$315.97	€ 230	\$302
Mar-05	\$0.950	\$315.97	€ 230	\$302
Apr-05	\$0.950	\$315.97	€ 230	\$302
May-05	\$0.950	\$315.97	€ 230	\$302
Jun-05	\$0.950	\$315.97	€ 230	\$290
Jul-05	\$0.900	\$299.34	€ 220	\$280
Aug-05				
Sep-05				
Oct-05				
Nov-05				
Dec-05				