

ASPECTOS ECONOMICOS Y TECNOLOGICOS DEL GAS NATURAL EN EL BRASIL

M. E. Morales Carlos, Luis Eduardo Dutra, Luiz Pinguelli Rosa

Programa de Planejamento Energético, COPPE/ UFRJ, Brasil

Centro de Tecnologia- Bloco C - Sala 211 Caixa Postal 68501, 21945.970 Rio de Janeiro Brasil

RESUMEN

El gas natural rapidamente se está convirtiendo en la fuente energética capaz de substituir al petróleo y carbón, por lo tanto, los estudios sobre los aspectos económicos y tecnológicos son importantes para el mejor desarrollo de la industria del gas natural.

Gran parte de este estudio fue realizado básicamente sobre las Unidades Procesadoras de Gas Natural que se encuentran en la Refinería Duque de Caxias (REDUC) localizadas en la ciudad de Rio de Janeiro-Brasil; así como también a Industrias que se beneficiaron con el uso de este energético.

En la primera parte se presentan las características del gas natural.

En la segunda parte, son descritas las dos alternativas de procesamiento, que actualmente existen en Brasil, el de Absorción Refrigerada y el de Turbo-Expansión.

En la tercera parte, se utiliza el trabajo desarrollado en el CENPES (Centro de Pesquisa de la Petrobrás), para evaluar las condiciones de factibilidad económica de los procesos descritos anteriormente.

Por último son evaluados los usos y ventajas del gas natural en industrias de Rio de Janeiro.

1. EL GAS NATURAL Y SUS CARACTERISTICAS

El GN es una sustancia que se encuentra en la corteza terrestre, como una parte del petróleo. El es encontrado en estado gaseoso o en solución con el petróleo, en las condiciones del reservorio y permanece en estado gaseoso en las condiciones atmosféricas de presión y temperatura, está formado de una mezcla de hidrocarburos parafínicos livianos, que predominantemente contienen metano, etano, propano, butano y otros componentes de mayor peso molecular. Esa composición depende de su origen, de su mayor o menor grado de tratamiento al que es sometido. Presenta bajas proporciones de contaminantes como nitrógeno, dióxido de carbono, agua y compuestos sulfurados, raramente puede contener gases nobles como helio y argón. Además el GN no tiene olor y, cuando es sometido a un proceso de quema, fornece de 8000 a 12500 kcal/m³, variando el poder calorífico en función de su composición.

Tal como se presenta en la naturaleza, puede ser clasificado como GN asociado y GN no asociado. El asociado se caracteriza como todo aquel proveniente de un reservorio de petróleo, pudiendo estar en solución de masa de petróleo o en estado libre, formando la denominada capa de gas. El programa de su producción está determinado por las necesidades y condiciones de producción de petróleo, ya que el reservorio es definido como productor de petróleo, por la mayor importancia energética de él, en relación al volumen de gas. El gas no asociado, está caracterizado como todo aquel proveniente de un reservorio productor de gas, predominando la cantidad de energía del gas, y del punto de vista de la producción, es él quien define el programa de producción.

Generalmente, el gas no asociado es producido con elevadas presiones de superficie, objetivando el mejor aprovechamiento de la energía de los reservorios. El gas no asociado trae por tanto, toda la energía necesaria para su producción, condicionamiento y transporte, lo que no ocurre con el gas asociado, que requiere energía complementaria, en función de la energía dispendida en la producción de petróleo.

Por fin, para poder atender a las especificaciones de mercado, el GN debe de ser condicionado y además de la retirada de los contaminantes, debe ser realizado un acierto del punto de rocío con relación a los hidrocarburos, dando como resultado una producción de derivados líquidos de petróleo, destacando el GLP.

2. PROCESAMIENTO DEL GAS NATURAL

Se entiende por procesamiento primario de GN, la secuencia de operaciones que tiene por objetivo separar las fracciones mas pesadas del gas, de mayor valor económico, originando otro gas, de menor valor energético, denominado residual. Las fracciones pesadas, obtenidas en el estado líquido, son constituidas por hidrocarburos de mayor peso molecular, mientras que el gas residual está compuesto básicamente de metano y etano que, juntos, suman cerca de 75% del peso del GN.

De la forma como el GN es producido, puede contener contaminantes, clasificados en dos tipos básicos: inertes y gases ácidos. Los inertes están siempre presentes en el gas, son el nitrógeno y el vapor de agua. Los gases ácidos, llamados así por formar una solución con características ácidas, cuando están en la presencia de agua libre, engloban el gas carbónico (CO_2), y los compuestos de azufre como el gas sulfhídrico (H_2S), mercaptans (R-SH , donde R es un radical hidrocarburo), sulfeto de carbonila (COS) y el disulfeto de carbón (CS_2).

Condicionamiento o tratamiento, es el conjunto de procesos a los cuales el gas es sometido en las "Unidades de Procesamiento de Gas Natural" UPGN, de modo a remover o reducir las proporciones de contaminantes para atender especificaciones de mercado, seguridad, transporte o procesamiento posterior. Las especificaciones mas frecuentes están relacionadas con las proporciones máximas de compuestos de azufre, porcentaje máximo de dióxido de carbón, porcentaje máximo de agua o punto de rocío en relación al agua, punto de rocío en relación a los hidrocarburos (algunas veces considerado como procesamiento), porcentaje de sólidos e poder calorífico.

Otro concepto muy utilizado en el procesamiento del gas es el Índice de Riqueza del gas (IRG). Definido como la cantidad de líquido, previamente establecida como etano y propano y más pesados, que puede ser obtenida a través del procesamiento primario. Es expresada en metros cúbicos de liquido a 15.5°C y 1 atm por 1000 m^3 de gas natural a 20°C y 1 atm. Dada la composición del gas, la riqueza, según esta definición, es obtenida por la sumatoria del producto del porcentaje molar de cada componente por un factor F conocido, cuyo valor es función de la densidad y del peso molecular del componente. Es común también expresar la riqueza del gas únicamente en términos de porcentaje molar y en este caso consiste en la suma de los porcentajes de todos los componentes a partir del propano inclusive. De acuerdo con este criterio, de más facil utilización que el anterior, un gas es considerado rico si presenta una riqueza superior a 7%.

El vapor de agua, a pesar de ser clasificado como inerte, al condensar en líneas o equipos, en la presencia de gases ácidos o hidrocarburos, puede causar inconvenientes, tales como corrosión y formación de hidratos, además de reducir la capacidad de las líneas de transporte. La remoción de agua, deshidratación, es la forma más eficiente de combatir los problemas antes mencionados.

2.1. TIPOS DE PROCESOS EN LA REFINERIA DUQUE DE CAXIAS.

RIO DE JANEIRO.

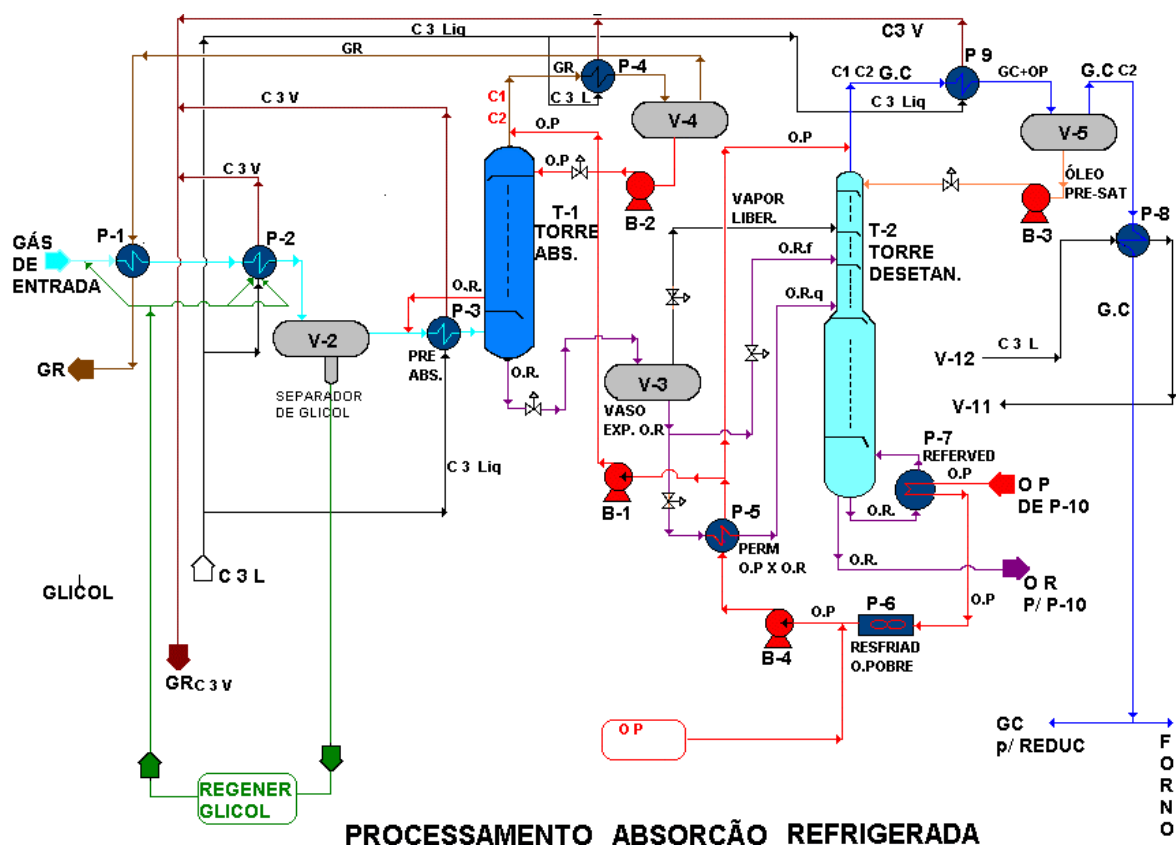
Todos los procesos tienen en común, el principio básico de promover la condensación de los hidrocarburos más pesados, por medio de la reducción de temperatura. Entre los principales procesos utilizados para la recuperación de hidrocarburos líquidos en la Refinería Duque de Caxias (REDUC) están: La Absorción Refrigerada y la Turbo-Expansión. Cada uno de estos procesos es visto e seguir:

2.1.1. PROCESO DE ABSORCION REFRIGERADA.

El proceso de absorción, para la recuperación de los componentes pesados del gas ocurre a través de una absorción física promovida por el contacto del gas con el óleo de absorción. El mecanismo de este proceso es la diferencia entre la presión de vapor de los componentes en el óleo y su presión parcial en el gas. Como la primera es menor que la segunda, ocurre una transferencia de masa del gas para el óleo, con liberación de energía y un consecuente aumento de temperatura. Este principio se aplica a todos los hidrocarburos, sin embargo, en la segunda etapa, cuando la presión es reducida, los componentes livianos son liberados del óleo, quedando retenidos a penas los hidrocarburos pesados.

El contacto entre el óleo de absorción y el gas ocurre en sentido contrario de uno con el otro, en la Torre Absorvedora, donde el óleo es admitido por el tope y el gas por el fondo. El óleo utilizado es un hidrocarburo líquido, con peso molecular en el rango de 100 a 180, o aguarrás.

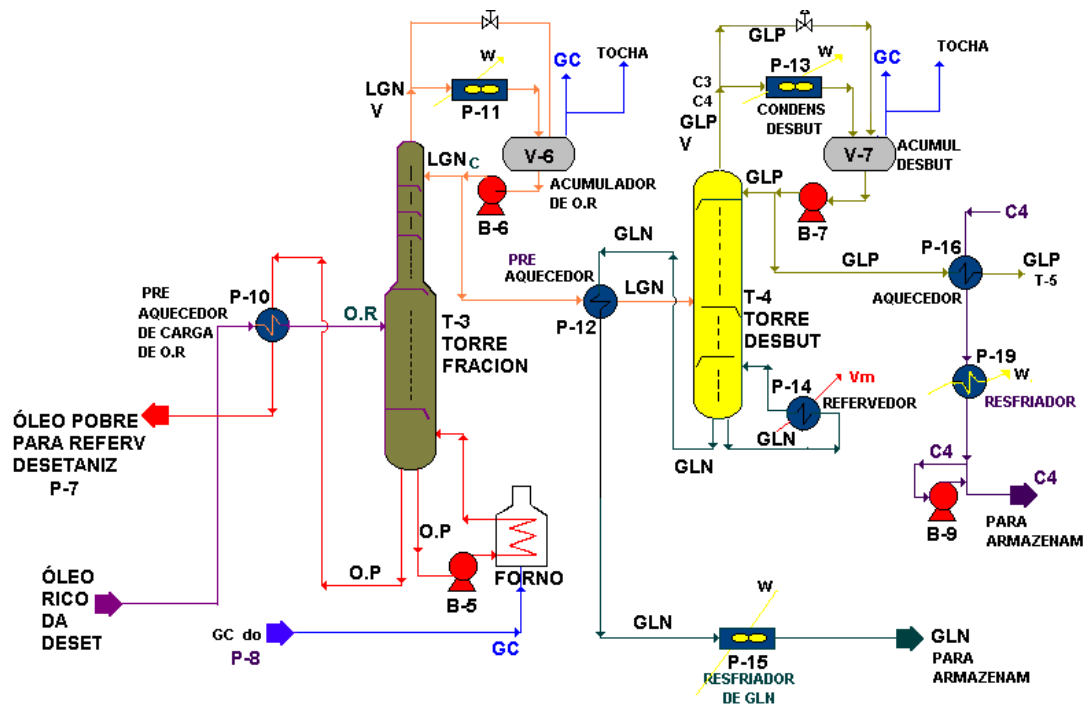
A continuación se muestra el fluxograma del proceso de Absorción Refrigerada que tiene por finalidad separar el GLP (propano especial o butano especial) y gasolina desbutanizada, del gas natural oriundo de la Jazida de Campos.



Así, el GN es inicialmente separado de las fracciones líquidas, que forman el condensado, luego la desidratación hecha con glicol, para evitar la formación de hidratos en etapas posteriores del proceso. A seguir, en la Torre Absorvedora debidamente refrigerada y sobre presión, una pequeña parte de los constituyentes leves y todos los demás de mayor peso molecular, son absorbidos por el óleo de absorción,. Los gases leves no absorbidos constituyen el gas residual, remitidos para fuera de la UPGN.

La eficiencia de la absorción depende, entre otros factores, de la presión y temperatura de operación del sistema, de las cantidades relativas de gas y óleo de absorción, y de la calidad del contacto promovido entre el gas y líquido. Las condiciones mas comunes de operación de la Torre Absorvedora son de 28 a 70 Kgf y temperaturas que varían hasta -40°C . La refrigeración es obtenida a través de un fluido auxiliar generalmente propano. Durante el proceso se utiliza también óleo rico, que es el óleo de absorción saturado con hidrocarburos y óleo pobre, que es el óleo exento de estos componentes.

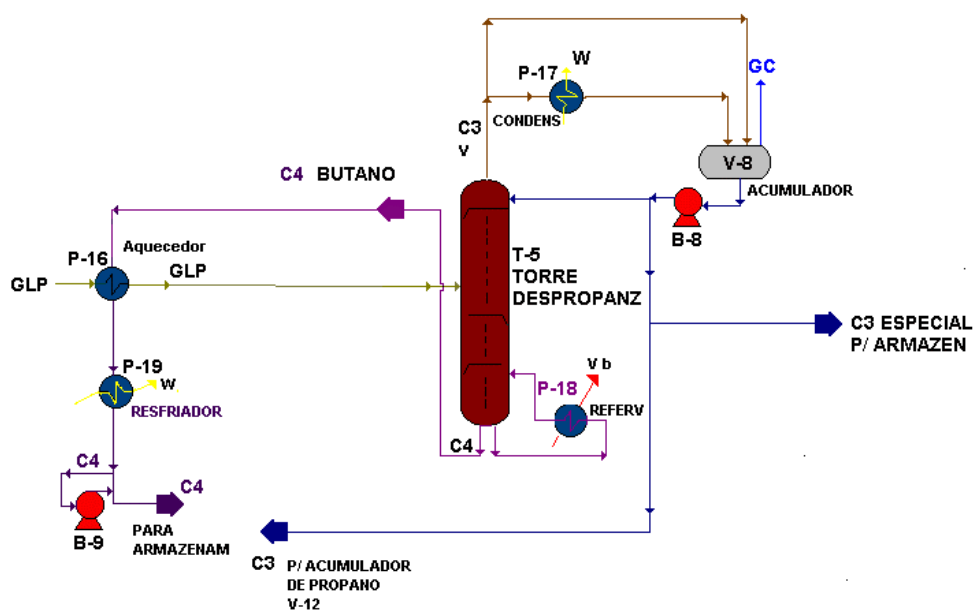
En la Torre Desetanizadora son separados, la parte de los gases leves que fueron absorbidos.



PROCESSAMENTO ABSORÇÃO REFRIGERADA

Los hidrocarburos absorbidos por el óleo son posteriormente separados, por la acción del calor, en la Torre Fraccionadora. El óleo pobre retorna a la Absorvedora y los hidrocarburos son separados de modo a fornecer los productos deseados. Las recuperaciones comunmente obtenidas con este proceso son: Etano, máximo 50% molar; Propano entre 90 y 95% molar; Butanos y mas pesados en 100% molar.

En otras tres Torres son separados respectivamente: 1. En la Torre fraccionadora son separados el LGN por el tope y el óleo pobre por el fondo. El fraccionamiento ocurre en función del calentamiento dado por el horno, que cumple la función de recalentar la torre. Este horno también da calor, a través del óleo pobre, al fondo de la torre desbutanizadora. El óleo pobre troca calor com los flujos del proceso antes mencionados y cierra el ciclo entrando en las torres absorvedora y desetanizadora.



PROCESSAMENTO ABSORÇÃO REFRIGERADA

3. El producto del fondo de la Torre Desbutanizadora es la corriente de C5+ que pre-calienta la carga de la torre y todavía sufre un resfriamiento antes de ser almacenado a temperaturas de 38°C. El producto del tope pasa por un condensador después del cual, parte del líquido es bombeado de vuelta para la torre como reflujo. La otra parte constituye el GLP, producto de la unidad, que sigue para almacenamiento también a 38 °C. 4. Finalmente en la Torre Despropanizadora se realiza la separación de propano y butano. Gases leves, GLP o propano y butano, y gasolina desbutanizada son enviados para el almacenamiento de la UPGN.

El proceso de Absorción refrigerada, utiliza la refrigeración apenas como auxiliar para obtener mayores recuperaciones. Su aplicación típica es en la recuperación de propano y más pesados, habiendo siempre una recuperación incidental de etano. Este proceso deja de ser interesante si la intención son recuperaciones mas elevadas de etano, que requieren mayores circulaciones de óleo. Esto, porque las inversiones y costos de operación, de la Absorción Refrigerada, están directamente relacionados al flujo de circulación del óleo de absorción.

2.1.2. PROCESO DE TURBO-EXPANSION

Este proceso es normalmente adoptado cuando se desea recuperar etano y componentes mas pesados. Es indicado para gases disponibles a alta presión no obstante de ser viable también para presiones moderadas o bajas.

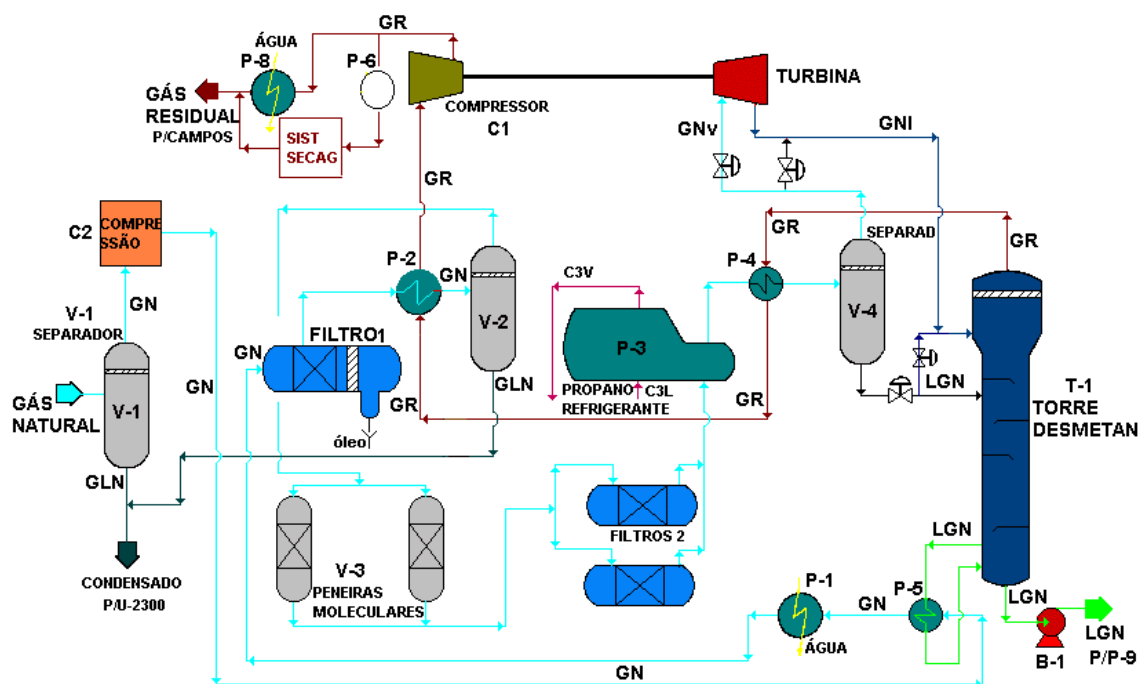
Las recuperaciones que pueden ser alcanzadas en este proceso, son mucho mayores que en el proceso anterior, como podemos ver: etano 85% molar; propano 99% molar; butanos y mas pesados 100% molar. El esquema de recuperación de líquidos, consiste básicamente en el resfriamiento del gas por corrientes frias de la propia Unidad, seguido de la expansión en la Turbo-expansión. Con liberación de energía del gas hay una brusca reducción de temperatura y consecuente condensación de los hidrocarburos. Algunas veces es empleada una refrigeración adicional a través de un fluido auxiliar, que generalmente es propano.

El GN entra en la UPGN y pasa por un separador para retirar los condensados, luego sigue para la succión del compresor de carga que eleva su presión. Después de la compresión, la temperatura del gas aumenta, y es suficientemente alta para dar calor al recalentador de la Torre desmetanizadora.

Después de este recalentador, el gas es enfriado con agua y pasa por un filtro que tiene la finalidad de coalescer las gotas de óleo que por ventura fueron arrastradas por el gas y que podrian perjudicar la operación de los tamices moleculares. Después del enfriamiento con gas residual, el gas rico pasa por otro vaso para remover el condensado, es deshidratado en un lecho de tamices moleculares para evitar la formación de hidratos en la parte criogénica de la Unidad, pasa por un filtro que retiene partículas sólidas arrastradas del lecho adsorbente y entra en el refrigerador donde el gas es enfriado con propano. Hay entonces un nuevo enfriamiento con el gas residual que deja el tope de la Torre Desmetanizadora y la corriente de gas mas el líquido condensado son separados en un vaso para ser expandidos, isoladamente.

El gas entra en el turbo-expansor de donde sale a -71.5 °C y entra en la sección superior de la Torre Desmetanizadora. Una válvula provee el "by-pass" de la turbina y cuando es utilizada la temperatura del gas antes de la Torre será de apenas - 38 °C.

Com la Turbina fuera de operación, el gas no puede ser expandido pues el compresor del gas residual también estará fuera de operación. El líquido del vaso separador es expandido en una válvula alcanzando - 51 °C y es introducido en la columna.



PROCESSO DE TURBO EXPANSÃO

El producto del tope de la desmetanizadora es un gas residual conteniendo menos de 1% de propano y componentes mas pesados. Este gas residual a - 68 °C troca calor con el gas rico en dos permutadores, conforme lo antes mencionado y comprimido en un compresor accionado por el turbo-expansor, enfriado y entregado para el consumo.

El producto del fondo de la desmetanizadora, un LGN con elevado porcentaje de etano, es bombeado para la torre desetanizadora siendo antes pre-calentado con gasolina natural hasta 34 °C. La temperatura en el tope de la desetanizadora es de 2.7 °C. Un condensador que utiliza propano refrigerante condensa el etano a -0.3 °C, parte del líquido es bombeado de regreso a la torre como reflujo y lo restante sigue para el almacenamiento. Es posible obtener etano en la fase vapor siendo suficiente aumentar un poco la temperatura en el tambor del tope. En este caso antes de ser incorporado al gas residual, el etano vapor troca calor con el propano en la etapa caliente del ciclo de refrigerante. El re-calentador de esta torre utiliza vapor de media presión y el producto del fondo, después de tener su presión reducida, alimenta la torre desbutanizadora en la que hay separación de butanos por el tope y gasolina natural por el fondo.

Costos de los Insumos:

Energía Eléctrica	Mwh	50.00
Gas Combustible	Gcal	9.180
Aguarrás	Bbl	18.630

1. Estimativa de Inversiones y Costo

	Absorción Aguarrás	Refrigerada C5+	Turbo- Expansión
Invers. MUS\$	21 639	22 280	21 724

Costos Directos - ISBL - Base Dic/95

Cantidad de Equipos

	Absorción Aguarrás	Refrigerada C5+	Turbo - Expansión
Vasos	10	9	13
Torres	4	3	2
Horno	1	1	1
Permutador	10	8	5
Resfri A ar	6	4	5
Compresor	4	6	9
Bombas	14	8	8
Plate fin	-	-	6
Total	49	39	49

Costo de Equipamentos. (MUS\$)

	Absorción Aguarrás	Refrigerada C5+	Turbo - Expansión
Vasos	795.6	634.7	820.5
Torres	1 196.7	739.4	694.9
Horno	874.0	883.4	629.2
Permutador	1 031.1	1 651.0	402.6
Resfri A ar	973.7	1 147.7	1 031.2
Compresor	5 525.1	6 622.4	7 711.6
Bombas	1 144.1	792.3	247.3
Plate fin	-	-	1 509.2
Bandejas	389.4	250.1	187.2
TOTAL	11 929.7	12 721.0	13 233.7

2. Programa de Producción**PRODUCCION**

	Absorción Aguarrás	Refrigerada C5+	Turbo- Expansión
GLP (m³/d)	677	677	707
C5+ (m³/d)	179	151	179
G.R. (Nm³/d)	1 682 112	1 686 288	1 671 360

INSUMOS

Ener. E. (kwh/h)	4 798.3	6 513.5	6 348.4
GasC. (kg/h)	982	790	564
Aguarrás	0.90	-	-

4 Estimaciones Económicas: Costo Anual y Valor Presente.

	Absorción Aguarrás	Refrigerada C5+	Turbo- Expansión
Saldo de Caja	Anual (MUS\$/a)		
	11 496.24	10 357.01	11 476.85
Renta Anual	(MUS\$/a)		
	79 204.47	78 619.46	79 455.68
GLP	22 505.27	22 505.27	23 495.91
C5+	7 341.50	6 193.11	7 329.19
G.R.	49 357.70	49 921.08	48 630.58
Costo Anual	(MUS\$/a)		
	67 708.23	68 262.44	67 978.83
GN	64 811.10	64 811.10	64 811.10
EE	2 015.29	2 735.67	2 666.33
G.C.	844.93	715.68	501.40
Aguarrás	36.91	-	-
Valor Presente a	15%a.a(MUS\$)		
	33 731.59	28 188.04	33 578.68

Com estos resultados, se verifica que los procesos de Absorción Refrigerada com Aguarrás y el de Turbo-Expansión son más ventajosos.

3. USOS DEL GAS NATURAL.

Actualmente existe gran disponibilidad de GN (tanto de Bolivia, Argentina como de la Jazida de Campos en Rio de Janeiro), cabe entonces conocer cuales los usos que pueden levantar la participación de este elemento en la matriz energética brasilera.

El GN puede ser el sustituto mas viable y competidor de los productos de petroleo en todo uso final, tanto en el sector doméstico como en el sector industrial. También puede ser utilizado como combustible para el transporte automotivo, sea comprimido (GNC), sea como gasolina sintética. Además de eso, es una opción cada vez mas importante para la generación de electricidad, sobre todo cuando se tienen restricciones ecológicas y existen políticas internacionales que inducen al uso de combustibles "limpios".

El GN puede ser un importante vector en la matriz energética brasilera y representa la fuente energética que mas opciones de uso ofrece para el futuro. Este potencial recientemente comenzó a realizarse, al ser cada vez mas utilizado como combustible, sustituyendo los derivados líquidos del petroleo: el óleo combustible en la industria, el gas reformado de nafta y GLP en las redes de distribución doméstica, el diesel y la gasolina en el sector automotivo.

Además de eso, el puede ser utilizado tanto como materia-prima en la industria petroquímica, para la fabricación de amoniaco, fertilizantes y otros productos, cuanto como fuente de energia calorífica para el sector industrial, directamente o en combinación con otras fuentes de energia. Es sin duda esta versatilidad y su disponibilidad que justifican el interés que el GN despierta en el Brasil, hoy.

3.1. Usos como Combustible

El GN posee cualidades excelentes, que permiten su utilización como combustible, el puede ser quemado totalmente, sin dejar residuos sólidos. Las conversiones son a corto plazo y a un bajo costo relativo. No hay necesidad de tratamientos extensos o de instalaciones de refinación complejas y ni de equipos de control de contaminantes en el punto final de uso. Tiene facilidad de control, ya que puede ser cortado o prendido nuevamente, como la electricidad.

Para el mismo contenido energético, la proporción de azufre del GN puede ser, dependiendo de su origen, de 1000 a 240 veces inferior al carbón y de los óleos pesados, y 300 a 200 veces inferior al del

diesel. Esta cualidad permite que los trocadores de calor y los recuperadores sean usados funcionando con grandes variaciones de temperatura, sin mayores problemas de vida útil.

Reconocidos por los bajos porcentajes en los productos de combustión, de óxidos de azufre, monóxido de carbón, óxido de nitrógeno y partículas; la limpieza en la combustión del GN, facilita su aplicación en los procesos de calentamiento. Un ejemplo es el calentamiento directo de los líquidos a baja temperatura, por aspersión. Otra aplicación de gran eficiencia es en el secado y cocción de productos alimenticios o agrícolas.

En la industria de alimentos como el de café, cuando el dorador operaba con óleo diesel, el café quedaba "oleoso" con calidad inferior. El uso del GN impide que el café absorba el olor de los gases y tenga un sabor superior. El GN también permitió una velocidad de proceso mayor, que la electricidad usada en 1996. Por fin, no hubo mayor necesidad de mantenimiento en las instalaciones del GN, apesar de estar en operación cerca de cuatro años, con el uso de óleo diesel, la necesidad de mantenimiento era frecuente.

En la industria del sector de herrería, se fabrican cuerpos molidores de 0,2 a 3.2 kg para la industria de minería y piezas hasta de 10 kg para la industria automovilística (bielas, ejes etc). En esta empresa el uso del GN se da exclusivamente en los procesos térmicos. En algunos de estos procesos existen energéticos competidores como el óleo diesel y el óleo combustible, que por cuestión de precio o de características técnicas operacionales, se presentan como soluciones menos favorables (por ejemplo, recuperación de calor comprometida por la corrosión del azufre).

Apenas la electrotermia se presenta como una solución concurrente en términos técnicos y económicos para algunos tipos de equipos o procesos, apesar que imponga límites de horario de operación (sistema hora-sazonal) y velocidad de operación limitada, lo que no ocurre con el gas. En esta empresa cuando se utilizaba el óleo combustible, había necesidad de almacenar en grandes tanques, ocurriendo también un pre-calentamiento con vapor, donde el óleo tendría que entrar a temperaturas superiores a 100 °C, a fin de alcanzar la viscosidad ideal para la atomización. Teniendo un menor consumo de energía (entre 3 a 5% menos), esta es una de las ventajas del GN sobre los óleos combustibles viscosos. El proceso puede ser todavía manual y no continuo, presenta una pérdida significativa de material de 30%. La disminución de este problema, a través de la automatización, traería un aumento significativo de la eficiencia y el GN pasaría a ser la única fuente energética para el proceso.

La Cisper-Remisa, fábrica visitada que actúa en el sector de vasos y botellas, utiliza tres hornos a GN. La empresa dio su entera aprobación al uso del GN en razón de sus ventajas como de tener una mayor facilidad de control, su composición más homogénea, los efectos menos contaminantes, y sobre todo la eliminación del uso de energía para el pre-calentamiento.

Los hornos de vidrio como los que usan en esta fábrica, tienen sistemas de combustión sofisticados, exigiendo ajustes finos de presión, flujo y transferencia de calor de la llama producida. Con el GN, se facilita la tarea de regular la llama. Además de eso, el GN no tiene impurezas como el óleo combustible (antes utilizado) y presenta una composición más constante. Es importante recordar que el óleo combustible además de contener agua, precisa de una temperatura de pre-calentamiento ajustada para alcanzar la viscosidad ideal de atomización y quema. Con todas esas ventajas, la llama del gas presenta una estabilidad mucho mayor, lo que se torna una cualidad fundamental en la operación de un equipo extremadamente sensible a las variaciones de transferencia de calor.

En esta fábrica, el uso del GN también modificó la temperatura de operación de los regeneradores de los hornos; ellos pasaron a operar en temperaturas de 50 a 100 °C encima de los valores registrados en la operación cuando se utilizaba el óleo combustible. El sistema de almacenamiento y pre-calentamiento del óleo combustible era de gran porte, exigiendo gran consumo de vapor y energía eléctrica, de 2 a 4% más en relación al consumo total. Además del mayor costo operacional (gasto de energía) había un mayor gasto con el mantenimiento del sistema de almacenamiento y pre calentamiento del óleo.

Conforme visto, el GN viene siendo utilizado como combustible, en la substitución de una variedad de otros combustibles alternativos como la madera, carbón, óleo combustible, diesel, GLP, nafta y la energía eléctrica, tanto en industrias como en residencias.

Por parte de los fabricantes de equipos térmicos, hay una preocupación creciente, para sacar provecho de las propiedades físico-químicas de este energético y, de fornecer equipos que utilicen gas conjuntamente con otro combustible, o hasta solamente gas.

Existe en el mercado un número grande de equipamientos fabricados especialmente para la utilización del GN, como combustible. Entre los principales están los calentadores, calderas, motores de compresores, motores de bombas, de vehículos automotivos y de transporte, hornos de industrias, cocinas y calentadores domiciliarios, turbinas de compresores y de generación de electricidad.

El hecho del GN ser gaseoso permite una amplia concepción de quemadores y flexibilidad de funcionamiento, debido a la extensa gama de potencias que va de 30 watts, para los menores quemadores, usados como pilotos, hasta rangos de 60 Mw para los quemadores de alta potencia, usados en caldera.

3.2. Usos en la Industria Petroquímica

La industria petroquímica se caracteriza por la utilización del GN o de fracciones de refino de óleo que, por transformación química dan origen a productos que sustituyen con enormes ventajas a los materiales tradicionales como la madera, el papel, el vidrio, el cuero, el algodón, la lana, la seda, el plomo, el latón etc.

Como fue visto, después de ser procesado el GN, se originan tres productos básicos: 1- El gas residual 2 - El gas licuefeito de petroleo (GLP), 3 - Los pentanos y mas pesados (C5+). En cuanto al Gas residual, formado por metano y etano, debemos anotar que la proporción de hidrógeno en el metano es de 25% en peso, o sea, mas de dos veces la proporción de los óleos combustibles y cuatro veces el del carbón. Esto privilegia el empleo del gas, como materia-prima en la fabricación de amónio y de fertilizantes nitrogenados, que son extremadamente exigentes en hidrógeno.

Como el GN es rico en metano, tiene aplicaciones en la generación del gas de síntesis y en la producción de derivados clorados. El Gas de Síntesis encuentra aplicación fundamental en la producción de amónio y metanol. Es posible también la obtención de gasolina de alto octanage, Kerosene y óleo diesel. Esos procesos utilizan catalizadores de alto poder. Existen dos unidades en operación una en Nueva Zelândia, el proceso es de la Mobil para la producción de gasolina y outra en Malásia para la producción de kerosene y gasóleo, este proceso es de la Shell.

En lo que respecta al GLP, es usado para sustitución del GLP importado, contribuyendo así paara las mudanzas en la estructura y organización del sector energético. Una alternativa en vista seria usarlo como carga de pirólise, para la producción de eteno, propeno, y butadieno, insumos básicos de la industria petroquímica. (Polo Gasquímico de Rio de Janeiro).

Los Pentanos (C5+), por ser semejantes a la nafta de destilación directa, pueden ser incorporados al "pool" de gasolina y/o diesel del país o, como alternativa para la producción de olefinas (eteno, propeno, butadieno).