

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



“GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO A PARTIR DEL GAS NATURAL”

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO QUÍMICO
POR LA MODALIDAD DE EXPERIENCIA PROFESIONAL**

**PRESENTADO POR:
CARLOS GRACINIANO ROJAS GUTIERREZ**

LIMA – PERÚ

2009

DEDICATORIA

A mis padres, Ysabel y Graciniano.

A los lectores de este documento, espero que dilucide en algo su inquietud.

AGRADECIMIENTO

A mi familia en su conjunto por el apoyo brindado a lo largo de toda la época universitaria y en especial a mi madre.

A los catedráticos de la facultad que me formaron como profesional y a los amigos y compañeros con los que compartí el bachillerato.

Al Profesor Ubaldo Apaza por la asesoría brindada en la elaboración del informe.

RESUMEN

En el presente informe se da a conocer la gestión de control de calidad que se realiza en Tecnogas S.A. Específicamente para la producción de dióxido de carbono.

Tecnogas S.A. es una empresa dedicada a la producción y comercialización de gases industriales y medicinales, certificada con un sistema de gestión de calidad (Norma ISO 9001:2000) y en aras de implementar un sistema de gestión integrado.

El informe se inicia con una breve descripción de la empresa Tecnogas S.A., un resumen de sus líneas de producción y un diagrama del proceso de producción del dióxido de carbono (CO₂) con su descripción detallada. Luego se centra en el tema de fondo (Gestión de Control de Calidad en el Proceso de Producción de CO₂) y finalmente se da a conocer las conclusiones y recomendaciones del caso.

En la parte del informe donde se describe el proceso de producción, se detalla las bondades del gas natural como materia prima y se realiza una comparación con el Petróleo Residual N° 6 dado que este fue la primera materia prima usada por Tecnogas.

A lo largo de mi permanencia en Tecnogas S.A. la empresa ha evolucionado realizándose reingenierías y aplicándose la mejora continua del proceso de producción y en los diferentes procesos. En mi cargo de Analista Químico del Proceso de Control de Calidad de CO₂, he llegado a conocer las funciones concernientes al puesto de trabajo y he incursionado en otras tareas encomendadas por la jefatura del área, gerencia y por iniciativa propia.

Parte de estas otras actividades realizadas los resumo en este informe en el capítulo 5. (Aportes realizados).

Como profesional de ingeniería química he llegado a conocer a detalle el proceso de producción del dióxido de carbono realizando recomendaciones para mejoras del proceso y resolviendo problemas que se presentan esporádicamente en el proceso de producción.

Por ser el personal del proceso de control de calidad el más entendido sobre el tema, la gerencia ha visto por conveniente encomendarle la tarea de implementación de un sistema de gestión ambiental y un plan HACCP solicitado por clientes muy exigentes, para lo cual se cuenta con asesoría de especialistas en implementación de sistemas de gestión. De manera que muy aparte de mi trabajo de analista químico, realizo buena parte del trabajo que se requiere y que conlleva la implementación de un sistema de gestión ambiental y un plan HACCP para una empresa que cuenta con alrededor de 120 trabajadores en su staff. Promoviendo a través de estas tareas encomendadas el desarrollo profesional del personal perteneciente a éste proceso.

INDICE

	Páginas
1. Introducción	8
2. El Órgano empresarial	11
2.1. Reseña Histórica	13
2.2. Misión, visión y política de calidad	13
2.3. Relación de clientes de dióxido de carbono	15
2.4. Organigrama del proceso de producción de dióxido de carbono	16
2.5. Macroproceso de Tecnogas S.A.	17
2.6. Productos fabricados por Tecnogas S.A.	18
2.6.1. Gases industriales	18
2.6.2. Gases medicinales	21
2.6.3. Figuras de productos fabricados por Tecnogas S.A.	27
2.7. Proceso de producción de CO ₂	34
2.7.1. Materia prima	34
2.7.2. Insumos y materiales usados en el proceso de producción de CO ₂	36
2.7.3. Diagrama de flujo del proceso de producción de CO ₂	41
2.7.4. Diagrama del proceso de producción de CO ₂	42
2.7.5. Descripción del proceso de producción de CO ₂	43
2.7.6. Figuras de la planta de producción de CO ₂ Planta 900	56
3. Relación Profesional- Empleador	59
4. Gestión de control de calidad en el proceso de producción de dióxido de carbono a partir del gas natural	65
4.1 Sistema de gestión de calidad	68
4.2 Gestión del proceso de control de calidad	72
4.3 Funciones profesionales	77
4.4 Figuras de algunos instrumentos y equipos usados en laboratorio de control de calidad de CO ₂	94
5. Aportes realizados	98
6. Conclusiones y recomendaciones	106

7. Bibliografía	108
8. Apéndice	109
Anexo I. Marco teórico	110
Anexo II. Instructivo para determinación de pureza del CO ₂	114
Anexo III. Instructivo de análisis de humedad del CO ₂	117
Anexo IV. Instructivo para análisis cromatográfico de CO ₂	121
Anexo V. Procedimiento de saneamiento de tanques de almacenamiento de CO ₂	124
Anexo VI. Norma Técnica Peruana NTP 111.002:2003 Gas Natural Seco. Calidad	132
Anexo VII. Norma Técnica Peruana NTP 111.008:2003 Gas Natural Seco. Determinación del contenido de sulfuro de hidrógeno por el método de la longitud de mancha en el tubo detector	145
Anexo VIII. Norma CGA G-6.2 – 2004 Propuesta de especificaciones para el dióxido de carbono. Quinta edición	157
Anexo IX. Hoja de datos de seguridad del dióxido de carbono	197
Anexo X. Certificado de calidad del gas natural seco reportado por City Gate-Lurín	211

1. INTRODUCCION

1. INTRODUCCIÓN

Tecnogas S.A. es una empresa nacional formada con capital nacional, la cual se encuentra certificada con un sistema de gestión de calidad ISO 9001:2000 y en la actualidad se encuentra en la etapa final de implementación de un sistema de gestión integrado conformado por un sistema de gestión de calidad (ISO 9001), un sistema de gestión ambiental (ISO 14001) y un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional (OSHAS 18001). La empresa se dedica a la producción y comercialización de gases industriales y medicinales, y se divide en plantas de producción de oxígeno y nitrógeno y la planta de producción de dióxido de carbono.

Tecnogas S.A. es una empresa que se encuentra en constante crecimiento debido a la misión y visión que tiene la empresa como equipo y por contar con un sistema de gestión de calidad que tiene como objetivo fundamental la mejora continua del proceso productivo.

Actualmente se está realizando el trabajo de ingeniería para el montaje de una nueva planta de producción de CO₂, la cual será denominada Planta 902 y tendrá una capacidad nominal de 1000 kg/h y será lindante a la actual Planta 900; con lo cual Tecnogas contará con cuatro plantas de producción de CO₂. En planta 2 (P-900 y P-902) y en planta 1 (P-500 y P-502) todas con producción a gas natural.

Tecnogas S.A. ha desarrollado procesos especializados exclusivamente en productos industriales, ubicándose así en los primeros puestos de preferencia del público en los últimos 10 años, gracias a la calidad de sus productos. Puede suministrar dióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno a pequeñas y grandes empresas a través de cilindros o tanques cisternas para lo cual cuenta con unidades y redes especiales de distribución. Trabaja con un servicio de post—venta responsable para atender a sus clientes las 24 horas, incluyendo capacitación, gestión de administración de gases, monitoreo en su empleo, etc.

Tecnogas S. A. ha diseñado e instalado su propia red de distribución dirigida a hospitales, clínicas e industrias para que estos puedan acceder a la mejor calidad del oxígeno, aire, nitrógeno, dióxido de carbono, etc. Es así como Tecnogas S.A.

aporta al desarrollo del país, brindando el mejor servicio a sus clientes para que estos se desarrollen de igual manera, además de preocuparse por estar a la vanguardia y buscando la mejora continua por lo cual se encuentra actualmente implementando un Sistema de Gestión Integrado.

2. EL ORGANO EMPRESARIAL

2. EL ORGANO EMPRESARIAL

TECNOGAS S.A. (TECNOLOGIA EN GASES)

- **RUC:** 20100381894
- **Razón Social:** TECNOGAS S A
- **Página Web:** <http://www.tecnogas.com.pe>
- **Tipo Empresa:** Sociedad Anónima
- **Condición:** Activo
- **Fecha Constitución:** 27 / Enero / 1993
- **Actividad Comercial:** Fab. de Sustancias Químicas Básicas.
- **CIIU:** 24116

- **Dirección Legal:** Av. Argentina N° 1630
- **Distrito / Ciudad:** Callao
- **Departamento:** Prov. Const. Del Callao
- **Teléfonos:** 4293065 / 4655664 / 4650330 / 4650331

Representantes Legales de TECNOGAS S A

- **Gerente General:** Choy Koosau Alberto David
- **Presidente Ejecutivo:** Choy Mack Carlos
- **Director:** Choy Koosau Carlos Emilio Pedro

2.1 RESEÑA HISTORICA.

Fundada allá por el año 1963, Tecnogas S.A. cuenta hoy en día con una amplia experiencia de más de 40 años en el mercado peruano, produciendo gases industriales y medicinales brindando una gran variedad de productos.

Con el fin de obtener una mayor capacidad y calidad de producción se ha implementado plantas con modernos equipos de última tecnología.

En la actualidad todos los procesos de producción están orientados hacia la ruta de la calidad total teniendo un constante seguimiento y control de los procesos desde la materia prima hasta el producto final.

A su vez ofrece todo tipo de asesoría y capacitación dirigida hacia los clientes para que obtengan los rendimientos deseados en la utilización de los productos brindados por Tecnogas S.A.

En este momento Tecnogas S. A. cuenta con tres plantas generadoras de dióxido de carbono, y dos plantas que producen gases generados a partir del aire, como oxígeno y nitrógeno. Además de realizar mezclas de gases.

2.2. MISION, VISION Y POLITICA DE CALIDAD

MISION

Somos una empresa con mas de 40 años de experiencia que producimos, comercializamos y ofrecemos servicios que brindan soluciones en la aplicación de gases industriales y medicinales.

Aseguramos la mejora continua, competitividad y eficiencia de nuestros procesos y servicios a través de nuestro sistema de gestión de calidad.

Nos preocupamos por satisfacer las necesidades y los requerimientos de nuestros clientes.

Desarrollamos nuestras actividades renovando continuamente nuestro compromiso con nuestros colaboradores, con el futuro del país, incentivando los

valores y deberes dentro de un marco de responsabilidad social y respeto al medio ambiente.

VISION

Incrementar nuestra participación de mercado basándonos en la calidad y precios competitivos de nuestros productos.

Creación de una imagen empresarial fundada en la confianza y el beneficio mutuo con nuestros asociados, colaboradores, clientes y proveedores, consolidándonos como una empresa líder en la fabricación de gases industriales y medicinales que ofrece servicios y productos de calidad mundial, incorporando prácticas de responsabilidad social.

POLITICA DE CALIDAD

En Tecnogas S.A. somos un equipo dedicado y comprometido con:

Cumplir las normas nacionales e internacionales referidos a nuestros productos, normas tales como ITINTEC, Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID), Compressed Gas Association (CGA), United States Pharmacopeia (USP), International Society of Beverage Technologists (ISBT), normas europeas y los requisitos de nuestros clientes.

Desarrollar la mejora continua de nuestro sistema de gestión de calidad (SGC) en la producción de gases medicinales e industriales y en los servicios de atención al cliente, realizando nuestros procesos en condiciones seguras de trabajo y preservando los recursos necesarios, manteniendo e incrementando nuestra presencia en el mercado.

Fomentar el desarrollo personal, trabajo en equipo, respetando el medio ambiente y generando valor para los accionistas, colaboradores y a la sociedad.

2.3. RELACION DE CLIENTES DE DIOXIDO DE CARBONO LÍQUIDO

Ajeper S.A. Huachipa

Ajeper S.A. Trujillo

Ajeper S.A. Ayacucho

Ajeper S.A. FRANCA

Corporación JR Lindley – Lima

Corporación JR Lindley - Trujillo

Corporación JR Lindley – Ica

Corporación JR Lindley – Cilindros

Embotelladora San Miguel Del Sur S.A.C. Arequipa

Embotelladora San Miguel Del Sur S.A.C. Huaura

Agua Mineral Litinada San Mateo S.A. Backus & Johnston (Huarochiri)

Agua Mineral Litinada San Mateo S.A. Backus & Johnston (Motupe)

AGA S.A.

Praxair del Perú S.A.

Arnaldo Fernández Lucas

Alexander Bartra Ruiz

Consorcio Metalúrgico S.A. (Comesa)

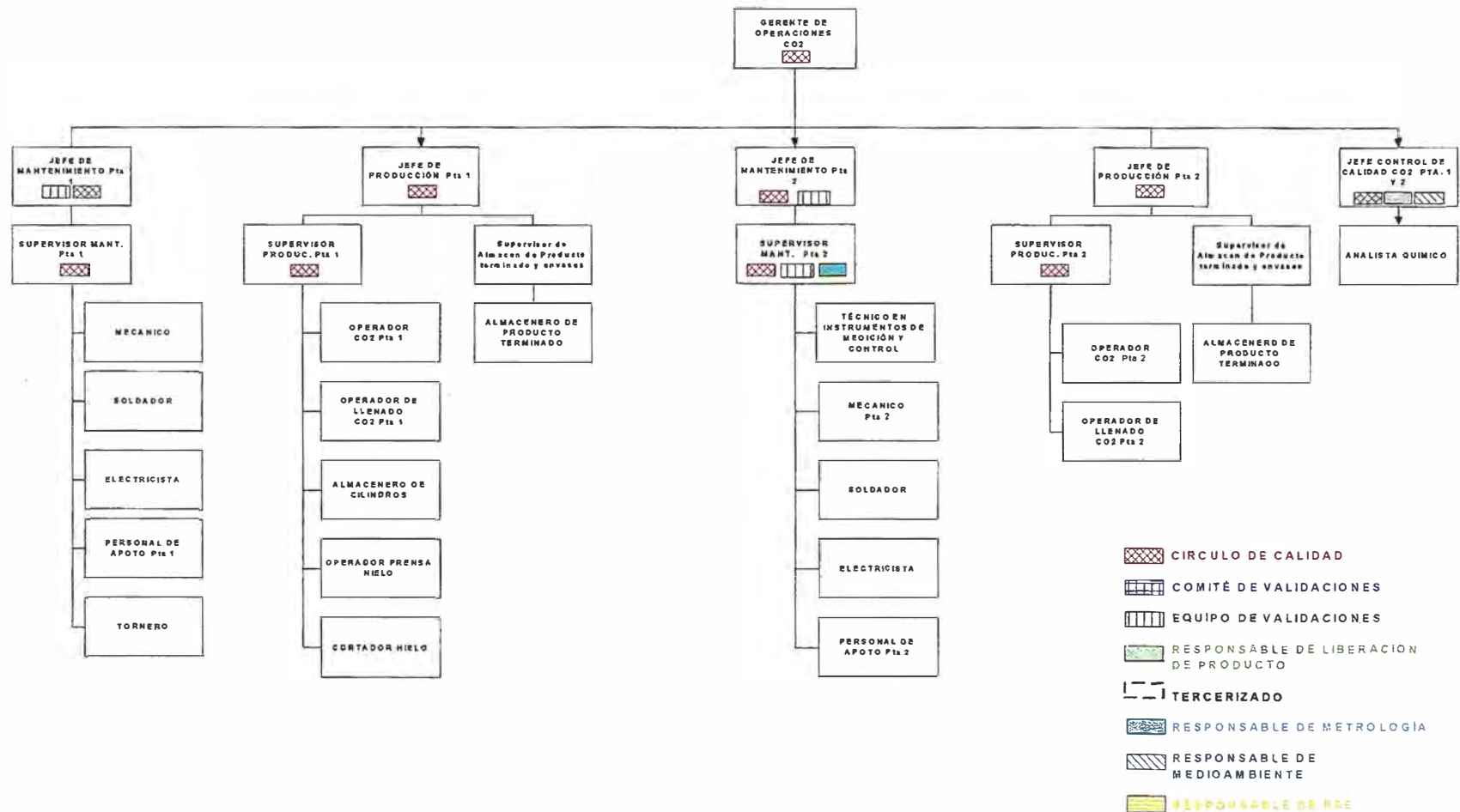
Productos Químicos Industriales S.A. (Proquinsa)

Bodegas Y Viñedos Tabernerero S.A.C.

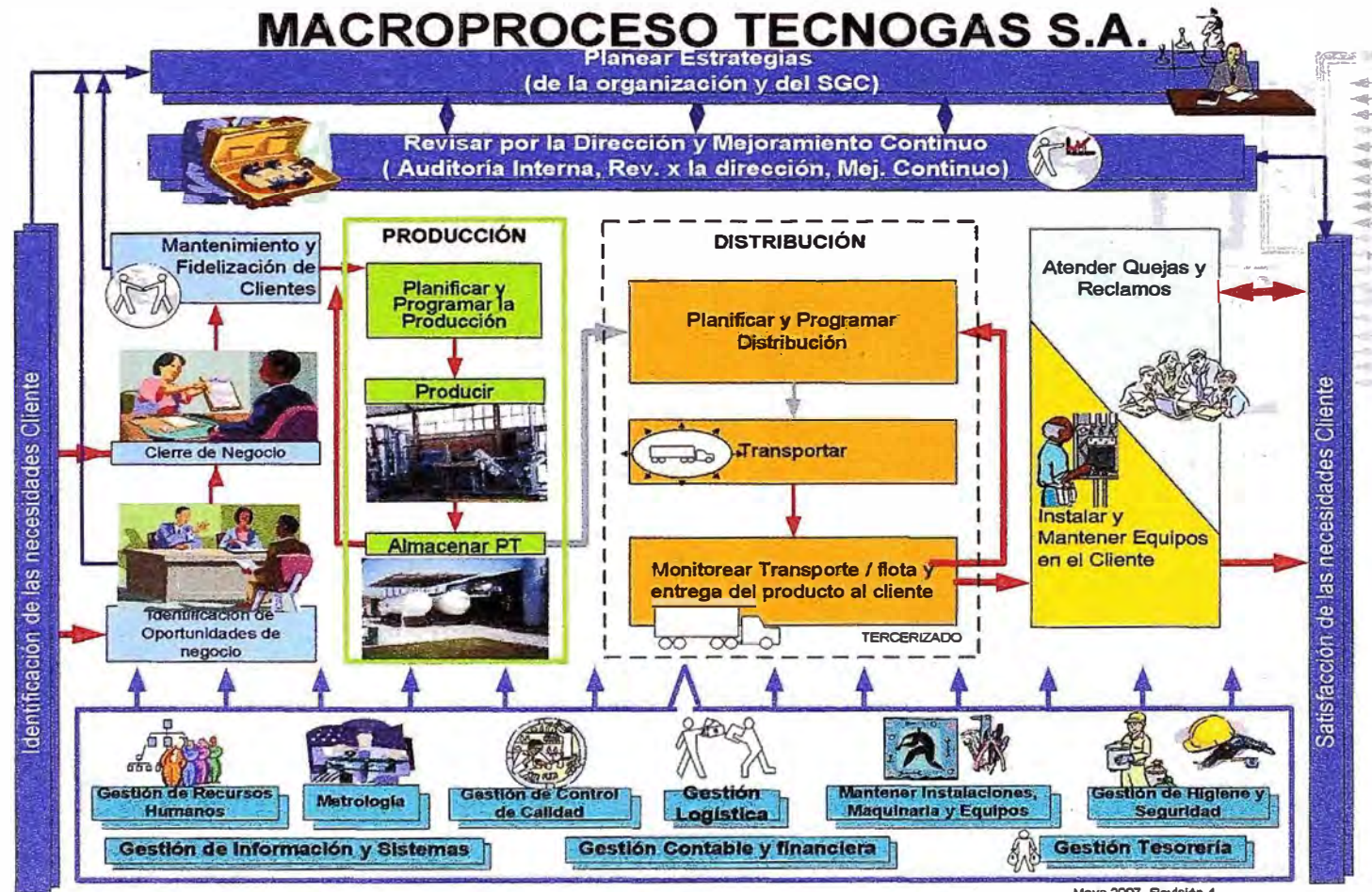
Esmetal S.A.C.

Grupo R. Rojas S.A.C. Servicios Múltiples Y Representaciones En General.

2.4. ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCION DE DIOXIDO DE CARBONO.



2.5. MACROPROCESO TECNOGAS S.A.



2.6. PRODUCTOS FABRICADOS POR TECNOGAS S.A.

2.6.1 GASES INDUSTRIALES

Entre los gases industriales que se produce por Tecnogas S.A. tenemos:

- 1.- Aire Comprimido
- 2.- Dióxido de Carbono
- 3.- Nitrógeno Industrial
- 4.- Oxígeno Industrial
- 5.- Tecnomix

1.- AIRE COMPRIMIDO

Descripción

El aire comprimido se obtiene a partir de una mezcla en proporciones adecuadas de oxígeno y nitrógeno con alto grado de pureza. El aire no tiene color, olor ni sabor. No es un gas combustible pero favorece la combustión. Es considerado un gas oxidante.

Identificación

Los cilindros de aire comprimido se identifican porque son pintados de color negro (ver Figura N° 1.) y llevan una etiqueta adherida que indica medidas de seguridad y el nombre del gas.

2.- DIÓXIDO DE CARBONO

Descripción

El dióxido de carbono es un gas no inflamable, inodoro e insípido. Tecnogas S. A. lo obtiene por medio de la combustión del gas natural y posteriormente separado y purificado para obtener un producto de alta calidad. Se vende a granel en cisternas móviles (ver Figura N° 2) o en cantidades menores usando cilindros (ver Figura N° 3).

Identificación

Los cilindros de dióxido de carbono se identifican porque son pintados de color

gris y poseen una etiqueta (ver Figura N° 4) adherida con las normas de seguridad y nombre del gas.

3.- NITRÓGENO INDUSTRIAL

Descripción

El nitrógeno constituye aproximadamente el 78% del aire. No tiene olor, color, ni sabor. No es tóxico y es considerado un gas inerte. En Tecnogas se obtiene el nitrógeno (N₂) mediante un proceso de fraccionamiento del aire usando el método Linde para su separación.

Identificación

Los cilindros de nitrógeno industrial se identifican porque son pintados de color amarillo(ver Figura N° 5) y llevan adherida una etiqueta con indicaciones de seguridad y el nombre del gas además de ser identificados según la norma CGA para nitrógeno gaseoso (UN 1066) (ver Figura N° 7). Para Termas criogénicas que trasladan nitrógeno líquido (ver Figura N° 6) se usa igualmente etiquetas en la cual se indica las condiciones de seguridad requeridas para su transporte y el código (UN 1977) según la norma CGA (ver Figura N° 8) .

4.- OXÍGENO INDUSTRIAL

Descripción

Tecnogas S. A. obtiene el oxígeno mediante un proceso de separación de los componentes del aire, por medio de la licuefacción y la destilación. Existen otros métodos para obtener oxígeno como la absorción del aire y en algunos casos también se obtiene por electrolisis del agua. Los usos principales del oxígeno se derivan de su propiedad de sustentar la vida y su característica de ser fuertemente oxidante. Debido a sus propiedades, es muy utilizado en la industria de la fundición, combinado con el acetileno y otros gases combustibles, en el corte y soldadura de metales y en su forma más pura, en aplicaciones de inhaloterapia en el sector salud. También es usado ampliamente en industrias químicas y petroquímicas entre otras.

Identificación

Los cilindros de oxígeno se identifican porque son pintados de color verde y poseen una etiqueta adherida mencionando las normas de seguridad y el nombre del gas (ver Figura N° 9). Las termas criogénicas de oxígeno son identificados con unas etiquetas que indican el nombre del producto y algunas condiciones básicas de seguridad.

5.- TECNOMIX**Descripción**

Es una mezcla de argón y dióxido de carbono que ante la temperatura y presión atmosférica resulta inodoro, incoloro e insípido, no es corrosiva, exenta de humedad, no tóxico y químicamente inerte. No es inflamable sin embargo es asfixiante por desplazar la cantidad de aire que soporta la vida, no presenta peligro de combustión.

Se aplica como atmósfera protectora inerte en soldaduras de arcos eléctricos para prevenir la oxidación de los metales. En soldadura de aluminio y titanio en procesos MIG, TIG y corte de plasma.

Identificación

Los cilindros que contienen Tecnomix se identifican porque son pintados de color marrón en el cuerpo y color gris en la ojiva (parte correspondiente desde el cuello del cilindro hasta la toma de la válvula). Tiene una etiqueta adherida que posee indicaciones de seguridad y el nombre del gas (ver Figura N° 10).

HIELO SECO (DIÓXIDO DE CARBONO SÓLIDO)**Descripción**

A temperatura y presión normal el CO₂ es un gas incoloro, inodoro, el mismo que es 1.5 veces más denso que el aire. Dependiendo de la temperatura y la presión a la cual se encuentre, puede existir en fase sólida, líquida o gaseosa. A temperatura de -56.60 °C y presión de 417 kpa (60.43 psig) se encuentra en sus tres fases simultáneamente, siendo este su punto triple.

El dióxido de carbono sólido o hielo seco tiene una temperatura de $-109.3\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($-78.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) y debe ser protegido durante su almacenamiento para minimizar su pérdida por sublimación.

El hielo seco debe ser almacenado y aislado en contenedores con ventilación fría. Puede ser utilizado con ventajas en la conservación, transporte y refrigeración de carnes, helados, productos lácteos, bebida, tartas, pescados y en la producción de efectos especiales en discotecas. El efecto refrigerante del hielo seco es 5.4 veces mayor que el hielo común en agua en volúmenes iguales (ver presentación de hielo seco en Figura N° 11).

2.6.2 GASES MEDICINALES

Entre los gases medicinales que se produce por Tecnogas S.A. tenemos:

- 1.- Oxígeno medicinal
- 2.- Aire medicinal
- 3.- Dióxido de carbono medicinal
- 4.- Nitrógeno medicinal
- 5.- Oxido Nitroso

Tecnogas S. A., también ha desarrollado procesos especializados en productos medicinales, para satisfacer las exigencias propias del mercado clínico – hospitalario siendo esta línea de servicio una de las que más éxito ha obtenido en los últimos años. De esta manera podemos suministrar gases medicinales como oxígeno, nitrógeno, óxido nitroso y dióxido de carbono a pequeños y grandes centros hospitalarios así como a clínicas a través de grandes redes de distribución o por unidades, con centrales a salas de recuperación, operación, sala de cuidados intensivos etc. Lo que incluye servicios de capacitaciones, gestión de administración de gases y monitoreo al personal del hospital o clínica.

1.- OXÍGENO MEDICINAL

Descripción

El oxígeno es uno de los elementos que más abunda en la tierra. Tecnogas S. A. obtiene el oxígeno mediante un proceso de separación de los componentes del

aire, por medio de la licuefacción y destilación. Los usos principales del oxígeno se derivan de su propiedad de sustentar la vida y de su característica de ser fuertemente oxidante. Las especificaciones del oxígeno medicinal siguen la norma de la United States Pharmacopeia (USP) la cual establece estándares de documentación y de referencia avanzados para asegurar la calidad de los medicamentos, ingredientes alimenticios y otros productos para la salud. En Tecnogas S.A. se tiene las presentaciones de este producto de acuerdo al Cuadro N° 1.

Identificación

Los cilindros de oxígeno medicinal se identifican porque son pintados de color verde en el cuerpo y de color blanco en la ojiva, además poseen una etiqueta adherida en la misma con las indicaciones de seguridad y el nombre del gas (ver Figura N° 12).

Las termas criogénicas de oxígeno medicinal (ver Figura N° 13) son identificados con unas etiquetas adheridas que indican el nombre del producto y algunas indicaciones básicas de seguridad.

Cuadro N° 1.

Producto	Estado Físico	Grado de Pureza	Presentaciones		Válvula
			Termas	Cilindros	
Oxígeno Medicinal	Líquido	Grado USP ≥ 99.00 %	XL-45: 120 m ³ XL-50: 131 m ³ XL-55: 142 m ³	-----	LIQUIDO= 440 VENTILA= 440 USO= 540
Oxígeno Medicinal	Gaseoso	Grado USP ≥ 99.00 %	-----	6 m ³ 8 m ³ 10 m ³	CGA = 540

Características, aplicaciones y recomendaciones: El oxígeno es un gas a temperatura ambiente, se mantiene líquido a temperaturas criogénicas (-183 °C), no es inflamable pero puede acelerar la combustión. Es oxidante, inodoro e incoloro. El oxígeno se emplea en el sector medicinal principalmente en inhaloterapias, cirugías, cámaras hiperbáricas, espirometría, análisis biológicos, mediciones del metabolismo-basal.

Se recomienda mantener los envases de oxígeno alejados de fuentes de ignición para evitar incendios o altas presiones que originen accidentes fatales. Se recomienda no fumar en presencia de este gas, mucho menos intentar usarlo como sustituto del aire. Utilizar siempre un regulador de presión y evitar el contacto con aceite o grasa.

2.- AIRE MEDICINAL

Descripción

En Tecnogas S. A. el aire medicinal se obtiene a partir de una mezcla de oxígeno y nitrógeno purificados y en proporciones adecuadas. El aire no tiene color, olor, ni sabor, es libre de aceites, grasas y otros contaminantes atmosféricos no es un gas combustible pero favorece la combustión. A diferencia del aire comprimido industrial este aire por ser grado medicinal debe cumplir con especificaciones de la norma USP. Sus presentaciones se indican en el Cuadro N° 2.

Identificación

Los cilindros de aire medicinal se identifican porque son pintados de color negro en el cuerpo y de color blanco en la ojiva además poseen una etiqueta adherida en la misma con las indicaciones de seguridad y el nombre del gas (ver Figura N°14).

Cuadro N° 2.

Producto	Estado Físico	Grado De Pureza	Presentaciones		Válvula
			Termas	Cilindros	
Aire Medicinal	Gaseoso	Grado USP ≥19.00 % Y ≤23.50 % de O ₂	----	6 m ³ , 8 m ³ y 10 m ³	CGA= 346

Características, aplicaciones y recomendaciones: El aire es un gas inodoro, incoloro, no tóxico y oxidante que acelera la combustión. Se utiliza en tratamientos médicos como oxigenoterapia normal, asistencia respiratoria, operaciones de equipo neumáticos, equipos autónomos de protección personal, análisis biológicos, cromatografía, ventilación mecánica y es usado como propelente. Se debe tener cuidado con la alta presión. Favorece la combustión. Al manipularlo, utilizar regulador de presión adecuado. Evitar contacto con materiales combustibles.

3.- DIÓXIDO DE CARBONO MEDICINAL

Descripción

El dióxido de carbono medicinal es un gas no inflamable, inodoro e incoloro. El aire contiene tan sólo 0.03% de dióxido de carbono, por lo que no se considera una fuente de obtención. El dióxido de carbono tiene que ser obtenido a través de otras variantes industriales. Tecnogas S. A. obtiene el dióxido de carbono gracias a un proceso de combustión del Gas Natural que luego es purificado para obtener un producto de alta calidad. Este gas a diferencia del CO₂ industrial debe cumplir con especificaciones de la norma USP. Ver presentaciones en el Cuadro N° 3.

Identificación

Los cilindros de dióxido de carbono medicinal se identifican porque son pintados de color gris en el cuerpo y de color blanco en la ojiva, además de poseer una etiqueta adherida en la misma con las indicaciones de seguridad y el nombre del gas (ver Figura N° 15).

Cuadro N° 3.

Producto	Estado Físico	Grado de Pureza	Presentaciones		Válvula
			Termas	Cilindros	
Dióxido De Carbono Medicinal	Gaseoso	Grado USP ≥99.00 %	---	0.5 a 40 kg	CGA = 320

Características, aplicaciones y recomendaciones: El dióxido de carbono medicinal es un gas inodoro, incoloro, no inflamable, no tóxico, asfixiante por desplazamiento de aire. El dióxido de carbono medicinal en el sector salud se aplica en criocirugías, laparoscopias, cultivos microbiológicos, análisis de gases en sangre, etc.

4.- NITRÓGENO MEDICINAL

Descripción

El nitrógeno constituye aproximadamente el 78% del aire. No tiene olor, color, ni sabor. No es tóxico, es asfixiante por desplazamiento de aire, es considerado un gas inerte. En Tecnogas S. A. obtenemos el nitrógeno medicinal mediante un proceso de fraccionamiento del aire, con la calidad necesaria para su uso. A diferencia del nitrógeno industrial este debe cumplir especificaciones de acuerdo a la norma USP (ver presentaciones en el Cuadro N° 4).

Identificación

Los cilindros de nitrógeno medicinal se identifican porque son pintados de color amarillo en el cuerpo y de color blanco en la ojiva, además de poseer una etiqueta adherida en la misma con las indicaciones de seguridad y el nombre del gas. Los termos criogénicos de nitrógeno medicinal son identificados con etiquetas adheridas que indican el nombre del producto e indicaciones básicas de seguridad.

Cuadro N° 4.

Producto	Estado Físico	Grado De Pureza	Presentaciones		Válvula
			Termas	Cilindro	
Nitrógeno Líquido Medicinal	Líquido	Grado USP $\geq 99.00\%$	XL-45: 98 m ³ XL-50: 105m ³ XL-55: 115 m ³	-----	LIQUIDO = 295 VENT = 295 USO = 580
Nitrógeno Medicinal	Gaseoso	Grado USP $\geq 99.00\%$	-----	6m ³ , 8m ³ y 10m ³	CGA = 580

Características, aplicaciones y recomendaciones: El nitrógeno es un gas que no tiene olor, color, ni sabor, no es tóxico, es asfixiante por desplazamiento de aire, es no inflamable y considerado un gas inerte. El nitrógeno medicinal en el sector salud se aplica en las criocirugías y criopreservación. Se debe tener mucho cuidado cuando sea utilizado en fase líquida pues produce graves quemaduras. Debe emplearse un equipo especial para el manejo de líquidos criogénicos, como: guantes, caretas, etc. Utilícese en áreas ventiladas. Cuidado con las altas presiones. Utilice siempre un regulador de presión adecuado.

5.- OXIDO NITROSO

Descripción

El óxido nitroso es un gas químicamente estable. No reacciona con otros elementos o compuestos, es considerado un gas oxidante e inflamable. El óxido nitroso es obtenido por medio de la descomposición térmica del nitrato de amonio. Tecnogas S. A. comercializa este gas con las características de acuerdo a la norma USP (ver presentaciones en el Cuadro N° 5)

Identificación

Los cilindros de óxido nitroso se identifican porque son pintados de color azul prusia en el cuerpo y poseen una etiqueta adherida en el mismo con indicaciones de seguridad y el nombre del gas.

Cuadro N° 5.

Producto	Estado Físico	Grado de Pureza	Presentaciones	Válvula
			Cilindros	
Oxido Nitroso	Gaseoso	Grado USP ≥ 99.00 %	25 Kg.	CGA = 326

Características, aplicaciones y recomendaciones: El óxido nitroso es un gas inodoro, incoloro, de sabor dulce, no tóxico, no irritante, no inflamable, oxidante. Su principal utilización es en el sector salud como gas analgésico o anestésico en el área de inhaloterapia y en cirugías criogénicas. Manténgase alejado de otros gases y fuentes de ignición. Utilizar regulador de presión adecuado.

2.6.3. Figuras de productos fabricados por Tecnogas S.A.

Figura N° 1.



Cilindro de aire comprimido

Figura N° 2



Cisterna para transportar CO₂ liquido hacia los clientes

Figura N° 3.



Cilindro de dióxido de carbono industrial

Figura N° 4.



Etiqueta usada en cilindros de dióxido de carbono Industrial

Figura N° 5.



Cilindro de nitrógeno industrial

Figura N° 6.



Terma de nitrógeno industrial

Figura N° 7.



Etiqueta de nitrógeno industrial gaseoso

Figura N° 8.

TECNOGAS S.A.
Tecnología en Gases
Av. Argentina N° 1630 Callao Telf. 465-5664 Fax: 465-0331
R.U.C.: 20100381894 www.tecnogas.com.pe

NITRÓGENO LÍQUIDO

Líquido Criogénico
FABRICADO POR LICUEFACCIÓN DE AIRE

GAS NO INFLAMABLE
MANTENER EL ENVASE SIEMPRE EN POSICIÓN VERTICAL

PRECAUCIONES

- TRABAJE CON NITRÓGENO EN UN ÁREA VENTILADA. EN AMBIENTES CERRADOS UTILICE OBLIGATORIAMENTE PROTECCIÓN RESPIRATORIA
- LIQUIDO EXTREMADAMENTE FRÍO (-196°C). EN CONTACTO CON LA PIEL PRODUCE QUEMADURAS GRAVES.
- EVITAR EL CONTACTO DEL PRODUCTO CON LOS OJOS.
- USAR SOLO CON EQUIPOS LIMPIOS Y ADECUADOS PARA EL SERVICIO DE NITRÓGENO LÍQUIDO.
- PROTEGER EL ENVASE DEL SOL, LLUVIA, RIESGOS ELÉCTRICOS.

PRODUCTO NO PERECIBLE
PRODUCTO PERUANO

UN 1977 (N₂)

NO RETIRE ESTA ETIQUETA

Etiqueta de Nitrógeno industrial líquido despachado en termas criogénicas

Figura N° 9.

TECNOGAS S.A.
Tecnología en Gases

OXIGENO
O₂ UN-1072

Fabricado por Laboratorio TECNOGAS S.A.
R.U.C. 20100381894 Av. Argentina 1630 - Callao
Telf.: 429-3065 Fax: 465-0331
Director Técnico Q.F. Carmen Chamochumbi G.
RPIN: 0701052800138
PRODUCTO NO PERECIBLE
PRODUCTO PERUANO

VALVULA CGA 540

ADVERTENCIA DE RIESGOS:
ACELERA LA COMBUSTIÓN. VIOLENTAMENTE
PRECAUCIÓN: No Usar aceites, grasas, pirinas o sustancias combustibles. Use equipo, conexiones y regulador adecuados, limpios y exclusivos para oxígeno.
NO FUMAR EN EL ÁREA DE TRABAJO Y ALMACENAMIENTO
RECOMENDACIONES: Abra y cierre la válvula con seguridad, mantenga la válvula cerrada cuando no está en uso y al estar vacío el cilindro. Respete las normas de seguridad propias de su lugar de trabajo. Almacenar en lugares ventilados, proteger del sol, lluvia, riesgos eléctricos.
CUANDO: mantener presión hidrostática vigente. No soldar. No calentar. No golpear. No asentar al cilindro. No cambiar las especificaciones del cilindro.
NO CONTAMINA EL MEDIO AMBIENTE
DEVOLVER CON 25 PSIG DE PRESIÓN MÍNIMA

www.tecnogas.com.pe

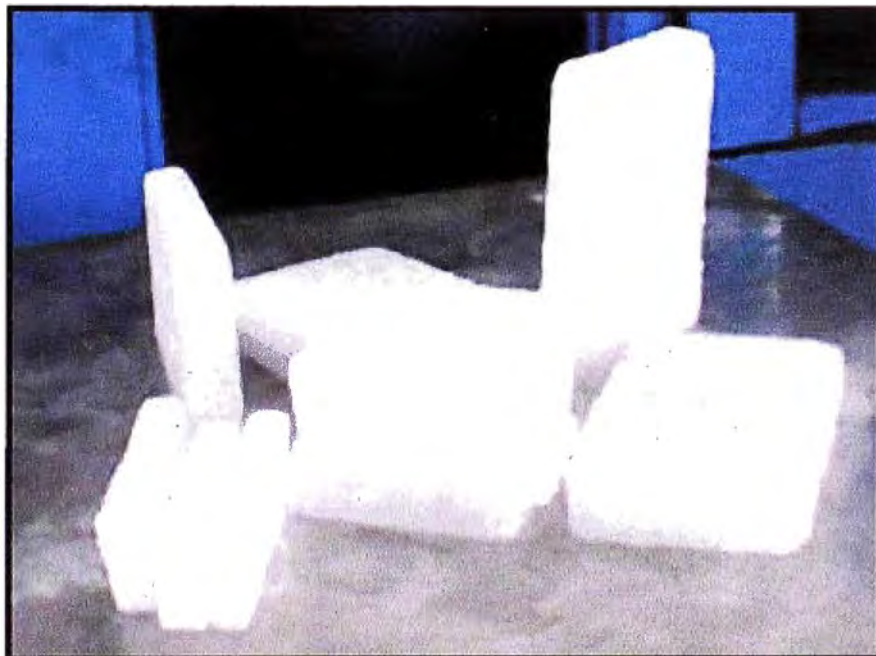
Etiqueta de oxígeno industrial

Figura N° 10.



Etiqueta de mezcla de gases argón - dióxido de carbono (Tecnomic)

Figura N° 11.



Bloques de hielo seco

Figura N° 14



Etiqueta de aire medicinal

Figura N° 15.



Etiqueta de dióxido de carbono medicinal

2.7. PROCESO DE PRODUCCION DE CO₂

2.7.1 MATERIA PRIMA

NOMBRE: Gas Natural Seco (GNS).

Característica

Las especificaciones técnicas del Gas Natural Seco deben cumplir con las siguientes características de calidad para que sea aceptada como materia prima en la producción de dióxido de carbono de Tecnogas S. A. ver Cuadro N° 6.

Cuadro N° 6.

Especificaciones de Calidad del GNS

PROPIEDADES		UNIDAD	CONTENIDO MINIMO	CONTENIDO MAXIMO
1	Poder calorífico bruto	Kcal/m ³	8450	10300
2	Sulfuro de hidrógeno	Mg/m ³	-	3
3	Azufre total	Mg/m ³	-	15
4	Vapor de agua	Mg/m ³	-	65
5	Dióxido de carbono	% vol	-	3.5
6	Gases inertes (*)	% vol	-	6

(*) Entendiéndose como gases inertes a la suma del contenido de nitrógeno y otros gases diferentes al dióxido de carbono como el helio y el argón.

A partir del primero de junio del 2006 Tecnogas S.A. empieza a usar el Gas Natural Seco como materia prima para la producción de dióxido de carbono. En un inicio la materia prima usada fue el Petróleo Residual N° 6. El cambio de materia prima se llevo a cabo inicialmente en (P- 900) la cual se tomó como base para el presente informe. Actualmente las tres plantas cuentan con sistemas de generación a gas natural.

Este cambio de materia prima se realizó de acuerdo a un estudio de factibilidad, mediante el cual se observó que el gas natural ofrece mayores beneficios económicos y de calidad de producto, respecto al uso del Petróleo Residual N° 6;

aunque también presenta una desventaja importante que es una menor producción por hora, para el mismo sistema de generación usado en los dos casos.

En el Cuadro N° 7 y Cuadro N° 8 se muestran datos de comparación por el cambio de materia prima:

Cuadro N° 7.

EFLUENTES LIQUIDOS (Colector final P-900)			
(D.S. N° 028-60 ASPL Reglamento de Desagües Industriales)			
Parámetros de Medición	GNS	R-6	Especificaciones
pH (Unidad estándar)	6.76	5.5	>5.0 a <8.5
Aceites y grasas (mg/l)	< 5.00	-	100.00
Sólidos suspendidos sedimentales (mg/l)	< 0.10	-	8.50
DBO ₅ (mg/l)	3	1420	1000.00
DQO (mg/l)	ND	2131	1500.00
Temperatura (°C)	38.9	39.0	<35.00
EMISIONES GASEOSAS (Caldero Danstoker P-900)			
(Limites Permisibles de Emisiones Gaseosas del Banco Mundial)			
Parámetros de Medición	GNS	R-6	Especificaciones
Partículas (mg/m ³ N)	10.31	59.72	<100.00
Monóxido de carbono (mg/m ³ N)	117.63	171.57	<1437.50
Óxidos de nitrógeno (mg/m ³ N)	188.32	375.16	<320.00
Dióxido de azufre (mg/m ³ N)	0.0	1147.10	<2000.00
VOC (mg/m ³ N)	7.46	-	-
Oxígeno %	2.73	4.9	-
Dióxido de carbono %	10.33	12.2	-
Eficiencia de la combustión	98.30	88.20	-
Exceso de aire %	15.00	31.0	-

Datos Reportados en Monitoreo por JJJ Asociados S.A. Consultores en Energía y Medio Ambiente.

Cuadro N° 8.

ALGUNOS DATOS DEL PROCESO DE PRODUCCION POR EL CAMBIO DE MATERIA PRIMA		
Parámetros	GNS	R-6
Costo de combustible in situ por kg de CO ₂ producido (S/.)	0.29	0.57
Producción promedio de CO ₂ (kg/h) para la misma capacidad de caldero (13 MMBtu)	680	780
Consumo promedio de carbonato de sodio (kg/mes)	235	660
Consumo promedio de permanganato de potasio (kg/mes)	72.25	64
Consumo promedio de MEA (kg/mes)	268	960

2.7.2 INSUMOS Y MATERIALES USADOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CO₂

AGUA DE PROCESO

El agua que se usa en la P- 900 es en su mayor parte, agua de pozo de la cual una pequeña cantidad es ablandada para usarse como medio de enfriamiento y la otra parte es usada sin ablandamiento para el lavado de los gases de combustión. El agua es analizada por personal de control de calidad y sus resultados deben cumplir las especificaciones indicadas en el Cuadro N° 9.

Cuadro N° 9.**Propiedades del Agua de Proceso**

Parámetros	Dureza Calcica	Alcalinidad	CO ₂ libre	Dureza Total	Cloruros	Sulfitos
Especificación	300 ppm máx.	300 ppm máx.	300 ppm máx.	300 ppm máx.	300 ppm máx.	300 ppm máx.

CARBONATO DE SODIO

Debe reunir las propiedades indicadas en el Cuadro N° 10.

Cuadro N° 10.**Propiedades del Carbonato de Sodio.**

PARAMETROS	ESPECIFICACIONES
Pureza	99.0 %
Fe ₂ O ₃	0.002 %
NaCl	0.4 %
CaO	0.02 %
MgO	0.01 %
Na ₂ SO ₄	0.03 %
Solubilidad en agua (40 °C)	32.7 %
Densidad	1.17 kg/ dm ³
SOLUBILIDAD DE CARBONATO DE SODIO EN AGUA	
Temperatura °C	% Peso
0	6,6
10	11,7
20	17,7
30	28,4
40	32,7
50	32,2
60	31,7
SOLUCIÓN ACUOSA DE CARBONATO DE SODIO	
Rangos de trabajo en planta:	
Concentración	20 a 110 g/l
Comentario: Se aprueba con una pureza mínima de 99%.	

MONOETANOLAMINA

Debe reunir las propiedades indicadas en el Cuadro N° 11.

Cuadro N° 11.**Propiedades de la Monoetanolamina**

PARAMETROS	ESPECIFICACIONES
Pureza	99.0 %
Clase	Cial
Estado físico	Líquido
Olor	Levemente amoniacal
Densidad	1.016 g/cm ³ (20°C)
Color	Incoloro
Presión de vapor (mmHg a 20 °C)	< 1 mmHg a 20 °C
Densidad de vapor (Aire=1)	2.1
Punto de ebullición	171 °C
Punto de Inflamación	94.5 °C
Peso específico en agua	1 a 25 °C
Apariencia	Líquido higroscópico, viscoso.
Viscosidad	20 mPa (25 °C)
SOLUCION ACUOSA DE MONOETANOLAMINA	
Rangos de trabajo en planta:	
Máximo	3.5 N
Mínimo	1.2 N
Ph	10 - 12
Densidad °Be	8 - 13
<p>Comentario: Se aprueba con una pureza mínima de 99.0 %. La monoetanolamina es un líquido incoloro, con un radical amino (NH₂), es soluble en agua, su reacción es exotérmica, podría reaccionar con cobre, goma, caucho, hule, etc.</p>	

PERMANGANATO DE POTASIO

Debe reunir las propiedades indicadas en el Cuadro N° 12.

Cuadro N° 12.

Propiedades del Permanganato de Potasio

PARAMETROS	ESPECIFICACIONES
Pureza	99.0 % min.
Sulfatos	0.05 % máx.
Cloruros	0.01 % máx.
Materia insoluble en agua	0.20 % máx.
Rangos de trabajo en planta de la solución acuosa de permanganato de potasio	
Concentración	5 g/l a 65 g/l
Comentario: Se aprueba con una pureza mínima de 99.0 %.	

AMONIACO ANHIDRO

Debe reunir las propiedades indicadas en el Cuadro N° 13.

Cuadro N° 13.

Propiedades del Amoniac Anhidro.

PARAMETROS	ESPECIFICACIONES
Concentración	99.00 % min.
Residuo por evaporación	43.54 ppm máx.
Aceite	2.04 ppm máx.
Punto de fusión	-77.7 ° C
Punto de ebullición	-33.5 ° C
Reacción	Alcalina

Comentario: Se aprueba con una pureza mínima de 99%.

TAMIZ MOLECULAR (USADO EN LOS SECADORES DE CO₂)

Debe reunir las propiedades indicadas en el Cuadro N° 14.

Cuadro N° 14.

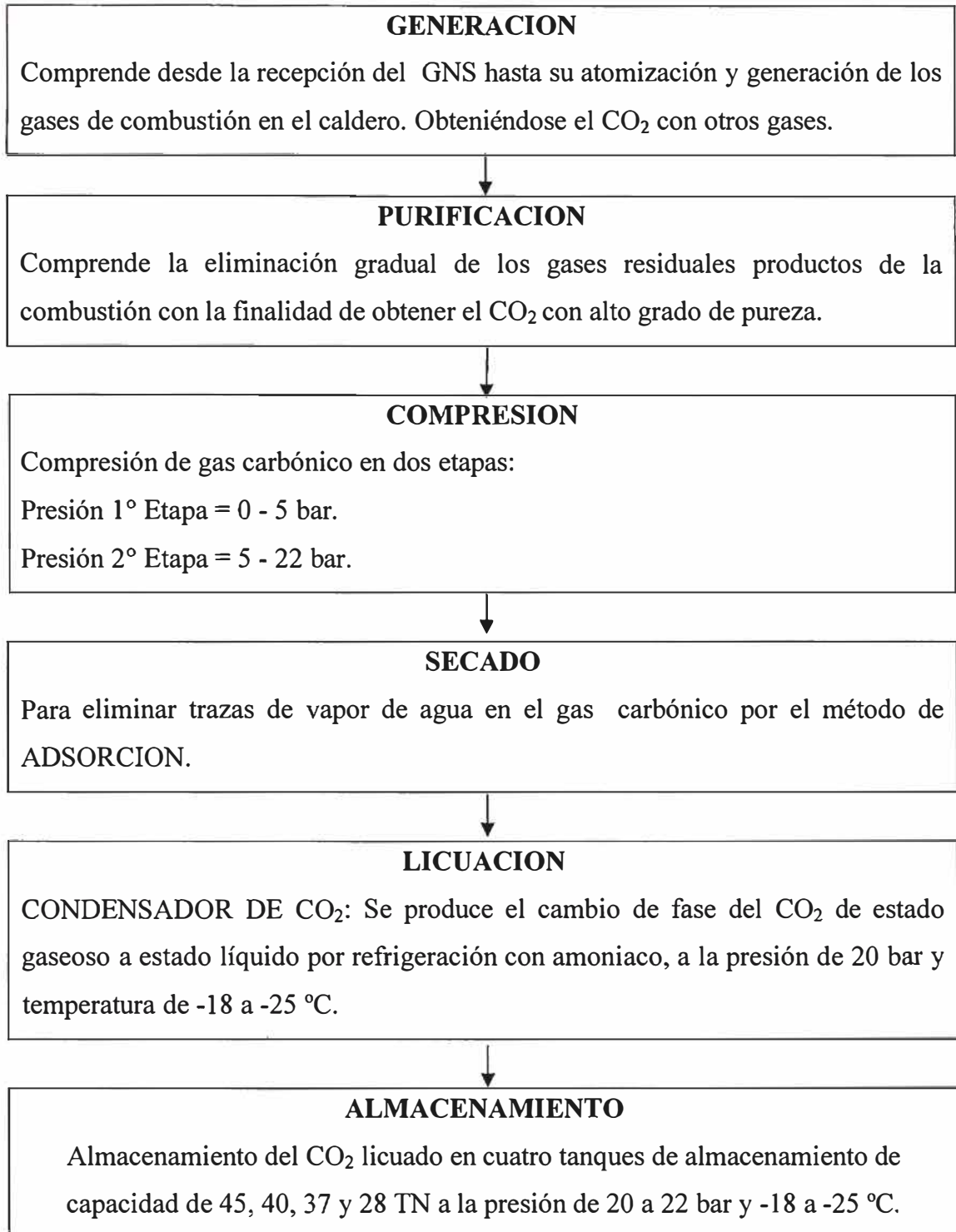
Características del Tamiz Molecular

PARAMETROS	ESPECIFICACIONES
Tipo básico	13X
Diámetro nominal de poros	10 amstrongs
Forma corriente	píldoras de 1.6mm
Peso específico	480 – 600 g/dm ³
Calor de adsorción máximo	100 kcal/kg de agua
Capacidad de equilibrio de agua	28.5 – 36
Moléculas absorbidas	< 10 amstrong
Moléculas excluidas	> 10 amstrong

Comentario: El contenido máximo de adsorción de agua es de 28.5% por peso de tamiz molecular de acuerdo al equilibrio térmico con agua.

El tamiz molecular SIEVE es empleado generalmente para la desecación de gases en general, depuración de aire alimentado a la fábrica, (remoción simultanea de agua y CO₂) y para ablandecer o desulfurar el gas natural y los hidrocarburos líquidos (remoción de mercaptano y ácido sulfhídrico).

2.7.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCION DE CO₂



VER:
DIAGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCION
DEL CO2 TECNOGAS S.A. PLANTA-900

2.7.5. DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE CO₂

La Tecnología usada por Tecnogas S.A. para el proceso de producción de CO₂ es una tecnología basada inicialmente por el diseño de la empresa Wittemann, una empresa pionera en este rubro y que brinda servicios de equipamientos desde 1874 a la industria de producción de CO₂ de más de 110 países del mundo. Aunque el proceso de producción de CO₂ en Tecnogas S.A. a sufrido reingenierías de acuerdo al requerimiento y a la experiencia ganada a lo largo de mas de 40 años en este sector. En la actualidad la producción de CO₂ en Tecnogas S.A. se puede dividir en varios sistemas, siendo estos los siguientes:

- Sistema de Generación
- Sistema de Purificación
- Sistema de Compresión
- Sistema de Secado
- Sistema de Licuación
- Sistema de Almacenamiento

SISTEMA DE GENERACIÓN

El sistema de generación esta comprendido por un caldero pirotubular con quemador de GNS y un ventilador para ingreso del aire (ver Figura N° 16). El caldero tiene una capacidad de 5600 kg/h y una energía de 4643 kw; el calor generado es usado para el calentamiento de la solución acuosa de monoetanolamina ubicada en la coraza del caldero. La coraza del caldero esta interconectada al fondo con la torre de desorción; torre cuya función se detalla más adelante.

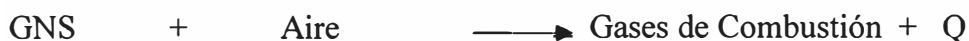
La generación de los gases de combustión se realiza a través de la quema del GNS en el caldero utilizado como hervidor de solución acuosa de monoetanolamina. En esta etapa se producen los diferentes gases de combustión que se generan en una reacción aire/combustible. Se ejecuta el análisis de los gases de combustión para verificar que se realice una combustión completa mejorando de esta manera la eficiencia del quemado y no se produzca monóxido de carbono.

El gas natural es proporcionado por Cálidda (distribuidor oficial de Lima y Callao). Esta empresa emite un reporte de análisis de gas muestreado en el city gate (Anexo X). Este reporte es revisado por personal de control de calidad (el jefe de proceso y el analista químico). Se verifica si cumple especificaciones de calidad según norma técnica peruana NTP 111.002-2003 (Anexo VI), además de esta revisión se analiza el contenido de sulfuro de hidrogeno en el GNS que ingresa al caldero. Este análisis se realiza quincenalmente y según procedimiento estandarizado por NTP 111.008-2003 (Anexo VII), verificando que se cumpla los estándares de calidad regidos en esta norma.

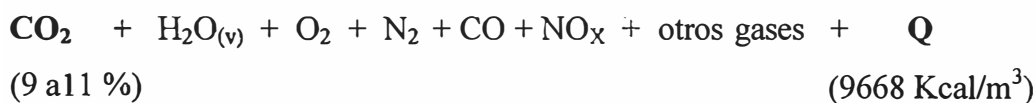
El, GNS promedio que ingresa al proceso es de 142 m³/h, a condiciones de presión y temperatura siguientes P = 2.5 bar y T = 28.5 °C, el factor de corrección para obtener un caudal a condiciones estándar es FC= 2.3655, obteniéndose un caudal corregido de 335.8 Nm³/h, siendo este volumen el que factura el proveedor. De igual manera el aire que ingresa al caldero es en promedio 2800 m³/h para una producción promedio de 680 kg/h esto quiere decir que por cada 1 Nm³ de gas natural seco se produce en promedio 2 kg de dióxido de carbono licuado. La relación GNS / aire es muy importante y ésta puede ser regulada automáticamente o manualmente, para lo cual se cuenta con un analizador de gases de combustión, el mismo que es usado por el analista químico para controlar que la combustión generada sea una combustión completa y que la composición de los gases de combustión a la salida del caldero se encuentren en un rango aceptable según convención de fabricantes de calderos.

Los compuestos generados en la combustión son:

Para el Gas Natural Seco



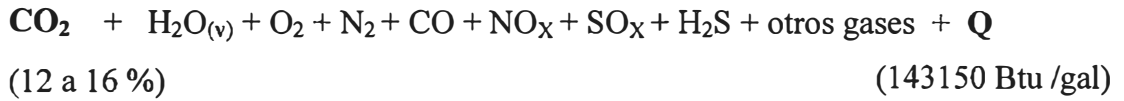
Gases de Combustión + Q:



Para el Petróleo Residual N° 6



Gases de Combustión + Q:



SISTEMA DE PURIFICACIÓN

El proceso de purificación consiste en varias etapas las cuales constan de torres empacadas de purificación (ver Figura N° 17), siendo estas las siguientes:

- Torre empacada con agua como medio de limpieza y enfriamiento.
- Torre empacada con solución acuosa de carbonato de sodio para eliminación de compuestos de azufre.
- Torre empacada de absorción con solución acuosa de monoetanolamina (MEA) para la absorción de CO₂.
- Torre empacada de condensado para recuperar la MEA arrastrada.
- Torre empacada de desorción con solución acuosa de monoetanolamina.
- Torre empacada con solución acuosa de permanganato de potasio para la eliminación de otras impurezas que se detallan mas adelante.

Torre purificadora con solución acuosa:

Una vez que se generan los gases de combustión estos son dirigidos a la torre purificadora con solución acuosa, la cual tiene como función eliminar el material particulado generado en la reacción de combustión del GNS y eliminar los compuestos orgánicos solubles en agua. El efluente de la torre es analizado por una empresa externa y se ha proyectado su recirculación al proceso previo tratamiento según nuestro plan de adecuación al sistema de gestión ambiental. La función de esta torre es:

- Remover la mayor parte de las impurezas solubles en agua.
- Reducir las partículas.

Problemas que se pueden presentar

- La calidad y cantidad de agua utilizada (como mínimo, que cumpla con las normas para agua potable)
- Las impurezas volátiles en el agua de reemplazo pueden separarse del H₂O y entrar en la corriente de CO₂

- La eficiencia de la limpieza mejora a medida que aumenta el flujo de agua de reemplazo
- Se tiene que estar atento a los cambios en la calidad del agua
- Puede haber un aumento en los hidrocarburos totales
- La eficiencia varía mucho según el diseño y la operación
- Localización de los chorros de entrada
- Profundidad del relleno del lecho (tiempo de contacto)
- El agua puede contener microorganismos (pseudomonas: mal olor; levaduras: descomposición).

Torre purificadora de solución acuosa de carbonato de sodio:

El gas que sale de la torre purificadora de agua se dirige a la torre purificadora de solución acuosa de carbonato de sodio por intermedio de un ventilador de succión (exhauster). Esta torre tiene como función principal la eliminación de compuestos de azufre. Las condiciones de esta solución acuosa de carbonato de sodio son las siguientes:

Concentración del carbonato de sodio: 20-110 g/l

pH : 7.5 - 9

Existe un punto de muestreo a 50 cm de la parte inferior de esta torre, en el cual se toma la muestra por personal de control de calidad para realizar los análisis y verificación de los resultados de acuerdo a los rangos establecidos en el proceso de control de calidad.

Torre de absorción:

Los gases que han sido purificados en las dos primeras torres son dirigidas a la parte inferior de esta torre en la cual se va realizar la reacción química de absorción del CO₂ a través de una solución de monoetanolamina al 10 % w/w sustancia que tiene la propiedad de absorber el CO₂. La solución de MEA ingresa en la parte superior de la torre a 40 °C aproximadamente, el contacto se realiza en contracorriente.

Los gases que no han sido absorbidos por la solución de MEA son enviados a una torre de condensado en la cual se recupera la MEA arrastrada y los gases son eliminados hacia el ambiente, con un contenido de CO₂ de menos del 1 %.

Problemas que se pueden presentar en la torre de absorción

En todos los procesos químicos es habitual la pérdida de solvente. En este caso, los motivos son principalmente dos: la volatilidad intrínseca de la MEA y su degradación.

Las pérdidas por volatilidad son las menos significativas, ya que su presión de vapor es baja en las condiciones de operación normales tanto del absorbedor como en el desorbedor. Referente a la degradación de la solución, esta viene determinada por reacciones irreversibles de la MEA tanto con el oxígeno como con el propio gas ácido.

Los productos degradados pueden reducir la capacidad de absorción del sistema, por lo que es necesario una purga constante de una cantidad baja de la corriente de amina pobre que sale de la torre de desorción.

Otros de los problemas de operación más comunes, y está asociado al absorbedor, aunque a veces puede tener lugar en la torre de desorción es la espumación que es causada por los contaminantes presentes en la solución: hidrocarburos condensados en caso de una mala combustión o la degradación de las aminas ácidas.

La espumación la podemos detectar de la siguiente manera:

- Reducción de la eficacia en la captura del dióxido de carbono.
- Aumento del porcentaje de pérdida analizado por el operador de planta.
- Errores en la toma de datos de presión a lo largo del absorbedor.
- Solución de aminas de color opaco, con sólidos en suspensión.
- Aumento del gasto de utilidades (vapor, electricidad).

Para actuar frente a este problema se está estudiando algunas posibles soluciones.

El proceso de control de calidad ha realizado una prueba con uso de un antiespumante (Antifoam 502) observándose un aumento en la eficiencia de la

producción. Y se está estudiando otras posibles soluciones ante este problema: como es el uso de la filtración mecánica con carbón activado.

Este es el problema más importante que se presenta en el proceso de absorción química con aminas. La experiencia en el uso de estos solventes ha sentado las bases de un estudio para minimizar el impacto de la corrosión en el proceso, que será resumido a continuación.

Las causas de la corrosión pueden ser debidas a:

- Mala elección en el tipo de amina a utilizar.
- Presencia de contaminantes.
- El índice de absorción del gas ácido.
- Temperaturas y presiones en diferentes partes del proceso.
- Velocidad de las corrientes.

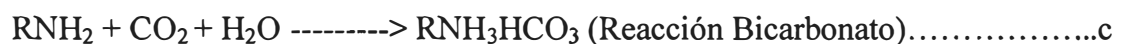
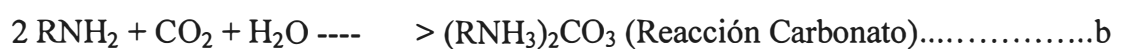
Sin embargo, parece más claro que la corrosión se debe a los gases ácidos en sí mismos.

Esta conclusión viene de información externa de observar como aumenta la corrosión al aumentar la concentración de gas ácido, sobretodo en plantas que utilizan MEA como solvente.

Las principales reacciones que ocurren cuando la solución de una amina primaria se utiliza para la absorción de CO₂ son:

Las reacciones siguientes a, b, c, d muestran las especies principales que hay en la solución.

Amina + CO₂



Otras reacciones adicionales pueden ocurrir produciéndose otras especies que son importantes para el proceso básico de la absorción y desorción. Las concentraciones de equilibrio del CO₂ molecular son proporcionales a la presión parcial en la fase gas (según la ley de Henry).

La reacción de equilibrio es también sensible a la temperatura aumentando la presión de vapor del gas ácido a medida que aumenta la temperatura. Todas estas sustancias se caracterizan por liberar el gas ácido absorbido por la solución de amina al aplicar calor, lo que permite la regeneración.

Si la reacción d es la predominante como en el caso de las aminas primarias, el ion carbonato enlaza con el ion alcanoamonio por la reacción c y la capacidad de la solución se limita a 0,5 moles de CO_2 por mol de amina, teniendo el gas a tratar una alta presión parcial. La razón de esta limitación es la alta estabilidad del ion carbonato y su bajo ratio de hidrólisis a bicarbonato.

En Conclusión:

La monoetanolamina es aún el solvente preferido para el tratamiento de corrientes de gas que contienen bajas concentraciones de H_2S y CO_2 , y especialmente pocos contaminantes minoritarios tales como el sulfuro de carbonilo (COS) y sulfuro de carbono (CS_2). Esto es especialmente cierto cuando el gas tiene que ser tratado a baja presión, y se exige una eliminación máxima de los gases ácidos. Este es el caso de la planta en estudio.

Ventajas principales:

- Bajo peso molecular
- Alta capacidad de absorción a bajas concentraciones
- Alta alcalinidad
- Facilidad de recuperación

La desventaja principal que presenta este tipo de solvente es que da lugar a productos (con COS y CS_2) procedentes de reacciones irreversibles, dando lugar a importantes pérdidas si el gas contiene cantidades significantes de estos componentes. Además, las soluciones de MEA son más corrosivas que otras soluciones de aminas, especialmente cuando la concentración es superior al 20 % (en peso) y las soluciones absorben grandes cantidades de gases ácidos. Sin embargo, y especialmente para la absorción de CO_2 , se han desarrollado inhibidores que permiten la utilización de soluciones de MEA hasta un 30 %. En nuestro caso la MEA se encuentra en la solución de aproximadamente 12% que permite que no haya muchos problemas de corrosión. Una última desventaja que

presenta la MEA es su elevado calor de reacción con el CO₂ y el H₂S (un 30 % superior a la dietanolamina para ambos gases). Esto da lugar a la necesidad de un mayor gasto energético en la etapa de agotamiento o torre de desorción.

El Cuadro N° 15, resume la carga de CO₂ recomendada en la solución rica para distintas aminas. En general se está de acuerdo en que las soluciones de aminas concentradas con carga baja de ácido son menos corrosivas.

Cuadro N° 15

Amina	Concentración de MEA	Máxima carga de gas ácido (Moles de gas ácido / Mol de Amina)	
		CO ₂	H ₂ S
MEA	15-20	0.50	0.35
DEA	25-35	0.45	0.30
TEA/MDEA	35-50	0.30	0.20
DEA	45-65	0.50	0.35

Torre empacada de desorción:

La solución de monoetanolamina rica en CO₂ que se obtuvo en la torre de absorción es enviada hacia la parte superior de la torre de desorción también llamada torre stripper. En esta torre se realiza el despojamiento de CO₂ de la solución de MEA rica, la desorción del CO₂ se realiza con vapor de agua en contracorriente, proveniente del calentamiento de la solución de MEA pobre en el caldero pirotubular. La temperatura de la solución de MEA pobre en la coraza del caldero oscila en un rango de 90 a 105° C aproximadamente.

Esta solución de MEA pobre (libre de CO₂) es enfriada por intercambiadores de calor de placas y enviada nuevamente a la parte superior de la torre de absorción para de esta manera continuar con el circuito cerrado, siendo necesario la reposición de MEA y agua para mantener los rangos de concentración, pH y densidad especificados por el proceso de control de calidad.

En la coraza del caldero existe un punto de muestreo en el cual se analiza la solución de MEA pobre, siendo los parámetros establecidos los siguientes:

Concentración de MEA : 1.2-3.5 N
 pH : 10-12
 Densidad (Be°) : 8-13

* Be°: Grados Baume.

Torre empacada de solución acuosa de permanganato de potasio (KMnO₄).

El CO₂ liberado de la torre de desorción pasa a través de una trampa de vapor y luego es enviado a la torre empacada de solución de permanganato de potasio, usando carbonato de sodio para regular el pH. Esta solución cumple las siguientes funciones:

- Oxida muchas impurezas orgánicas
- Reduce los niveles de NO_x, NH₃, H₂S y SO₂
- Reduce ligeramente el nivel de COS
- Por lo general es fácil determinar cuándo cambiarlo (cambio de color)

Problemas que se pueden presentar

- Es una solución corrosiva.
- Se trata de un producto fiscalizado y su uso es controlado.
- Las reacciones dependen del pH; es necesario controlar el pH (generalmente con carbonato de sodio).
- Relativamente, de mantenimientos muy frecuentes.

Los rangos de trabajo de la solución de permanganato de potasio son los siguientes:

Concentración de KMnO₄ 5-65g/l
 Color Morado

SISTEMA DE COMPRESIÓN

El CO₂ purificado y separado de los otros gases de combustión es enviado a un sistema de compresión el cual consiste en dos compresores de dos etapas (ver Figura N° 18), en el cual uno de los dos opera mientras que el otro se encuentra en reposo o mantenimiento. El compresor de dos etapas tiene un sistema de enfriamiento del gas entre las dos etapas y luego de la segunda etapa.

El compresor trabaja de la siguiente manera:

Primera etapa : 20 pulgH₂O hasta 3 a 5 bar

Intercambiador de calor : De 125 °C se enfría a 35 °C (Luego de la primera etapa)

Segunda etapa : 3 a 5 bar hasta 22 bar

Intercambiador de calor : De 150 °C se enfría a 35 °C (Luego de la segunda etapa para dirigir la corriente hacia el secador).

SISTEMA DE SECADO

El sistema de secado consta de dos columnas pequeñas que contienen tamices moleculares como medio de adsorción (ver Figura N° 19). Se realiza luego de haber purificado y comprimido el CO₂.

Los tamices moleculares de UNION CARBIDE son silicatos de aluminio metálico, cristalinos producidos sintéticamente y que han sido activados mediante adsorción para extraer el agua de hidratación.

Los tamices moleculares pertenecen a una clase de compuestos denominados zeolitas.

Las moléculas que adsorbe el tamiz molecular tipo 13x son moléculas con diámetro efectivo menor de 10 ángstrom, incluso el etanol, H₂S, SO₂, C₂H₄, y el C₂H₆.

Es el adsorbente tamiz molecular preferido para la deshidratación estática en un sistema cerrado de gas o líquido. Es también empleado en la desecación de hidrocarburos saturados.

Estos tamices moleculares son producidos en una amplia variedad de tipos, más amplia que ningún otro adsorbente. Esta diversidad de productos, teniendo cada tipo su propio tamaño específico y uniforme de los poros, además de una selección de forma en polvo, píldoras o glóbulos permiten adaptar perfectamente el adsorbente a la aplicación.

En general la función que realizan estos tamices moleculares (molecular sieve) es:

- Eliminación o reducción del agua contenida en el CO₂.
- Eliminación de cantidades variables de algunos contaminantes solubles en agua (algunos oxigenados volátiles) dependiendo de la selección del material.

Problemas que se pueden presentar

- La regeneración/cambio deben hacerse de manera concienzuda.
- La eficiencia varía ampliamente con el tipo de adsorbente.
- Debe ser sobredimensionado para asegurar la calidad del producto.
- Algunos son susceptibles al ataque químico por ácidos, bases, alcoholes, y acetaldehído.
- El sulfuro de carbonilo no es eliminado, si el tamaño del poro es de 4Å o mayor.
- Parte del H₂S se puede transformar en COS al atravesar el desecador.
- Se debe eliminar el H₂S antes de secar, siempre que sea posible.

SISTEMA DE LICUACIÓN

El proceso de licuación del CO₂ se realiza a través de un proceso de estrangulamiento. Siendo este el método más usado comercialmente. Para la licuación del CO₂ usamos como refrigerante al amoníaco. La licuación consiste en llevar el CO₂ de estado gaseoso a temperatura aproximada de 30° C y presión de 320 psig a estado líquido a condiciones de temperatura de -18 °C a -30 °C y presión de aproximadamente 320 psig. A estas condiciones el CO₂ ingresa a los tanques de almacenamiento. El amoníaco cumple un ciclo de compresión, condensación, expansión y evaporación mediante un circuito cerrado. Habiendo pérdidas de amoníaco por fugas principalmente y reponiéndose cada semestre una cantidad de 60 kg aproximadamente.

A continuación se realiza un balance de masa y energía para tal sistema, usando tablas termodinámicas (ver Cuadro N° 16). El diagrama del sistema de licuación se describe más adelante (ver Figura N° 20).

Cuadro N° 16.

Balance de masa y energía a la línea de amoniaco para una producción estimada de 670 kg/h de CO₂

		T, °C	P		H, kj/kg	S kj/kg-°k
			Psig	bar		
1	Entrada compresor	-8	0.5	1.048	1454.441	6.0428
2	Salida compresor	67	157	11.838	1572.527	5.2981
2a	Entrada condensador	65	155	11.700	1567.835	5.290
3	Salida condensador	30.0325	155	11.700	322.623	1.2008
3a	Entrada drum	30.0325	150	11.356	317.5915	1.1843
3b	Salida drum	27	150	11.356	317.5915	1.1843
4	Salida valvula	-32.11	0.5	1.048	317.5915	
4a	Entrada chiller	-32.11	1	1.082	317.5915	
4b	Salida chiller	-32.11	1	1.082	1400.62	5.8133
T, K						
8	CO ₂ , gas , in	303.15	320	23.077	789.81	HANDBOOK
9	CO ₂ , liq. sat , out	255.15	320	23.077	460.80	MARK

Calor evaporador, kw =	61.232
Velocidad masica refrigerante, kg/s =	0.057
Trabajo compresor, kw=	6.676
Calor removido condensador, kw=	70.402
Velocida masica de agua, kg/s=	8.41

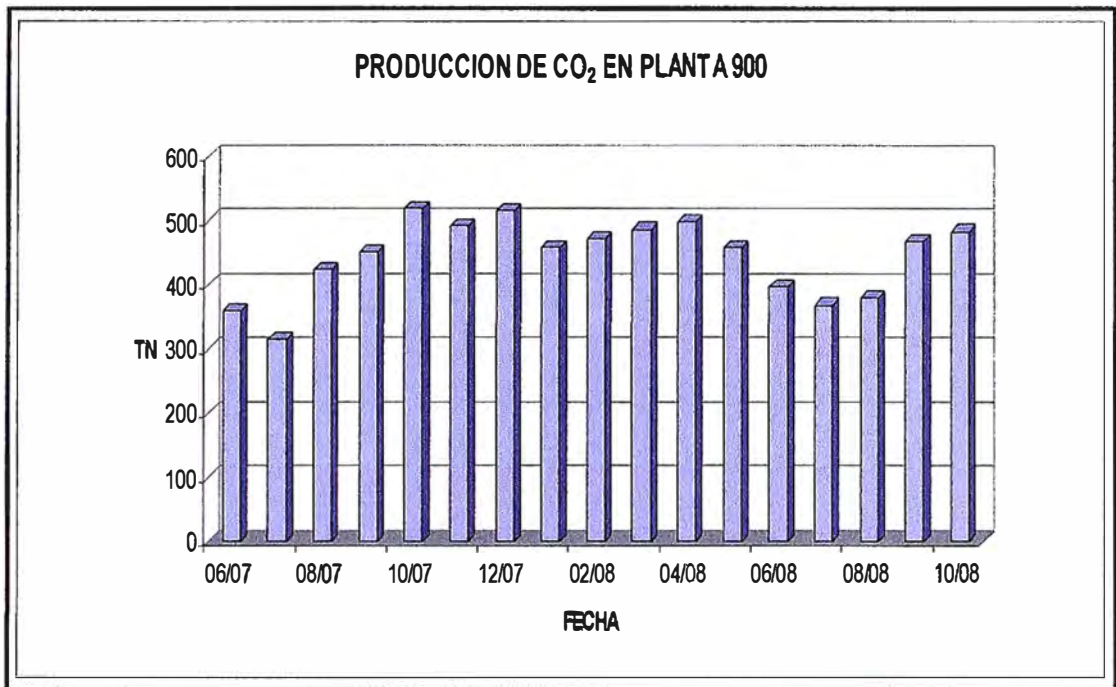
H: Entalpía

S: Entropía

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Para el almacenamiento de CO₂ se cuenta con 4 tanques de almacenamiento en planta 2 (P-900) con una capacidad de almacenamiento de 150 Tn y una producción mensual de acuerdo al Cuadro N° 17, y dos tanques en planta 1 (P-500 y P-502) con una capacidad de almacenamiento de 47 Tn, siendo la capacidad total de 197 Tn. Estos tanques estacionarios están contruidos siguiendo la Norma CGA, son de material de acero al carbono y de forma cilíndrica horizontal con forma esférica por sus extremos, además presenta un aislamiento especial con material de poliuretano y sensores de presión y válvulas de seguridad (ver Figura N° 21).

Cuadro N° 17.
Producción mensual de CO₂ en toneladas (P- 900)



2.7.6. Figuras de la planta de producción de CO₂ Planta 900

Figura N° 16.



Sistema de Generación

Figura N° 17.



Torres empacadas

Figura N° 18.



Compresores de dos etapas

Figura N° 19.



Columnas de secado

Figura N° 20.

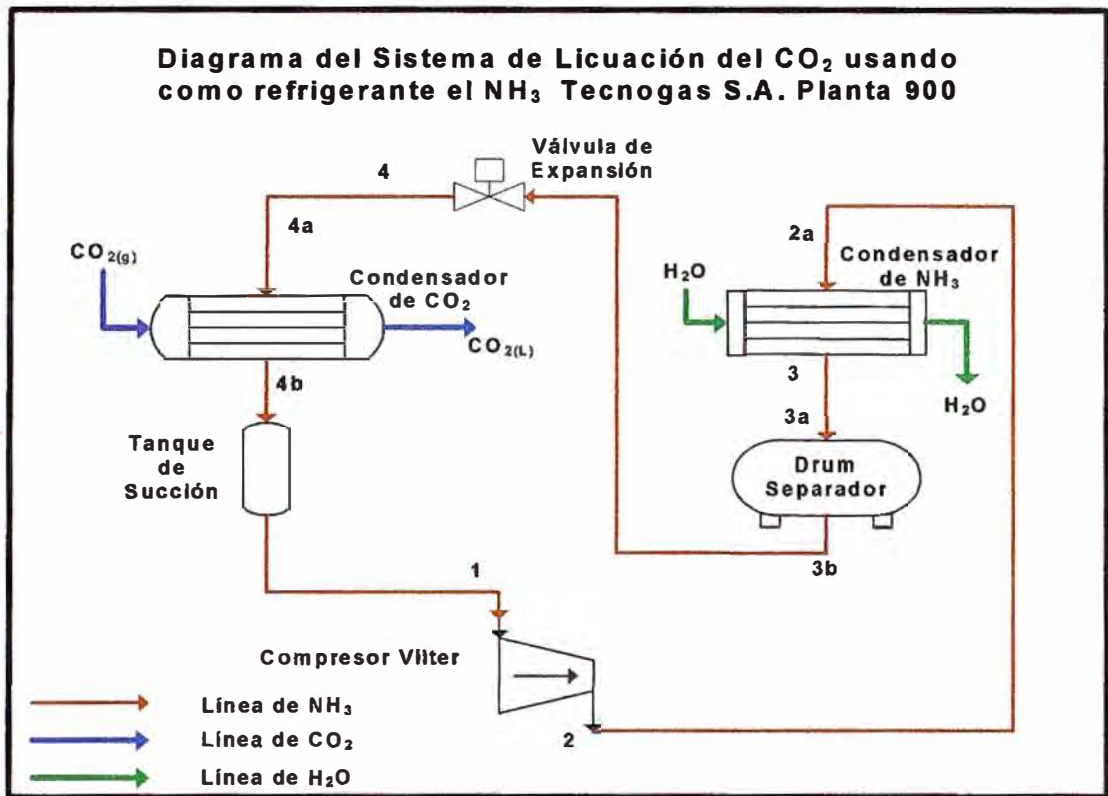
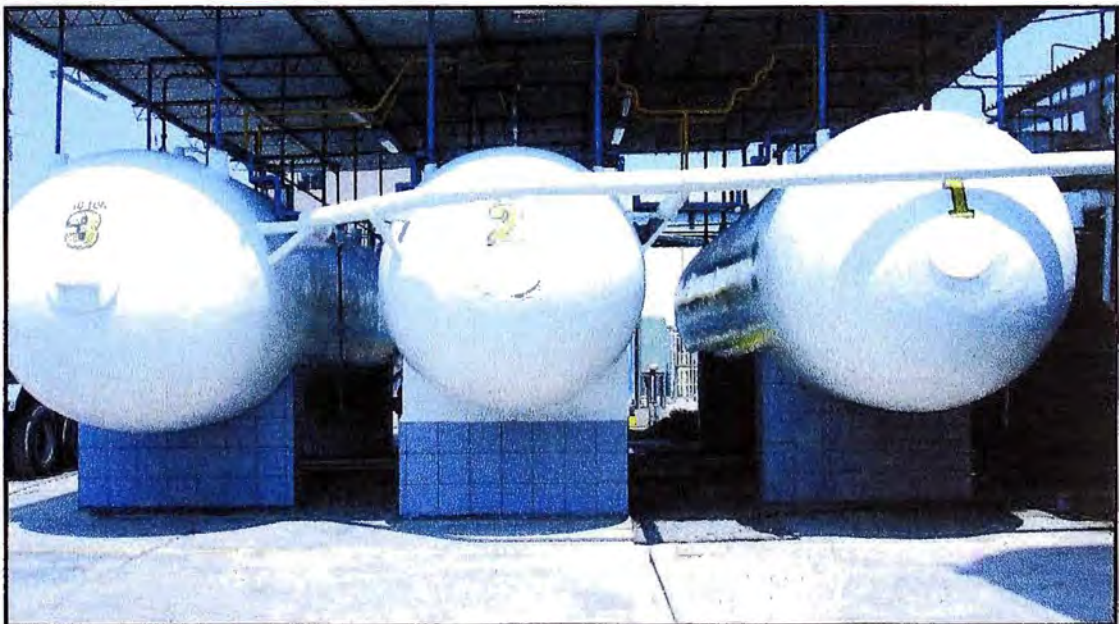


Figura N° 21.



Tanques de almacenamiento de CO₂ líquido P-900

3. RELACIÓN PROFESIONAL – EMPLEADOR

3. RELACIÓN PROFESIONAL - EMPLEADOR

CONDICIONES DE TRABAJO

Todo personal que trabaja en Tecnogas S.A. tiene como función principal el cumplimiento de su manual de funciones asignado a su cargo y el reporte de su trabajo a su jefe inmediato superior.

A medida que el analista químico adquiere experiencia y de acuerdo a su destreza se le asigna funciones de asistente de control de calidad y realiza tareas propias al jefe de control de calidad coordinando con el personal de los diferentes procesos de la empresa para el buen desenvolvimiento del proceso productivo.

El personal del proceso de control de calidad tiene un horario de lunes a viernes de 8:30 a 18:00horas y sábado de 8:00 a 13:30horas.

El analista químico y el jefe de control de calidad reciben auditorias internas y externas y se les programa para que reciban capacitaciones internas y externas de acuerdo al Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2000.

**4. GESTION DE CONTROL DE CALIDAD EN
EL PROCESO DE PRODUCCION DE DIOXIDO
DE CARBONO A PARTIR DEL GAS NATURAL.**

4. GESTION DE CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE DIOXIDO DE CARBONO A PARTIR DEL GAS NATURAL.

CONCEPTOS GENERALES

Sistema

Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan.

Gestión de calidad

Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad. Se puede dividir en cuatro partes.

1. Planificación de la calidad

Parte de la gestión de la calidad enfocada al establecimiento de los objetivos de la calidad y a las especificaciones de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de la calidad.

2. Control de calidad

Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.

3. Aseguramiento de la calidad

Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad.

4. Mejora de la calidad.

Parte de la gestión de la calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad

Cumpliendo estos cuatro puntos logramos la eficacia (extensión en la que se realiza las actividades planificadas y se alcanzan de los resultados planificados) y la eficiencia (relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados). Siendo estos conceptos los pilares de la calidad total cuyo objetivo es lograr la eficacia y la eficiencia en un sistema de gestión de la calidad.

En el siguiente cuadro se muestra como evoluciona el concepto de calidad.

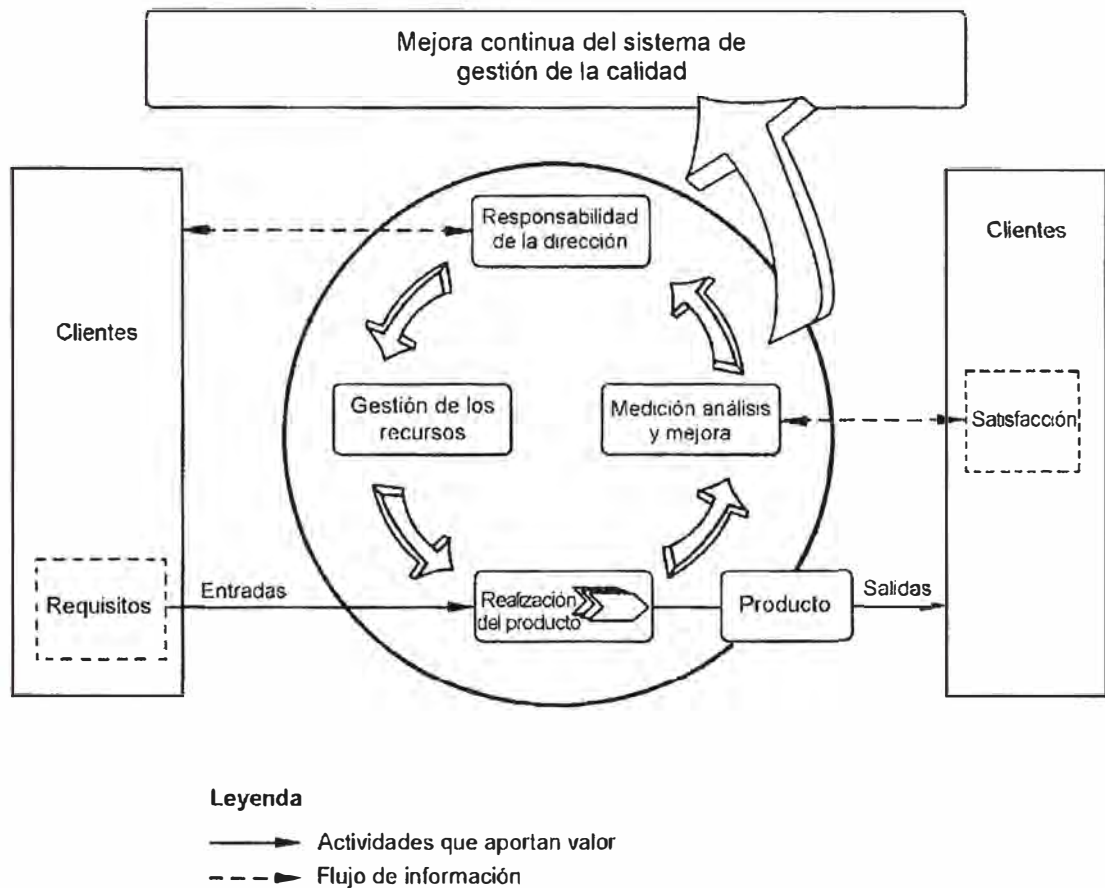
EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE CALIDAD

	Control de Calidad	Aseguramiento de Calidad	Gestión de Calidad Total
Concepto de calidad	Conformidad con las especificaciones	Aptitud para el uso	Satisfacción del cliente
Orientación de la empresa	Producción	Producción	Cliente
Responsabilidad de la calidad	Dpto. de Control de Calidad	Dpto. de Calidad y Operarios	Todos los miembros
Se actúa porque...	Se detecta un error	Se intenta evitar un error	Hay objetivos
Aplicación de la calidad	Al producto	Al proceso productivo	A todos los procesos de la Empresa
Actuación	Corregir el error	Modificar el procedimiento	Mejora continua
Actitud	Reactiva	Reactiva	Preactiva
Participación del personal	Solo del Dpto. de Calidad	Del Dpto. de Calidad y Operarios	Toda la Empresa
Importancia de la participación	No se espera participación	Importante	Imprescindible
Generación de valor añadido	No está claro	Sí	Sí
Materialización	Plan de Inspección	Manual de Gestión	Sistema de Gestión
Filosofía	Arreglo	Prevención	Mejora

4.1 SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

Para asegurar la calidad del producto dióxido de carbono, Tecnogas S.A. cuenta con un Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2000.

MODELO DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD ISO 9001:2000



Tecnogas S.A. cuenta con un proceso de coordinación de calidad cuyo personal tiene como parte de sus funciones el de regular y verificar que se lleve de buena manera el sistema de gestión de calidad, organizando las auditorías internas y externas, las reuniones de círculo de calidad y revisando constantemente la documentación de los diferentes procesos por lo cual debe coordinar con todos los procesos de la empresa y con la alta dirección. El personal del proceso de coordinación de calidad contiene la documentación de todos los procesos de la empresa llamado el Manual Maestro, pues contiene los manuales de los diferentes procesos e incluso documentación externa de los diferentes procesos que son útiles para el sistema de gestión de calidad.

El proceso de control de calidad al igual que los diferentes procesos de la empresa cuenta con un manual, en este caso Manual de Control de Calidad el cual incluye documentos tales como funciones del personal perteneciente al proceso en sí, procedimientos, instructivos, planes de control y acciones correctivas ante las diversas situaciones que se pueden presentar desde la recepción de materia prima y elaboración del producto, hasta la distribución final del producto hacia el cliente.

El manual de control de calidad es revisable y modificable por lo cual se puede crear, implementar o modificar los documentos cada vez que se requiera aplicándose de esta manera la mejora continua en el sistema de gestión de calidad. Cualquier documento creado, modificado o implementado debe ser reconocido por todos los procesos involucrados para lo cual se realiza la difusión respectiva de los documentos.

Para que un documento nuevo o modificado tenga validez debe ser revisado y aprobado por el jefe de proceso, el coordinador de sistema de gestión de calidad, el director técnico de la empresa y el gerente general.

Con un Sistema de Gestión de Calidad Estandarizado como el ISO 9001:2000 tenemos los siguientes beneficios:

- Todos los procesos están claramente identificados, controlados y documentados.
- El Personal está capacitado, entrenado y motivado.
- Las Responsabilidades son claramente definidas.
- Se cumple con estándares y regulaciones.
- Existe un mejoramiento continuo de los procesos.
- Todos hablamos el mismo lenguaje.
- Se enfoca a los procesos eliminando tareas que no agregan valor; con las auditorias internas y externas y las acciones correctivas se encamina al mejoramiento de los procesos.
- Hay una retroalimentación de clientes y consumidores.

Encontrándose el Proceso de Control de Calidad de CO₂ dentro de un marco de un sistema de gestión de calidad se encuentra interrelacionado con los diferentes procesos de la empresa y con la gerencia para que de esta manera pueda coordinar y controlar que la calidad del producto sea óptima.

Procesos con los que interrelaciona el Proceso de Control de Calidad

Proceso de Logística: Se encarga de cotizar los diferentes requerimientos solicitados por personal del proceso de control de calidad y hacer entrega ya sea del servicio o material solicitado. Entre los servicios que solicita el proceso de control de calidad están los monitoreos de ruidos, efluentes y gases de emisión, validación y mantenimiento de los cromatógrafos de gases, etc. Respecto a los materiales el proceso solicita reactivos de laboratorio, materiales y equipos usados en análisis clásico o instrumental, etc.

Proceso de Metrología: Se encarga de brindar servicios de verificación y calibración de instrumentos usados en laboratorio de control de calidad, principalmente manómetros y termómetros. También registra y archiva la documentación de las verificaciones, calibraciones y validaciones de todo equipo e instrumento usado en laboratorio.

Proceso de Recursos Humanos: Este proceso es el encargado de que la relación profesional-empleador se lleve en un ambiente adecuado. Todo personal que ingresa a trabajar es capacitado en sensibilización ambiental; el proceso de control de calidad es el encargado de esta capacitación. Los documentos de tal capacitación son registrados por el proceso de recursos humanos.

Proceso de Producción: Tiene como función principal el aseguramiento de la disponibilidad de dióxido de carbono por lo cual planifica y programa la producción inspeccionando los materiales, insumos y equipos para producir el dióxido de carbono. Verifica y registra que los parámetros de control del proceso cumplan con el rango de trabajo asignado.

Coordina con el personal del proceso de control de calidad para que este realice los análisis de producto terminado cuando el lote esta completo y el análisis del proceso productivo reportando los resultados en la hoja de parámetros del operador de planta muy aparte del registro que lleva en su proceso. También analiza el producto terminado emitiendo un certificado de calidad, por lo cual la coordinación con personal de este proceso es permanente.

Proceso de Distribución: El personal del proceso de control de calidad coordina con personal del proceso de distribución para el análisis de la cisterna al momento de su despacho hacia los clientes, además realiza la verificación y supervisión del saneamiento de las cisternas, realizado por personal del proceso de mantenimiento.

Proceso de Mantenimiento: Tiene como función asegurar y preservar las instalaciones y operatividad de las maquinas y equipos de planta, planificando los mantenimientos a realizar.

Personal del proceso de control de calidad coordina con el personal del proceso de mantenimiento para la limpieza y saneamiento de los tanques de almacenamientos estacionarios de planta cuando sea necesario de acuerdo a los análisis del personal de control de calidad.

Proceso de Post Venta: Coordina con personal del proceso de control de calidad y del proceso de mantenimiento, la ejecución de la limpieza y saneamiento de los tanques en los clientes que son propiedad de Tecnogas S.A.

Proceso de Sistemas: Realiza servicio de soporte Técnico al sistema informático del proceso de control de calidad.

Gerencia Comercial: Coordina y hace llegar al personal del proceso de control de calidad las requisiciones e inquietudes del cliente en lo concerniente a la funciones propias del proceso de control de calidad.

4.2 GESTION DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD

1.- Objetivo

Asegurar el cumplimiento de las especificaciones de calidad de materia prima, insumos, proceso de producción y producto terminado de acuerdo a requisitos del cliente y normas nacionales e internacionales.

2.- Alcance

Desde la recepción de materiales e insumos hasta la certificación del producto.

3.- Personal del Proceso de Control de Calidad

Responsabilidades

El Jefe de Control de Calidad es un ingeniero químico en planta de CO₂ que realiza y certifica los análisis y es responsable de asegurar que únicamente personal autorizado realice pruebas con su autorización.

El Analista Químico es también responsable del análisis gravimétrico, volumétrico, colorimétrico, sensorial e instrumental; de acuerdo a su calificación y destreza se le encomendara más trabajos de laboratorio de acuerdo a lo establecido en los instructivos y procedimientos del proceso de control de calidad, teniendo aprobación para registrar resultados de los análisis que realice.

Jefe De Control De Calidad

El jefe de control de calidad es un profesional en ingeniería química, calificado y con colegiatura. Es responsable del proceso de control de calidad y debe poseer amplia experiencia en el sector industrial.

Analista Químico

El analista químico es personal calificado de acuerdo a la especialidad, debe tener conocimientos en análisis gravimétrico, volumétrico, instrumental y colorimétrico. De acuerdo a su calificación y destreza asiste al jefe de control de calidad. Para que el analista químico registre los análisis debe recibir inducción apropiada para su nivel y demostrar competencia. El analista químico debe ser

bachiller o Ingeniero Químico, con una experiencia mínima de 6 meses en el sector industrial.

4.- Entrenamiento:

De acuerdo al Sistema de Gestión de Calidad se debe tener entrenamiento externo y certificar al jefe de control de calidad y analista químico con seminarios y cursos como mínimo 1 vez al año.

5.- Medidas de control

Liberar insumos y materia prima de acuerdo a las especificaciones de calidad.

Verificar el cumplimiento en base a las especificaciones del producto según requisitos establecidos.

Controlar los insumos y reactivos de laboratorio.

Controlar que se lleve a cabo la verificación y validación de los instrumentos y equipos de laboratorio.

6.- Requisitos

Cabe mencionar que Tecnogas S.A. en su afán de mantenerse a la vanguardia y seguir siendo competitivo en la industria de los gases industriales y medicinales compitiendo con empresas transnacionales en su mayoría, debe cumplir ciertos requisitos que exigen clientes exigentes como Corporación J.R.Lindley (Coca Cola Company), Backus & Johnston, etc. Además de algunos clientes de gases medicinales.

Para el dióxido de carbono se deben cumplir las siguientes normas y requisitos:

Norma ISO 9001:2000

Norma ISBT (Sociedad Internacional de Tecnólogos de la bebida)

Norma CGA (Asociación de Gases Comprimidos)

Norma NTP (Norma Técnica Peruana)

Requisitos del Cliente "Coca Cola", reglamentos y códigos, BPM.

Tecnogas S.A. actualmente se encuentra en la etapa final de un proceso de implementación de un plan HACCP, y un Sistema de Gestión Integrado

conformado por un Sistema de Gestión de Calidad, un Sistema de Gestión Ambiental, y un Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional.

7.- Salidas Críticas.

Certificados de calidad

8.- Indicadores del Proceso de Control de Calidad

El proceso de control de calidad cuenta con cinco indicadores en la actualidad que sirven para llevar a cabo una data histórica y realizar un estudio estadístico de sus valores para el aseguramiento de la calidad del dióxido de carbono. Estos indicadores son parámetros usados por personal del proceso de control de calidad y su objetivo es mantener un control adecuado.

- Promedio mensual de concentración de la monoetanolamina (MEA) en la torre de desorción.
- Promedio mensual de concentración de permanganato de potasio (KMnO_4) en la torre purificadora de este compuesto.
- Promedio mensual de concentración de carbonato de sodio (Na_2CO_3) en la torre purificadora de este compuesto.
- Promedio mensual del tiempo de operación del cromatógrafo en cada análisis.
- Promedio mensual de pureza de CO_2 de los lotes analizados.

9.- Registros y documentos empleados en el proceso de control de calidad

- Registro de certificados de Insumos y/o materia prima.
- Registro de control en proceso.
- Registro de control del producto terminado.
- Registro de cargos de certificados de calidad.
- Registro de certificados de análisis externos de materia prima y producto terminado.
- Registro de órdenes de pedido.
- Registro de control de adición de productos químicos.

- Registro de auditorias internas, externas y capacitaciones.
- Registro de plan de verificaciones y validaciones de instrumentos y equipos de laboratorio.
- Registro de análisis cromatográfico.
- Registro de pruebas sensoriales y análisis de gases de cabeza.
- Registro de saneamiento de tanques y cisternas.

Documentos externos usados por el proceso de control de calidad

- Normas Técnicas Peruanas relacionados al control de calidad de la materia prima y el producto terminado.
- Norma CGA (Asociación de Gases Comprimidos) CGA G-6.2 “Propuesta de especificaciones para el dióxido de carbono”
- Norma ISBT “ Manual de calidad del dióxido de carbono”
- Especificaciones de calidad del dióxido de carbono dadas por The Coca Cola Company.
- Norma ISO 9001:2000.
- Informes de validación de cromatógrafos de gases.
- Manuales de equipos e instrumentación usados en laboratorio.

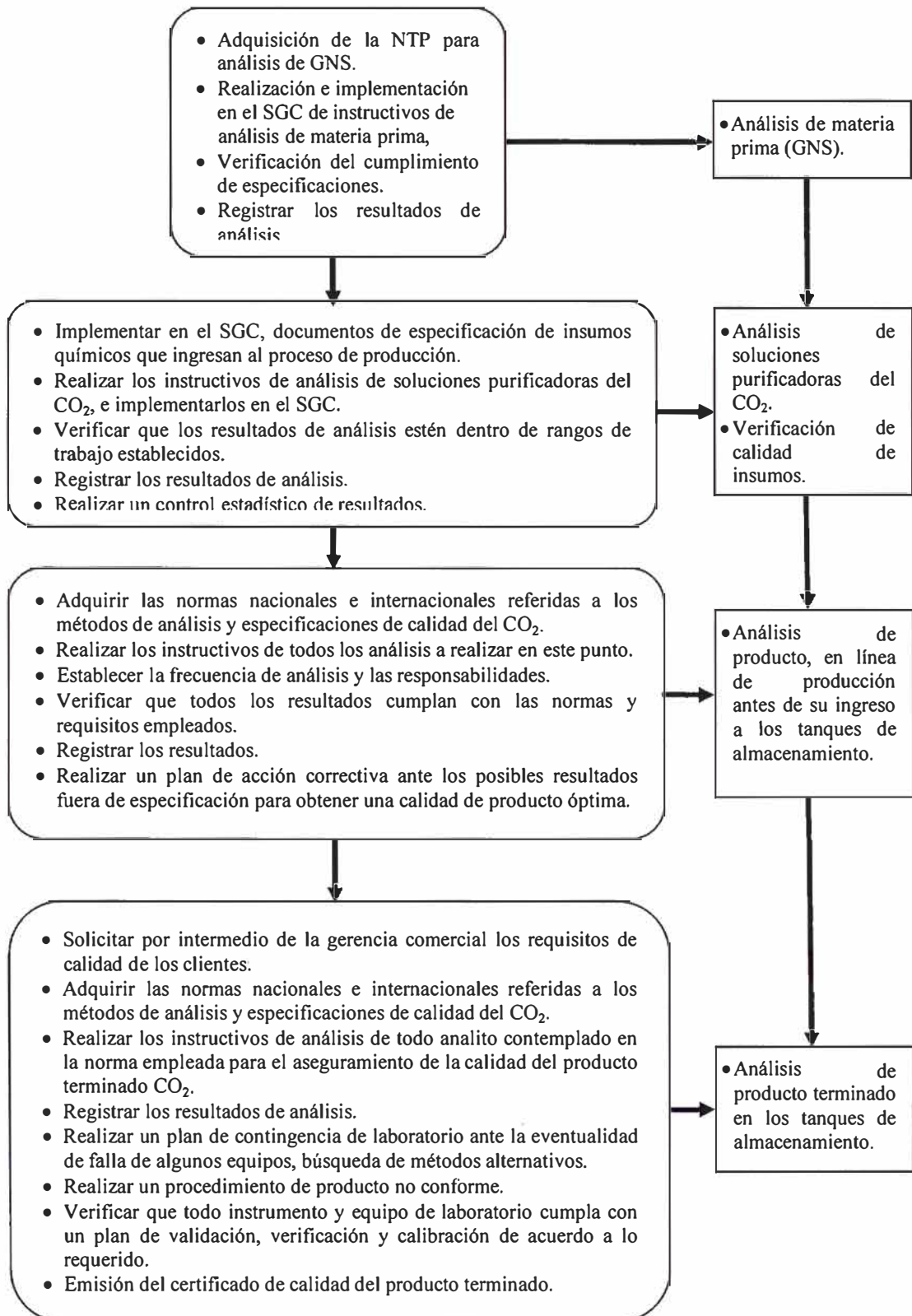
9.- Infraestructura

El proceso de control de calidad cuenta con un laboratorio de control de calidad el cual está equipado con instrumentos y equipos de análisis vía clásica e instrumental que siguen un plan de calibración, verificación y validación de acuerdo al instrumento o equipo.

10.- Ambiente de Trabajo

Seguro, con acceso restringido, ventilado y con iluminación.

DIAGRAMA DE FLUJO DE GESTIÓN DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD



4.3 FUNCIONES PROFESIONALES

De acuerdo al manual de control de calidad dentro del cual se encuentra las funciones del analista químico. El analista químico tiene como objetivo asegurar la calidad de la materia prima, insumos, proceso de producción y producto terminado. Para esto tiene un conjunto de actividades y tareas que debe realizar siendo estas funciones las siguientes:

- Planificar los ensayos a realizarse durante el día.
- Verificar los insumos, reactivos y materiales para realizar los ensayos.
- Ejecutar ensayos y registrar resultados del proceso productivo y producto terminado.
- Inspeccionar materia prima e insumos de acuerdo a especificaciones técnicas.
- Indicar las acciones correctivas en base a los resultados obtenidos del ensayo al proceso productivo.
- Elaborar los certificados de calidad del producto terminado.
- Mantener el orden y limpieza del área de trabajo de acuerdo a las buenas prácticas de manufactura (BPM).
- Verificar que los resultados obtenidos de los ensayos estén de acuerdo a las normas establecidas.
- Verificar que se utilice insumos y materia prima aprobados de acuerdo a las especificaciones técnicas.
- Realizar análisis estadístico de los resultados.

El analista químico reporta al jefe de control de calidad y coordina con el jefe de distribución, jefe de producción, supervisor de producción, u operadores de planta, etc. de acuerdo a las necesidades del proceso de control de calidad.

Control de calidad de la materia prima (Gas natural seco proveniente de la empresa distribuidora de Lima y Callao Cálidda)

El control de calidad de la materia prima se realiza por medio del ensayo de tubos detectores (tubos colorimétricos) el cual arroja el resultado de la concentración en ppm de sulfuro de hidrógeno que contiene el gas, tal resultado

debe cumplir con las especificaciones de la NTP para el gas natural seco. La frecuencia del análisis es quincenal y los resultados son reportados por el analista químico en el registro de análisis del proceso, el cual se ubica en la oficina del proceso de control de calidad. Además mensualmente se solicita a Cálidda el certificado de calidad del gas natural en el cual se reporta el resultado del análisis cromatográfico realizado en el laboratorio del City Gate (Anexo X).

Control de calidad en el proceso de producción:

Los ensayos y análisis realizados por el personal del proceso de control de calidad en el proceso de producción, además de las acciones correctivas que se toman deben asegurar en gran medida que el producto que se elabora sea de buena calidad. Es por esta razón que se realiza ensayos del producto en línea al menos una vez por día antes de su ingreso a los tanques de almacenamiento. Además de analizar el producto en línea a la salida del licuador de amoníaco (condensador de CO₂), también se analiza en tres puntos importantes que son las tres tomas que se tiene para extraer las soluciones purificadoras de CO₂ (Torre de solución acuosa de carbonato de sodio, torre de solución acuosa de permanganato de potasio y hervidor de solución acuosa de MEA). En estos tres puntos se analizan tres parámetros principalmente que son: la concentración, la densidad y el pH. Las acciones correctivas son las acciones que se da para que la solución permanezca dentro de límites permisibles y un rango de especificación estudiado.

Torre de solución acuosa de carbonato de sodio.

Elimina óxidos de azufre de los gases de combustión procedente del mercaptano y azufre total del gas natural.

Condiciones de Operación:

Concentración: 20 -110 g/l

pH 7.5 - 9.0

El análisis se realiza de acuerdo a las siguientes instrucciones:

1. Sacar la solución de carbonato de sodio de la torre de soda en un vaso de 250 ml, por la válvula de parte inferior.
2. Colocar el papel filtro en el embudo, para lograr la filtración de la solución acuosa de carbonato de sodio, con ayuda del soporte universal, pinza y nuez.
3. Tomar 5 ml de solución filtrada de carbonato de sodio, con la pipeta graduada.
4. Vaciar el contenido en un erlenmeyer de 250 ml.
5. Adicionar aproximadamente 20 ml de agua destilada en el erlenmeyer de 250 ml.
6. Adicionar 3 gotas de indicador Anaranjado de Metilo al 0.1 %.
7. Homogeneizar la mezcla manualmente.
8. Titular con ácido sulfúrico al 0.1635 N estandarizado.
9. Anotar el volumen gastado al momento de cambio de color de amarillo a anaranjado.
10. La concentración en g/l del carbonato esta dado por:
Concentración = $1.734 * \text{Gasto del ácido}$
Donde:
Gasto del ácido = volumen gastado del titulante.
11. Los resultados se expresan con dos decimales y se registran en el documento CA-P-004.FM1.

Torre de solución acuosa de permanganato de potasio.

Oxida impurezas como el H₂S y los NO_x.

Condiciones de Operación:

Concentración: 5 - 65 g/l

Color Morado.

El análisis se realiza de acuerdo a las siguientes instrucciones:

1. Sacar solución acuosa de permanganato de potasio de la torre de permanganato por la llave de descarga de la parte inferior, en un erlenmeyer de 250 ml.
2. Pesar una muestra de 0.2 g de oxalato de sodio anhidro, con aproximaciones de 0.1 mg.
3. Colocar el oxalato en un erlenmeyer de 250 ml.
4. Adicionar 100 ml de agua destilada y agitar con una bagueta hasta disolver el oxalato.
5. Adicionar 10 ml de ácido sulfúrico 1:1 y calentar enseguida de 90 a 95 °C.
6. Al instante titular con la muestra de permanganato de potasio sacado de planta hasta llegar a un color rosa tenue que persista hasta un minuto, la temperatura no debe ser menor de 85°C.
7. Si es necesario mantenga con calentamiento el matraz al titular.
8. Anotar el volumen gastado al momento de cambio de color.
9. La concentración en g/l esta dado por:

$$\text{Concentración} = \frac{(WNa_2C_2O_4) * (158)}{(A - B) * 0.33505}$$

Donde:

A = ml consumidos por la muestra.

B = ml consumidos por el blanco.

W Na₂C₂O₄ = peso en g.

M = peso molecular del KMnO₄ = 158 g/mol

10. Los resultados se expresan con dos decimales y se registran en el documento CA-P-004.FM1.

Caldero (Solución acuosa de MEA).

Realiza la absorción del CO₂ de los gases de combustión.

Condiciones de Operación:

Concentración: 1.2-3.5N

pH : 10-12

Densidad : 8-13° Be.

El análisis se realiza de acuerdo a las siguientes instrucciones:

1. Sacar MEA del caldero con el muestreador por la válvula de nivel del caldero.
2. Enfriar la MEA hasta temperatura ambiente.
3. Tomar 1 ml de solución de MEA fría con la pipeta.
4. Vaciar el contenido en un erlenmeyer de 250 ml.
5. Adicionar 25 ml de agua destilada (medidos con una probeta) al erlenmeyer.
6. Adicionar 3 gotas de indicador anaranjado de metilo al 0.1 %.
7. Homogenizar la mezcla manualmente.
8. Titular con ácido clorhídrico al 0.1 N estandarizado, hasta notar el vire de color.
9. Anotar el volumen gastado al momento de cambio de color.
10. El porcentaje de MEA esta dado por:

$$\% \text{MEA} = \frac{V_{\text{HCl gastado}} * 61.08 * 100}{1000}$$

$$N_{\text{MEA}} = V_{\text{HCl}} * N_{\text{HCl}}$$

Donde:

%MEA = Porcentaje de MEA.

N_{MEA} = Normalidad de la MEA.

V_{HCl} = Volumen gastado de HCl al titular

N_{HCl} = Normalidad de ácido clorhídrico = 0.1 N

ρ_{MEA} = Densidad de la MEA en g/l = 1000

M = Peso molecular de MEA = 61.08 g/mol.

11. Los resultados se expresan con dos decimales y se registran en el documento CA-P-004.FM1.

Todos los controles que se realizan en el proceso de control de calidad a lo largo del proceso de producción son para asegurar que el producto llegue a los tanques de almacenamiento con los parámetros de control dentro de especificaciones. Los resultados de todos los análisis que se realiza en esta etapa se registran en el formato que se indica en el Cuadro N° 18.

Cuadro N° 18.

REGISTRO N° 2 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Número:

Planta	Tanque de CO ₂	N° de Batch	Fecha de Reporte				
	Análisis	Parámetro De Medición	Especificaciones	Método De Análisis	Resultado Horas:	Resultado o Horas:	
Gas Natural	Sulfuro de Hidrógeno	Concentración	3 mg/m ³ máx.	CA-S-027 NTP 111.008			
	Pernanganato	Concentración	5 a 65 g/L	CA-I-019			
Torres de Purificación	De Potasio	Color	Morado				
	Monoetanolamina	Concentración	1.2 a 3.5 N	CA-I-017			
		Densidad	8 a 13 °Be				
	Carbonato De Sodio	pH	10 – 12 pH	CA-I-018			
Concentración		20 a 110 g/L					
Producción En Línea	Dióxido de carbono	% v/v	99.0% v/v máx.	CA-I-028			
	Agua	Concentración	20 ppm v/v min.	CA-I-034			
	Residuo Orgánico No Volátil	Concentración	5 ppm v/v min.	CA-I-063			
	Sulfuro de hidrogeno y sustancias reductoras	No reactivo al nitrato de plata amoniacal	Pasa Prueba	NTP-Itintec 311.120. Dic74			
	Acidez	Sensorial	Pasa Prueba	CA-I-062			
	Sabor y olor	Sensorial	Pasa Prueba	CA-I-030			
	Prueba de nieve	Sensorial	Pasa Prueba	CA-I-029			
	Análisis De Aguas	Agua de Pozo	Dureza Cálctica	Concentración	300 ppm máx.	CA-I-021	
			Dureza magnésica	Concentración	300 ppm máx.	CA-I-022	
			Alcalinidad	Concentración	300 ppm máx.	CA-I-023	
CO ₂ libre			Concentración	300 ppm máx.	CA-I-024		
Dureza total			Concentración	300 ppm máx.	CA-I-020		
Cloruros			Concentración	300 ppm máx.	CA-I-025		
Sulfitos			Concentración	300 ppm máx.	CA-I-026		
Agua de Reposición			Dureza Total	Concentración	100 ppm máx.	CA-I-020	
	Potencial de Hidrógeno	pH	6 – 8 pH	Papel Indicador			

Observaciones:

Analista Químico responsable

V°B° Jefe de Control de Calidad

CA-P-004.FM1

Editado: 24/09/02

Revisión: 11 – 15/06/09

Vigencia : 5 años

Control de calidad del producto terminado:

El producto terminado se almacena en los tanques estacionarios instalados en la planta y en los cilindros instalados en la percha de llenado, para luego ser distribuidos a los clientes por medio de cisternas móviles o cilindros con su respectivo certificado de calidad emitido por personal del proceso de control de calidad.

Los análisis, pruebas y ensayos que se realizan en esta parte del proceso deben garantizar que el producto que se envía a los clientes es un producto que ha cumplido con las especificaciones de normas nacionales e internacionales usado en nuestro sistema de gestión de calidad como son las normas ISBT, CGA y la Norma Técnica Peruana.

La Norma ISBT cuenta con procedimientos e instructivos estandarizados para el control de calidad del CO₂ usado en bebidas carbonatadas; y es nuestra guía para el buen control de calidad del producto además de ser una norma internacional muy exigente en sus especificaciones de parámetros de calidad al igual que la norma CGA.

Actualmente estamos usando a la norma CGA como principal norma de referencia para el cumplimiento de las especificaciones de calidad del CO₂. El cumplimiento de esta norma es un requisito que debemos cumplir por parte de la política de calidad del SGC y de alguno de nuestros clientes más exigentes del cual recibimos auditoria de por lo menos una vez al año.

Los análisis del producto en línea se realizan diariamente y un análisis completo cuando el tanque esta lleno.

Los resultados de los análisis del producto final en los tanques estacionarios se registran en el formato mostrado en el Cuadro N° 19. Dichos valores son reportados en el certificado de calidad emitido a los clientes.

Cuadro N° 19.
REGISTRO N° 3 CONTROL DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

FECHA DE ANALISIS:		N° DE TANQUE DE CO ₂ :		N° DE BATCH:	
FECHA INICIO		HORA DE INICIO		FECHA FINAL	
				HORA FINAL	
ANALISIS DE	LIMITES PERMISIBLES SEGÚN NORMA	NORMA DE REFERENCIA	LIMITES DE DETECCION	RESULTADOS	COMENTARIO
Pureza	No menos 99.9% V/V	CGA	99.00%		
Humedad	No más de 20 ppm v/v	CGA	0.526 ppm		
Acidez	<i>Pasa la prueba</i>	CGA	Pasa prueba		
Oxigeno	No más de 30 ppm v/v	CGA	0.0002 ppm		
Amoniaco	No más de 2.5 ppm v/v	CGA	0.25 ppm		
Oxido nítrico	No más de 2.5 ppm v/v	CGA	0.5 ppm		
Dióxido de nitrógeno	No más de 2.5 ppm v/v	CGA	0.5 ppm		
Residuo no volátil	No más de 10 ppm v/v	CGA	0.1 ppm		
Residuo orgánico no volátil	No más de 5 ppm v/v	CGA	0.1 ppm		
Fosfina	0.3 ppm v/v máx.	CGA	0.01 ppm		
Hidrocarburos volátiles totales (como metano)	No más de 50 ppm como CH ₄ , no más de 20 ppm v/v diferentes de metano	CGA	0.0006 ppm		
Acetaldehído	No más de 0.2 ppm v/v	CGA	0.0001 ppm		
Hidrocarburo aromático	No más de 0.02 ppm v/v	CGA	0.0001 ppm		
Metanol	No más de 10 ppm v/v	CGA	0.0001 ppm		
Monóxido de carbono	No más de 10 ppm v/v	CGA	0.0008ppm		
Azufre total como S	No más de 0.1 ppm v/v	CGA	0.0001 ppm		
Sulfuro de carbonilo	No más de 0.1 ppm v/v	CGA	0.0001 ppm		
Sulfuro de hidrógeno	No más de 0.1 ppm v/v	CGA	0.0001 ppm		
Dióxido de azufre	No más de 1.0 ppm v/v	CGA	0.0001 ppm		
Apariencia en agua	Sin color o turbidez	CGA	SENSORIAL		
Sabor y olor	Libre de sabores y olores extraños en agua	CGA	SENSORIAL		

RESPONSABLE
CA-P-006.FM1
Editado: 24/09/02
Revisión: 10 -03/11/08
Vigencia: 5 años

V°B° JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Tipos de análisis realizados en el producto terminado:

- Análisis instrumental.
- Análisis sensorial.
- Análisis colorimétrico.

ANÁLISIS INSTRUMENTAL:**Análisis de pureza del CO₂ (Equipo ASCO Purity Tester)**

Ver instructivo de análisis (Anexo II.) y ver equipo y su tabla de medición en Figura N° 22 y Figura N° 23 respectivamente.

Toma de muestra en fase líquida.

Según Norma CGA: No menos de 99.9 % v/v.

Análisis de humedad del CO₂ (Equipo ASCO Dew Point Tester)

Ver instructivo de análisis (Anexo III) y ver equipo y su forma de medición en Figura N° 24 y Figura N° 25 respectivamente.

Toma de muestra en fase vapor.

Según norma CGA: No más de 20 ppm v/v

Análisis Cromatográfico:

Ver instructivo de análisis (Anexo IV) y ver los equipos y un análisis en Figura N° 26 y Figura N° 27 respectivamente. También se muestra un cromatograma y su reporte de picos de una corrida donde se utilizó el método OMB para analizar oxígeno, metano y benceno (ver Figura N° 28)..

Según Norma CGA:

Oxígeno: No más de 30 ppm v/v

Metano: No más de 50 ppm v/v

Aromático: No más de 0.02 ppm v/v

Acetaldehído: No más de 0.2 ppm v/v

Monóxido de carbono: No más de 10 ppm v/v

Azufre total: No más de 0.1 ppm v/v.

Sulfuro de hidrógeno: No más de 0.1 ppm v/v

Dióxido de azufre: No más de 0.1 ppm v/v

Sulfuro de carbonilo: No más de 0.1 ppm v/v

ANÁLISIS SENSORIALES

Apariencia en agua, Sabor y Olor

Prueba de sabor y olor (Equipo ASCO Carbonation Tester)

Según Norma (CGA).

Este equipo se utiliza para analizar sabor y olor en los gases de cabeza de cisternas móviles (ver el equipo en Figura N° 29).

Prueba de sabor y olor: Insípido e inodoro.

Seguir las instrucciones siguientes:

1. Purgar línea de muestra aproximadamente de 1 a 2 minutos.
2. Colocar el purgador sobre una mesa.
3. Colocar los acoples respectivos para cargar el balón.
4. Cargar el balón por aproximadamente 10 segundos.
 - 4.1 Colocar balón.
 - 4.2 Abrir válvula por 10 segundos y cerrar.
 - 4.3 Evacuar carga con el purgador.
5. Repetir paso 4 varias veces (aproximadamente 4 veces)
6. Llenar agua helada San Luís sin gas hasta la marca de la botella de carbonatación.
7. Sacar tapa de parte trasera del carbonatador, enroscar balón de CO₂ y cerrar tapa.
8. Enroscar botella con agua helada, tapar visor hacer sentar en la base de plástico color café.
9. Aplastar el push 4 veces por un segundo cada uno.
10. Sacar la botella servir en un vaso de vidrio, y comparar con uno blanco, para probar sabor y olor.
11. Sabor igual al agua carbonatada.
12. Se registra en sus formatos respectivos.

Prueba de nieve

Esta prueba se realiza en fase líquida del CO₂ y sirve para determinar la apariencia en agua, sabor y olor del CO₂. Para la ejecución de esta prueba se debe seguir las siguientes instrucciones:

1. Purgar la línea de cisterna o tanque de almacenamiento.
2. Regular la válvula de descarga del cisterna, o tanque cuidadosamente, para estrangular el CO₂ líquido y podamos obtener CO₂ sólido en forma de nieve.
3. Poner el vaso de precipitado dentro del niple tapando con la bolsa, dejar un pequeño hueco por donde saldrá CO₂ remanente.
4. Llenar con nieve carbónica el vaso aproximadamente 550 g.
5. Pesarse la muestra más vaso aproximadamente 500 g.
6. Adicionar 200ml de agua destilada.
7. Calentarlo agitando el líquido con la mano a una altura aproximada de 3 cm de la cocinilla a 100 °C.
8. Efectuar la prueba de detección de olores a cargo del personal autorizado (validador).
9. Oler y comentar (no debe percibir ningún mal olor.)
10. Dejar que se escarche la nieve remanente y coleccionar la escarcha sobre papel filtro o tela, mientras se funde, oler sobre la superficie no debe notarse olor alguno
11. El agua en el vaso debe ser transparente y con sabor característico a agua carbonatada. Se registra en sus formatos respectivos.

ANÁLISIS COLORIMÉTRICO

Se usa tubos detectores de marca Drager (ver Figura N° 30). Estos tubos contienen un reactivo sólido específico para cada analito que se quiera analizar. Se encuentra sellado y graduado en concentración de ppm, mg/m³, etc. Para realizar el análisis se debe aperturar los dos extremos del tubo y conectar a uno de sus extremos el dióxido de carbono gasificado y a una presión graduada. Se usa una bomba Drager que ayuda al paso del CO₂ por el contenido sólido del tubo Drager. La longitud de mancha de color que se genera en la reacción del analito y el

contenido de sólido en el tubo Drager indica según graduación del tubo detector, el contenido de analito que tiene el gas analizado, en este caso CO₂. En las especificaciones del tubo Drager también se indica cuantas bombeadas se le tiene que dar siendo este número variante.

Según la norma CGA:

- Amoniaco No Más De 2.5 ppm v/v.
- Oxido Nítricos No Más De 2.5 ppm v/v.
- Dióxido De Nitrógeno No Más De 2.5 ppm v/v
- Fosfina No Más de 0.3 ppm v/v.

Actualmente Tecnogas S.A. realiza el control de calidad del dióxido de carbono según la norma internacional CGA (dicha norma se detalla en el Anexo VIII), sus especificaciones de calidad de acuerdo al tipo de aplicación se muestra en el Cuadro N° 20 y la descripción de los usos típicos se muestra en Cuadro N° 21.

En el caso de la ISBT las normas de calidad para el CO₂ y sus procedimientos analíticos, fueron desarrolladas por un comité compuesto por representantes de la industria de bebidas carbonatadas e industria de gas carbónico.

El documento ISBT, ha sido elaborado para proporcionar una guía de las características para la calidad y pureza del dióxido de carbono utilizado como alimento adicionado a las bebidas. Las especificaciones de calidad de esta norma se indican en el Cuadro N° 22.

Todos los fabricantes de bebidas y todos los suministradores de dióxido de carbono a las industrias de bebidas carbonatadas deben aplicar estas normas. Las necesidades individuales, sin embargo, pueden solicitar la aplicación de requerimientos adicionales entre los proveedores del dióxido de carbono y los usuarios del dióxido de carbono.

Observación: En el Cuadro N° 23 se muestra como modo de ejemplo el reporte de análisis de CO₂ de un lote producido en la P-900. El formato mostrado corresponde al registro número 3 del manual de control de calidad.

Cuadro N° 20.
Especificaciones de calidad que Tecnogas S.A. cumple según la norma
CGA G-6.2

(Unidades en ppm (v/v) a menos que haya otra especificación)

Limiting characteristics	E	G	H	I	J
Carbon dioxide min % v/v)	99	99	99.5	99.9	
Acetaldehyde		0.5	0.5	0.2	
Ammonia	25			2.5	
<u>Acidity</u>				To pass JECFA test ¹⁾	
Benzene				0.02	
Carbon monoxide	10 (vapor)*		10 (vapor)	10	
Carbonyl sulfide			0.5	²⁾	
<u>Hydrogen cyanide</u>				None detected ³⁾	
Methanol				10	
Nitric oxide	2.5 (vapor)*		5 (total of NO + NO ₂)	2.5	
Nitrogen dioxide	2.5			2.5	
Oxygen		50	50	30	
<u>Phosphine</u> ⁴⁾				0.3	
Sulfur dioxide	5		5	²⁾	
<u>Total sulfur</u>		0.5	0.5	0.1 ²⁾	
Total hydrocarbon content (as methane)		50	50	50 max including 20 max of nonmethane hydrocarbons	
Hydrogen sulfide	1 (vapor)*		0.5 (vapor)	²⁾	
Color					White opaque
Nonvolatile residues (wt/wt)		10	10	10	500
<u>Oil/grease (wt/wt)</u>				5	
Odor/taste	Free of foreign odor or taste				
Water	200	32	20	20	
Dew point °F	-32	-60	-67	-67	
°C	-36	-51	-55	-55	

NOTE -- A blank indicates no maximum limiting characteristic.

¹⁾ Due to lack of sensitivity, this test is not required if the assay results are acceptable.

²⁾ If the total sulfur content exceeds 0.1 ppm (v/v) as sulfur, then the species must be determined separately and the following limits apply:

Carbonyl sulfide 0.1 ppm (v/v) max

Hydrogen sulfide 0.1 ppm (v/v) max

Sulfur dioxide 1.0 ppm (v/v) max

³⁾ Applies only to carbon dioxide from coal gasification and combustion sources. Current detection level is 0.5 ppm.

⁴⁾ Applies only to carbon dioxide from phosphate rock sources.

* The use of vapor samples is required for USP. Also the detection of impurities is determined based on the physical characteristics of the individual impurity and need to accurately represent the physical partitioning of impurities.

**Cuadro N° 21.
Usos Típicos**

Quality verification level (QVL)	Typical uses
E	Medical/USP
G	General commercial uses, Inerting, fumigation, propellant
H	Food processing (Food Chemicals Codex--FCC)
I	Beverages
J	Dry ice, refrigeration ¹⁾
¹⁾ The source should be Grade H for food applications.	
[*] Typical uses defined in this table are not all-inclusive.	

Observación: Tecnogas S.A. cumple con las especificaciones de calidad exigidas por la Norma CGA G-6.2 para uso Tipo I, que es el aplicable para uso de dióxido de carbono en la industria de bebidas carbonatadas. Cabe señalar que cumpliendo las especificaciones para este tipo de industria automáticamente se está cumpliendo con los diferentes usos típicos señalados en el Cuadro N° 21.

Definiciones:

Sensorial: Cualquier atributo que de manera negativa afecte el sabor, apariencia, u olor de la bebida.

Proceso: Cualquier atributo que se define como un parámetro clave en el proceso y se considera importante en la industria de bebidas.

Regulatorio: Cualquier atributo cuyo límite es fijado por agencias reguladoras del gobierno.

Cuadro N° 23.

Reporte de un lote de CO₂ producido en P-900

FECHA DE ANALISIS: 27/01/09		N° DE TANQUE DE CO ₂ : 03		N° DE BATCH: 250P900TG03-09	
FECHA INICIO		HORA DE INICIO		FECHA FINAL	
22/01/09		21:20		26/01/09	
				HORA FINAL	
				14:50	
ANALISIS DE	LIMITES PERMISIBLES SEGÚN NORMA	NORMA DE REFERENCIA	LIMITES DE DETECCION	RESULTADOS	COMENTARIO
Pureza	No menos 99.9% V/V	CGA	99.00%	99.980	-
Humedad	No más de 20 ppm v/v	CGA	0.526 ppm	4.600	-
Acidez	Pasa la prueba	CGA	Pasa prueba	Pasa prueba	-
Oxigeno	No más de 30 ppm v/v	CGA	0.0002 ppm	0.5622	-
Amoniaco	No más de 2.5 ppm v/v	CGA	0.25 ppm	No detecta	-
Oxido nítrico	No más de 2.5 ppm v/v	CGA	0.5 ppm	1.000	-
Dióxido de nitrógeno	No más de 2.5 ppm v/v	CGA	0.5 ppm	1.000	-
Residuo no volátil	No más de 10 ppm v/v	CGA	0.1 ppm	No detecta	-
Residuo orgánico no volátil	No más de 5 ppm v/v	CGA	0.1 ppm	No detecta	-
Fosfina	0.3 ppm v/v máx.	CGA	0.01 ppm	No detecta	-
Hidrocarburos volátiles totales (como metano)	No más de 50 ppm como CH ₄ , no más de 20 ppm v/v diferentes de metano	CGA	0.0006 ppm	5.7322	-
Acetaldehído	No más de 0.2 ppm v/v	CGA	0.0001 ppm	No detecta	-
Hidrocarburo aromático	No más de 0.02 ppm v/v	CGA	0.0001 ppm	No detecta	-
Metanol	No más de 10 ppm v/v	CGA	0.0001 ppm	No detecta	-
Monóxido de carbono	No más de 10 ppm v/v	CGA	0.0008 ppm	No detecta	-
Azufre Total Como S	No más de 0.1 ppm v/v	CGA	0.0001 ppm	0.0359	-
Sulfuro de carbonilo	No más de 0.1 ppm v/v	CGA	0.0001 ppm	0.00325	-
Sulfuro de hidrógeno	No más de 0.1 ppm v/v	CGA	0.0001 ppm	0.0294	-
Dióxido de azufre	No más de 1.0 ppm v/v	CGA	0.0001 ppm	0.00325	-
Apariencia en agua	Sin color o turbidez	CGA	SENSORIAL	Pasa prueba	-
Sabor y olor	Libre de sabores y olores extraños en agua	CGA	SENSORIAL	Pasa prueba	-



RESPONSABLE

CA-P-006.FM1

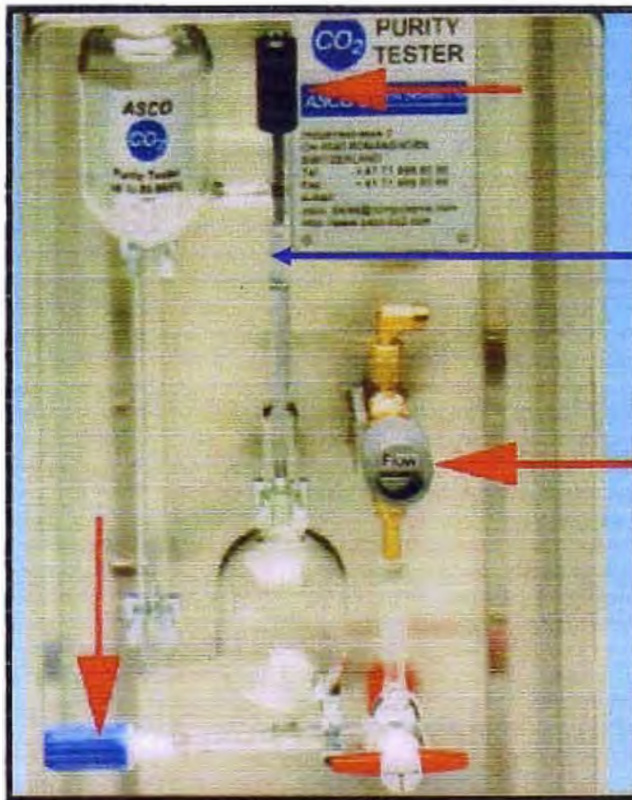
Editado: 24/09/02

Revisión: 10 -03/11/08

Vigencia : 5 años

4.4. Figuras de algunos instrumentos y equipos usados en laboratorio de control de calidad de CO₂

Figura N° 22



Equipo ASCO Purity Tester

Figura N° 24.

Figura N° 23

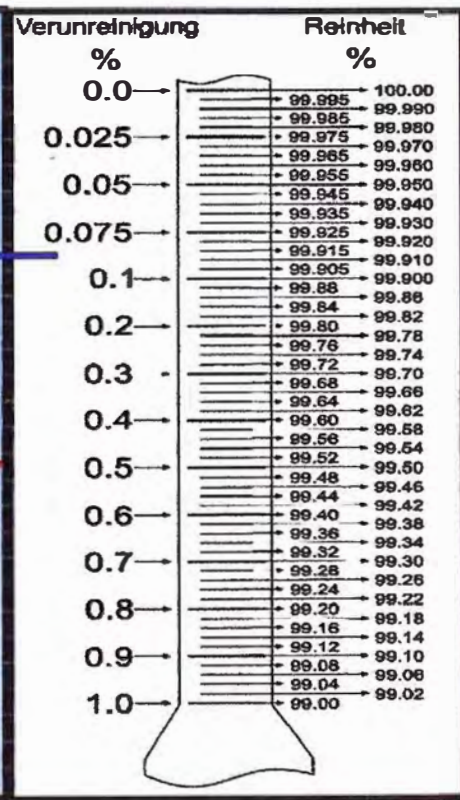
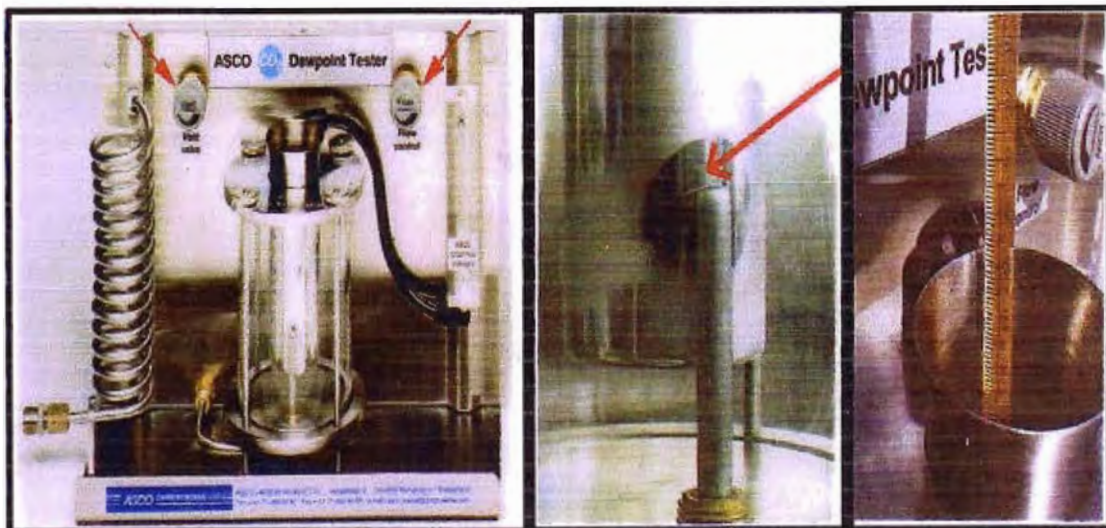


Tabla de Medida de Pureza

Figura N° 25



Equipo ASCO Dew Point Tester

Medida del Punto de Rocío

Figura N° 26.



Cromatógrafo Shimadzu GC- 17A

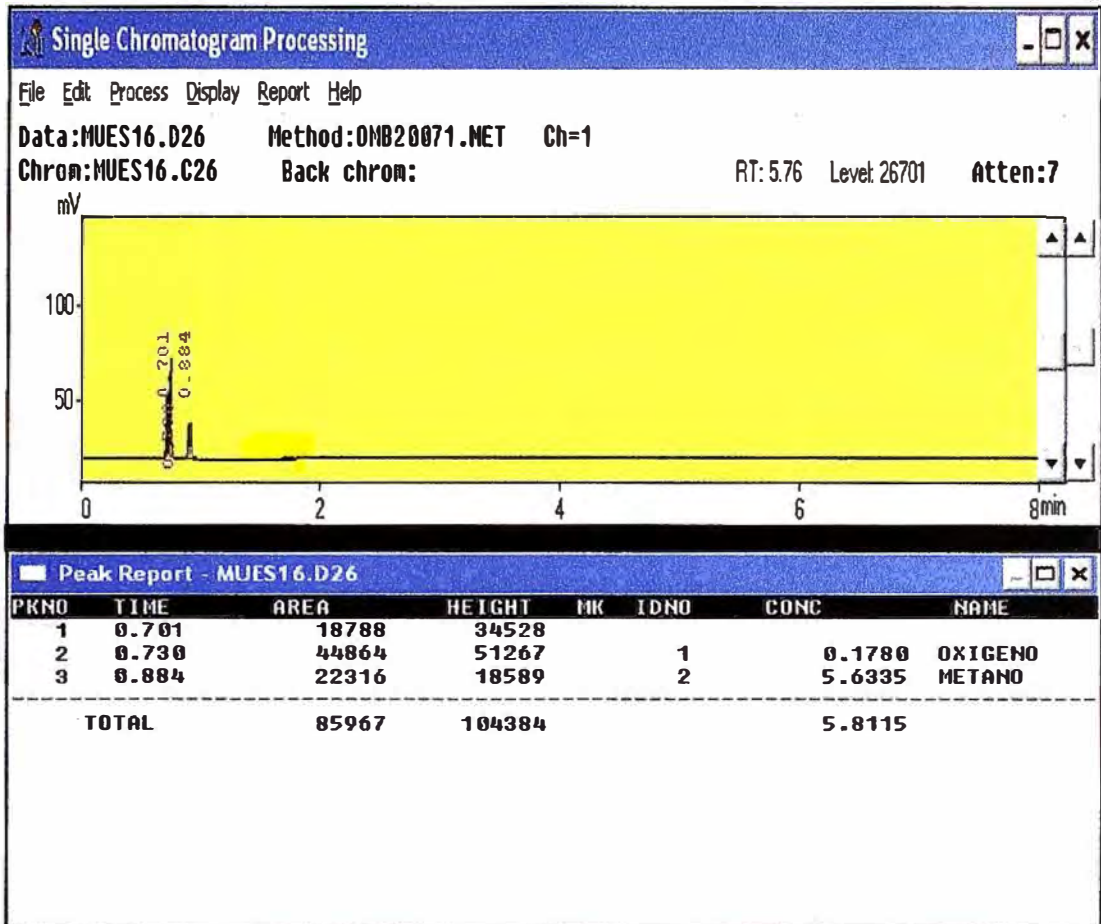
Cromatógrafo Shimadzu GC-14B

Figura N° 27



Análisis cromatográfico

Figura N° 28.



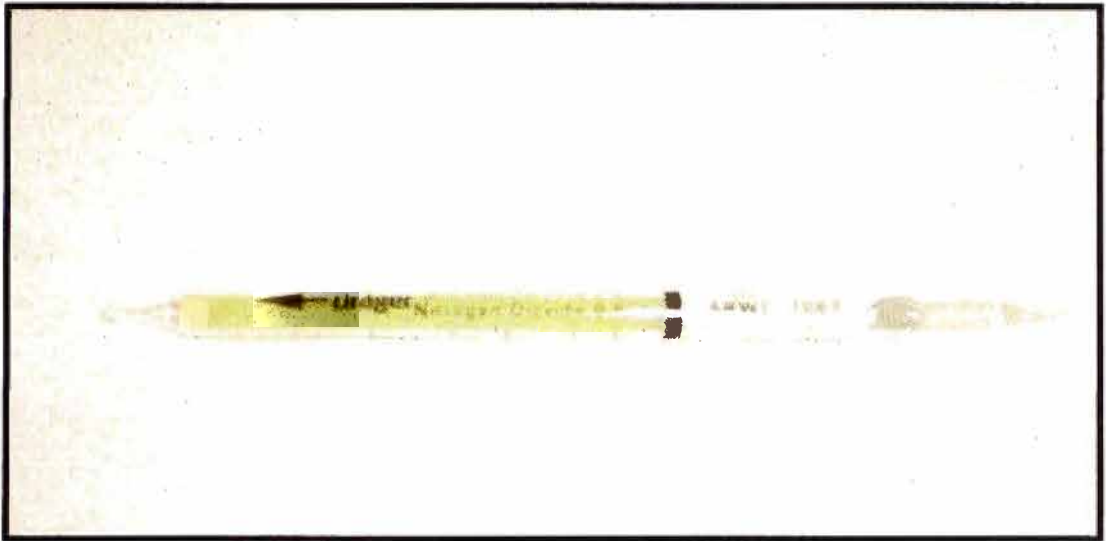
Cromatograma y reporte de picos.

Figura N° 29



(Equipo ASCO Carbonation Tester)

Figura N° 30.



Tubo detector Dräger

5. APORTES REALIZADOS

5. APORTES REALIZADOS

Los aportes realizados como trabajador de Tecnogas S.A. son trabajos realizados por propia iniciativa y también como posibles mejoras que se plantearon en su momento dado las circunstancias en las que se presentaba el problema u oportunidad de mejora detectado. Todos estos trabajos fueron desarrollados dentro de un ámbito de un sistema de gestión de calidad y con una filosofía de trabajo en equipo, a continuación describo algunos de los aportes realizados. Luego también muestro un resumen de otros trabajos realizados.

1.- Solución al problema de incrustación de intercambiadores de placas:

A inicios de mi ingreso a Tecnogas S.A. detecté un problema de incrustación en los intercambiadores de placas agua/ solución acuosa de MEA, el problema se daba en la zona donde fluye el agua. La causa del problema era la alta dureza del agua y que los ciclos de concentración en la torre de enfriamiento llegaban a valores de 7 a 9 cuando el recomendado esta en el rango de 3 a 5. Realizando los cálculos de balance de masa en la torre de enfriamiento pude observar que el agua de reposición no era el requerido y que la purga tampoco era la necesaria. La solución fue cambio del ablandador de acuerdo a lo diseñado para obtener un caudal de reposición según lo calculado y una purga suficiente para mantener los ciclos de concentración entre valores de 3 a 5. Además se inicio con la dosificación de un producto químico antiincrustante para reducir el problema.

2.- Solución ante problema de corrosión en torre de desorción:

Cuando se realizó el cambio de materia prima de petróleo residual N° 6 a GNS se detectó un problema de corrosión presentado en la torre de desorción. Con este cambio se produjo algunos problemas en el proceso de producción como aumento de la presión de vapor en la torre de desorción y la corrosión por abrasión en varias zonas de esta torre. Con la implementación de puntos de medición de presión entre cada etapa de la torre de desorción se pudo calcular la caída de presión entre cada etapa de la torre empacada de desorción, siendo estos datos

importantes para dilucidar el problema presentado. Más adelante después de muchos análisis se llegó a solucionar el problema con la variación de algunos parámetros del proceso.

3.- Aumento de eficiencia de la absorción de CO₂ por parte de la MEA:

Participación en la búsqueda de solución ante la problemática de baja eficiencia en la absorción de CO₂ por parte de la solución acuosa de MEA. Luego de indagar las posibles causas se concluyó que uno de los factores principales del problema presentado se debía a la formación de espuma de la solución acuosa de MEA en el recorrido a través de los empaques de la torres de absorción. La espuma presentada se debe principalmente al contenido de sólidos en suspensión. Esta espuma no permite que haya una buena transferencia de masa por consiguiente disminuye su eficiencia de reacción con el CO₂. La solución planteada y puesta en marcha fue la adición de un antiespumante y aumento de la frecuencia de filtración de la solución acuosa de MEA. Con esta práctica se tuvo buenos resultados.

4.- Implementación de instructivos y procedimientos para el sistema de gestión de calidad:

Parte de los aportes que he brindado en el sistema de gestión de calidad es la creación de algunos instructivos y procedimientos para uso en el proceso de control de calidad. Esta implementación lo realice como objetivo de mejora en el aseguramiento de la calidad para obtener resultados de análisis de acuerdo a métodos estandarizados y evitar la ejecución de análisis de acuerdo a un método propio adoptado por uno u otro analista obteniéndose resultados no representativos.

Por ejemplo uno de los instructivos que redacte, fue el instructivo para análisis colorimétricos con tubos Drager (documento CA-I-082 del manual de control de calidad, de acuerdo a NTP). Otros instructivos implementados para el aseguramiento de la calidad de nuestro producto fue el de verificación de calidad de materia prima GNS (documento CA-I-081 del manual de control de calidad) y

el de especificaciones técnicas del GNS (documento CA-S-027 del manual de control de calidad, de acuerdo a NTP).

Muy aparte de la implementación de estos documentos he modificado muchos instructivos en búsqueda de métodos alternativos con el objetivo de reducir costos a la empresa verificando en todo momento que se cumplan con los métodos de ensayos propuestos por las normas utilizadas según exigencia del sistema de gestión de calidad.

He visto muy importante la evaluación de los métodos aplicados en el proceso de control de calidad. Por ejemplo en esta evaluación he visto por conveniente realizar el cambio de método para la determinación de residuo orgánico no volátil en el CO₂ como producto terminado, el cambio radica en utilizar un método gravimétrico en lugar del método colorimétrico empleado, esto con el fin de reducir costos de tubos colorimétricos Drager que es muy costoso si se toma en cuenta la frecuencia de análisis.

5.- Creación de instructivos y procedimientos para el sistema de gestión ambiental:

Otro de los aportes que he realizado fuera de mis funciones como analista químico es la implementación de procedimientos e instructivos a utilizarse en el sistema de gestión ambiental. A continuación menciono algunos:

Procedimiento de identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales (documento GA-P-001 del manual de gestión ambiental a implementar).

Procedimiento de tratamiento y disposición final de efluentes generados en planta de producción de CO₂ (documento GA-P-002 del manual de gestión ambiental a implementar).

Procedimiento de tratamiento de efluentes generados en laboratorio de control de calidad (documento GA-P-003 del manual de gestión ambiental a implementar).

Procedimiento para control de emisiones gaseosas (documento GA-P-004 del manual de gestión ambiental a implementar).

Procedimiento para la disposición final de residuos sólidos (documento GA-P-005 del manual de gestión ambiental a implementar), etc.

Instructivo para tratamiento de efluente de solución acuosa de carbonato de sodio (documento GA-I-001 del manual de gestión ambiental a implementar), etc.

Cabe mencionar que actualmente se cuenta con asesoría de especialistas en certificaciones de sistemas de gestión que están evaluando los trabajos realizados en gestión ambiental hasta este punto para corregirlos y validarlos además se cuenta con personal incorporado para tareas específicas de implementación del sistema de gestión ambiental.

6.- Ampliación de laboratorio:

Actualmente estamos realizando conjuntamente con el jefe del proceso de control de calidad el proyecto de ampliación de laboratorio para dividir las áreas de análisis instrumental y fisicoquímico para realizar los ensayos y análisis del proceso de producción y producto terminado de CO₂ tal como rige las buenas prácticas de laboratorio. Tal proyecto ha sido aprobado por gerencia y se esta coordinando su diseño y construcción.

7.- Planteamiento de soluciones a las observaciones y no conformidades detectadas en auditorias:

Como es bien sabido en un sistema de gestión de calidad certificado como es el caso de Tecnogas S.A. se cuenta con un programa de auditorias internas y externas las cuales ayudan a identificar oportunidades de mejora y determinar acciones preventivas y correctivas en el sistema de gestión de calidad, consecuentemente nos ayuda a mejorar como empresa. Me ha tocado ser auditado en muchas ocasiones por especialistas en sistemas de gestión, ganando experiencia en la medida que se presentan oportunidades de mejora o no conformidades en los diferentes procesos pertenecientes al sistema de gestión de calidad.

Estos puntos se tratan en reuniones de círculo de calidad en los cuales se busca las soluciones a las observaciones y no conformidades detectadas.

En estas reuniones he planteado muchas de las soluciones requeridas para levantar las observaciones reportadas en los informes de auditores especialistas;

representantes enviados por clientes muy exigentes de acuerdo a un programa de auditorias coordinada con los clientes.

8.- Implementación de un procedimiento de revisión y actualización de normas aplicadas al proceso de control de calidad:

Como parte de la mejora en el aseguramiento de la calidad he visto por conveniente desarrollar un procedimiento de revisión y actualización de normas empleadas específicamente en el proceso de control de calidad para lo cual se ha solicitado a gerencia la instalación de internet en el proceso de control de calidad. Actualmente se cuenta con un procedimiento general de actualización de documentos externos que no daba ninguna responsabilidad al jefe de proceso que debe ser el profesional más entendido sobre las normas aplicadas a su proceso.

El único responsable de las actualizaciones de los documentos externos era personal del proceso de coordinación de calidad desvinculando responsabilidad al jefe de cada proceso.

Resumen de otros trabajos realizados

Actualización, modificación, implementación y creación de procedimientos, instructivos, especificaciones de materiales, etc. Pertenecientes al manual del proceso de control de calidad en coordinación con el jefe de control de calidad.

Realización de capacitaciones internas de acuerdo al programa anual de capacitaciones que tiene cada proceso según el sistema de gestión de calidad (SGC).

Exposiciones y pasantías a personal visitante, universitarios y otros.

Creación de documentos a utilizarse en un sistema de gestión ambiental tales como: Procedimientos e instructivos de identificación de aspectos e impactos ambientales en todos los procesos de la empresa; tratamiento de efluentes,

emisiones gaseosas, tratamiento y clasificación de residuos sólidos, plan de monitoreo, plan de acción ante derrames de sustancias químicas, etc.

A solicitud de un cliente muy exigente se ha iniciado la implementación de un plan HACCP (Análisis de peligros y puntos críticos de control). Se inició tal tarea con la formación del equipo HACCP del cual formo parte, realizando en la primera etapa el cuadro de análisis e identificación de puntos críticos de control con ayuda del árbol de decisiones que se utiliza para definir cual de los peligros encontrados puede considerarse como punto crítico de control. Actualmente se viene redactando los procedimientos e instructivos de trabajo para llevar a cabo tal plan.

Supervisión de saneamiento de tanques de almacenamiento de CO₂ propiedad de Tecnogas S.A.:

Tanques estacionarios ubicados en plantas de clientes.

Tanques estacionarios ubicados en las plantas de Tecnogas S.A.

Tanques móviles o cisternas.

Coordinación con Electromédica Peruana S.A. Representantes de Shimadzu para la validación y mantenimiento de los cromatógrafos de laboratorio de control de calidad.

Verificación de las fechas de expiración de reactivos de laboratorio y de gases estándares para la determinación de analitos en cromatografía.

Realización de las ordenes de pedido de gases estándares, gases de carrera, reactivos de laboratorio, etc.

Verificar que los instrumentos y equipos de laboratorio tengan su validación, verificación y/o calibración vigentes.

Elaboración mensual de indicadores de gestión del proceso de control de calidad.

Investigación de mejoras en el proceso de producción de dióxido de carbono.

Visitas a plantas de clientes para realizar análisis del dióxido de carbono en sus cisternas, de acuerdo a solicitud del cliente y en coordinación con el proceso de Post Venta.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La monoetanolamina es aún el solvente preferido para el tratamiento de gases que contienen una baja concentración de CO₂, y es especialmente óptimo cuando se trata en condiciones de baja presión y se requiere una alta captura de gas. Otras de sus ventajas son su alta alcalinidad y su facilidad de descarga que hace que pueda ser regenerado fácilmente. También se observa que si la solución está muy concentrada y contiene alto contenido de CO₂ su índice de corrosión aumenta.

En general se puede considerar en el caso de la amina, que el grupo hidroxil sirve para reducir la presión de vapor e incrementar la solubilidad en el agua, mientras que el grupo amino da la alcalinidad necesaria a la solución para causar la absorción del gas ácido.

Una manera de mejorar la eficiencia de absorción de la solución de monoetanolamina es usando antiespumante grado alimentario. En nuestro caso dio resultado el uso de (Antifoam 502 cuyo proveedor es Dow Chemical), la dosificación se realizó para una concentración de 150 ppm en la solución de la MEA.

El uso de este antiespumante se realiza para romper las espumas que se forman a lo largo de las torres de absorción y desorción, las cuales impiden una eficiente transferencia de masa. Estas espumas se forman mayormente cuando la solución de MEA se encuentra degradada conteniendo impurezas ya sea partículas en suspensión, compuestos generados en reacciones secundarias, etc.

El nombre de proceso de control de calidad de CO₂ en Tecnogas S. A. debe modificarse por proceso de aseguramiento de la calidad del CO₂, pues es un proceso que no sólo controla la calidad del producto terminado, en su lugar controla el proceso productivo y el producto terminado.

El uso de gas natural como materia prima para la producción de dióxido de carbono es más rentable que cuando se emplea petróleo residual N° 6. La

regulación automática es sencilla y de gran precisión, manteniendo constante la temperatura o la presión al variar la carga. Pero la ventaja más importante, sería que la combustión de gas natural está considerada como la más limpia entre los combustibles tradicionales permitiendo esta ventaja que se utilice menos insumos químicos para purificar el dióxido de carbono.

Tecnogas S.A. actualmente cumple las especificaciones de calidad del producto final dióxido de carbono regidas por la Norma CGA G-6.2 Tipo I, que es el aplicado a la industria de bebidas carbonatadas, pues esta industria abarca más del 85% de las ventas de nuestro producto.

La Norma ISBT (Sociedad Internacional de Tecnólogos de la Bebida), también es un documento externo utilizado por Tecnogas S.A. pues es un documento que ha sido elaborado para proporcionar una guía de las características para la calidad y pureza del dióxido de carbono utilizado como alimento adicionado a las bebidas. Cuyas normas de calidad para el dióxido de carbono y sus procedimientos analíticos; fueron desarrollados por un comité compuesto por representantes de la industria de bebidas carbonatadas e industria de gas carbónico.

Llevar una revisión constante de las normas nacionales e internacionales empleadas en el control de calidad del proceso de producción y el producto terminado para emplear siempre normas actualizadas y vigentes.

Tecnogas S.A. debe estar en constante estudio de las novedosas tecnologías y aplicaciones del dióxido de carbono, con el fin de buscar nuevos nichos de mercado.

El dióxido de carbono aún tiene mucho mercado en el Perú debido a que sólo hay dos empresas en el Perú que fabrican este producto a gran escala. Estas son Tecnogas S.A. y Praxair Perú S.A.

7. BIBLIOGRAFIA

- Smith J.M., Van Ness H. “Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química”
Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A.
México 1997. pág. 351.
- George T. Austin. “Manual de Procesos Químicos en la Industria”
Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A.
México 1988. pág. 120-124
- Norma CGA G-6.2 – 2000 PROPUESTAS DE ESPECIFICACIONES
PARA EL DIOXIDO DE CARBONO, CUARTA EDICION
- NORMA TECNICA PERUANA NTP 111.002:2003 GAS NATURAL
SECO. Calidad. 2003-07-24, 1º Edición
- NORMA TECNICA PERUANA NTP 111.008:2003 GAS NATURAL
SECO. Determinación del contenido de sulfuro de hidrógeno por el
método de la longitud de mancha en el tubo detector. 2003-09-18, 1º
Edición.
- Norma ISO 9001:2000 Traducción certificada / Certified translation /
Traduction certifiée.
© ISO 2000 – Todos los derechos reservados. pág. VII
- Downie Partner Maran & Co. Guildford. “Industrial Gases. N.A”.
UK. 2002 Kluwer Academic Publisher.
- WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.” Industrial Gases
Processing”
Edited by Heinz-Wolfgang Häring 2008.
- Frank g. Kerry. “Industrial gas handbook gas separation and purification”
2007 by CRC Press Taylor & Francis Group,

8. APÉNDICE

ANEXO I. MARCO TEÓRICO

ANEXO I. MARCO TEORICO

APLICACIONES Y USOS DEL DIOXIDO DE CARBONO.

El dióxido de carbono, en su forma líquida así como en la sólida, se ha conocido desde hace más de un siglo. Aunque Thilorier produjo dióxido de carbono sólido en 1835 a partir del material líquido, no fue sino hasta 1924 que el producto sólido ganó importancia industrial debido a su primer y aun más importante empleo en la refrigeración. La producción comercial del dióxido de carbono en 1981, fue alrededor de $3.6 \cdot 10^6$ t en total, para las formas gaseosa, líquida y sólida.

Con mucho, el empleo de más proporción para la forma sólida está en la refrigeración y congelamiento de los helados, carnes y otros alimentos. Una ventaja adicional reside en que en una atmósfera de dióxido de carbono se reduce la descomposición producida por las bacterias en las carnes y en otros alimentos. La forma sólida es importante también como fuente de dióxido de carbono para atmósferas inertes y ocasionalmente, para bebidas carbonatadas. También es importante como material extinguidor de incendios. El dióxido de carbono gaseoso tiene numerosas aplicaciones en la industria química, como en la fabricación de ácido salicílico.

El dióxido de carbono tiene ventajas sobre los ácidos ordinarios en la neutralización de los álcalis, porque se puede empacar fácilmente en forma sólida, no es de naturaleza corrosiva y es ligero de peso. Químicamente, es equivalente a más del doble de su peso de embarque en ácido sulfúrico y más o menos cinco veces su peso en ácido clorhídrico. Finalmente esta ganando aceptación para el control del pH de las aguas residuales, después de que se había hablado de esta aplicación durante muchos años.

Respecto a la refrigeración de alimentos el dióxido de carbono sólido es un refrigerante utilizable en material que ha de ser transportado. Sus ventajas no pueden ser atribuidas a ningún factor por sí solo, sino que son consecuencia de su sequedad, su relativa alta gravedad específica, su excelente efecto refrigerante, su baja temperatura y la acción aislante y desecante del gas

desprendido. Por lo general, cerca de 450kg de dióxido de carbono sólido refrigeran un vagón promedio para un viaje transcontinental en ferrocarril, sin necesidad de recarga.

Las aplicaciones para todas las formas de CO₂, tanto mercantiles como cautivas, son: 40% para la producción de urea, 35% para presurizar pozos de petróleo, en la recuperación secundaria del petróleo, 10% para refrigeración, 5% para la carbonatación de bebidas y 10% para otros usos.

El dióxido de carbono gaseoso está formado por la combinación de dos elementos: carbono y oxígeno. Se forma por la combustión de carbón o hidrocarburos, la fermentación de materia orgánica, y por la respiración de hombres y animales. Se encuentra en bajas concentraciones en la atmósfera, y es asimilado por las plantas, que en su lugar producen oxígeno. El CO₂ gas tiene un ligero olor irritante, es incoloro, y más pesado que el aire. Puede ser almacenado en cilindros, en tanques cuando está licuado o en forma sólida (hielo seco).

CAMPO	APLICACIÓN
Química	<ul style="list-style-type: none"> El CO₂ es usado en la síntesis química y para controlar temperaturas en un reactor. Además, se utiliza para neutralizar efluentes alcalinos. EOR. Se bombea CO₂ en los pozos petrolíferos, se disuelve parcialmente dentro del crudo y baja su viscosidad. Como consecuencia su extracción es mucho más sencilla.
Farmacéutica	El CO ₂ es usado para procesos de inertización, síntesis química, extracción con fluido supercrítico (SFE), acidificación (pH) de aguas de desecho, o para el transporte de producto a bajas temperaturas (-78° C).
Alimentación y bebidas	El CO ₂ se usa en la industria de la alimentación en tres áreas principales: <ul style="list-style-type: none"> Carbonatación de bebidas gaseosas, agua mineral y cervezas Empaquetado de comestibles. Sus propiedades de inertización y bacteriostáticas han sido aplicadas con éxito en mezclas de nitrógeno (empaquetado con atmósfera modificada o MAP) Como fluido criogénico en operaciones de refrigeración, o como hielo seco para el control de la temperatura en la distribución de comestibles
Tratamiento de desechos	La inyección de CO ₂ permite controlar el pH de los líquidos de desecho.
Papel	El CO ₂ permite ajustar el pH de la pasta química recirculada después de la decoloración alcalina.
Electrónica	Aquí el CO ₂ es usado generalmente para el tratamiento de aguas de desecho, como un medio de enfriamiento en las pruebas medioambientales de los instrumentos.
Salud	Aditivo del oxígeno para uso médico como estimulante respiratorio.
Industria del metal	El CO ₂ es usado típicamente para la protección frente a la corrosión.
Otras aplicaciones	CO ₂ para extintores, control y regulación del pH, piscinas,...

ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

De todos es conocida la problemática actual del dióxido de carbono. Los países industrializados son responsables del aumento de la concentración de la mayoría de estos gases que se han ido acumulando en la atmósfera desde la Revolución Industrial a mediados del siglo XVIII.

El aumento de la emisión de dióxido de carbono proviene de dos tipos de acciones:

- La quema de combustibles fósiles (en un 80%) tales como el carbón, el petróleo y el gas natural
- La deforestación, que deriva en una menor regeneración del CO₂ en oxígeno.

En las últimas décadas, sin tener en cuenta las variaciones estacionales, el incremento anual de la concentración de CO₂ en el aire ha sido por término medio de 1,5ppm (partes por millón), es decir, un 0,5 % por año.

**ANEXO II. INSTRUCTIVO PARA DETERMINACION
DE PUREZA DE CO₂.**

ANEXO II. INSTRUCTIVO PARA DETERMINACION DE PUREZA DE CO₂.

El Jefe de Control de Calidad o Analista Químico analiza la pureza del gas carbónico

MATERIALES	<ul style="list-style-type: none">• Equipo ASCO CO₂.• Flujómetro• Cronómetro• CO₂ líquido.• Hidróxido de potasio al 30 %
CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none">• Empleo de materiales y equipos de seguridad como mandil anteojos de protección y guantes.• Manejar con cuidado el equipo y sus instrumentos, para prevenir accidentes debido a la presión del gas.• El hidróxido de potasio, es peligroso, en caso de contacto con la piel, ojos, lavar inmediatamente con abundante agua las zonas afectadas.• Uso de campana extractora de gases en la preparación de las soluciones.
CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES	<ul style="list-style-type: none">• Emplear la cantidad adecuada de CO₂, puesto que este gas ocasiona la contaminación a la atmósfera.• Almacenar los residuos donde corresponda en los depósitos si es ácido, básico o residuo neutralizado, para su posterior traslado a la posta de tratamiento.• Por ningún motivo verter al sistema de desagüe.

INSTRUCCIONES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Girar la llave 3 vías hasta que quede en la posición⊥. 2. Abrir válvula azul, negra y flow. 3. Conectar el flujometro al tanque cisterna. 4. Conectar un extremo de la manguera TYGON al flujometro. 5. Colocar el manómetro de salida menor que 0.2 lbf/pulg² y verificar que salga CO₂. 6. Conectar el otro extremo de la manguera al equipo ASCO CO₂. 7. Cerrar válvula azul por dos minutos. 8. Luego cerrar válvula negra por un minuto, paralelamente abrir la válvula azul. 9. Luego cerrar la válvula flow, válvula azul y girar la llave 3 vías hacia la derecha hasta que quede en la posición 1—. 10. Adicionar hidróxido de potasio al 30% al cilindro. 11. Abrir válvula azul y esperar 10 min. 12. Comparar lectura donde llega el menisco con la tabla de valores. 13. Registra la pureza en registro CA-P-006.FM1.
DEFINICIONES	No se Aplica
ANEXOS	No se Aplica

**ANEXO III. INSTRUCTIVO PARA ANALISIS DE
HUMEDAD EN EL CO₂**

ANEXO III. INSTRUCTIVO PARA ANALISIS DE HUMEDAD EN EL CO₂

El Jefe de Control de Calidad o el Analista Químico realizarán la operación del equipo DEWPOINT CO₂ ASCO para análisis de agua en CO₂.

MATERIALES	<ul style="list-style-type: none">• Mandil, anteojos de protección• Guantes de nitrilo• Mascara de gases• Equipo de análisis de agua en CO₂ DEWPOINT• Manguera Flexible de alta presión metálica.• Termómetro.
CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none">• La acetona no es compatible con materiales oxidantes (tales como percloratos, peróxidos, permanganatos, cloratos y nitratos), ácidos y bases.• Almacene en recipientes bien cerrados en una acera fría bien ventilada y lejos de calor, chispas y llamas.• El momento de trabajar con acetona use solamente equipos y herramientas que no produzcan chispas particularmente al abrir y cerrar envases de acetona.• La acetona es un líquido inflamable, en caso de incendio use extintores de espumas de alcohol, CO₂, o de sustancia química seca.• En contacto con los ojos inmediatamente enjuáguese con grandes cantidades de agua, por lo menos por un periodo de 15 minutos y levántese y baje los párpados superiores e inferiores con los dedos repetidas veces.• En contacto con la piel quítese rápidamente la ropa contaminada, lávese la piel contaminada inmediatamente con grandes cantidades de jabón y agua.• Si se derrama o hay escape de acetona retire toda fuente de ignición, ventile el área de derrame y absorba los líquidos mediante el uso de vermiculita, arena seca, tierra o un material similar y deposite en recipientes herméticos cerrados.

<p>CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Emplear la cantidad adecuada de CO₂, puesto que este gas ocasiona la contaminación a la atmósfera. • Almacenar los residuos donde corresponda en los depósitos si es ácido, básico o residuo neutralizado, para su posterior traslado a la poza de tratamiento. • Por ningún motivo verter al sistema de desagüe.
<p>INSTRUCCIONES</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar el equipo en un lugar donde ambas válvulas indicadoras (Vent y Flow) tomen muestra en fase gaseosa de acuerdo a norma ISBT. 2. Conectar manguera del abastecedor al CO₂ gaseoso hacia el interior del equipo. La máxima presión permitida es de 25 bar. 3. Llenar con 90 ml de acetona, en el tubo de medida; el nivel puede ser chequeado con marca en el termómetro. 4. Abrir lentamente la válvula de la fuente de CO₂ e inmediatamente después abrir lentamente el control de la válvula Flow de CO₂. 5. Controle y ajuste el flujo de CO₂ de modo que la pelota este flotando en el flujo del tubo indicador purgar el equipo aproximadamente 15 min. Hasta eliminar algunos remanentes de humedad en el equipo. 6. Producir nieve carbónica cerca. 7. Añadir pequeñas piezas de nieve carbónica dentro del tubo de medida. 8. Mover de tiempo en tiempo con el termómetro, observar el decrecimiento continuo de la temperatura. 9. Adicione lentamente nieve carbónica, hasta que el tubo de medida comience a mostrar una fina condensación o neblina, en ese instante anote la temperatura del termómetro. 10. Comparar en tablas con la temperatura registrada del agua en ppm v/v. 11. Reportar en registro respectivo CA-P-006.FM1. y CA-P-004.FM1 para CO₂. 12. Para el Hielo Seco repetir los pasos 1-10 y reportar en registro CA-P-016.FM2. y CA-P-

	<p>016.FM3.</p> <p>13. Si desea hacer un segundo test esperar que toda la condensación desaparezca.</p>
DEFINICIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados se expresan con dos decimales y se registra en el formato CA-P-004.FM1. • Residuo: Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación. • Irritación: Enrojecimiento total o parcial de la piel u otro órgano. • Inhalar: Aspirar, voluntaria o involuntariamente, ciertas sustancias, como gases, vapores, partículas, etc. • Inflamable: Que se enciende con facilidad y desprende inmediatamente llamas. • Regulaciones Ambientales Nacionales: Son normas emitidas por los organismos de control Medio-Ambiental. • Tóxico: Sustancias altamente peligrosas para la salud humana.
ANEXOS	No se Aplica.

**ANEXO IV. INSTRUCTIVO PARA ANALISIS
CROMATOGRAFICO DEL CO₂.**

ANEXO IV. INSTRUCTIVO PARA ANALISIS CROMATOGRAFICO DEL CO₂.

El Jefe de Control de Calidad o Analista Químico realiza el análisis cromatografico para determinar las impurezas en ppm del producto CO₂. Tales como: O₂, CH₄, C₆H₆, H₂S, SO₂, SCO, CO, Acetaldehído.

MATERIALES	<ul style="list-style-type: none">• Equipo cromatográfico GC-14B y GC-17A Marca Shimadzu.• Probetas de vidrio de 125 ml.• Jeringas con volumen de inyección de 100µl.• Gases estándares (Patrones).• Gases de Carrera (Helio UHP y Helio-Argón al 2%).• Flujometro de gases.• Benceno QP (Patrón).• Acetaldehído QP (Patrón)
CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none">• Verificar que las pruebas hidrostáticas de los cilindros que contienen los gases de carrera y patrones se encuentren dentro del periodo vigente.• Verificar que estos cilindros se encuentren sujetos para evitar caídas que puedan causar accidentes al personal.• Emplear los implementos de seguridad adecuados para la toma de muestra.• Si el equipo presenta problemas en su funcionamiento evite manipularlo, acudir al personal calificado.
CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES	<ul style="list-style-type: none">• Inspeccionar frecuentemente fugas en los gases de carrera y en los gases patrones, pues estos afectan el medio ambiente.• Minimizar el tiempo de funcionamiento del cromatógrafo con la finalidad de ahorrar energía.
INSTRUCCIONES	<ol style="list-style-type: none">1. Verificar que los gases carrier (Helio UHP y Helio-Argón al 2%) se encuentren con presiones positivas mayores a 100psi.

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Para el correcto encendido del equipo; seguir los pasos indicados en el informe de validación vigente, del Cromatógrafo de Gases GC-14B y/o GC-17A de acuerdo al uso. 3. Para el análisis cromatográfico de los gases (O₂, CH₄, C₆H₆, H₂S, SO₂, SCO, CO, Acetaldehído) hacer uso del Informe de validación vigente, del Cromatógrafo de Gases CG – 14B y/o GC-17A de acuerdo al uso. 4. Para el adecuado apagado del equipo; seguir los pasos indicados en informe de validación vigente del Cromatógrafo de Gases CG – 14B y/o GC-17A.
<p>DEFINICIONES</p>	<p>Informe de Validación: Documento oficial que indica el correcto funcionamiento del equipo haciendo referencia a los parámetros de control y condiciones de uso para el análisis cromatográfico.</p> <p>Gases de Carrera: Gases inertes usados para trasladar la muestra del inyector a lo largo de la columna capilar del cromatógrafo hasta el detector. En nuestro caso son el Helio UHP y He-Ar 2%.</p> <p>Gases Patrones: Gases estándares con concentraciones conocidas de los diferentes analitos a analizar.</p> <p>Helio UHP: Gas Helio con alto grado de pureza (99.9999%).</p>
<p>ANEXOS</p>	<p>No aplica</p>

**ANEXO V. PROCEDIMIENTO DE SANEAMIENTO
DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE CO₂.**

ANEXO V. PROCEDIMIENTO DE SANEAMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE CO₂.

1. Propósito

Cuantificar la cantidad de partículas sólidas presentes en el producto terminado CO₂, asegurando y verificando que esta se encuentre dentro de los parámetros establecidos para brindar un producto con calidad a nuestros clientes. Trabajando dentro de normas legales, reglamentos medioambientales y de seguridad, generando el mínimo impacto ambiental, preservado así el medio ambiente y garantizando la seguridad del personal.

2. Alcance

El análisis se efectúa en muestras de producto final de CO₂ provenientes de las cisternas de almacenamiento móvil o estacionario de acuerdo a la frecuencia establecida (Anexo 2).

3. CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD

El personal encargado del lavado de tanque o cisterna debe tener los siguientes implementos de seguridad: Casco de seguridad, guantes de polipropileno, lentes de protección, máscara con filtro de gases, ropa de trabajo adecuada para el frío y resistentes a sustancias corrosivas.

El personal encargado del lavado de tanque o cisterna debe estar entrenado y capacitado para esta operación.

Colocar los MSDS de cada producto químico utilizado en el saneamiento; en el lugar de saneamiento del tanque o cisterna para saber como actuar ante un accidente con estos químicos.

4. CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES

Durante el lavado del tanque o cisterna desechar tal solución de lavado al pozo de tratamiento para su neutralización.

Luego del lavado del tanque o cisterna desechar tal solución de lavado al alcantarillado agregando abundante agua para su dilución.

Purgar la cisterna o tanque con CO₂ para eliminar las trazas de impurezas que hubieran quedado luego del lavado; verter éste gas a un pozo de tratamiento de solución de cal hidratada para neutralizar por la acidez del CO₂.

5. Procedimiento

RESPONSABLE	OPERACION
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	1. Ordena realizar el análisis según cronograma establecido en registro Anexo 3.
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD/ ANALISTA QUIMICO	2. Toma muestra del tanque de almacenamiento fijo o móvil según procedimiento CA-I-029 Utiliza la instrucción de acuerdo a la solución a preparar. (Ver referencias). 3. Efectúa el análisis de la muestra según el instructivo CA-I-073. 4. Si el número de partículas por campo es menor de 10, el tanque o cisterna puede seguir siendo utilizado para almacenar gas carbónico líquido. Sigue el paso 10 5. Si el número de partículas por campo es mayor o igual a 10, el producto final debe ser destinado a otros usos de acuerdo a procedimiento CA-P-027 6. Informa al área que corresponda: (Producción, Distribución o Post venta), la necesidad de realizar la limpieza química al tanque o cisterna Sigue al paso 10.
PROCESOS INVOLUCRADOS (Producción, Distribución, Post. Venta.)	7. Realiza operaciones según MA-P-006 y MA-I-010. Quedando el tanque o cisterna expedito para su evaluación química, sigue 8.
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD O ANALISTA QUIMICO.	8. Efectúa los análisis de acuerdo a instructivos CA-I-059, CA-I-028 y CA-P-006. 9. Si el tanque es aperturado por trabajos de mantenimiento. Este será inspeccionado internamente para definir su saneamiento. 10. La verificación final estará a cargo del proceso de control de calidad de Tecnogas S A. Salvo que el cliente haga su verificación y acepte como tal el trabajo realizado. 11. La emisión del certificado de saneamiento será según Anexo 4. a cargo del proceso de control de calidad. 12. Registra los resultados obtenidos en CA-P-028.FM1

6. Referencias

4.1 CA-P-027

Procedimiento para material y/o producto No Conforme

4.2 CA-P-028.FM1 Registro de Control de Partículas Sólidas en Producto Final CO₂

7. Definiciones

5.1 Campo: Cada cuadrado en que se encuentra dividido el filtro de membrana esterilizada

8. ANEXO

6.1 Anexo 1: Registro de Control de Partículas Sólidas en Producto Final de CO₂.

6.2 Anexo 2: Frecuencia de evaluación de Saneamiento de tanque

6.3 Anexo 3: Programa De Saneamiento De Tanques De Almacenamiento CO₂.

6.4 Anexo 4: Certificado de Saneamiento de Tanque de CO₂

6.5 Anexo 5: Programa De Evaluación de partículas sólidas en Tanques De Almacenamiento CO₂

ANEXO 1: REGISTRO DE CONTROL DE PARTICULAS SÓLIDAS EN PRODUCTO FINAL DE CO₂

Fecha	No Tanque o Cisterna	Cantidad de partículas por campo (<= 10 partículas)	Responsable	Observaciones

CA-P-028.FM1

Editado: 10/10/03

Revisión: 1 – 11/10/08

Vigencia: 5 años

ANEXO 2: FRECUENCIA DE EVALUACIÓN DE SANEAMIENTO DE TANQUE

Nota: la frecuencia de saneamiento estará en función de la evaluación

TIPO	FRECUENCIA DE EVALUACION	FRECUENCIA SANEAMIENTO ESTIMADO
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	CADA 6 MESES	CADA 2 AÑOS
TANQUES CISTERNAS	CADA 6 MESES	CADA 2 AÑOS
TANQUES DE ALMACENAMIENTO CLIENTE	CADA 1 AÑO	CADA 4 AÑOS

ANEXO 4: Certificado de Saneamiento de Tanque de CO₂

CERTIFICADO DE SANEAMIENTO DE TANQUE DE CO₂ N° -----

La empresa Tecnogas S.A. garantiza el total cumplimiento del saneamiento del tanque, de acuerdo a las normas técnicas de calidad de CO₂. Prueba efectuada después de haber realizado la limpieza química y su enjuague con CO₂ líquido

DATOS GENERALES		PRUEBAS A REALIZAR		
Fecha		PRUEBAS DE CABEZA		
CLIENTE		PARAMETRO	LIMITES PERMISIBLES	RESULTADOS
CODIGO		Dióxido de Carbono	99.9 % min.	
CAPACIDAD		Sabor y Olor	Pasa prueba	
OBSERVACIONES		Apariencia en Agua	Pasa Prueba	
		CO	10 ppm V/V	
		Oxígeno	30 ppm V/V	
		Agua	20 ppm V/V	
		PRUEBAS LIQUIDAS		
		Acetaldehído	0.001 ppm	
		Metano	20 ppm v/v	
		Sulfuro de Carbonilo	0.1 ppm v/v	
		Sulfuro de Hidrogeno	0.1 ppm v/v	

POR CONSIGUIENTE EL RESULTADO DE LOS ANALISIS INDICAN QUE EL TANQUE ESTA:

APTO PARA EL USO	SI	NO

Jefe de Control de Calidad
Nombre

CA-P-028.FM3
Editado: 10/10/03
Revisión: 2 – 03/11/08
Vigencia: 5 años

**ANEXO VI. ESPECIFICACIONES DE CALIDAD EN
EL GAS NATURAL SECO.**

ANEXO VI. ESPECIFICACIONES DE CALIDAD EN EL GAS NATURAL SECO.

**NORMA TECNICA PERUANA
NTP 111.002:2003**

**Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145
Lima, Perú.**

GAS NATURAL SECO. Calidad

Natural GAS. Quality

**2003-07-24
1° Edición**

INDICE

INDICE

PREFACIO

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACION
2. REFERENCIAS NORMATIVAS
3. DEFINICIONES
4. CARACTERISTICAS DE CALIDAD
5. OTRAS CARACTERISTICAS IMPORTANTES DE CALIDAD
6. MUESTREO
7. ODORIZACION
8. METODOS DE ENSAYO ALTERNATIVOS
9. ANTECEDENTES

PREFACIO

A. RESEÑA HISTORICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Gas Natural Seco, mediante el sistema 2 u Ordinario, durante los meses de diciembre de 2001 al diciembre del 2002, utilizando como antecedentes a los que se indican en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Gas Natural Seco, presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos Comerciales – CRT, con fecha 2003-01-07, el PNTP Publica el 2003-05-22. No habiéndose presentado ninguna observación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP 111.002:2003 GAS NATURAL SECO. Calidad, 1ª Edición, el 08 de agosto del 2003.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las guías Peruanas GP 001:1995 Y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACION DE LA NORMA TECNICA PERUANA

Secretaría Instituto de Petróleo y Gas – IPEGA

Presidente Wilfredo Salinas Ruiz-Conejo

Vicepresidente Aldo Espinoza

Secretario Cesar Lujan Ruiz

ENTIDAD	REPRESENTANTE
AGUAYTIA ENERGY DEL PERU SRL	Ernesto Bacigalupo Alexander Llanos Casas
EMPRESA ELECTRICA DE PIURA – EEPSA	Alberto Trujillo Pereda
PETRO-TECH PERUANA S.A.	Félix Ruiz
PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A.	Aldo Espinoza Antonio Tella
CERAMICA LIMA – CELIMA (Corporación Cerámica)	Rolando Alguiar Q.
DOE RUN PERU SRL –	Huver Huanqui Guerra

LA OROYA DIVISION

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS –DGH (Dirección General de Hidrocarburos)	Luis Zavaleta Vargas Pablo Maldonado
PETROPERU S.A. OPERACIONES TALARA	Daniel Díaz del Aguila
SUDAMERICANA DE FIBRAS S.A.	Ricardo Tolentino
CERTIPETRO – FACULTAD DE INGENIERIA DE PETROLEO UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	Edgar Argumé Chavez Beatriz Adaniya H.
INSTROMET PERU S.A.C	Julio Rodríguez Vada
SGS DEL PERU S.A.C.	Fernando Correa
UNIGAS-FIM UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	Santiago Paredes Jaramillo
MEGATOTAL INGENIERIA S.A.C.	Harold Robillard Jorge Besio
QUIMICA SUIZA S.A.	Juan Díaz Camargo Milan Pejnovic Kapa
PROCOBRE PERU S.A.	Ernesto Ulloa
GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO	Gilles Vaes
CONSULTOR	Máximo Uriburú Sosa

GAS NATURAL SECO. Calidad

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana establece los parámetros de calidad del gas natural seco que se suministra a consumidores finales como: el industrial, comercial y residencial y lista los métodos de ensayo para el control de los mismos.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma sujeta a revisión, se recomienda a todos aquellos que realizan acuerdos basándose en ellas que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

2.1 Normas Técnicas de Asociación

- | | |
|------------------------|---|
| 2.1.1 ASTM D 5504:1998 | Determination of sulfur compounds in natural gas and gaseous fuels by gas chromatography and chemiluminescence |
| 2.1.2 ASTM D 6228:1998 | Determination of sulfur compounds in natural gas and gaseous fuels by gas chromatography and flame photometric detection |
| 2.1.3 GPA 2172:1996 | Calculation of gross heating value, relative density and compressibility factor for natural gas mixture from compositional analysis |
| 2.1.4 GPA 2261:2000 | Analysis for natural gas and similar gaseous mixtures by gas chromatography |

2.1.5 GPA 2286:2000 Extended analysis for natural gas and similar gaseous mixtures by gas chromatography

2.2 Normas Técnicas Peruanas

2.2.1 NTP 111.003.2003 GAS NATURAL SECO. Directrices para la toma de muestras

2.2.2 NTP 111.004.2003 GAS NATURAL SECO. Odorización

2.2.3 PNTP 111.005:2002 GAS NATURAL SECO. Análisis de la composición por cromatografía

2.2.4 PNTP 111.006.2002 GAS NATURAL SECO. Determinación del contenido de vapor de agua

2.2.5 NTP-ISO 6796:2003 GAS NATURAL SECO. Calculo del poder calorífico, densidad, densidad relativa e índice de Wobbe a partir de la composición

2.2.6 PNTP111.008:2002 GAS NATURAL SECO. Determinación del contenido del sulfuro de hidrogeno por el método de la longitud de mancha en el tubo detector

2.2.7 PNTP 111.009:2002 GAS NATURAL SECO. Determinación del contenido de mercaptanos por el método de la longitud de mancha en el tubo detector

3. DEFINICIONES

Para los propósitos de la presente Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

3.1 análisis cromatográfico: Es el método utilizado para determinar la composición química del gas natural. Los componentes de una muestra representativa se separan físicamente por medio del método de cromatografía de

gas y se comparan con los de una mezcla de referencia de composición conocida. La composición del gas natural incluye metano, etano, propano, butano, hidrocarburos mas pesados, nitrógeno, dióxido de carbono y oxígeno. El análisis cromatográfico proporciona datos para el calculo de las propiedades fisicoquímicas tales como el poder calorífico, densidad relativa, entre otros.

3.2 condiciones estándar: Referida a 101.325 kPa de presión absoluta y 288.15 K de temperatura.

3.3 densidad: Es la masa del gas natural seco dividida entre su volumen a una presión y temperatura especificada.

3.4 densidad relativa: denominada mayormente gravedad especifica, es la masa del gas natural seco por unidad de volumen dividida por la masa de volumen igual de aire seco, ambos a la misma presión y temperatura.

3.5 gas natural seco: Es el gas natural que carece o tiene pequeñas cantidades de hidrocarburos comercialmente recuperables como productos líquidos.

3.6 índice de Wobbe: Es el poder calorífico medido sobre una base volumétrica dividido por la raíz cuadrada de la densidad relativa correspondiente. El calor generado por gases naturales con diferentes composiciones es la misma, si tienen el mismo índice de Wobbe y además son usados bajo la misma presión de gas.

$$W = \frac{PCB}{\sqrt{d_r}}$$

Donde:

W: Índice de Wobbe
PCB: Poder calorífico bruto o superior
 d_r : Densidad relativa referida al aire

3.7 poder calorífico: Es el calor liberado durante la combustión del gas natural seco con un volumen teórico del aire.

3.7.1 poder calorífico bruto: Es la cantidad de calor que se libera al iniciarse la combustión completa de una cantidad especifica de gas con aire, ambos a condiciones estándar (288.15 K). Los productos de la combustión se enfrían asta las condiciones estándar (288.15 K) midiéndose el calor liberado hasta este nivel de referencia. Al poder calorífico bruto también se le denomina poder calorífico superior.

3.7.2 poder calorífico neto: Es el resultado del valor del poder calorífico bruto menos el calor latente de vaporización del vapor de agua. Este vapor de agua es el que se forma de la combustión del hidrogeno del gas natural seco y el oxigeno del aire. Al poder calorífico neto también se le denomina poder calorífico inferior.

3.8 punto de rocío: Temperatura a una presión dada en la cual el líquido se condensa de un gas o vapor. Específicamente, también se aplica a aquella temperatura en la cual el vapor de agua empieza a condensar de una mezcla de gases (punto de rocío del agua) o al cual los hidrocarburos empiezan a condensar (punto de rocío de los hidrocarburos).

3.9 agua: Es el compuesto químico presente en el gas natural seco, en fase vapor y en altas concentraciones provoca los mayores perjuicios en el sistema de tuberías para el transporte. Forma hidratos que pueden obstruir parcial o totalmente el gaseoducto. Asimismo, por reacción química con el dióxido de carbono y/o el sulfuro de hidrógeno también presentes en el gas forman ácidos que tienen acción corrosiva sobre el material. Es importante por lo tanto su deshidratación.

3.10 azufre (S): Es el compuesto químico presente en bajas cantidades en el gas natural en forma de compuestos sulfurados orgánicos e inorgánicos como el sulfuro de carbonilo (COS), disulfuro de carbono (CS_2), los tioéteres (RSR), los tioácidos (RCOSH), los sulfóxidos (RSOR), las sulfotas (RSO_2R) y los mercaptanos (RSH). La concentración de este elemento y sus formas químicas debe reducirse por sus propiedades altamente corrosivas y porque en la combustión son generadores de oxido de azufre (SO_x) considerados como componentes de la lluvia ácida.

3.11 dióxido de carbono(CO_2): Es el componente químico inerte presente en el gas natural seco, en ausencia o en muy bajo contenido de vapor de agua no es corrosivo. Sin embargo, en presencia de vapor de agua forma el ácido carbónico que produce corrosión en los sistemas de tuberías metálicos. Actúa como producto inerte reduciendo el contenido calórico del gas en su utilización como combustible.

3.12 inertes: En esta Norma Técnica Peruana se consideran como gases inertes a la suma del contenido de nitrógeno y otros gases diferentes al dióxido de carbono como el helio y el argón. Reducen el contenido calórico del gas, esto es, menos calorías para un mismo volumen de gas que otro de similares características pero que no contenga gases inertes.

3.13 oxígeno (O_2): Es el elemento químico presente en bajas cantidades en el gas natural seco, que debe controlarse para evitar corrosión en tuberías de acero en

presencia de humedad. Se debe tener en cuenta el efecto de oxígeno junto con el sulfuro de hidrógeno en la corrosión del cobre de los sistemas domiciliarios.

3.14 sulfuro de hidrógeno (H₂S): Es el compuesto químico presente en bajas cantidades en el gas natural seco, el cual, no solo tiene una gran acción corrosiva sobre el material de las tuberías (ante la presencia de un alto contenido de vapor de agua), sino que además es un contaminante de alta toxicidad para el ser humano.

Nota: 10 ppmv es el límite permisible de exposición, 150 ppmv provocan la pérdida de olfato y más de 500 ppmv pueden ocasionar la muerte.

3.15 hidrocarburos condensables: Son productos que durante el transporte, dependiendo de la presión y la temperatura de operación, pueden condensar reduciendo la sección útil de la tubería, generando pérdidas de carga y potencia; como así también errores en los sistemas de medición e inconvenientes diversos en los sistemas de regulación y distribución. Por estas razones es importante la medición del punto de rocío de hidrocarburos.

3.16 repetibilidad: Cualitativamente, es la cercanía entre resultados sucesivos obtenidos con el mismo método sobre idénticos materiales de prueba, bajo las mismas condiciones (mismo operador, mismo equipo, mismo laboratorio e intervalos de tiempo). Cuantitativamente, es el valor en el cual la diferencia absoluta entre los resultados obtenidos de dos pruebas bajo las condiciones arriba mencionadas se espera corresponda a una probabilidad especificada. En ausencia de otra indicación, la probabilidad es del 95%.

3.17 reproducibilidad: Cualitativamente, es la cercanía entre resultados sucesivos obtenidos con el mismo método sobre idénticos materiales de prueba, pero bajo diferentes condiciones (diferente operador, diferente equipo, diferente laboratorio y/o diferentes tiempos). Cuantitativamente, es el valor en el cual la diferencia absoluta entre los resultados de dos pruebas sobre materiales idénticos obtenidos por operadores en diferentes laboratorios, usando un método de prueba estandarizado, se espera corresponda a una probabilidad especificada. En ausencia de otra indicación, la probabilidad es del 95%.

4. CARACTERISTICAS DE CALIDAD

TABLA1 – Características de calidad

CARACTERISTICAS	UNIDAD	CONTENIDO MINIMO	CONTENIDO MAXIMO	METODOS DE ENSAYO
1 Poder calorífico bruto	kcal/m ³	8 450	10 300	PNTP 111.005 NTP-ISO 6796 GPA 2172
2 Sulfuro de Hidrogeno	mg/m ³	–	3	PNTP 111.008 <u>ASTM D-5504</u> <u>ASTM D-6228</u>
3 Azufre Total	mg/m ³	–	15	PNTP 111.009 <u>ASTM D-5504</u> <u>ASTM D-6228</u>
4 Vapor de Agua	mg/m ³	–	65	PNTP 111.006
5 Dióxido de carbono	% Vol	–	3,5	PNTP 111.005 <u>GPA 2261</u>
6 Gases Inertes (*)	% Vol	–	6	PNTP 111.005 GPA 2261

(*) Entendiéndose como gases inertes a la suma del contenido de nitrógeno y otros gases diferentes al dióxido de carbono como el helio y el argón.

El gas natural seco deberá estar libre de arena, polvo, gomas, aceites, glicoles y otras impurezas indeseables, en general, cualquier sólido que pueda ocasionar interferencias con la correcta operación de las tuberías, reguladores, medidores y otros dispositivos a través de los cuales fluye.

En donde:

kcal	Kilocalorías
Mg	Miligramos
m ³	Metro cúbico medido a condiciones estándar de presión y temperatura
% Vol	Porcentaje en volumen
°C	Grado Celsius

- 3.1 El gas natural seco cuyo alcance y campo de aplicación se especifica en el capítulo 1, debe cumplir con las características de calidad que se indican en la tabla 1.
- 3.2 La verificación de estas características de calidad debe efectuarse mediante los métodos de ensayo que se indican en la tabla 1.

5. OTRAS CARACTERISTICAS IMPORTANTES DE CALIDAD

La densidad relativa y el índice de Wobbe se determinarán aplicando los métodos de ensayo descritos en el PNTP 111.005 y NTP-ISO 6796. Asimismo, la determinación de hidrocarburos condensables será aplicando la GPA 2286 considerando la composición cromatográfica del gas y la ecuación de estado de Peng Robinson.

6. MUESTREO

En cuanto a las muestras de gas natural seco para su análisis, se tomara como referencia las recomendaciones establecidas en la NTP 111.003.

7. ODORIZACION

En cuanto a la odorización del gas natural seco para su expendio, este debe contener un compuesto tal que su olor sea característico, desagradable y no persistente. Se tomara como referencia las recomendaciones establecidas en la NTP 111.004.

8. METODOS DE ENSAYO ALTERNATIVOS

Los métodos de ensayo para determinar los parámetros de calidad se establecen en las Normas Técnicas indicadas en la Tabla 1 y adicionalmente se consideran también métodos que están subrayados, (Véase Capítulo 2).

9. ANTECEDENTES

- 9.1 NTP 111.001:2003 GAS NATURAL SECO. Terminología básica
- 9.2 ISO 13686:1998 Natural gas – Quality designation
- 9.3 ISO 7504:2001 Gas analysis – vocabulary
- 9.4 ISO 6976:1995 Natural gas – Calculation of calorific values, Relative density and Wobbe index from composition.
- 9.5 ASTM D 1142:1995 Standard test methods for water vapor content of Gaseous fuels by measurement of dew-point temperature.
- 9.6 ASTM D 1945:1996 Standar test methods for analysis of natural gas by gas chromatography
- 9.7 ASTM D 4810:1999 Standard test method for hydrogen sulfide in natural Gas using length-of-stain detector tubes
- 9.8 ASTM D 1988:1995 Standard test method for mercaptans in natural gas Using length-of-stain detector tubes.
- 9.9 PETROTECNIA – Artículo: CALIDAD DE GAS NATURAL. Análisis Comparativo MERCOSUR. Año XLI N°5 – Octubre 2000 – Instituto Argentino del Petróleo y del Gas.
- 9.10 Reglamento Peruano de distribución de gas natural por red de ductos y sus modificaciones hasta el año 2001 – D.S. 042-99-EM.

**ANEXO VII. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO
DE SULFURO DE HIDROGENO EN EL GAS
NATURAL SECO.**

**ANEXO VII. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SULFURO DE
HIDROGENO EN EL GAS NATURAL SECO.**

**NORMA TECNICA PERUANA
NTP 111.008:2003**

**Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145
Lima, Perú.**

GAS NATURAL SECO. Determinación del contenido de sulfuro de hidrógeno
por el método de la longitud de mancha en el tubo detector

NATURAL GAS. Determination of hydrogen sulfide in natural gas using length –
of- stain detector tubes

**2003-09-18
1º Edición**

INDICE

INDICE

PREFACIO

1. OBJETO

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

3. CAMPO DE APLICACIÓN

4. RESUMEN DEL METODO DE ANALISIS

5. SIGNIFICADO Y USO

6. APARATOS

7. PROCEDIMIENTOS

8. PRECISIONES Y DESVIACIONES

9. ANTECEDENTE

PREFACIO

A. RESEÑA HISTORICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Gas Normalización de Gas Natural Seco, mediante el sistema 2 u ordinario, durante los meses de diciembre 2002 y enero del 2003, utilizando como antecedente a la ASTM D4810:1999 Hydrogen sulfide in Natural Gas Using Length-of-Stain Detector Tubes.

A.2 El Comité Técnico de Normalización del Gas Natural Seco, presentará ala Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales –CRT-, con fecha 2003-06-13, el PNTP 111.008:2003, para su revisión y aprobación; siendo sometido a ala etapa de discusión publica el 2003-07-07. No habiéndose presentado ninguna observación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana **NTP 111.008:2003 GAS NATURAL SECO**. Determinación del contenido de sulfuro de hidrogeno por el método de la longitud de la mancha en le tubo detector; 1º Edición, el 01 de octubre del 2003.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana fue tomada en su totalidad de la ASTM D4810:1999. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

A. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACION DE LA NORMA TECNICA PERUANA

Secretaría	Instituto de Petróleo y Gas de la Universidad Nacional de Ingeniería
Presidente	Wilfredo Salinas Ruiz- Conejo
Vicepresidente	Aldo Espinoza
Secretario	César Luján Ruiz

ENTIDAD	REPRESENTANTE
AGUAYTIA ENERGY DEL PERU SRL	Ernesto Bacigalupo Alexander Llanos Casas
EMPRESA ELECTRICA DE PIURA – EEPSA	Alberto Trujillo
PETRO-TECH PERUANA S.A.	Félix Ruiz
PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A.	Aldo Espinoza Antonio Tella Rolando Aguilar
CERAMICA LIMA – CELIMA (Corporación Cerámica)	
DOE RUN PERU SRL- LA OROYA DIVISION	Huver Huanqui
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS-DGH (Dirección General de Hidrocarburos)	Luis Zavaleta Pablo Maldonado
PETROPERUS S.A. OPERACIONES TALARA	Daniel Díaz del Aguila
SUDAMERICANA DE FIBRAS S.A.	Ricardo Tolentino
CERTIPETRO- FACULTAD DE INGENIERIA DE PETROLEO UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	Edgard Argumé Beatriz Adaniya
INSTROMET PERU S.A.C.	Julio Rodríguez
SGS DEL PERU S.A.C.	Fernando Correa
UNIGAS-FIM UNIVESIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	Santiago Paredes
MEGATOTAL INGENIERIA SAC.	Harold Robillard Jorge Besio
QUIMICA SUIZA S.A.	Juan Díaz Milan Pejnovic
PROCOBRE PERU S.A. GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO CONSULTOR	Ernesto Ulloa Gilles Vaes Máximo Uriburú

GAS NATURAL SECO. Determinación de contenido de sulfuro de hidrógeno por el método de la longitud de mancha en el tubo detector

1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece un procedimiento para una rápida determinación del campo del sulfuro de hidrogeno en tuberías de gas natural seco. Los tubos detectores disponibles proporcionan un rango de medida total de 0.5ppm en volumen hasta 40% en volumen, aunque la mayoría de aplicaciones estará en el nivel mas bajo de este rango.

Normalmente el dióxido de azufre y los mercaptanos pueden causar interferencias positivas. En algunos casos, el dióxido de nitrógeno puede causar interferencia negativa. La mayoría de los tubos detectores tienen una capa de prelimpiado diseñado para remover ciertas interferencias hasta un nivel máximo. Consultar las instrucciones de los fabricantes para información específicas de las interferencias.

Los valores utilizados en el Sistema de Unidades Internacional son los que se consideran en esta NTP como medidas estándar.

Esta Norma Técnica Peruana no pretende cubrir todas las medidas de seguridad relacionadas con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta NTP establecer las prácticas apropiadas para la salud y la seguridad y determinar la aplicabilidad de regulaciones vigentes antes de uso.

Esta NTP forma parte del conjunto de Normas referidas en la NTP 111.002 para la calidad del gas natural seco.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma esta sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos basándose en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee en todo momento la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

Norma Técnica Peruana
NTP 111.002:2003

Gas Natural Seco. Calidad

Norma Técnica de Asociación

GPA 2377:1986

Test for Hydrogen Sulphide in Natural Gas Using Length of Stain Tubes

3. CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Técnica Peruana se aplica para la determinación del contenido de sulfuro de hidrogeno por el método de la longitud de mancha en el tubo detector para el gas natural seco en el campo.

4. RESUMEN DEL METODO DE ANALISIS

La muestra pasa a través de un tubo detector lleno de un producto químico especialmente preparado. El sulfuro de hidrogeno presente en la muestra reacciona con dicho químico, produciéndose un cambio de color o mancha. La longitud de la mancha en el tubo detector producida cuando es expuesto a un volumen medido de muestra es directamente proporcional a la cantidad de sulfuro de hidrogeno presente en dicha muestra. Un pistón operado a mano o bomba tipo fuelle es usado para aspirar un volumen medido de muestra a través del tubo, a una velocidad de flujo controlado. La longitud de la mancha producida es convertida a partes por millón (ppm en volumen) de sulfuro de hidrogeno (H₂S), por calibración por una escala de calibración suministrado por el fabricante para cada caja de tubos de detección. El sistema es de lectura directa, fácilmente portátil y completamente adecuado para realizar rápidos chequeos de las manchas de sulfuro de hidrogeno bajo condiciones de campo.

5. SIGNIFICADO Y USO

5.1 La medida de sulfuro de hidrogeno en el gas natural seco es importante para cumplir con las especificaciones de control de calidad, por la naturaleza corrosiva del H₂S en los materiales de las tuberías, y los efectos del H₂S en el uso de los equipos.

5.2 Este método de análisis proporciona un procedimiento asequible y económico para determinar el sulfuro de hidrogeno en el campo. El diseño del sistema es tal que puede ser utilizado por personal sin mayor experiencia técnica, con un mínimo de entrenamiento apropiado.

6. APARATOS

Tubos Detectores de la longitud de mancha y escala de calibración

Es un tubo de vidrio sellado con puertas desprendibles, dimensionado para ajustarse en el sostenedor del tubo de la bomba. La capa reactiva en le interior del tubo, que generalmente es un substrato de silica gel cubierto con los productos químicos activos, debe ser especifica para sulfuro de hidrogeno y debe producir

un cambio de color distintivo cuando se expone a una muestra de gas conteniendo sulfuro de hidrogeno. Cualquier sustancia que se sabe que interfiere, debe ser indicada en las instrucciones que acompañan a los tubos. Una escala de calibración impresa en los tubos de vidrios u otras marcas, correlacionaran la concentración del sulfuro de hidrogeno de la longitud de la mancha de color. Será aceptable también una escala de calibración separada y suministrada con los tubos por el fabricante. El tiempo de almacenamiento de los tubos detectores debe ser de dos años como máximo, tomados en cuenta a partir de su fabricación cuando se almacenan las recomendaciones de los fabricantes.

Bomba del Tubo Detector

Es una bomba manual de tipo pistón o tipo fuelle, que debe ser capaz de entregar 100ml de muestra por ciclo de movimiento al tubo detector con una tolerancia de volumen de $\pm 5\text{ml}$. La bomba debe ser específicamente diseñada para usarla con tubos detectores.

Nota1: Un tubo detector y la bomba juntos forman una unidad y deben ser usados como tales. Cada fabricante calibra los tubos detectores para adecuarlos a los flujos característicos de su bomba específica. El uso de marcas de bombas y tubos diferentes no esta permitido, porque puede ocurrir una perdida considerable en la exactitud del sistema. (Existe al menos un fabricante que permite muestras más voluminosas de hasta 100 ciclos de movimiento de la bomba para obtener niveles más bajos de detección. Esto se puede automatizar para los propósitos de investigación introduciendo la muestra en un envase plegable o inerte, mediante desplazamiento de vacío. El flujo de la muestra debe ser mantenido de $\pm 5\%$ del flujo especificado por le fabricante. Perdidas en la exactitud pueden ocurrir en algunas aplicaciones especiales y tal sistema se recomienda solamente para los propósitos de investigación. Consultar las limitaciones al fabricante).

Cámara de muestreo de gas

Es cualquier recipiente que permite el acceso del tubo detector a un flujo uniforme de muestra de gas, a presión atmosférica y que aisle la muestra de la atmósfera circundante. Una válvula de aguja de acero inoxidable (o regulador de presión) es colocada entre la fuente y la cámara de muestreo con el fin de controlar el flujo de la muestra. La velocidad del flujo debe aproximarse a uno o dos cambios de volumen por minuto, o al menos, proporcionar un flujo de salida de gas positiva durante el periodo de muestreo del tubo detector.

NOTAS:

2. Una cámara de muestreo adecuado puede ser una botella de polietileno de tamaño nominal de 0,5 litros a 1 litro. El tubo de ingreso del gas a ala botella de polietileno (cámara de muestreo) llegara hasta el fondo de la misma. Un agujero de 12,5mm (1/2 pulg.) ubicada en la tapa de la botella permite el acceso del tubo detector y el venteo para la purga del gas (figura 1). La purga del gas debe venteadada a un flujo de tal manera, que la presión no se incremente dentro de la cámara de muestreo e incremente la velocidad del flujo a través del tubo detector. (Una alternativa de muestreador de flujo puede ser diseñada usando una bolsa de almacenamiento de alimentos tipo "zipper". La línea flexible ingresará por una

esquina abierta superior a la bolsa y se extiende hasta el fondo de la misma. La esquina opuesta a la esquina abierta de la bolsa es usada para el acceso del tubo y el venteo de la muestra. El resto del tope de la bolsa es sellada. Se aplica el procedimiento del muestreador de la figura 1.

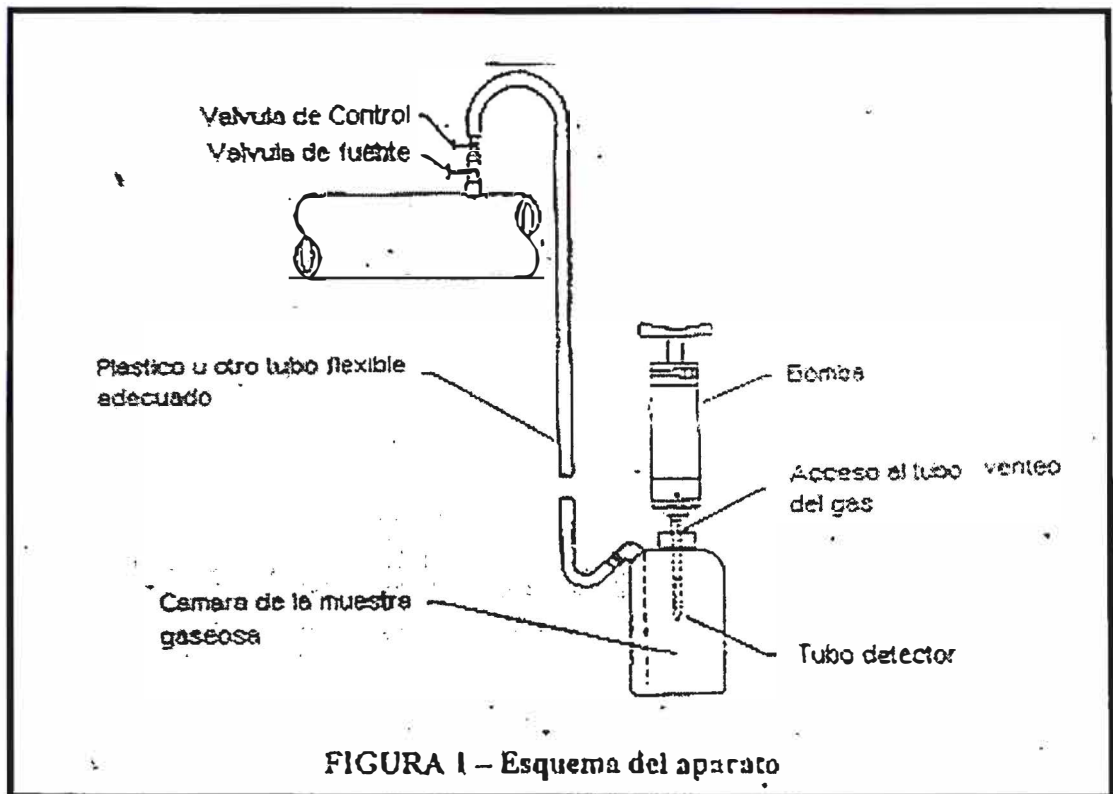
3. Una alternativa del contenedor de muestreo también puede ser una bolsa de colección hecha de un material adecuado para la recolección de gas natural seco, (por ejemplo, Mylard). La bolsa de muestreo tiene que tener una capacidad mínima de dos litros.

7. PROCEDIMIENTO

Seleccionar un punto de muestreo que permita el acceso de una muestra representativa de gas natural a ser analizado (por ejemplo, la válvula de fuente en el punto de muestreo de la línea principal). El punto de muestreo debe estar en la parte superior de la tubería y equipado con una sonda de muestreo de acero inoxidable, extendiéndose en el tercio medio de la tubería. Abrir la válvula de fuente momentáneamente para limpiar los materiales extraños de la válvula y del nicle de conexión.

Instalar la válvula de aguja (o regulador de presión) a la salida de la válvula de muestreo. Conectar la cámara de muestreo utilizando la longitud más corta posible del tubo flexible (figura 1). Evite evitar tubos que reaccionen o absorban el H₂S, como el cobre o caucho natural. Usar materiales como el TFE- fluorocarbonados, vinil, polietileno, o acero inoxidable.

Abrir la válvula de fuente. Abrir la válvula aguja lo suficiente como para obtener un flujo positivo de gas a través de la cámara, en concordancia con 6.3. Purgar el contenedor durante al menos tres minutos (Véase figura 1).



NOTA 4: Si se usa una bolsa de colección en lugar de una cámara de muestreo, seguir los pasos 7.1 y 7.2, colocando la bolsa por la cámara. Seguir 7.3, desconectar la bolsa cuando esté llena. Desinflar la bolsa para permitir su purga y llenarla por segunda vez para obtener la muestra. La bolsa debe ser completamente desinflada (aplanada antes de cada llenado).

Antes de cada serie de mediciones, verificar que no se producen fugas en la bomba, operándola con un tubo intacto. Si se detectan fugas, consultar las instrucciones del fabricante para los detalles de un procedimiento de chequeo de fugas y para instrucciones de mantenimiento. El chequeo de fugas normalmente toma un minuto.

Seleccione un tubo detector con el rango que mejor se ajuste a la concentración de sulfuro de hidrógeno esperado. La exactitud de la lectura es mejor cuando la longitud de la mancha se extiende en la mitad superior de la escala de calibración. Consultar las guías del fabricante para usar movimientos múltiples y obtener un rango mas bajo en el tubo dado.

Romper los extremos del tubo detector de longitud de mancha e insertarlo dentro de la bomba, observando la indicación de la dirección del tubo. Colocar le tubo detector dentro de la cámara de muestreo a través del agujero de acceso, de tal manera que la entrada del tubo esté cerca al centro de la cámara (Véase figura 1).

NOTA 5: Los tubos detectores tienen temperaturas límites de 0 °C a 40 °C (32 °F a 104 °F) y las muestras gaseosas deben permanecer en ese rango durante el análisis. Se disponen de enfriadores de probetas para muestras con temperaturas que excedan a 40 °C.

Operar la bomba para introducir el volumen de muestra medido a través del tubo detector. Observar las instrucciones del tubo detector cuando se efectúen múltiples movimientos. Asegurarse que un flujo positivo de gas se mantiene, mientras que la muestra en cámara de gas es ventada. Leer las instrucciones de los tubos detectores para un tiempo de muestreo apropiado con movimientos múltiples de la bomba. La entrada del tubo debe permanecer en posición dentro de la cámara de muestra hasta que la muestra pase por completo. Muchas bombas unidas a los tubos detectores tendrán indicadores finales para el control del ciclo de su movimiento, eliminando así la necesidad de tomar el tiempo de la muestra.

Retirar el tubo de la bomba e inmediatamente leer la concentración del sulfuro de hidrógeno en la escala de calibración del tubo o en las tablas proporcionadas con las cajas de los tubos. Leer el tubo en el punto máximo de la mancha. Si ha ocurrido un “acanalamiento” (longitud de la mancha no uniforme), leer las longitudes máximas y mínimas de la mancha y promediar las dos lecturas.

NOTAS:

6. Si se usa una bolsa de colección, la muestra es tomada de la bolsa por medio de un tubo flexible. No aplaste la bolsa durante el muestreo. Dejar que la bolsa se desinfle por acción de la bomba de vacío, de manera que las características del flujo de la bomba no sean alteradas.
7. Si la escala de calibración no está impresa directamente en el tubo detector, asegurarse que cualquier tabla de calibración separada sea la adecuada para el tubo en uso.

Si el número de ciclos de la bomba utilizados difieren de los ciclos especificados por la escala de calibración, corregir la lectura de la siguiente manera:

$$\text{ppm}(\text{corregido}) = \frac{\text{ppm}(\text{lectura}) \times \text{ciclos especificados}}{\text{ciclos producidos}} \dots\dots\dots(1)$$

Registrar inmediatamente las lecturas de la temperatura y la presión barométrica del gas. Observar las correcciones por temperatura especificadas en las instrucciones de los tubos. Correcciones por la altitud llegan a ser significativas por encima de los 576 m (2000 pies). Se corrige la presión barométrica de la siguiente manera:

$$\text{ppm}(\text{corregido}) = \text{ppm}(\text{lectura}) \times \frac{760 \text{ mm Hg}}{\text{Presión barométrica en mm Hg}} \dots\dots\dots(2)$$

NOTA 8: Aunque la cantidad de productos químicos contenidos en los tubos detectores es muy pequeña, los tubos no deben desecharse sin tomar precauciones. Un método general para desechar los químicos, incluye el enjuagar los tubos abiertos con agua antes de ser desechados. El agua

después del lavado debe tener un pH neutro antes de ser desechado. Observar las regulaciones estatales para desechos de químicos en pequeña escala.

8. PRECISIONES Y DESVIACIONES.

8.1 La exactitud del sistema del tubo detector es generalmente considerada en +/- 25% de la lectura. Este valor está basado principalmente en programas conducidos por el Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional y Salud (NIOSH) en la certificación de tubos detectores para contaminantes de bajo nivel en el aire, adaptado al monitoreo de la exposición de trabajadores. La NIOSH probó tubos a ½, 1, 2 y 5 veces el valor límite del umbral (VLU) requiriendo +/-25% de exactitud a los tres niveles más altos y +/- 35% al nivel ½ VLU. (Por ejemplo, H₂S con un VLU de 10 ppm fue evaluado a niveles de 5 ppm, 10 ppm, 20ppm y 50ppm). La tolerancia más alta permitida al nivel más bajo se debió a la pérdida de exactitud por las longitudes de mancha más cortas. La NIOSH discontinuó este programa en 1983 y fue retomado por el Instituto de Equipos de Seguridad (SEI) en 1986.

La Asociación de Procesadores de Gas (Gas Processor Association – GPA) reportó una precisión de una precisión de +/- 23 % para la determinación del sulfuro de hidrogeno en gas natural seco utilizándose tubos detectores (véase GPA 2377).

8.2 Repetibilidad: Los resultados duplicados por el mismo operador, bajo las mismas condiciones de análisis, deben producir resultados dentro de +/- 10% entre 3 ppm H₂S y 120 ppm H₂S y +/- 5 % entre 0,05 % H₂S y 5 % H₂S (Véase GPA N° 2377). La repetibilidad es optimizada cuando todas las pruebas usando una marca simple son conducidas con tubos detectores de un mismo número de lote.

9. ANTECEDENTES

ASTM D 4810:1999

Hydrogen sulfide in Natural Gas Using
Length -of- Stain Detector Tubes

**ANEXO VIII. NORMA CGA G-6.2 – 2004 PROPUESTA
DE ESPECIFICACIONES PARA EL DIÓXIDO DE
CARBONO. QUINTA EDICIÓN**

**ANEXO VIII. NORMA CGA G-6.2 – 2004 PROPUESTA DE
ESPECIFICACIONES PARA EL DIÓXIDO DE CARBONO. QUINTA
EDICIÓN**

CGA G-6.2 – 2004

**ESPECIFICACIONES
DEL PRODUCTO
PARA EL
DIÓXIDO DE CARBONO**

QUINTA EDICIÓN

COMPRESSED GAS ASSOCIATION, INC.

4221 Walney Road, 5th Floor

Chantilly, VA 20151

Phone: 703-788-2700

Fax: 703-961-1831

E-mail: cga@cganet.com

TENGA EN CUENTA

La información contenida en este documento se obtuvo de fuentes confiables basado en información técnica y la experiencia de miembros de la Asociación de Gases Comprimidos, y otros. Sin embargo la Asociación y sus miembros, conjuntamente o separadamente, no garantizan los resultados y no asumen ninguna responsabilidad en torno a la información o las sugerencias aquí contenidas, Además, no debe asumirse que todo grado aceptable de producto, prueba o procedimiento de seguro precaución, equipo o dispositivos están considerados o que las circunstancias anormales o inusitadas no pueden garantizar o sugerir requerimientos adicionales o procedimiento adicional.

Este documento está sujeto a la revisión periódica, y los usuarios deben estar pendientes en obtener la última edición. La Asociación invita comentarios o sugerencias para tenerlas en consideración. Como parte de esta revisión, cualquier comentario o las sugerencias serán totalmente revisados por la Asociación después de que la asociación ofrezca según se requiera, una oportunidad razonable de ser escuchada. Los cambios propuestos pueden emitirse por medio del Internet a nuestro sitio Web, www.cganet.com.

Este documento no debería ser confundido con especificaciones Federales, estatales, provincianas, o municipales o regulaciones; los requerimientos de seguro o códigos de seguridad nacional. Mientras la Asociación recomienda este documento como referencia o su uso a agencias de gobierno entre otros, este documento es puramente voluntario y sin compromiso de cumplimiento legal.

Un listado de todas las publicaciones, programas audiovisuales, seguridad y boletines técnicos, y los carteles de seguridad están disponibles por medio del Internet en nuestro website a www.cganet.com. Para más información llamar CGA al Teléfono: 703-788-2700. ext.799. E-mail: customerservice@cganet.com.

Docket 99-07

Comité de Especificaciones de gases.

Contenido

1. El Alcance
2. Clasificación
 - 2.1. Tipos
 - 2.2. Niveles de verificación de Calidad (QVLS)
 - 2.3. Prueba de Calidad
 - 2.4. Fuentes típicas
3. Sistema de verificación de Calidad
 - 3.1. Evaluaciones de fuente
 - 3.2. Prueba de calificación de Producto
 - 3.3. Prueba para aprobación de Lote
4. Muestreo
 - 4.1. Volumen de la muestra
 - 4.2. Muestreos gaseosos
 - 4.3. Muestreos líquidos
5. Procedimientos analíticos
 - 5.1. Parámetros de análisis
 - 5.2. Pureza de dióxido de carbono
 - 5.3. Contenido de Acetaldehído
 - 5.4. Contenido de Amoníaco
 - 5.5. Contenido de benceno
 - 5.6. Contenido de monóxido de carbono
 - 5.7. Contenido de sulfuro de Carbonilo
 - 5.8. Contenido de cianuro de hidrógeno
 - 5.9. Contenido de sulfuro de hidrógeno
 - 5.10. Contenido de metanol
 - 5.11. Contenido de óxido nítrico
 - 5.12. Contenido de dióxido de nitrógeno
 - 5.13. Contenido de residuo no volátil
 - 5.14. Olor/gusto
 - 5.15. Contenido de Aceite/grasa

- 5.16. Contenido de Oxígeno
- 5.17. Contenido de fosfina
- 5.18. Contenido de dióxido de azufre
- 5.19. Contenido total de hidrocarburo (THC)
- 5.20. Contenido total de azufre
- 5.21. Contenido de humedad
- 6. Recipientes
 - 6.1. Recipientes de dióxido de carbono
 - 6.2. Preparación de recipiente
 - 6.3. Llenado de Recipiente
 - 6.4. Dióxido de carbono (USP)
 - 6.5. Válvulas de recipientes de dióxido de carbono
- 7. Datos suplementarios
 - 7.1. Datos de temperatura y presión
 - 7.2. Datos de conversión de humedad
- 8. Referencias

Tablas

Tabla 1- Directorio de verificación de niveles de característica / calidad limitantes (QVL)

Tabla 2-Usos comunes

Tabla 3 Niveles de posibles rastro de impurezas por tipo de fuente (excluyendo gases del aire y el agua)

Tabla 4 - Datos de conversión de humedad

Figuras

Figura 1- Presión aproximada (psi) en los cilindros de dióxido de carbono llenos a las densidades indicadas a temperaturas elegidas.

Contenido

1. El Alcance

Este documento describe los requerimientos de especificación para el CO₂ gaseoso, líquido y sólido. El término “el recipiente” usado en esta publicación se referirá a cilindros de gas comprimido y los tanques para líquidos elaborados de acuerdo a las especificaciones del Departamento de transporte de EE.UU., de Transporte de Canadá (TC), o la Sociedad Estadounidense de ingenieros Mecánicos (ASME) Todas futuras referencias deberían estar a la edición actual de CGA G-6,2, Especificación de Producto para el Dióxido de Carbono.

NOTA- Esta publicación no recomienda o establece la designación del uso final para grados o tipos específicos de productos. Se sugiere que los usuarios que requieran este tipo de información llame a los proveedores de cada gas.

2. Clasificación

2.1. Tipos

El dióxido de carbono por encima de la temperatura triple de 69.9°F (-56.6°C) y debajo de la temperatura crítica de 87.9 °F (31.1 °C) puede existir en estado gaseoso y líquido a la vez. El dióxido de carbono en cilindros a la temperatura ambiente está relativamente a presión alta (ver figura 1). la mayor parte de CO₂ se mantiene comúnmente como gas o líquido refrigerado a baja temperatura desde 200 psig a 650 psig (1380kPa a 2410kPa) el Dióxido de Carbono puede existir también como un sólido opaco blanco con una temperatura de -109.3 °F (-78.5 IC) a la presión atmosférica.

2.2. Niveles de verificación de Calidad (QVLS)

Tabla 1, el Directorio de características limitantes, presenta los componentes máximos en partes por millones, ppm a menos que sea de otra manera ,para el QVLS de Dióxido de carbono. La ausencia de un valor en un QVL enumerado no implica que la característica limitadora esté o no presente pero indica que la prueba no requiere el cumplimiento con la especificación. El uso común se enumera en la tabla 2.

2.2.1.

QVLS E, G, H y 1 generalmente refiere al dióxido de carbono como un líquido.

2.2.2.

QVL J refiere al Dióxido de carbono como un sólido (hielo seco).

2.3. Prueba de Calidad

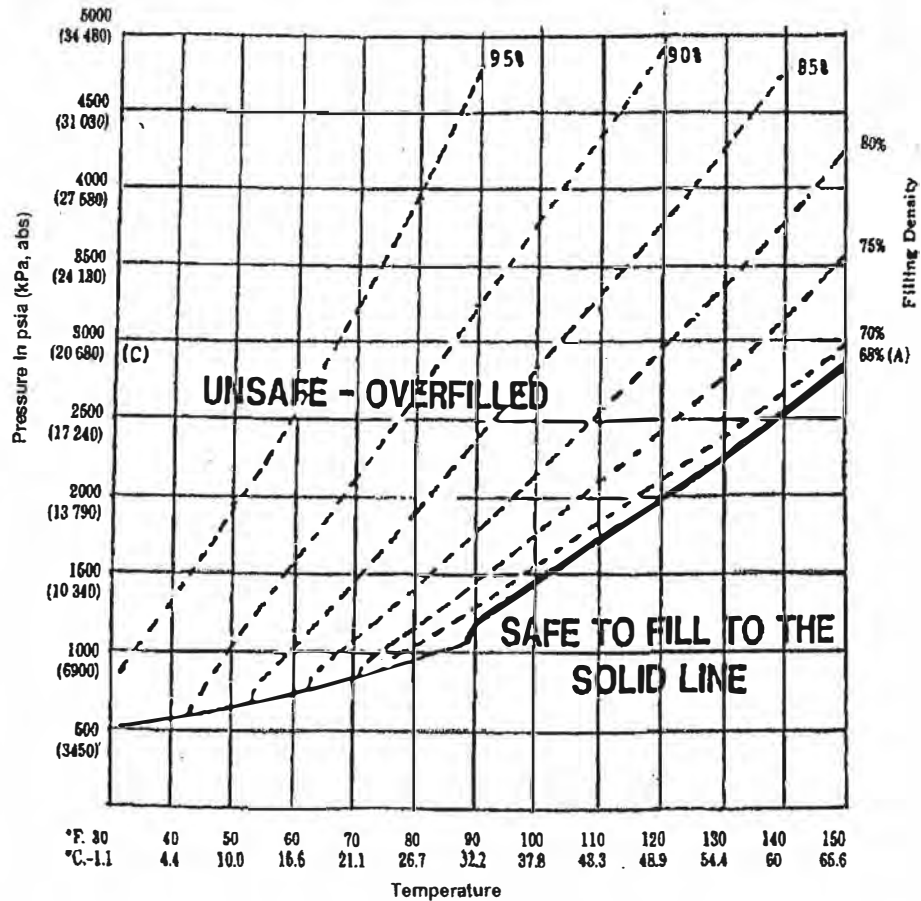
El proveedor asegurará, por prácticas estándar, el QVL de Dióxido de carbono., si se requiere los procedimientos alternativos de control se describe en 3.3.1. (las definiciones de lote); 3.3.2, (número de muestreos por el lote); La sección 4, muestreo; y Sección 5, procedimientos Analíticos. Los otros procedimientos de control no enumerados en esta especificación son aceptables si hay acuerdo entre el proveedor y el cliente.

ADVERTENCIA: Altas concentraciones de dióxido de carbono puede asfixiar rápidamente sin advertir con ninguna posibilidad de socorro personal sin considerar la concentración de oxígeno. Vea G-6.5, Norma para pequeños sistemas estacionarios de baja temperatura de CO₂.

2.4. Las Fuentes Comunes

El Dióxido de Carbono se produce como el subproducto de diferentes mecanismos de procesamiento natural y químico. Esta capacidad de múltiples fuentes lo hace único en el mercado industrial de gas. La variación de fuentes resulta en una variedad de impurezas que pueden presentarse en el Dióxido de carbono. Las fuentes comunes y sus respectivas impurezas previstas se enumeran en la tabla 3.

Figura 1. Presión aproximada (psia) en los cilindros de dióxido de carbono llenados a densidades específicas a temperaturas seleccionadas.



NOTAS:

1. Máxima capacidad de llenado permitido es 68%. Este diagrama está basado en un cilindro llenado en su correcta capacidad de llenado de carbón líquido de 68% del volumen total (capacidad de agua pesada). Un cilindro sobrellenado obviamente experimentará una enorme presión interna debido a la expansión del dióxido de carbono líquido al calentarse después de ser llenado.
2. Las líneas rayadas indican la relación temperatura-presión cuando se llena en exceso el cilindro.
3. Una correcta instalación del cilindro funciona de 2700 psig a 3,000 psig (18,620 kPa a 20,680 kPa), dependiendo de su diseño.

Tabla 1- Directorio de las características/niveles de verificación de calidad limitantes (QVL) (unidades en ppm (v/v) a menos que haya otra especificación)

Table 1—Directory of Limiting characteristics/quality verification levels (QVL) (units in ppm (v/v) unless otherwise stated)

Limiting characteristics	E	G	H	I	J
Carbon dioxide min % v/v)	99	99	99.5	99.9	
Acetaldehyde		0.5	0.5	0.2	
Ammonia	25			2.5	
Acidity				To pass JECFA test ¹⁾	
Benzene				0.02	
Carbon monoxide	10 (vapor)*		10 (vapor)	10	
Carbonyl sulfide			0.5	²⁾	
Hydrogen cyanide				None detected ³⁾	
Methanol				10	
Nitric oxide	2.5 (vapor)*		5 (total of NO + NO ₂)	2.5	
Nitrogen dioxide	2.5			2.5	
Oxygen		50	50	30	
Phosphine ⁴⁾				0.3	
Sulfur dioxide	5		5	²⁾	
Total sulfur		0.5	0.5	0.1 ²⁾	
Total hydrocarbon content (as methane)		50	50	50 max including 20 max of nonmethane hydrocarbons	
Hydrogen sulfide	1 (vapor)*		0.5 (vapor)	²⁾	
Color					White opaque
Nonvolatile residues (wt/wt)		10	10	10	500
Oil/grease (wt/wt)				5	
Odor/taste	Free of foreign odor or taste				
Water	200	32	20	20	
Dew point °F	-32	-60	-67	-67	
°C	-36	-51	-55	-55	
<p>NOTE – A blank indicates no maximum limiting characteristic.</p> <p>¹⁾ Due to lack of sensitivity, this test is not required if the assay results are acceptable.</p> <p>²⁾ If the total sulfur content exceeds 0.1 ppm (v/v) as sulfur, then the species must be determined separately and the following limits apply:</p> <p style="padding-left: 40px;">Carbonyl sulfide 0.1 ppm (v/v) max</p> <p style="padding-left: 40px;">Hydrogen sulfide 0.1 ppm (v/v) max</p> <p style="padding-left: 40px;">Sulfur dioxide 1.0 ppm (v/v) max</p> <p>³⁾ Applies only to carbon dioxide from coal gasification and combustion sources. Current detection level is 0.5 ppm.</p> <p>⁴⁾ Applies only to carbon dioxide from phosphate rock sources.</p> <p>* The use of vapor samples is required for USP. Also the detection of impurities is determined based on the physical characteristics of the individual impurity and need to accurately represent the physical partitioning of impurities.</p>					

Tabla 2- Usos Comunes

Table 2—Typical uses*

Quality verification level (QVL)	Typical uses
E	Medical/USP
G	General commercial uses, inerting, fumigation, propellant
H	Food processing (Food Chemicals Codex—FCC)
I	Beverages
J	Dry ice, refrigeration ¹⁾

¹⁾ The source should be Grade H for food applications.
* Typical uses defined in this table are not all-inclusive.

3. Sistema de verificación de Calidad

3.1. Evaluaciones de fuente

Debido a la variación en fuentes, el proveedor debería desempeñar un análisis extensivo de las principales fuentes antes de comenzar el diseño de la planta de purificación. Las impurezas previstas específicas enumeradas en la tabla 3 deberían analizarse a un mínimo y sobre una base periódica. Análisis adicionales a través espectrometría de masa u otra tecnología general también se haría para proteger contra las impurezas desconocidas en cualquier fuente de dióxido de carbono.

3.2. Pruebas de Calificación de Productos

Estas pruebas son una prueba única o una serie de análisis realizados al producto para asegurar la confiabilidad de que la producción suministre CO₂ con los QVL y puede ser verificado por los registros analíticos del producto desde el proveedor o, si requerido por el análisis de muestreos representativos del producto a intervalos apropiados como acuerde el proveedor y el cliente. Las pruebas de calificación de productos se pueden realizar por el proveedor o por un laboratorio previo acuerdo del proveedor con el cliente.

3.2.1.

Los requerimientos analíticos de las pruebas de calificación de producto incluirán la determinación de todas las características limitantes de dióxido de carbono. Ver tabla 1.

3.2.2.

Puede haber niveles de riesgo de impurezas debido a compuestos hasta ahora desconocidos o no detectados en algunas fuentes de dióxido de carbono. El proveedor y el cliente pueden asignar niveles aceptables para estos compuestos potenciales. Además, las regulaciones establecidas y publicadas pueden usarse para definir niveles razonables y prudentes, tales como las Regulaciones Nacionales de agua potable Primario y Secundario (NPSDWR) y EC 315193 (6,7). El dióxido de carbono puede contener compuestos además de las enumeradas en la tabla 1 o hasta ahora desconocida o no detectadas en algunas fuentes de dióxido de carbono. Si cualquier análisis o la otra operación realizada por el proveedor o por un laboratorio en el curso normal de su tratamiento o manipulación de CO₂ indica la presencia de cualquier compuesto además de esos especialmente enumerados para el QVLIT aplicable, se recomienda que el proveedor llame al cliente para asignar un nivel razonable y prudente para estos compuestos.

Para cumplir con los requerimientos Generales del U. S. La farmacopea/Formulary Nacional (USPIVF) prueba apropiada para detectar la presencia de otras impurezas, que es inconsecuente con la práctica aplicable de fabricación o las buenas prácticas farmacéuticas, debería ser empleado además de las pruebas proveídas en el USP de monografía (8).

Tabla 3- Posibles trazas de nivel de impurezas por diversas fuentes (excluyendo agua y los gases del aire)

Table 3—Possible trace level impurities by source type (excluding air gases and water)

Component	Combustion	Wells/geo-thermal	Fermentation	Hydrogen or ammonia	Phosphate rock	Coal gasification	Ethylene oxide	Acid neutralization
Aldehydes	X	X	X	X		X	X	
Amines	X			X				
Benzene	X	X	X	X		X	X	X
Carbon monoxide	X	X	X	X	X	X	X	X
Carbonyl sulfide		X	X	X	X	X		X
Cycloaliphatic hydrocarbons	X	X		X		X	X	
Dimethyl sulfide		X	X		X	X		X
Ethanol	X	X	X	X		X	X	
Ether		X	X	X		X	X	
Ethyl acetate		X	X			X	X	
Ethyl benzene		X		X		X	X	
Ethylene oxide						X	X	
Halocarbons	X					X	X	
Hydrocyanic cyanide	X					X		
Hydrogen sulfide	X	X	X	X	X	X	X	X
Ketones	X	X	X	X		X	X	
Mercaptans	X	X	X	X	X	X	X	
Mercury	X					X		
Nitrogen oxide	X		X	X		X	X	X
Phosphine					X			
Radon		X			X			X
Sulfur dioxide	X	X	X	X	X	X		X
Toluene		X	X	X		X	X	
Vinyl chloride	X					X	X	
Volatile hydrocarbons	X	X	X	X		X	X	
Xylene		X	X	X		X	X	

NOTE—The source types are generic sources and there are variations in individual processes. Therefore, the supplier should assess whether or not all of the components listed are applicable to the actual plant.

3.2.2.1.

La publicación proporciona un método para calcular un nivel de impureza de la bebida en su nivel de concentración en el dióxido de carbono.

3.2.2.1.

Se ha reconocido que las trazas de impurezas se presentan en el dióxido de carbono y su asunción, para el propósito de cálculos, que son consumidos en bebidas. Los siguientes puntos de expansión adicional son:

Todas las impurezas en CO₂ líquido se asume que están presentes en el dióxido de carbono gaseoso.

Cuando el dióxido de carbono pasa a líquido, se asume que todas las impurezas se quedan en la solución y van a ser consumidas.

3.2.1.2.

Para determinar la contribución de una impureza en el dióxido de carbono utilizado para esta aplicación, se asume que se hace de la siguiente manera.

La concentración de dióxido de carbono absorbido en la bebida se basa en los volúmenes conocidos que burbujearon a través del líquido.

3.2.2.2.

Esta publicación proporciona una fórmula general para calcular las concentraciones de impurezas en la bebida.

3.2.2.2.1.

Un litro de dióxido de carbono es burbujeadado a través de un litro de líquido, o un volumen de dióxido de carbono es utilizado para carbonatar un volumen de líquido.

3.2.2.2.2.

Un volumen ocupado por 1 mol de cualquier sustancia en forma de gas o vapor (reducido a 0°C y 1 atmósfera/760 torr) es igual a 22.414 L.

3.2.2.2.3.

Un mol es un peso molecular de una sustancia expresada en gramos, por ejemplo, 1 mol de dióxido de carbono pesa 44.01 gramos, 1 mol de tolueno pesa 92.14 gramos.

Utilizando C como la concentración de una impureza (ppm(v/v) o uL/L) en dióxido de carbono y M como el peso molecular de esa impureza, la concentración de tal impureza (X mg/L) en la bebida es calculada por la siguiente fórmula:

$$C \text{ (ppm uL/L)} \times \frac{M}{22414} = X \text{ mg/L(ppm)}$$

3.3. Prueba para aprobación de Lote

Estos análisis son ejecutados en el dióxido de carbono en cisternas móviles, o una muestra, y estos son representativos de los lotes,

3.3.1.

La selección de apropiado lote de definición puede estar sujeta a regulaciones para algunos QVLs. Uno de los siguientes a ser utilizados es:

- ninguna cantidad específica o cualquier cantidad del dióxido de carbono acordado por el proveedor y el cliente.
- Todo el dióxido de carbono abastecido durante el período de contrato.
- Todo el dióxido de carbono abastecido o recipientes llenos durante un mes calendario;
- Todo el dióxido de carbono abastecido o recipientes llenados durante 7 días consecutivos,
- Todo el dióxido de carbono abastecido o recipientes llenados durante un periodo de veinticuatro horas consecutivos, los recipientes llenados durante un cambio continuo de trabajo.
- Todo el dióxido de carbono abastecido en un embarque;
- Todo el dióxido de carbono abastecido en una cisterna móvil.
- Todo el dióxido de carbono abastecido o recipientes llenos durante una secuencia continua de llenado.

3.3.2.

El número de muestras por lote tiene que estar en concordancia con uno de los siguientes:

- Una muestra por lote; o
- Cualquier número de muestreos previo acuerdo entre proveedor y cliente.

4. Muestreo

4.1. Volumen de la muestra

La cantidad de dióxido de carbono en un cilindro único de muestreo debería ser suficiente para realizar el análisis para todas las características limitantes con la excepción de la prueba de residuo no volátil, que puede realizarse desde una muestra separada. El cilindro de muestra llenado debe alcanzar temperatura ambiente antes de prueba. Para recipientes (cilindros) no refrigerados, la temperatura de cilindro al momento de muestreo debe por debajo de 87 °F (30.6°C) para asegurar el muestreo del líquido. Las muestras serán representativas del dióxido de carbono (9, 10).

ATENCIÓN: Por razones de seguridad, cilindros de prueba serán conformes con DOT o TC de regulaciones y no deben llenarse una cantidad mayor de 68% de su capacidad de agua por el peso, la densidad máxima de relleno permisible. La presión alta que puede resultar de sobrellenar un cilindro de muestra se muestra en la figura 1. La mínima presión de servicio que clasifica de los cilindros debe ser 1800 psig (12 410 kPa). Para requerimientos reguladores adicionales para el transporte de cilindros de muestra, ver el Código de Reguladores Federales, 49 CFR 100-180, reguladores Canadienses equivalentes, y CGA G-6, Dióxido de carbono)= (1,11).

4.2. Los muestreos gaseosos

Los muestreos gaseosos tomados desde del tope del cilindro o tanque no son representativos del CO₂ líquido y no puede usarse para determinar el QVL en la tabla 1.

4.3. Muestreos líquidos

Las muestras líquidas serán representativas del dióxido de carbono. Tener cuidado para obtener la muestra desde un punto que es representativo del líquido. Los vaporizadores, líneas de nivel líquido, y otro equipo que se conoce para acumular impurezas no debe usarse como un punto de muestreo. Las muestras pueden tomarse de un cilindro con una toma o dos tomas..

ATENCIÓN: Provea el adecuado dispositivo de alivio de presión (ver 6,5 1) para prevenir la ruptura hidrostática por líneas de llenado y cilindros de muestra sobrellenados

5. Procedimientos analíticos

5.1. Parámetros de análisis

Los parámetros para técnicas analíticas contenidos en esta sección son:

5.1.1.

Porcentaje (vlv) = separa por ciento de volumen.

5.1.2.

ppm (vlv) = separa por millones de volumen.

5.1.3.

ppm (wt/wt) = separa por millones del peso (sólo residuos no volátiles y aceite/grasa).

5.1.4.

El agua se expresa en ppm (v/v) o punto de rocío como grados Fahrenheit a una atmósfera de presión absoluta, 101kPa, abs (760 mmHg). Para convertir a otras unidades, ver tabla 4.

5.1.5.

El contenido total de hidrocarburo (THC), como el equivalente en metano, se define como el único átomo de carbono equivalente para los propósitos de esta especificación.

5.1.6.

El contenido total del sulfuro como el equivalente de sulfuro, se define como el único equivalente de átomo de sulfuro para los propósitos de esta especificación.

5.1.7.

La edición más reciente de USP/NF refiere a los requerimientos de prueba para el dióxido de carbono.

NOTA- Para cumplir con el procedimiento USP/NF , las pruebas se diseñan para reflejar la calidad de dióxido de carbono que está presente en recipientes previamente cerrados en las fases de vapor y fases líquidas (8).- Tomar las muestras para las pruebas liberando la menor cantidad posible de CO₂ purgando apropiadamente el aparato de muestreo.. Realizar las pruebas siguiendo la secuencia de la USP/NF (8).

5.1.8.

Los gases estándar de calibración que contienen los componentes gaseosos aplicables se pueden usar para calibrar los instrumentos que se usan para determinar los niveles de las características limitantes de dióxido de carbono.

Si el cliente lo requiere, la exactitud del equipo medidor usado para preparar estos estándares puede ser tratable con el Instituto Nacional de Estándar y Tecnología (NIST).

5.1.9.

El equipo analítico debe ser operado y adecuadamente calibrado según instrucciones del fabricante o con procedimientos validados por el usuario.

Tabla 4. Datos para conversión de humedad (12)

Punto de Rocío °F	Punto de Rocío °C	Contenido de Humedad ppm(v/v)	Contenido de Humedad Mg/L
-110	-78.9	<u>0.6</u>	<u>0.00051</u>
-105	-76.1	<u>1.0</u>	<u>0.00080</u>
-100	-73.3	<u>1.5</u>	<u>0.00121</u>
-95	-70.6	<u>2.3</u>	<u>0.00185</u>
-90	-67.8	<u>3.5</u>	<u>0.00281</u>
-85	-65.0	<u>5.3</u>	<u>0.00426</u>
-80	-65.0	<u>5.3</u>	<u>0.00627</u>
-75	-59.4	<u>11.4</u>	<u>0.00917</u>
-70	-56.7	<u>16.6</u>	<u>0.01335</u>
-65	-53.9	<u>23.6</u>	<u>0.01897</u>
-60	-51.1	<u>34.0</u>	<u>0.02734</u>
-55	-48.3	<u>48.0</u>	<u>0.03859</u>
-50	-45.6	<u>67</u>	<u>0.05387</u>
-45	-42.8	<u>92</u>	<u>0.07397</u>
-40	-40.0	<u>128</u>	<u>0.10291</u>
-35	-37.2	<u>174</u>	<u>0.13990</u>
-30	-34.4	<u>235</u>	<u>0.18894</u>
-25	-31.7	<u>317</u>	<u>0.25487</u>
-20	-28.9	<u>422</u>	<u>0.33929</u>
-15	-26.1	<u>560</u>	<u>0.45024</u>
-10	-23.3	<u>740</u>	<u>0.59496</u>
-5	-20.6	<u>970</u>	<u>0.77988</u>
0	-17.8	<u>1270</u>	<u>1.02108</u>

5.1.10.

Los cilindros de muestra alcanzarán temperaturas ambiente antes de tomar las muestras para el análisis.

5.1.11.

Los métodos analíticos no considerados en esta especificación son aceptables si hay un acuerdo entre acordados el proveedor y el cliente.

5.2. Pureza de dióxido de carbono

La pureza del dióxido de carbono será determinada por uno de los métodos siguientes:

5.2.1.

A través de absorción volumétrica (tipo Orsat).

5.2.2.

Determinar la cantidad de las impurezas agregadas usando los métodos en las secciones siguientes. El por ciento dióxido de carbono es el valor obtenido cuando esta cantidad, expresada en porcentaje (v/v), se le resta a 100%.

5.2.3.

Puede usarse un cromatógrafo de gases para determinar muchas de las características limitantes enumeradas en esta sección. Las técnicas apropiadas de concentración de impurezas pueden usarse. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración (ver 5.1.8). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.2.4. Por un espectrómetro de masa

Un espectrómetro de masa puede usarse para determinar varias de las características limitantes enumeradas en esta sección. Se pueden usar técnicas apropiadas de concentración de impurezas. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración. (ver 5.1.8). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.2.5.

Midiendo la diferencia de presión entre un cilindro estándar de control cargada y acreditado, para ser 99.9% y un cilindro muestra llenado desde un tanque de almacenamiento.

5.3. Contenido de Acetaldehído

El contenido de acetaldehído será determinado por uno de los métodos siguientes.

5.3.1.

A través de un aparato que emplea un tubo detector lleno de un color- reactivo químico. El grado de exactitud depende de la precisión, de las medidas y la capacidad analítica del tubo .

5.3.2.

Por cromatografía según 5.2.3.

5.4. Contenido de Amoníaco

El contenido de amoniaco será determinado por uno de los métodos siguientes:

5.4.1.

A través de un aparato que emplea un tubo detector lleno de un color- reactivo químico. El grado de exactitud depende de la precisión, de las medidas y la capacidad analítica del tubo

5.4.2.

A través de un analizador automatizado de químico húmedo específico para amoniaco.

El sistema tiene que ser calibrado a intervalos apropiados usando gas estándar de calibración (ver 5.1.8). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.4.3.

Por cromatografía según 5.2.3.

NOTA. – Gas estándar de calibración para el amoníaco son disponibles sólo con un gas inerte de balance.

5.4.4.

A través de un analizador de nitrógeno quimioluminiscente capaz de separar y detectar el total de nitrógeno.. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración (ver 5.1.8). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1..

5.4.5.

A través de un analizador infrarrojo equipado con celdas. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración (ver 5.1.8.) a una longitud de onda de aproximadamente 2.9 micrones (la longitud de onda característica de absorción para el amoníaco). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1

5.4.6.

Con un analizador que emplea espectrómetro de masa. El sistema tiene que ser calibrado a intervalos apropiados usando gas estándar de calibración (ver 5.1.8.). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1

5.5. Contenido de benceno

El contenido de benceno será determinado por uno de los métodos siguientes.

5.5.1.

A través de un aparato que emplea un tubo detector lleno de un color- reactivo químico. El grado de exactitud depende de la precisión, de las medidas y la capacidad analítica del tubo.

5.5.2.

Por cromatografía según 5.2.3.

5.6. Contenido de monóxido de carbono

El contenido de monóxido de carbono será determinado por uno de los métodos siguientes.

5.6.1.

A través de un aparato que emplea un tubo detector lleno de un color- reactivo químico. El grado de exactitud depende de la precisión, de las medidas y la capacidad analítica del tubo.

5.6.2.

A través de un analizador infrarrojo equipado con celdas. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración.(ver 5.1.8.), y analizadores infrarrojos de gases dispersos a una longitud de onda de aproximadamente 4.6 micrones (la absorción característica de longitud de onda para el monóxido de carbón). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.6.3.

Por un cromatógrafo de gas según 5.2.3

5.7. Contenido de Sulfuro de Carbonilo

El contenido de sulfuro de carbonilo será determinado por uno de los métodos siguientes:

5.7.1.

A través de un aparato que emplea un tubo detector lleno de un color- reactivo químico. El grado de exactitud depende de la precisión, de las medidas y la capacidad analítica del tubo.

5.7.2.

Por cromatografía según 5.2.3.

5.8. Contenido de cianuro de hidrógeno

El contenido de cianuro de hidrógeno será determinado por uno de los métodos siguientes:

5.8.1

A través de un aparato que emplea un tubo detector lleno de un color- reactivo químico. El grado de exactitud depende de la precisión, de las medidas y la capacidad analítica del tubo.

NOTA.- Algunos de los tubos de cianuro de hidrógeno brinda una indicación positiva falsa en presencia de agua.

5.8.2.

A través de un analizador infrarrojo equipado con celdas. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración (ver 5.1.8.) a una longitud de onda de aproximadamente 4.1 micrones (la absorción característica de longitud de onda para el cianuro de hidrógeno). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.9. Contenido de Sulfuro de Hidrógeno

El contenido de sulfuro de hidrógeno será determinado por uno de los métodos siguientes:

5.9.1

A través de un aparato que emplea un tubo detector lleno de un color- reactivo químico. El grado de exactitud depende de la precisión, de las medidas y la capacidad analítica del tubo

5.9.2.

A través de un analizador automatizado de químico húmedo específico para sulfuro de hidrógeno. El sistema tiene que ser calibrado a intervalos apropiados usando gas estándar de calibración (ver 5.1.8.). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.9.3.

A través de un analizador de celda de combustible específico para sulfuro de hidrógeno. El sistema tiene que ser calibrado a intervalos apropiados usando gas estándar de calibración (ver 5.1.8.). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.9.4.

Por cromatografía según 5.2.3.

5.9.5.

Por un analizador que emplea los principios de quimioluminiscencia: El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración (ver 5.1.8.). El rango usado no debe ser mayor de 10 veces la cantidad máxima especificada del sulfuro de hidrógeno. El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.10. Contenido de metanol

El contenido de metanol será determinado por uno de los métodos siguientes:

5.10.1.

Por cromatografía según 5.2.3.

5.10.2.

A través de un analizador infrarrojo de gas equipado con celdas. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración (ver 5.1.8.) a una longitud de onda de aproximadamente 3.5 micrones (la absorción característica longitud de onda para C-H estirando). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1

5.11. Contenido de Oxido Nítrico

El contenido óxido nítrico será determinado por uno de los métodos siguientes:

5.11.1.

A través de un aparato que emplea un tubo detector lleno de un color- reactivo químico. El grado de exactitud depende de la precisión, de las medidas y la capacidad analítica del tubo.

5.11.2.

A través de un analizador automatizado de químico húmedo específico para óxido nítrico. El sistema tiene que ser calibrado a intervalos apropiados usando gas estándar de calibración (ver 5.1.8.). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1

5.11.3.

Por un analizador que emplea los principios de quimioluminiscencia.: El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración (ver 5.1.8.).El rango usado no debe ser mayor de 10 veces la cantidad máxima especificada del óxido nítrico. El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.11.4.

Por un analizador que emplea espectrómetro de masa El sistema tiene que ser calibrado a intervalos apropiados usando gas estándar de calibración (ver 5.1.8.) El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.12. Contenido de dióxido de nitrógeno

El contenido dióxido de nitrógeno será determinado por uno de los métodos siguientes:

5.12.1.

A través de un aparato que emplea un tubo detector lleno de un color- reactivo químico. El grado de exactitud depende de la precisión, de las medidas y la capacidad analítica del tubo..

5.12.2.

A través de un analizador automatizado de químico húmedo específico para dióxido de nitrógeno. El sistema tiene que ser calibrado a intervalos apropiados usando gas estándar de calibración (ver 5.1.8.). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.12.3.

Por un analizador que emplea los principios de quimioluminiscencia. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración. (ver 5.1.8.). El rango usado no debe ser mayor de 10 veces la cantidad máxima especificada del dióxido de nitrógeno. El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.12.4.

A través de un analizador infrarrojo de gas equipado con celdas. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración. (ver 5.1.8.) a una longitud de onda de aproximadamente 3.5 micrones (la absorción característica de longitud de onda para el dióxido de nitrógeno). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.12.5.

Por un analizador que emplea espectrómetro de masa. El sistema tiene que ser calibrado a intervalos apropiados usando gas estándar de calibración. El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.13. Contenido de residuo no volátil

El contenido de residuo no volátil será determinado por uno de los siguientes métodos gravimétricos.

5.13.1.

Juntando una cantidad conocida de muestra de CO₂ líquido de un tanque de almacenamiento o un cilindro de muestra, en ambos casos, nieve de CO₂. La nieve de dióxido de carbón se permite que sublime completamente en una manera de impedir contaminación ambiental. El residuo se transfiere a un solvente apropiado libre de residuos hacia un vidrio para muestras limpio de peso conocido u otro receptáculo apropiado y el solvente que se dejó evaporar hasta que el receptáculo

esté al peso constante. Use calefacción suave u otros medios apropiados para quitar los últimos rastros de solvente o humedad. El peso de residuo es determinado por la diferencia.

5.13.2.

El recipiente de muestreo que contiene el muestreo se pesa, luego el gas se libera a través de un orificio pequeño. El recipiente vacío se calienta a la temperatura ambiente y se pesa nuevamente y el tamaño del muestreo se determinada por la diferencia. La válvula de recipiente se quita y el interior del recipiente se enjuaga con un solvente libre de residuos.. La solución enjuagada se filtra a un vidrio para muestras previamente pesado u otro receptáculo apropiado y el solvente que se dejó evaporar hasta que el receptáculo esté al peso constante. Use calefacción suave u otros medios apropiados para quitar los últimos rastros de solvente o humedad. El peso de residuo es determinado por diferencia.

5.13.3.

Juntando una cantidad conocida de una muestra de CO₂ sólido del interior de un bloque sólido o el interior de un lote de partículas sólidas. El sólido de dióxido de carbono se deja sublimar completamente en una manera de impedir contaminación ambiental. Transfiera el residuo con un solvente libre de residuos hacia un vidrio para muestras limpio u otro receptáculo apropiado y el solvente que se deja evaporar hasta que el receptáculo esté al peso constante. Use calefacción suave u otros medios apropiados para quitar los últimos rastros de solvente o humedad. El peso de residuo es determinado por diferencia.

5.14. Olor/gusto

Debido a que el CO₂ es clasificado por OSHA y otros como un compuesto tóxico, su olor no será determinado por la inhalación directa. Vea CGA G-6, Dióxido de Carbono, para más información sobre las propiedades tóxicas del dióxido de carbono (1 I). El olor será determinado por uno de los métodos siguientes:

5.14.1.

Burbujee aproximadamente 500ml. dióxido de carbono desde la fase líquida del recipiente mediante 250ml de agua destilada fresca en un frasco Erlenmeyer. Deje reposar por 15 minutos. Cuidadosamente oler el espacio gaseoso arriba del agua en el frasco para detectar la presencia de cualquier “extraño olor”. El agua puede probarse cuidadosamente si se desea.

ATENCIÓN.- Al realizar la prueba de olor, no inhale profundamente. Interrumpa el “olfateo” de cualquier gas al primer indicio de irritación de las fosas nasales, vértigo o malestar físico. Interrumpa la prueba de olor de dióxido de carbono si la respiración se acelera.

5.14.2.

Expanda el CO₂ líquido en un paño limpio para juntar nieve de dióxido de carbono. Ponga la nieve en un frasco erlenmeyer que contiene agua destilada fría. Cuando toda la nieve ha sublimado, huela cuidadosamente el vapor que está encima del agua para identificar cualquier olor extraño.

5.14.3.

El olor de una muestra de hielo seco cortando desde un bloque sólido o del líquido expandido, puede ser probado permitiendo que una capa escarcha se forma sobre el sólido mientras esté expuesto al aire en un área libre de olores. Junta la escarcha en un paño seco limpio y déjelo derretir, cuidadosamente olfatear, mientras se derrite.

5.15. Contenido de Grasa/Aceite

El contenido de grasa/aceite será determinado por uno de los métodos siguientes:

5.15.1.

A través de una variedad de métodos gravimétricos disponibles (ver 5.13).

5.15.2.

A través de análisis infrarrojo.

5.16. Contenido de Oxígeno

El contenido de oxígeno será determinado por uno de los métodos siguientes:

5.16.1.

Por un analizador electroquímico que contiene electrolito sólido o acuoso. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración (ver 5.1.8) o internamente según la ley de Faraday. El rango no será mayor de 10 veces el contenido máximo de oxígeno especificado. El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.16.2.

Por cromatografía según 5.2.3.

5.16.3.

Con un espectrómetro de masa capaz de detectar y separar O₂. El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración. (ver 5.1.8.).

5.17. Contenido de fosfina

El contenido de fosfina será determinado por uno de los métodos siguientes.

5.17.1.

A través de un aparato que emplea un tubo detector lleno de un color- reactivo químico. El grado de exactitud depende de la precisión, de las medidas y la capacidad analítica del tubo.

5.17.2.

Por cromatografía según 5.2.3.

5.17.3.

A través de un analizador infrarrojo de gas equipado con celdas. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración (ver 5.1.8.) a una longitud de onda de aproximadamente 4.2 micrones (la absorción característica de longitud de onda para fosfina). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.18. Contenido de dióxido de azufre

El contenido dióxido de azufre será determinado por uno de los métodos siguientes.

5.18.1.

A través de un aparato que emplea un tubo detector lleno de un color- reactivo químico. El grado de exactitud depende de la precisión, de las medidas y la capacidad analítica del tubo.

5.18.2.

A través de un analizador automatizado de químico húmedo específico para dióxido de azufre. El sistema tiene que ser calibrado a intervalos apropiados usando gas estándar de calibración (ver 5.1.8.). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1

5.18.3.

Por cromatografía según 5.2.3.

5.18.4.

A través de un analizador infrarrojo de gas equipado con celdas. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración (ver 5.1.8.) a una longitud de onda de aproximadamente 7.3 micrones (la absorción característica de longitud de onda para el dióxido de azufre). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.18.5.

Por un analizador que emplea espectrómetro de masa. El sistema tiene que ser calibrado a intervalos apropiados usando gas estándar de calibración (ver 5.1.8.). A través de un analizador infrarrojo de gas equipado con celdas.

5.18.6.

Con un analizador de SO₂ capaz de detectar el total de dióxido de azufre. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración (ver 5.1.8.). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1

5.19. Contenido total de hidrocarburo (THC)

El contenido total (volátil) el contenido de hidrocarburo (como metano) será determinado por uno de los métodos siguientes:

5.19.1.

Con un analizador de flama ionizante. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración teniendo un balance de dióxido de carbón (ver 5.1.8). El rango no debe ser mayor de 10 veces el contenido especificado del contenido total máximo específico expresado como metano. El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.19.2

A través de un analizador infrarrojo de gas equipado con celdas. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración (ver 5.1.8.) a una longitud de onda de aproximadamente 3.5 micrones, la absorción característica de longitud de onda para C-H estirando. El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.19.3

Por un espectrómetro de masa capaz de separar y detectar hidrocarburos del dióxido de carbono. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración (ver 5.1.8.). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.20. Contenido total de Azufre

El contenido total de azufre (como el sulfuro) será determinado por uno de los métodos siguientes:

5.20.1.

A través de un analizador automatizado de químico húmedo específico para azufre. El sistema tiene que ser calibrado a intervalos apropiados usando gas estándar de calibración (ver 5.1.8.). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.20.2.

Con un analizador de celda de comestible específico para azufre. El sistema tiene que ser calibrado a intervalos apropiados usando gas estándar de calibración (ver 5.1.8.). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.20.3.

Por un analizador fluorescente de azufre capaz de detectar el total de azufre. El analizador debe ser calibrado a intervalos apropiados usando gases estándar de calibración (ven 5.1.8.). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.20.4.

Por cromatografía según 5.2.3.

5.21. Contenido de humedad

El contenido de humedad será determinado por uno de los métodos siguientes:

5.21.1.

A través de un aparato que emplea un tubo detector lleno de un color- reactivo químico. El grado de exactitud depende de la precisión, de las medidas y la capacidad analítica del tubo

5.21.2.

Con un higrómetro que tenga un indicador graduado en ppm (v/v) sobre un rango que no es mayor de 10 veces el contenido de humedad máximo especificado. El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.21.3.

Con un analizador de punto de rocío en que la temperatura de superficie se mide al momento en que la condensación de humedad comienza a formar (ver tabla 4). El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.21.4.

Con un higrómetro de cuarzo oscilante. El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

5.21.5.

Con un analizador con condensador metálico en un rango no mayor de 10 veces el contenido especificado de humedad máxima. El analizador se operará de una manera que se obtenga las medidas exactas de la característica limitante, tal como está definido en la tabla 1.

6. Recipientes

6.1. Recipientes de dióxido de carbón

Los recipientes de dióxido de carbono para el transporte cumplirán con las regulaciones de la autoridad competente.

6.1.1.

En los Estados Unidos, las regulaciones DOT define la manera en que los recipientes serán fabricados, mantenidas, llenadas, envasadas, marcadas y embarcadas. Vea Código Regulaciones Federales, 49 CFR 100-1 80, y CGA C-7, Guía para la Preparación de Marca y Etiquetado Preventivos de Recipientes Comprimidos de Gas (1, 13).

6.1.2.

En Canadá se aplicarán las Regulaciones de Transporte de Bienes Peligrosos

6.2. Preparación de recipiente

La calidad del dióxido de carbono en un recipiente depende de la calidad de la fuente de dióxido de carbono y la condición del recipiente antes de llenar. La preparación del equipo de traslado y recipiente será adecuada para asegurar que los contenidos de recipiente cumpla el QVL requerido de dióxido de carbono.

6.3. Llenado del recipiente

Para llenar cilindros, ver CGA G-6,3, llenado de cilindro de Dióxido de Carbono y Procedimientos de Manipulación para plantas de bebidas (141). Para llenar otros recipientes, ver CGA G-6.4, Traslado seguro de CO₂ licuado a baja temperatura en cisternas, tanques y tractos.

6.4. Dióxido de carbono (USP)

El dióxido de carbono señalado como USP se clasifica como una medicina y debe marcarse según regulaciones apropiadas de alimentos y medicinas.

6.4.1.

En los Estados Unidos, el dióxido de carbono (USP) debe cumplir con el Acta Federal de Alimentos, medicina, cosmético tal cual la administración de Medicinas y Alimentos (FDA) en el Código de Regulaciones Federales, 21 CFR Sección 200-21.1, y la Directiva de Gases Médicos Comprimidos (16, 171).

6.4.2.

En el Canadá, el dióxido de carbono (USP) debe fabricarse, llenarse y manejarse según el Acta de regulación de Alimentos y bebidas de Canadá de Salud (HC) y las Normas Generales Canadienses (CGSB) 24.2-M86, Identificación de Recipientes de gases Medicinales, Tuberías, y Válvulas (18, 19).

6.4.3.

La preparación de recipientes estará según una técnica aceptable, incluyendo la evacuación, la limpieza, secado, y purgando para asegurar los recipientes, sellos, y las otras partes componente son apropiadas para su uso destinado. Esto es, los recipientes deben estar dispuestos de tal manera que no reaccionen, aumenten o absorban a un nivel que afecte la identidad, fortaleza, calidad, o pureza del dióxido de carbono y debe proporcionar protección adecuada contra el deterioro o contaminación del dióxido de carbono.

6.5. Válvulas de recipientes de dióxido de carbono

La conexión de salida de válvula debe estar conforme normas reconocidas tal como ANSI/CGA V-1, Conexiones de válvulas de entrada y salida de Cilindros de gases Comprimidos (201. Se reconoce que puede existir no encontrados en ANSI/CGA V-1.. Si un usuario escoge tal conexión, debe tomarse el cuidado extremo para asegurar que tales conexiones no cruzan conectan con conexiones existentes en ANSI/CGA V-1 y que ellos se han diseñado adecuadamente para el gas destinado servicio y presión.

6.5.1.

Los dispositivos de desagravio de presión sobre válvulas de cilindro sobre el carbón, los cilindros de dióxido conformarán a CGA S-1.1, Dispositivo de Desagravio de Presión Standard- Part 1-Cilindros para Gases Comprimidos (21).

6.5.2.

Las válvulas de alivio de las válvulas de los tanques de CO₂ deben estar conforme con la CGA S-1.2, Estándar de válvulas de alivio --Parte 1- tanques para Gases Comprimidos (22).

6.5.3.

Las válvulas de alivio en tanques cisternas de CO₂ debe estar de acuerdo a CGA S-1.3, Estándar de válvulas de alivio – Parte 3 – Tanques cisternas para gases comprimidos

7. Datos suplementarios

7.1. Datos de temperatura y presión

Un diagrama de presión – temperatura que muestra la presión en un cilindro lleno con dióxido de carbón a diversos porcentajes de su capacidad de agua se ilustra en la figura 1.

7.2. Datos de conversión de humedad

El agua/el punto de rocío se expresa en ppm (v/v) o los grados Fahrenheit a una de atmósfera de presión absoluta, 101 kPa, abs (760 mm Hg). Para convertir a otras unidades, use tabla 4.

8. Referencias

A menos que se especifiquen otros puntos, en las últimas ediciones se aplicarán:

[1] Code of Federal Regulations, Title 49 CFR Parts 100-1 80 (Transportation), Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

[2] Transportation of Dangerous Goods Regulations, Canadian Communications Group, Publications Centre, Ordering Department, Ottawa, ON KIA OS9 CANADA.

<http://www.tc.ca/actsregs/TDG/English/part-i.html>.

[3] ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1 American Society Of Mechanical Engineers, 3 Park Av., New York, NY 100 1 6.

[4] CGA P-11, Metric Practice Guide for the Compressed Gas industry, Compressed Gas Association, Inc, 4221 Walney Rd., 5th Floor, Chantilly, VA 20151.

[5] CGA G-6.5, Standard for Small Stationary Low Pressure Carbon Dioxide Systems, - Compressed Gas Association, Inc., 4221 Walney Rd., 5th Floor, Chantilly, VA 20151.

[6] National Primary Drinking Water Standards, EPA 810-F-94-001, <http://www.epa.gov/natlibra/ois.hmt>

[7] EEC Directive 315193 EC, [http-. Huserpage.chemie.fu-berlin.de/ladressesenleu.html](http://www.huserpage.chemie.fu-berlin.de/ladressesenleu.html)

[8] U. S. Pharmacopia National Formulary (USPINF), United States Pharmacopeia, Customer Service Dep., 12601 Twinbrook Parkway, Rockville, MD 20852.

[9] Code of Federal Regulations, Title 29 CFR Part 1910 (OSHA), Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office. Washington, DC 20402.

- [10] Threshold Limit Values (TLVS ®) and Biological Exposure Indices (BELs®), American Conference of Governmental Industrial Hygienist, 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH 45240.
- [11] CGA G-6, Carbon Dioxide, Compressed Gas Association, Inc., 4221 Walney Rd., 5th Floor, Chantilly, VA 20151.
- [12] CGA C-7, Guide to the Preparation of Precautionary Labeling and Marking of Compressed Gas Containers, Compressed Gas Association, Inc., 4221 Walney Rd., 5th Floor, Chantilly, VA 20151.
- [13] CGA G-6.3, Carbon Dioxide Cylinder Filling and Handling Procedures, Compressed Gas Association, Inc., 4221 Walney Rd., 5th Floor, Chantilly, VA 20151.
- [14] CGA G-6.4, Sale Transfer of Low Pressure Liquefied Carbon Dioxide in Cargo Tanks, Tank Cars, and Portable Containers, Compressed Gas Association, Inc., 4221 Walney Rd., 5th Floor, Chantilly, VA 20151.
- [15] Code of Federal Regulations, Title 21 CFR Parts 200-211 (Food and Drug Administration), Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.
- [16] Compressed Medical Gases Guideline, U.S. Food and Drug Administration, Division of Drug Quality Compliance, Room 9B-09, 5600 Fishers Lane, Rockville, MD 20857.
- [17] Food and Drugs Act and Regulations, (Health Canada) Canadian Government Publishing, Public Works and Government Services Canada, Ottawa, ON KIA OS9 CANADA
http://www.hc-sc.gc.ca/foof-alimentlenglish/publications/acts-and-regulations/foof_and-drugs_actsl
- [18] CGSB-24.2-M86, Identification of Medical Gas Containers, Pipelines, and Valves, Canadian General Standards Board (CGSB) Sales Center, Ottawa, ON KIA IG6 CGSB CANADA. <http://www.pwgsc.gc.ca/cgbsbltextlinfo-e.html>
- [19] CGA V-1 Compressed Gas Association Standard for Compressed gas Cylinder Valve Outlet and Inlet Connections, Compressed Gas Association, Inc., 4221 Walney Rd., 5th floor, Chantilly, VA 20151

- [20] CGA S-1.1 Pressure Relief Device Standards-Part 1-Cylinders for Compressed Gases, Compressed Gas Association, Inc, 4221 Walney Rd., 5th floor, Chantilly, VA 20151
- [21] CGA S-1.2 Pressure Relief Device Standards-Part 2-Cargo and Portable Tanks for Compressed Gases, Compressed Gas Association, Inc, 4221 Walney Rd., 5th floor, Chantilly, VA 20151
- [22] CGA S-1.3 Pressure Relief Device Standards-Part 3-Stationary Storage Containers for Compressed Gases, Compressed Gas Association, Inc, 4221 Walney Rd., 5th floor, Chantilly, VA 20151
- [23] Wexler, A., "Vapor Pressure Formulation for ice". The Journal of Research of the National Bureau of Standards-A. Physics and Chemistry, Vol. 81a, No. 1, January-February 1977, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD 20899.

**ANEXO IX. HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL
CO₂**

Dióxido de Carbono (CAS -124-38-9) UN 1013 (Gas) UN 2187 (Líquido) UN 1845 (Hielo Seco)	\geq 99.9%	No hay límites específicos para Dióxido de Carbono. El nivel de Oxígeno se debe mantener por encima de 19.5% y por debajo de 23.5%
Impurezas Máximas	$< 0.1 \%$	Ninguna de las impurezas en esta mezcla contribuye significativamente a los peligros asociados con éste producto. Toda la información sobre los peligros pertinentes a éste producto se han suplido en este Material Safety Data Sheet, como lo requiere la norma de Comunicación de Peligros OSHA (OSHA Hazard Communication Standard 29 CFR 1910.1200).

NE = No Establecido C = Límite máximo.

3- IDENTIFICACION DEL PELIGRO

RESUMEN DE EMERGENCIA: Dióxido de Carbono es un gas incoloro que no tiene olor o un líquido incoloro, inodoro en un envase bajo presión. Sobreexponerse a Dióxido de Carbono puede aumentar el grado de la respiración y de los latidos del corazón, posiblemente causando insuficiencia circulatoria, la cual puede resultar en coma o muerte. A concentraciones entre 2 y 10%, Dióxido de Carbono puede causar náusea, mareo, dolor de cabeza. El riesgo más grave a la salud asociado con escapes de este gas es asfixia por desplazamiento de oxígeno.

SÍNTOMAS DE SOBREEXPOSICIÓN A TRAVÉS DE LA RUTA DE EXPOSICION: La ruta más significativa de sobre exposición al gas es por inhalación, contacto con la piel y los ojos. Síntomas de tal exposición son los siguientes:

INHALACION: Dióxido de Carbono es un asfixiante y un poderoso vasodilatador cerebral. Si la concentración de Dióxido de Carbono alcanza el 10% o mas, sofocación puede ocurrir en minutos. A concentraciones entre 2 y 10%, Dióxido de Carbono puede causar náusea, mareo, dolor de cabeza, confusión mental, aumento de la presión sanguínea y del grado de respiración. Inicialmente, Dióxido de Carbono estimula la respiración y luego causa depresión de la respiración. Concentraciones altas resultan en narcosis. Inhalar repetidamente concentraciones

bajas (3-5%) ha causado daños permanentes. Síntomas en humanos son los siguientes:

CONCENTRACION	EFECTO
1%	Aumento ligero del grado de respiración.
2%	Aumento del grado de respiración hasta 50% más de lo normal. Exposición prolongada puede causar dolor de cabeza y cansancio.
3%	Grado de respiración aumenta el doble de lo normal y es laboriosa. Efectos narcóticos ligeros. Audición impedida, dolor de cabeza, aumenta la presión sanguínea y el pulso.
4-5%	Aumenta la respiración hasta aproximadamente cuatro veces el grado normal, síntomas de intoxicación son aparentes y se siente sensación de ahogo.
5-10%	Se aprecia un olor fuerte característico. Respiración laboriosa, dolor de cabeza, impedimento visual y chillido en los oídos. El juicio puede ser impedido, seguido en minutos por pérdida de conocimiento.
50-100%	Pérdida de conocimiento ocurre más rápido cuando la concentración está por encima del 10%. Exposición prolongada a concentraciones altas puede eventualmente causar muerte por asfixie.

Altas concentraciones de este gas también pueden causar un ambiente deficiente en oxígeno. Sin embargo, las propiedades asfixiantes de Dióxido de Carbono serán alcanzadas antes que el factor de deficiencia de oxígeno.

CONTACTO CON LA PIEL U OJOS: Contacto del gas frío con la piel puede causar quemaduras por el frío de la piel o causar dermatitis (piel roja, agrietada e irritada), dependiendo de la concentración y duración de la exposición. Contacto con el gas frío o hielo seco sólido con los ojos puede causar dolor, enrojecimiento, quemaduras y, en exposiciones severas, puede causar ceguera.

OTROS EFECTOS POTENCIALES A LA SALUD: Síntomas de quemaduras causadas por el frío incluyen, cambio en el color de la piel a blanco o gris-amarillento. El dolor después del contacto con el gas frío se alivia ligero. Humedad en el aire puede causar la formación del ácido carbónico, el cual puede irritar los ojos.

EFFECTOS A LA SALUD O RIESGOS AL EXPONERSE: Una explicación sencilla. Sobreexponerse a Dióxido de Carbono puede causar los siguientes efectos a la salud:

AGUDO: Dióxido de Carbono es un asfixiante y un poderoso vasodilatador cerebral. Inhalar grandes cantidades puede causar insuficiencia circulatoria, lo cual puede llevar a coma o puede ser mortal. A concentraciones bajas, inhalar Dióxido de Carbono puede causar náusea, mareo, disturbios visuales, temblores, dolor de cabeza, confusión mental, sudor, aumento del latido del corazón, presión

sanguínea elevada y aumento del grado de respiración. Altas concentraciones de este gas en el aire puede causar irritación de los ojos. Contacto con los ojos puede causar daño de las células de la retina.

CRONICO: No hay ningún efecto adverso a la salud conocida asociado con exposiciones crónicas a este gas.

ORGANO BLANDO: Sistema respiratorio, sistema nervioso central, ojos.

IV- MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

AUXILIADORES NO DEBEN TRATAR DE RESCATAR A VICTIMAS DE EXPOSICION A ESTE PRODUCTO SIN PROTECCION PERSONAL ADECUADA.

Como mínimo debe ser usado, un aparato de respiración autosuficiente.

Remueva la victima(s) al aire fresco, lo más pronto posible. Solo personal profesionalmente entrenado debe suministrar ayuda médica como la resucitación cardio-pulmonar y/o oxígeno suplemental, si es necesario.

EXPOSICION DE LA PIEL: Remueva cualquier ropa que impida la circulación al área congelada. No frote la parte congelada, pues esto puede causar daño al tejido. Cuando sea práctico, ponga las partes afectadas en agua tibia con temperatura que no exceda 105°F (40°C). **NUNCA USE AGUA CALIENTE. NUNCA USE CALOR SECO.** Si el área de la quemadura causada por frío es extensa, quítele la ropa mientras se baña en agua tibia. Otra alternativa, si los dedos o manos son quemados por el frío, ponga la parte afectada bajo las axilas. Dígale a la víctima que ejercite la parte afectada mientras se esté calentando. Busque ayuda médica inmediatamente.

Tejido congelado no causa dolor y tiene una apariencia parecida a cera, posiblemente amarillenta. Tejido congelado se hincha y es susceptible a infecciones cuando se descongela. Si la parte congelada se ha descongelado antes que llegue atención medica, cubra el área con vendaje estéril y alguna cubierta protectora.

EXPOSICION DE LOS OJOS: Si se desarrolla irritación de los ojos después de exposición al gas, abra los ojos de la víctima bajo agua corriente. Use fuerza suficiente para mantener los ojos abiertos. Dígale a la victima que de vuelta a los ojos. El tiempo mínimo de enjuague es por 15 minutos. Busque asistencia médica inmediatamente, preferiblemente un oftalmólogo.

Victima(s) deben buscar atención médica. Lleve una copia de la etiqueta y de esta Hoja de datos de Seguridad del Producto (MSDS) al médico o a la ayuda profesional con la víctima(s).

V- MEDIDAS PARA COMBATIR INCENDIOS

PUNTO DE INFLAMACIÓN : No aplica.

TEMPERATURA DE AUTOIGNICION : No aplica

LIMITES DE INFLAMABILIDAD EN EL AIRE (% de volumen en el aire):	Inferior (LEL) : No aplica.
	Superior (UEL): No aplica.

MATERIALES EXTINGUIDORES DE INCENDIOS: Dióxido de Carbono es comúnmente usado como un agente extinguidor de fuegos clase B y clase C. Use extintores de fuegos apropiados para fuegos en la cercanía.

RIESGOS INUSUALES DE INCENDIO Y EXPLOSION: Dióxido de Carbono no arde; sin embargo, envases, cuando son expuestos a incendios, pueden romperse o estallar con el calor del fuego. Polvos de varios metales reactivos (tales como magnesio, zircón, mezclas de titanio), enciende fácilmente y explotan en la presencia de Dióxido de Carbono. En la presencia de humedad, óxido de cesio se enciende al contacto con Dióxido de Carbono.

Acetiluros metálicos o hidruros también se encienden o explotan.

Dióxido de Carbono líquido se vaporiza rápido cuando se derrama accidentalmente, formando una nube de vapor deficiente en oxígeno. En adición, si grandes cantidades de Dióxido de Carbono están presentes, el vapor de agua en el aire alrededor se condensará, creando neblina densa. Evacue el área; la visibilidad puede ser obstruida por la nube de vapor, haciendo difícil encontrar la salida de emergencia y el equipo. Presión en un envase de alta presión puede aumentar con el calor puede rompiéndose si dispositivos de seguridad no funcionan. Contacto con Dióxido de Carbono frío, gaseoso o sólido puede causar quemaduras por el frío.

Sensibilidad de Explosión a un impacto mecánico: No es sensitivo.

Sensibilidad de Explosión a una Descarga Eléctrica: No es sensitivo.

PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA COMBATIR INCENDIOS:

Bomberos o auxiliares deben tener equipo de protección completo y un aparato de respiración autosuficiente.

VI- EN CASO DE UN DERRAME ACCIDENTAL

RESPONDER A UN ESCAPE: Evacué el área inmediatamente. Escapes sin control deben ser respondidos por personal profesionalmente entrenado usando un procedimiento establecido previamente. Equipo protector apropiado debe ser usado. En caso de un escape, despeje el área afectada, proteja a la gente, elimine fuentes de ignición, y responda con personal entrenado. Protección adecuada contra incendios se debe proveer.

Equipo de protección personal mínimo debe ser **Nivel B: ropa resistente a fuego, guantes insulados o de cuero y un aparato de respiración autosuficiente.**

Localice y selle la fuente del escape antes de entrar al área. Permita que el gas, el cual es más pesado que el aire se disipe. Monitoree los alrededores para el nivel de Dióxido de Carbono y de oxígeno. El nivel de Dióxido de Carbono debe estar por debajo de 3%, y la atmósfera debe tener por lo menos 19.5 % de oxígeno

antes de dejar al personal dentro del área sin un aparato de respiración autosuficiente.

RESPONDER A UN ESCAPE DE LÍQUIDO BAJO PRESION: Evacue el área afectada. Luego de la formación del gas, siga las instrucciones anteriores. Si personal de emergencia tiene que entrar en el área, aparato de respiración autosuficiente, guantes insulados o de cuero y deben ser usados zapatos de seguridad.

Si hay un escape incidental en el cilindro o la válvula, póngase en contacto con su proveedor. Tecnogas S.A.

VII- MANEJO Y USO

HABITOS DE TRABAJO Y DE HIGIENE: Esté pendiente de cualquier mareo o fatiga; exposiciones a concentraciones fatales a este producto pueden ocurrir sin ningún síntoma.

ALMACENAMIENTO Y PRÁCTICAS DE USO: Cilindros deben ser almacenados y firmemente sujetos para prevenir que se caigan o se tropiecen. Los cilindros pueden ser almacenados al descubierto, pero en tal caso, deben ser protegidos contra la intemperie y de la humedad del piso para prevenir que se enmohezcan. Los cilindros deben ser almacenados en áreas secas y bien ventiladas, alejadas de fuentes de calor, ignición y de la luz solar directa. Mantenga el área del almacén limpio de materiales que se quemén. No permita la temperatura del almacén de los cilindros que exceda 52°C (125°F). Almacene lejos de áreas con mucho tráfico y de salidas de emergencia.

Almacene lejos de áreas de procesamiento y de producción, alejado de ascensores, y de salidas de edificio y de cuartos y de pasillos principales que lleven a salidas. Proteja los cilindros contra daño físico. Mantenga alejado de materiales incompatibles (refiérase a la sección X, Reactividad y Estabilidad)

Envases de almacenaje y equipo no deben estar localizados debajo de la superficie ni en áreas encerradas, al menos que estén diseñados para mantener la concentración de Dióxido de Carbono por debajo del TLV (TLV = 5000 ppm) en caso de derrame. Válvulas de seguridad deben ventilar a una localización externa con mucha ventilación.

Considere instalar equipo para detectar escapes y alarmas en las áreas de almacenaje y uso.

Use válvulas de seguridad o trampas en la línea de descarga para prevenir refluo peligroso hacia el cilindro. Nunca manipule indebidamente los dispositivos de escape de emergencia y los cilindros.

Mantenga la cantidad mínima necesaria. Cilindros llenos y vacíos deben ser separados. Use sistema de inventario que use el primero que llevo, primero que sale, para prevenir que los envases llenos sean almacenados por largo periodo.

PRECAUCIONES ESPECIALES PARA EL MANEJO DE CILINDROS CON GAS: Gases comprimidos representan un peligro grave. Las siguientes reglas aplican en situaciones de trabajo en los cuales cilindros de gases son usados.

Antes de Uso:

- Mueva los cilindros con un carrito de mano apropiado. No arrastre, ruede o deslice los cilindros.
- No permita que el cilindro se le caiga, ni deje que tropiece el uno con el otro. Sujete los cilindros firmemente.
- Deje la tapa protectora en posición (cuando sea proveída) hasta que el cilindro esté listo para usarse.

Durante su Uso:

- Use ajustadores designadas por CGA. **No use adaptadores.** No caliente el cilindro de ninguna manera para aumentar el grado de descarga del producto en el cilindro.
- No use aceite o grasa en los ajustadores o en el equipo de manejo de gas. Inspeccione el sistema para escapes usando una solución para detectar escapes, nunca con una llama. Póngase en contacto inmediatamente con el suplidor si tiene problemas operando las válvulas del cilindro.
- Jamás encaje un objeto (por ejemplo alicate, destornillador, palanca, etc.) en las aberturas de la tapa de la válvula. Esto puede dañar la válvula, causando un escape. Use un alicate ajustable para quitar las tapas apretadas o enmohecidas.
- Nunca ponga el cilindro como parte de un circuito eléctrico.

Después de Uso:

- Cierre la válvula principal del cilindro.
- Cierre firmemente las válvulas.
- Ponga de nuevo la tapa protectora de la válvula.
- Marque los cilindros vacíos como “VACIO”.

**PRECAUCIONES ESPECIALES PARA EL MANEJO DE ENVASES
BAJO PRESIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO**

LÍQUIDO: Líquidos fríos pueden presentar peligro grave. Nunca permita que cualquier parte del cuerpo sin protección toque la tubería sin insulación que contenga líquido frío. El frío extremo del metal causará que la piel húmeda se adhiera y se rompa cuando trate de despegarla. Las siguientes reglas aplican a situaciones de trabajo en la cual se usan envases con líquido.

Inspeccione toda manguera y equipo de transferir antes de llenarlo con el líquido. Cambie cualquier manguera rota o muy usada antes de uso. **El Dióxido de Carbono líquido es extremadamente frío y está bajo presión.**

Un escape de **Dióxido de Carbono** resultará en la formación de partículas de “hielo seco”, las cuales serán expulsadas con fuerza del sistema, posiblemente causándole daño al operador. Un fallo de manguera puede resultar en derrame de grandes cantidades de **Dióxido de Carbono** y movimiento violento de la manguera y/o equipo asociado, lo cual puede causar daños severos o muerte.

Se debe tomar cuidado especial cuando se desconecta la manguera hasta que pierda presión.

Soltar el contenido de líneas llenas de líquido a la presión atmosférica puede resultar en la formación de un tapón de hielo seco sólido en la línea.

Envases de alta presión para productos líquidos tienen dispositivos de seguridad para controlar la presión interna. Bajo condiciones normales, estos envases ventilan periódicamente una pequeña cantidad del producto. Algunos metales, tales como acero de carbono, pueden ponerse frágiles a temperaturas bajas y se rompen fácilmente. No contenga líquido en sistemas cerrados o en tuberías sin dispositivos de seguridad.

NOTA: Cierre las válvulas después de uso y cuando este vacío.

CONEXIONES DE VALVULAS ESTANDARD: Use la conexión apropiada CGA.

HABITOS DE PROTECCION DURANTE EL MANTENIMIENTO DE EQUIPO CONTAMINADO: Siga las prácticas indicadas en la sección 6 (Medidas en Caso de un Escape Accidental). Tenga cuidado que el equipo de aplicación este bajo llave y controlada la salida. Siempre use el producto en áreas con mucha ventilación.

VIII- CONTROLES DE EXPOSICION - PROTECCION PERSONAL

CONTROLES DE VENTILACION E INGENIERIA

Use **Dióxido de Carbono** con ventilación adecuada. El **Dióxido de Carbono** se acumula en áreas bajas que tengan movimiento de aire limitado debido a la mayor densidad del aire. Ventilación natural o mecánica debe estar disponible en áreas donde hay trabajadores para prevenir que el nivel de **Dióxido de Carbono** llegue al nivel del límite de exposición (vea la sección 2). La ventilación local es preferida, porque previene la dispersión del gas en el área de trabajo al eliminar el CO₂ de su origen.

Las áreas donde se usa Dióxido de Carbono deben ser diseñadas para que se remueva el vapor y sea eliminarlo a un área con mucha ventilación. Niveles de Dióxido de Carbono deben ser monitoreados para asegurarse que el nivel se mantenga por debajo del TLV (**Valor Limite de Tolerancia**). Si es apropiado, instale equipo de monitoreo automático para detectar el nivel de Dióxido de Carbono y de oxígeno.

PROTECCION RESPIRATORIA: Mantenga el nivel de Dióxido de Carbono por debajo de las pautas listadas en la sección 2 y el nivel de oxígeno por encima de 19.5% en áreas de trabajo. Use protección respiratoria si el nivel de oxígeno baja por debajo de 19.5% o durante emergencias de escapes de Dióxido de Carbono. Si se requiere protección respiratoria, siga los requerimientos de Federal OSHA Respiratory Protection Standard. Se presenta la selección de equipo respiratorio establecido para Dióxido de Carbono a continuación.

CONCENTRACION EQUIPO DE RESPIRACION

N

Hasta 40,000 ppm: Respirador de Aire suplido (SAR); aparato de respiración autosuficiente con careta completa (SCBA).

PROTECCION PARA LOS OJOS: Espejuelos protectores (gafas de seguridad). Use caretas completas cuando trabaje con Dióxido de Carbono líquido en envases bajo presión.

PROTECCION PARA LAS MANOS: Use guantes de cuero o termalmente insulados cuando trabaje con cilindros de este producto. De otra manera, use guantes apropiados para la operación específica para la cual se va a usar este producto.

PROTECCION PARA EL CUERPO: Use protección corporal de acuerdo a lo que vaya a hacer. Se recomienda el uso de zapatos de seguridad cuando trabaje con cilindros. Cuando trabaje con líquidos en envases bajo presión, se recomienda el uso de camisas con manga larga y pantalones.

PROTECCION PARA LOS OIDOS: Descargas de Dióxido de Carbono líquido y del vapor puede producir un ruido que puede necesitar el uso de protección para los oídos.

IX- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

DENSIDAD DE GAS a 21.1°C (70°F) y 1 atm:	0.1144 lbs/ pies ³ (1.833 kg/m ³)
PESO ESPECIFICO (aire = 1) a 21.1°C (70°F)	1.522
pH	3.7 a 1atm (forma ácido carbónico)
OLOR UMBRAL	No tiene olor.
PESO MOLECULAR	44.01
GRADO DE EVAPORACION (Acetato de butilo = 1)	No aplica.
GRADO DE EXPANSION	No aplica.
SOLUBILIDAD EN AGUA vol/vol a 20°C (68°F) y 1 atm	0.90
VOLUMEN ESPECÍFICO (pies ³ /lb)	8.76
PUNTO DE SUBLIMACION	- 78.5°C (-109.3°F)
DENSIDAD DEL LÍQUIDO @ 21.1°C (70°F) y 838 psig (5778 kPa)	47.35 lb/pies ³ (761.3 kg/m ³)
PUNTO DE CONGELACION: (Temperatura de sublimación)	-78.5°C (-109.3°F)
PUNTO TRIPLE	-55.6°C (-69.9°F) @ 60.4 psig (416 kPa)
PRESION DE VAPOR a 21.1°C (70°F) psig	838 psig (5778 kPa)

COEFICIENTE DE DISTRIBUCIÓN AGUA/ACEITE	No aplica
--	-----------

APARIENCIA Y COLOR	Dióxido de Carbono es un gas incoloro que no tiene olor o un líquido volátil, incoloro, sin olor bajo alta presión. Como este gas es ligeramente ácido, algunos individuos pueden notar un leve olor y sabor punzante.
-------------------------------	--

COMO DETECTAR ESTA SUBSTANCIA (propiedades de aviso). Escapes de Dióxido de Carbono no tienen ninguna propiedad distintiva de aviso, a excepción de la nube de vapor que se forma en derrames de grandes cantidades.

X- ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

ESTABILIDAD : Normalmente estable.

PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN : Dióxido de Carbono producirá monóxido de carbono y oxígeno cuando se calienta a temperaturas más altas de 3000°F (1648°C)

MATERIALES CON LA CUAL LA SUBSTANCIA ES INCOMPATIBLE.

Dióxido de Carbono arde y explota cuando se calienta con **aluminio en polvo, berilio, mezclas de cerio-cromo, mezclas de magnesio-aluminio, manganeso, torio, titanio y zirconio.**

En presencia de humedad el Dióxido de Carbono se enciende con óxido de cesio. Acetiluros metálicos también arden y explotan en contacto con Dióxido de Carbono.

Dióxido de Carbono reacciona con materiales alcalinos para formar carbonatos y bicarbonatos.

POLIMERIZACIÓN PELIGROSA: No ocurrirá.

CONDICIONES QUE SE DEBEN EVITAR: Evite contacto con los materiales incompatibles. Cilindros expuestos a temperaturas altas o llamas directas pueden romperse o estallar.

XI. INFORMACION TOXICOLÓGICA

DATOS DE TOXICIDAD: El Dióxido de Carbono es un gas asfixiante, el cual tiene efectos fisiológicos en concentraciones altas. Concentraciones altas también pueden resultar en narcosis. Los siguientes datos toxicológicos están disponibles para Dióxido de Carbono.

LCLo (inhalación, humano) = 9 pph/5 minutos

LCLo (inhalación, mamífero) = 90000 ppm/5 minutos

TCLo (inhalación, rata) = 6 pph/24 horas; efectos reproductivos y teratogénicos.

AGENTE CANCEROSO SOSPECHOSO: Dióxido de Carbono no se encuentra en las siguientes listas: FEDERAL OSHA Z LIST, NTP, CAL/OSHA, IARC y por lo tanto no se considera ni se sospecha que sea un agente carcinógeno por estas agencias

IRRITACION CAUSADA POR EL PRODUCTO: Contacto con gases fríos, expandiéndose rápido puede congelar y dañar piel u ojos expuestos.

SENSIBILIZACIÓN AL PRODUCTO: El Dióxido de Carbono no causa sensibilización.

INFORMACION SOBRE TOXICIDAD REPRODUCTIVA: A continuación está listada la información sobre los efectos del Dióxido de Carbono en el sistema reproductivo humano.

Mutagenicidad: No se anticipa ningún efecto mutagénico en humanos causado por este producto.

Embriotoxicidad: No se anticipa ningún efecto embriotóxico en humanos causado por este producto. Para más información lea el siguiente párrafo.

Teratogenicidad: No se anticipa ningún efecto teratogénico en humanos causado por este producto. Estudios clínicos en animales de prueba expuestos a concentraciones altas de Dióxido de Carbono no indican efecto teratogénico.

Toxicidad Reproductiva: No se espera que este producto cause efectos adversos reproductivos en humanos. Estudios clínicos en animales de prueba expuestos a altas concentraciones de Dióxido de Carbono no indican efectos reproductivos.

Un mutágeno. Es cualquier químico u otro elemento que induzca mutaciones en el material genético (DNA) y en las células vivas, y se propaga a través de generaciones.

Un embriotóxico. Es un químico u otro elemento que causa daño a embriones en desarrollo (en las primeras ocho semanas de embarazo en humanos) pero no se propaga a través de generaciones.

Un teratógeno. Es un químico u otro elemento que provoca anomalías del crecimiento en los embriones y modificaciones genéticas en las células, pero no se propaga a través de generaciones.

Una toxina reproductiva es cualquier sustancia que interfiera de cualquier manera con el proceso reproductivo.

CONDICIONES MÉDICAS AGRAVADAS AL EXPONERSE: Condiciones respiratorias crónicas o agudas pueden ser agravadas al sobreexponerse a Dióxido de Carbono.

RECOMENDACIONES PARA LOS MÉDICOS: Trate los síntomas y reduzca o elimine la sobreexposición.

INDICES DE EXPOSICION BIOLÓGICOS (BEIs): Hasta el presente, no hay Índices de Exposición Biológicos que apliquen a este compuesto.

XII- INFORMACION ECOLOGICA

ESTABILIDAD AMBIENTAL: Dióxido de Carbono ocurre naturalmente en la atmósfera. El gas se disipa rápido en áreas con mucha ventilación.

EFFECTO DEL MATERIAL SOBRE LAS PLANTAS O ANIMALES: No se anticipa ningún efecto adverso en animales o en la vida de las plantas, a excepción de la escarcha producida en la presencia de gases expandiéndose velozmente.

EFFECTO DEL QUÍMICO EN LA VIDA ACUATICA: Hasta el presente, no hay evidencia del efecto del Dióxido de Carbono en la vida acuática.

XIII- CONSIDERACIONES AL DISPONERSE

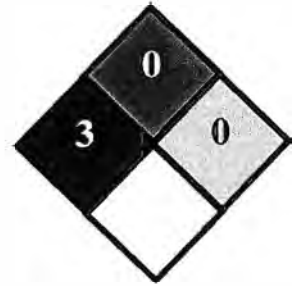
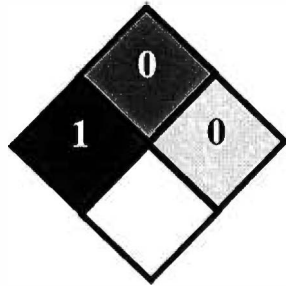
PREPARANDO LOS DESPERDICIOS PARA DISPOSICION: Disposición de los desperdicios debe llevarse acabo de acuerdo a las regulaciones locales. Regrese los cilindros con cualquier residuo del producto a Tecnogas S.A. No disponga de él localmente.

Para disposición de emergencia, asegure el cilindro y lentamente descargue el gas al ambiente en un área con mucha ventilación o al aire libre.

XIV- INFORMACION DE TRANSPORTE

ESTE MATERIAL ES PELIGROSO COMO LO DETERMINA 49 CFR 172.101 DEL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTACION DE ESTADOS UNIDOS

	<u>PARA EL GAS</u>	<u>PARA EL LÍQUIDO</u>
NOMBRE APROPIADO DE EMBARQUE	Dióxido de Carbono.	Dióxido de Carbono, Líquido Refrigerado.
NUMERO DE CLASE PELIGRO y DESCRIPCIÓN	2.2 (Gas no Inflamable)	2.2 (Gas no Inflamable)
NUMERO DE IDENTIFICACIÓN UN	UN 1013	UN 2187
GRUPO DE EMPAQUE	No aplica.	No aplica.
ETIQUETA(S) REQUERIDAS POR DOT	Gas no Inflamable.	Gas no Inflamable.
CONTAMINANTE MARINO	Dióxido de Carbono no está clasificado por DOT como un contaminante marino (como lo define 49 CFR 172.101, apéndice B)	
INFORMACION ESPECIAL DE EMBARQUE	Los cilindros deben ser transportados en una posición vertical y asegurados, en un vehículo con mucha ventilación. Transportar cilindros de gases comprimidos en automóviles o en vehículos de cuerpo cerrado presentan peligros serios y no se debe considerar.	



GRADO NFPA – 704

**DIÓXIDO DE CARBONO
GASEOSO**

**DIÓXIDO DE CARBONO
LIQUIDO**

Tecnogas S.A. recomienda a sus funcionarios, usuarios y clientes de este producto que lean y estudien detenidamente la Hoja de Datos de Seguridad del Producto con el fin de estar conciente de la eventual posibilidad de riesgos relacionados con el mismo.

Por seguridad debe:

- 1. Comunicar a todos los funcionarios, usuarios y clientes acerca de la información incluida en esta Hoja de Seguridad (MSDS) y suministrar a cada uno, uno ó más ejemplares.**
- 2. Solicitar a los clientes que también informen a sus respectivos funcionarios y clientes y así sucesivamente**

**ANEXO X. CERTIFICADO DE CALIDAD DEL GAS
NATURAL SECO REPORTADO POR CITY GATE-
LURIN**

ANEXO X. CERTIFICADO DE CALIDAD DEL GAS NATURAL SECO REPORTADO POR CITY GATE-LURIN
CERTIFICADO DE ENTREGA
REPORTE MENSUAL



Estación de Medición: U2201
 City Gate: Lurín
 Operador Relacionado: GNLC

Mes de Diciembre de 2008

F E C H A	Volumen	Poder Calorífico Superior	Energía	Composición %Molar												PRHC 6600 Kpa	Índice de Wobbe MJoule/m ³	DENSIDAD RELATIVA
	Mm ³	MJ/m ³	GJ	N2	CO2	C1	C2	C3	n-C4	i-C4	n-C5	i-C5	C6	C7	C8			
01-Dic-08	5,758.092	40.516	233,292.000	0.9648	0.2218	87.8793	10.7495	0.1746	0.0048	0.0032	0.0002	0.0003	0.0008	0.0006	0.0003	-55.308	51.663	0.6150
02-Dic-08	5,789.919	40.501	233,685.000	0.9677	0.2239	87.8844	10.7775	0.1357	0.0048	0.0029	0.0003	0.0004	0.0012	0.0009	0.0004	-55.601	51.640	0.6151
03-Dic-08	5,640.727	40.491	228,396.000	0.9707	0.2234	87.8961	10.7793	0.1197	0.0046	0.0028	0.0004	0.0004	0.0012	0.0009	0.0005	-52.347	51.636	0.6149
04-Dic-08	4,982.405	40.436	201,471.000	0.9773	0.2221	88.0656	10.6138	0.1105	0.0047	0.0028	0.0004	0.0004	0.0011	0.0008	0.0004	-51.784	51.605	0.6140
05-Dic-08	4,987.961	40.418	201,602.000	0.9793	0.2217	88.1388	10.5307	0.1186	0.0047	0.0028	0.0004	0.0004	0.0012	0.0009	0.0005	-52.814	51.593	0.6137
06-Dic-08	4,808.861	40.421	194,390.000	0.9674	0.2204	88.1602	10.5162	0.1227	0.0048	0.0029	0.0004	0.0004	0.0012	0.0009	0.0005	-53.812	51.602	0.6136
07-Dic-08	4,671.764	40.464	189,038.000	0.9517	0.2235	86.0830	10.5601	0.1716	0.0045	0.0030	0.0003	0.0004	0.0009	0.0007	0.0003	-53.671	51.627	0.6143
08-Dic-08	4,733.393	40.534	191,864.000	0.9488	0.2222	87.9973	10.5375	0.2603	0.0157	0.0101	0.0018	0.0025	0.0013	0.0010	0.0005	-53.422	51.670	0.6154
09-Dic-08	4,771.529	40.667	194,046.000	0.9754	0.2196	87.7124	10.5940	0.4371	0.0298	0.0211	0.0029	0.0043	0.0016	0.0012	0.0006	-53.627	51.735	0.6179
10-Dic-08	4,886.294	40.798	199,349.000	0.9824	0.2196	87.5125	10.5188	0.6814	0.0418	0.0331	0.0029	0.0046	0.0015	0.0011	0.0006	-53.582	51.800	0.6203
11-Dic-08	4,856.128	40.621	197,259.000	0.9604	0.2211	87.8329	10.5420	0.3924	0.0241	0.0170	0.0027	0.0037	0.0018	0.0013	0.0007	-53.837	51.714	0.6170
12-Dic-08	4,802.135	40.578	194,860.000	0.9631	0.2219	87.8525	10.6010	0.3411	0.0096	0.0079	0.0003	0.0008	0.0009	0.0007	0.0004	-53.582	51.688	0.6163
13-Dic-08	4,475.020	40.521	181,331.000	0.9683	0.2220	88.0337	10.4453	0.3025	0.0130	0.0085	0.0011	0.0017	0.0014	0.0010	0.0005	-53.785	51.658	0.6153
14-Dic-08	4,612.785	40.495	186,794.000	0.9750	0.2210	87.9286	10.6876	0.1786	0.0042	0.0031	0.0002	0.0003	0.0006	0.0005	0.0002	-53.239	51.637	0.6150
15-Dic-08	4,904.903	40.526	198,778.000	0.9659	0.2222	87.8560	10.7591	0.1831	0.0062	0.0041	0.0007	0.0009	0.0009	0.0007	0.0003	-53.043	51.661	0.6154
16-Dic-08	4,751.783	40.534	192,607.000	0.9549	0.2225	87.8732	10.7259	0.2157	0.0033	0.0025	0.0002	0.0003	0.0007	0.0005	0.0003	-55.249	51.666	0.6155
17-Dic-08	4,753.003	40.559	192,777.000	0.9531	0.2229	87.8433	10.7120	0.2563	0.0052	0.0037	0.0006	0.0008	0.0010	0.0008	0.0004	-55.446	51.681	0.6159
18-Dic-08	4,801.307	40.538	194,634.000	0.9518	0.2231	87.8800	10.7045	0.2261	0.0069	0.0051	0.0005	0.0008	0.0008	0.0005	0.0002	-55.744	51.671	0.6155
19-Dic-08	4,870.027	40.491	197,192.000	0.9536	0.2236	87.9730	10.6839	0.1548	0.0049	0.0033	0.0003	0.0005	0.0010	0.0007	0.0004	-55.879	51.645	0.6147
20-Dic-08	4,758.843	40.445	192,472.000	0.9656	0.2226	88.0707	10.6113	0.1190	0.0047	0.0029	0.0004	0.0004	0.0011	0.0008	0.0004	-55.637	51.612	0.6141
21-Dic-08	4,368.732	40.530	177,063.000	0.9503	0.2229	87.9923	10.5393	0.2665	0.0130	0.0087	0.0015	0.0020	0.0016	0.0012	0.0006	-55.582	51.665	0.6154
22-Dic-08	4,814.543	40.467	194,832.000	0.9516	0.2237	88.0304	10.6631	0.1204	0.0046	0.0026	0.0004	0.0005	0.0012	0.0009	0.0005	-55.607	51.632	0.6143
23-Dic-08	4,702.451	40.475	190,334.000	0.9506	0.2228	87.9930	10.7062	0.1176	0.0044	0.0025	0.0003	0.0005	0.0010	0.0008	0.0004	-55.713	51.638	0.6144
24-Dic-08	3,543.916	40.478	143,452.000	0.9486	0.2244	87.9809	10.7221	0.1139	0.0042	0.0024	0.0004	0.0005	0.0012	0.0009	0.0005	-55.583	51.637	0.6145
25-Dic-08	3,079.668	40.475	124,658.000	0.9478	0.2238	87.9890	10.7198	0.1094	0.0046	0.0026	0.0005	0.0007	0.0013	0.0009	0.0005	-55.721	51.630	0.6144
26-Dic-08	3,937.101	40.470	159,333.000	0.9543	0.2241	87.9863	10.7282	0.0979	0.0039	0.0022	0.0002	0.0003	0.0012	0.0009	0.0004	-55.582	51.638	0.6144
27-Dic-08	4,345.742	40.460	175,828.000	0.9699	0.2214	88.0133	10.8647	0.1209	0.0044	0.0026	0.0003	0.0005	0.0010	0.0007	0.0004	-55.458	51.622	0.6143
28-Dic-08	3,686.539	40.503	149,721.000	0.9682	0.2207	87.9740	10.5877	0.2279	0.0098	0.0061	0.0013	0.0017	0.0012	0.0009	0.0005	-56.172	51.639	0.6152
29-Dic-08	4,841.078	40.463	195,885.000	0.9668	0.2223	87.9786	10.7298	0.0933	0.0041	0.0024	0.0003	0.0004	0.0009	0.0007	0.0004	-54.757	51.622	0.6144
30-Dic-08	4,602.627	40.460	186,221.000	0.9673	0.2210	87.9865	10.7250	0.0908	0.0042	0.0024	0.0003	0.0004	0.0010	0.0008	0.0004	-55.082	51.622	0.6143
31-Dic-08	3,636.210	40.478	147,187.000	0.9304	0.2281	88.0342	10.6730	0.1245	0.0042	0.0024	0.0003	0.0005	0.0011	0.0008	0.0004	-56.635	51.645	0.6143
Total	144,155.685	40.511	6,840,542.000	0.9621	0.2224	87.9457	10.8488	0.2013	0.0098	0.0088	0.0007	0.0010	0.0014	0.0008	0.0004	-54.833	51.642	0.6151