



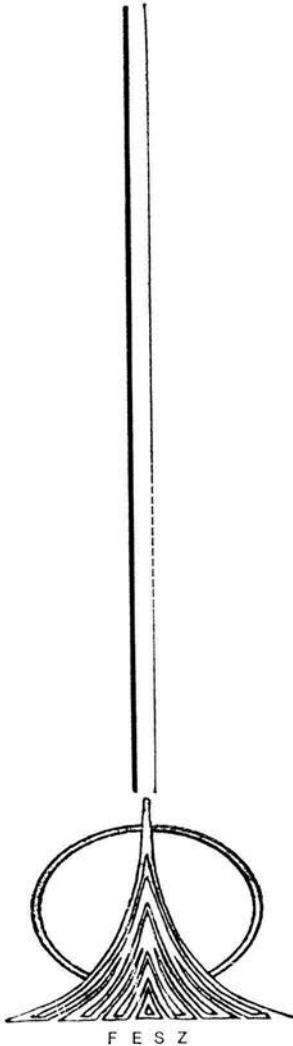
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

APLICACION DE MODELOS DE ANALISIS DE RIESGO
EN UN SISTEMA DE INYECCION DE OXIDO NITROSO
(N_2O) EN UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

PROYECTO DE SEMINARIO
PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
SALVADOR CESAR BECERRA MUÑOZ

DIRECTOR: ING. RAUL SANCHEZ MEZA



F E S Z

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ZARAGOZA

MEXICO, D. F.

SEPTIEMBRE DE 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ZARAGOZA**

**JEFATURA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUIMICA**

OFICIO: FESZ/JCIQ/033/04

ASUNTO: Asignación de Jurado

ALUMNO: BECERRA MUÑOZ SALVADOR CÉSAR

P r e s e n t e .

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

Presidente:	I.Q. Miguel José Flores Galaz
Vocal:	I.Q. Raúl Sánchez Meza
Secretario:	M. en C. Alfonso Luna Vásquez
Suplente:	I.Q. Mario Barroso Moreno
Suplente:	I.Q. Gabriel Cruz Zepeda

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”

México, D. F., 29 de Junio de 2004

EL JEFE DE LA CARRERA

M. en C. ANDRÉS AQUINO CANCHOLA

✚

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por estar siempre conmigo.

A MIS PADRES:

Por el apoyo brindado toda la vida.

A EL ING. MARIO BARROSO MORENO

Por enseñarme la esencia
y los principios de un Ing. Químico.

A EL ING. MARIANO RAMOS OLMOS

Por toda su ayuda.

RESUMEN

El hombre desde sus orígenes ha hecho énfasis en identificar, evaluar, tratar o eliminar los riesgos que se presentan en su entorno por simple instinto de supervivencia, y por consiguiente ha desarrollado las técnicas para el estudio de los mismos. Definiéndose como riesgo; "Una medida de la probabilidad y severidad de daño a la salud humana y propiedades".*

El presente trabajo trata sobre la aplicación de modelos de análisis de riesgo en un sistema de inyección de óxido nítrico (N_2O) a un motor de combustión interna, mediante el modelo cualitativo de fallas (HAZOP), la simulación del programa (ALOHA) para un escenario de dispersión y una pequeña investigación de accidentes.

Con el modelo de HAZOP evaluamos cualitativamente los riesgos en la operación, basándonos en palabras clave (más, menos, no, etc.), la/s variable/s a estudiar (P, T, Flujo. etc.), causas posibles, consecuencias y recomendaciones.

Con el programa ALOHA determinamos en caso de fuga; la afectación por la nube tóxica, propiedades y características de la onda, así como la duración y magnitud de la misma, y con la investigación de accidentes conocimos algunos peligros identificados anteriormente.

En virtud de los resultados obtenidos, concluimos que los riesgos más peligrosos serían solo en caso de un choque; una fuga de gas y derrame de combustible, acompañado de calor (chispa), donde se tendrían consecuencias preocupantes como un incendio y/o una explosión. El otro riesgo sería en caso de fuga de óxido nítrico, debido muy probablemente por el rompimiento del sello de seguridad y con una duración de 1 minuto, y por diferencia en densidades se formarían dos fases en el interior del automóvil provocando asfixia a los pasajeros. Aunque el riesgo más probable sería un "Backfire" o destrucción parcial del motor.

* Término según la OSHA (Occupational Safety and Health Administration)

OBJETIVOS

- Analizar y evaluar el riesgo del sistema de inyección seca de Oxido Nitroso (N_2O) marca “Zex”.
- Aplicar un modelo cualitativo de fallas (HAZOP).
- Aplicar un modelo de dispersión por simulación del programa (ALOHA).
- Clasificar su riesgo potencial.
- Hacer un pequeño estudio de investigación de accidentes.

ÍNDICE

Capítulo 1 Análisis de Riesgo	8
1.1 Principios e introducción	8
1.2 Terminología y definiciones	9
1.3 Uso del Análisis de riesgo	10
1.4 Etapas del Análisis de Riesgo	11
Capítulo 2 Óxido Nitroso (N₂O)	12
2.1 Principales aplicaciones	12
2.2 Hoja de datos de seguridad (M.S.D.S.)	13
Capítulo 3 Motores de Combustión Interna	29
3.1 Introducción	29
3.1.1 El motor	29
3.1.1.1 Tipos de motor según la energía que transforman	29
3.1.1.2 El motor de combustión interna	29
3.2 Funcionamiento	31
3.2.1 ¿Cómo trabajan los motores de combustión interna	31
3.3 Componentes	38
3.3.1 Descripción de los motores de combustión interna	38
3.4 Poder de los combustibles	40
3.4.1 ¿Qué es el octanaje de una gasolina?	40
3.5 Carburación	40
3.5.1 Funciones del carburador	41
3.5.2 Clasificación de los carburadores	41
3.5.3 Funcionamiento del carburador elemental	44
Capítulo 4 Sistema de Inyección de Óxido Nitroso en Motores de C.I.	46
4.1 Introducción	46
4.2 Tipos de Inyección de N ₂ O	46
4.2.1 Sistema "Seco"	47
4.2.2 Sistema "Mojado"	47
4.2.3 Sistema de "Puerto Directo"	48
4.3 Componentes del Sistema	48
4.3.1 Partes del sistema de inyección de (N ₂ O)	48
4.4 Acondicionamiento del Sistema	50
4.5 Recomendaciones	52
4.5.1 Recomendaciones mecánicas	52
4.6 Marcas Comerciales	53

Capítulo 5 Técnicas de Análisis de Riesgo	54
5.1 Modelos cualitativos	54
5.2 Investigación de accidentes	54
5.3 Método HAZOP	55
5.3.1 Conceptos básicos	55
5.3.2 Descripción de conceptos básicos	56
5.3.3 Procedimientos para el estudio	57
5.4 Modelos de dispersión	58
Capítulo 6 Resultados	59
6.1 Resultado del programa ALOHA	59
6.2 Cuadro de investigación de accidentes	61
6.3 Resultado del Modelo HAZOP	62
6.4 Discusión de resultados	65
Conclusiones	66
Bibliografía	67
Anexo "A"	68

CAPÍTULO 1

ANÁLISIS DE RIESGO

1.1 INTRODUCCIÓN

Desde que Estados Unidos celebró el primer *día de la tierra* en 1970, creando ese mismo año la Environmental Protection Agency (EPA), se ha logrado un avance significativo en la calidad de nuestro entorno: aire, agua, tierra y recursos naturales. Sin embargo, se han acumulado una serie de nuevas preocupaciones: humo de cigarrillos en fumadores pasivos, alteraciones hormonales y traumáticas acumulativas, sida, teléfonos celulares, agotamiento de la capa de ozono de la estratósfera y calentamiento del globo terrestre, sólo por nombrar unas cuantas.

Las preocupaciones de accidentes industriales, y la seguridad en el manejo de productos químicos y alimenticios también han ido en aumento; los nombres de La Isla de las Tres Millas, Chernobyl, Bopahl, Seveso en 1976, Guadalajara y San Juan Ixhuatepec en México, entre otros se han convertido en sinónimo de catástrofe en las últimas décadas.

El incremento de la sensibilidad pública con relación a los riesgos ambientales, junto con una percepción de que los riesgos están fuera del control gubernamental; provocaron un número de movimientos públicos sobre el "derecho de saber" y el "derecho de saber más". Sin embargo, la abundancia de la información que ha surgido, demostró ser mas sorprendente que ilustrativa. Sin que llegara realmente a asombrar, dado el grado de incertidumbre científica, las diversas interpretaciones de los mismos datos por parte de expertos, y los miles de millones de dólares en juego.

El creciente interés en la evaluación de riesgos no se debe a que eliminen incertidumbre o riesgos (aún cuando tales factores se imputan con frecuencia a los asesores de riesgo). Mas bien, la ventaja de la evaluación de riesgos, es proporcionar un marco sistemático basado en principios científicos para comprender y administrar diversos riesgos; en otras palabras, proporcionan guías a la aplicación de los recursos nacionales para proteger a la salud pública y al medio ambiente.

Por lo que respectan la evaluación y administración de riesgos. Éstos se

refieren a la toma de decisiones, bajo la incertidumbre. Sin embargo, no es la única base para la toma de decisiones. Para que las mismas sean efectivas, deben incluir criterios de beneficios y costos, alternativas tecnológicas y valores sociales; en especial cuando son reglamentos basados en incentivos económicos, ganan fuerza sobre enfoques de "orden y control".

Como se verá más adelante, las decisiones de evaluación y administración de riesgos no tienen un valor neutral, sino que reflejan el juego entre la ciencia, la economía y la seguridad pública.

1.2 TERMINOLOGÍA

La OSHA (Occupational Safety and Health Administration), presenta la siguiente definición: "Riesgo es una medida de la probabilidad y severidad de daño a la salud humana y propiedades". Incluye ambos sentidos de que la posibilidad de daño puede ocurrir y la indicación de que tan serio es el posible daño.

$$R = P \times C$$

Donde: R = Riesgo

P = Probabilidad

C = Consecuencia

Si jugamos con los componentes del riesgo (gravedad y probabilidad), considerando como: mayor y menor; baja y alta, respectivamente, entonces tenemos.

	ALTA	BAJA	MAYOR	MENOR
PROBABILIDAD				
GRAVEDAD				

PROBABILIDAD

NIVEL	DESCRIPCION
A	SU OCURRENCIA ES MAS DE 1 VEZ/AÑO
B	SU OCURRENCIA ES ENTRE 1 Y 10 AÑOS
C	SU OCURRENCIA ES ENTRE 10 Y 100 AÑOS
D	SU OCURRENCIA ES ENTRE 100 Y1000 AÑO.
E	OCURRENCIA ES 1 VEZ POR 10,000 AÑOS

GRAVEDAD

NIVEL	DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTO
I	CATASTRÓFICO	CAUSA MUERTE DENTRO O FUERA DE INSTALACIONES
II	SEVERO	MULTIPLES DAÑOS
III	MODERADO	DAÑOS MENORES O SIMPLES
IV	LIGERO	NO CAUSA DAÑO

1.3 USO DEL ANÁLISIS DE RIESGO

El diagnóstico de seguridad para una planta de procesos involucra responder a una serie de preguntas:

¿Existen riesgos reales y potenciales?, si es así, ¿Cuáles son? ¿De qué magnitud son? ¿Son aceptables?, si no es así, ¿Cómo se pueden eliminar o reducir?

LOS RIESGOS PUEDEN CLASIFICARSE COMO:

1. DE ALTA PROBABILIDAD Y DE CONSECUENCIAS MENORES.
2. DE BAJA PROBABILIDAD Y DE CONSECUENCIAS MAYORES.
3. DE ALTA PROBABILIDAD Y DE CONSECUENCIAS MAYORES.
4. DE BAJA PROBABILIDAD Y DE CONSECUENCIAS MENORES.

ORIGEN DE LOS RIESGOS

- Materias primas
- Productos intermedios
- Procesos
- Productos terminados
- Recursos humanos
- Residuos peligrosos
- Medio ambiente

FACTORES DE RIESGO

1. Naturaleza y cantidad de las sustancias manejadas, procesadas o almacenadas.
2. Condiciones extremas de operación (básicamente temperatura y presión).
3. Equipos y actividades desarrolladas para la correcta operación de los equipos y procesos existentes (riesgos operacionales).

1.4 ETAPAS DEL ANÁLISIS DE RIESGO

1a. Etapa: Conocer a detalle las características de los procesos, los materiales utilizados y su entorno para la identificación primaria de la existencia de posibles riesgos reales y potenciales.

2a. Etapa: Identificar los riesgos específicos existentes. Mediante el empleo de técnicas especiales.

3a. Etapa: Evaluar la magnitud del evento y cuantificar sus consecuencias posibles, y si fuese necesario y se cuenta con la información, evaluar la probabilidad de ocurrencia.

4a. Etapa: Establecer las medidas preventivas necesarias para eliminar o minimizar el riesgo hasta el grado de aceptación del mismo.

CAPÍTULO 2

ÓXIDO NITROSO (N₂O)

2.1 PRINCIPALES APLICACIONES Y USOS

El Óxido Nitroso es un gas químicamente estable:

- No reacciona con otros elementos o compuestos.
- No tiene color, posee un ligero olor y sabor dulce.
- No es tóxico, ni irritante.
- Es considerado un gas oxidante.
- No es flamable.

El Óxido Nitroso es obtenido por medio de la descomposición térmica del nitrato de amonio.

Su principal utilización es en el sector salud como gas analgésico o anestésico en el área de Inhaloterapia, y en cirugías criogénicas.

Otras aplicaciones del Óxido Nitroso las encontramos en la industria alimenticia como propelente, refrigerante y en la industria química, entre otras.

Usos:

1. El uso mayoritario del óxido nitroso es como un gas analgésico o como anestésico en inhaloterapia. Ultimamente el óxido nitroso tiene un uso cada vez mayor para el empaçado a presión, sirviendo como propelente para productos en aerosol, en la rama alimenticia. Un ejemplo se tiene en la crema chantilly.
2. Otras aplicaciones incluyen su uso como: gas detector de fugas, como agente oxidante en antorchas, gas refrigerante y líquido refrigerante en productos alimenticios, reactivo químico en componentes orgánicos como la obtención de nitritos a partir de metales alcalinos.

Aplicaciones Generales:

Tipo de Industria

Tipo de Aplicación

Alimenticia:

- En envasado a presión de productos alimenticios.
- Como refrigerante para congelación de productos.
- Laboratorios: Como agente de reacción en fabricación de compuestos orgánicos.
- En espectrometría de absorción atómica.
- Medicina: Mezclado con Oxígeno se utiliza como analgésico inhalable.

Otras Aplicaciones:

- Usado como propelente de aerosoles.
- Agente de detección de fugas en recintos al vacío o presurizados.
- Fabricación de lámparas incandescentes y fluorescentes.

2.2 HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ÓXIDO NITROSO – (N₂O)

(M.S.D.S.) Cortesía de: **Air Liquide Chile S.A.**

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

NOMBRE QUÍMICO; CLASE: ÓXIDO NITROSO

SINÓNIMOS: Monóxido de Nitrógeno; Óxido de Nitrógeno; Monóxido de Dinitrógeno; Gas Hilarante.

FAMILIA QUÍMICA: Óxido Inorgánico

FÓRMULA: N₂O

USO DEL PRODUCTO: Utilizado para anestesia y analgesia; Gas oxidante para Espectrometría de Absorción Atómica; Propelente para aerosoles, aditivo en alimentos y manufactura de semiconductores.

NOMBRE DEL PROVEEDOR: Air Liquide Chile S.A.

DIRECCIÓN: Av. Edo. Frei M. 9407.- Quilicura

TELÉFONO DE EMERGENCIA: 443 5130

TELÉFONOS OFICINAS: 465 7600

COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN DE COMPONENTES

Nombre Químico: Óxido Nitroso

CAS# 10024-97-2 %MOLE = 99.6

LIMITES DE EXPOSICION EN EL AIRE

ACGIH

TLV 50, A4 ppm (no clasificable como carcinógeno humano)

OSHA

STEL NE ppm

PEL NE ppm

IDLH NE ppm

DFG-MAX 100 ppm

NIOSH REL TWA: 25 ppm

Impurezas Máximas < 0,4%

Ninguna de las tazas de impurezas en este producto contribuye significativamente a los riesgos asociados con el producto.

Toda la información sobre riesgos contenida en esta Ficha Técnica proviene del OSHA Hazard Communication Standard (29 CFR 1910.1200) y estándares equivalentes de U.S.A.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

RESUMEN DE EMERGENCIA

- El Óxido Nitroso es un gas licuado incoloro. El gas tiene un olor dulce. A altas concentraciones, el Óxido Nitroso es un anestésico y la sobreexposición producirá síntomas de somnolencia, debilidad, y pérdida de la coordinación.
- A concentraciones mayores, el gas actuará como un asfixiante por desplazamiento del Oxígeno.
- El Óxido Nitroso es una toxina reproductiva. Escapes del gas que se expande rápidamente desde un cilindro pueden provocar quemaduras por congelamiento en el tejido contaminado.

- El Óxido Nitroso no es inflamable, pero a temperaturas elevadas o si está involucrado en un incendio, el gas puede actuar como un oxidante para iniciar y sostener la combustión de materiales inflamables. Se debe proveer adecuada protección contra el fuego.

SÍNTOMAS DE SOBRE-EXPOSICIÓN POR RUTA DE EXPOSICIÓN

La forma de sobre-exposición más significativa para este gas es la inhalación. Entendiéndose por INHALACIÓN: La sobre-exposición prolongada o repetida a Óxido Nitroso produce daños al sistema nervioso. Los síntomas de tal sobre-exposición incluyen entumecimiento, hormigueo en manos y piernas, pérdida del tacto en los dedos, y debilidad muscular.

Otros efectos de la exposición por inhalación son daños reproductivos potenciales. La exposición a Óxido Nitroso puede estar asociada a un aumento en abortos espontáneos en humanos. Exposiciones únicas y prolongadas han resultado en daños a la médula ósea y efectos adversos en la sangre.

Cuando se inhala Óxido Nitroso en altas concentraciones, el gas actúa como un depresor del sistema nervioso central. Exposiciones a concentraciones de 50% o más producirán síntomas tales como excitación, euforia, mareos, somnolencia, hablar confuso, entorpecimiento de los sentidos y narcosis. Inhalación de pequeñas cantidades de este gas produce a menudo un tipo de histeria; de allí el nombre común para el Óxido Nitroso de "Gas Hilarante". A concentraciones mayores, llegando al 100%, puede causar respiración profunda, mareos, náuseas y efectos en el sistema nervioso central.

ADVERTENCIA!: El mal uso del Óxido Nitroso puede causar la muerte por reducción de la cantidad de Oxígeno necesaria para mantener la vida. El abuso del Óxido Nitroso puede disminuir la capacidad del individuo para tomar e implementar decisiones que sostengan la vida.

Altas concentraciones de este gas pueden provocar un ambiente deficiente en Oxígeno. Los individuos que respiren tal atmósfera pueden experimentar síntomas que incluyen dolor de cabeza, zumbido en los oídos, mareos, somnolencia,

inconsciencia, náuseas, vómitos y depresión de todos los sentidos. Bajo algunas circunstancias de sobre-exposición puede ocurrir la muerte. Los siguientes son los efectos asociados a varios niveles de Oxígeno:

A) CONCENTRACIÓN SÍNTOMAS DE EXPOSICIÓN:

- 12-16% Oxígeno: Aumenta la velocidad del pulso y respiración, coordinación muscular levemente perturbada.
- 10-14% Oxígeno: Trastorno emocional, fatiga anormal, respiración perturbada.
- 6-10% Oxígeno: Náusea y vómitos, colapso o pérdida de consciencia.
- Bajo 6%: Movimientos convulsivos, posible colapso respiratorio, y muerte.

B) OTROS EFECTOS POTENCIALES SOBRE LA SALUD:

El contacto de la piel u ojos con líquido o gases que se expanden rápidamente (que son liberados a alta presión) pueden causar quemaduras por congelamiento. Los síntomas de las quemaduras por congelamiento pueden incluir cambios en el color de la piel a blanco o gris amarillento. El dolor después del contacto con el gas frío puede calmarse rápidamente. La ingestión y absorción a través de la piel no se consideran significativas como rutas de entrada del gas al cuerpo.

C) EFECTOS SOBRE LA SALUD O RIESGOS DE LA EXPOSICIÓN

AGUDA: El riesgo más significativo asociado con este gas es la inhalación de atmósferas deficientes en Oxígeno y efectos sobre el sistema nervioso central. Los síntomas de la deficiencia de Oxígeno o depresión del sistema nervioso central incluyen dificultad respiratoria, zumbido en los oídos, dolores de cabeza, acortamiento de la respiración, jadeos, mareos, indigestión, náuseas, fatiga por debilidad y, a concentraciones altas, inconsciencia o muerte. La piel de la víctima de sobre exposición puede tener un color azul.

CRÓNICA: La sobre exposición crónica, repetida a Óxido Nitroso puede producir daños al sistema nervioso central. Los síntomas de tal sobre-exposición incluyen entumecimiento, hormigueo en manos y piernas, pérdida del tacto en los dedos, equilibrio deficiente y debilidad muscular. Otros efectos de la exposición por

inhalación incluyen daños reproductivos potenciales. La exposición a Óxido Nitroso puede estar asociada a un aumento en abortos espontáneos en humanos. Exposiciones prolongadas pueden resultar en daños a la médula ósea y sistema sanguíneo.

D) ÓRGANOS INVOLUCRADOS: Sistema respiratorio, sistema nervioso central, sistema circulatorio, sistema reproductor.

PRIMEROS AUXILIOS

LOS RESCATISTAS NO DEBEN INTENTAR RESCATAR A LAS VÍCTIMAS DE EXPOSICIÓN A ESTE PRODUCTO SIN EL ADECUADO EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN PERSONAL. Al menos un sistema de respiración autónomo. Llevar a la(s) víctima(s) al aire fresco, tan rápido como sea posible. Las personas que sufren carencia de Oxígeno se deben llevar al aire fresco. Si la víctima no está respirando, o presenta entorpecimiento de los sentidos, administrar respiración artificial. Sólo personal entrenado debe administrar, de ser necesario, oxígeno o resucitación cardio-pulmonar. Pueden presentarse vómitos cuando la persona despierte. Para prevenir aspiración, los individuos expuestos se deben colocar de lado con la cabeza a nivel o levemente más bajo del cuerpo.

El personal de rescate debe estar alerta, el riesgo es extremo en caso de incendio asociado con atmósferas enriquecidas en gases oxidantes.

En caso de contacto con la piel: remover la ropa que pueda restringir la circulación al área afectada. Tan pronto como sea posible sumergir el área afectada en un baño de agua tibia, a una temperatura no mayor de 40°C. NUNCA USAR AGUA CALIENTE. NUNCA USAR CALOR SECO. Si el área congelada es extensa, remover la ropa mientras se ducha con agua tibia. Si no hay agua tibia disponible o su uso no es práctico, envolver suavemente las zonas afectadas en sábanas. Alternativamente, si los dedos o manos están congelados, colocar la parte afectada del cuerpo en la axila. Animar a la víctima a ejercitar suavemente la zona afectada mientras se entibia. Solicitar inmediatamente ayuda médica.

El tejido congelado es indoloro y se ve blando, con un posible color amarillo.

El tejido congelado se hinchará, se hará doloroso y proclive a infecciones cuando se descongele. Si la parte congelada se deshiela mientras llega la ayuda médica, cubrir el área con una gasa seca estéril y tapar con una cubierta grande.

La víctima debe recibir atención médica, si es necesario los rescatistas también deben recibir atención médica. Llevar una copia de la etiqueta y de esta FTS al médico u otro profesional de la salud junto con la víctima.

MEDIDAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

FLASH POINT, (método): no aplicable.

TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN: no aplicable.

LÍMITES DE INFLAMABILIDAD (en aire por volumen, %):

Inferior (LEL): no aplicable.

Superior (UEL): no aplicable.

A) MATERIALES PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS:

Cuando es gas no inflamable: Usar los medios extintores adecuados para el entorno del incendio. En caso de incendio, enfriar los contenedores de este producto con agua para prevenir daños. Usar un rociador de agua o niebla para reducir o dirigir vapores.

B) RIESGOS DE INCENDIO Y DE EXPLOSIÓN:

El Óxido Nitroso no arde; sin embargo, los cilindros envueltos en fuego, pueden romperse o estallar al calor del fuego.

Adicionalmente, a temperaturas sobre 200°C o cuando está envuelto en un incendio el Óxido Nitroso es un oxidante. A temperaturas elevadas, el producto puede actuar iniciando y sosteniendo la combustión de materiales combustibles. A temperaturas elevadas, el Óxido Nitroso se descompondrá en Nitrógeno y Oxígeno. El Óxido Nitroso puede formar compuestos explosivos cuando se expone a materiales combustibles o grasa y otros hidrocarburos.

Sensibilidad a Explosión por Impacto Mecánico: No Sensible.

Sensibilidad a Explosión por Descarga Estática: No Sensible.

C) PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA COMBATIR INCENDIOS:

El personal que combatirá el incendio debe llevar Aparatos de Respiración Autónomos y equipo de protección completo.

MEDIDAS PARA DERRAMES ACCIDENTALES

RESPUESTA POR FUGAS:

Evacue el área inmediata. Las fugas descontroladas se deben responder con personal entrenado usando procedimientos pre-establecidos. Se debe usar equipo de protección adecuado. En caso de fuga, despejar el área afectada, proteger a las personas, y responder con personal entrenado.

El mínimo Equipo de Protección Personal debe ser Nivel B: ropa protectora, guantes y aparato de respiración autónomo. Localizar y sellar la fuente de fuga de gas. Dejar que el gas se disipe. Monitorear en el área circundante los niveles de Óxido Nitroso y Oxígeno. La atmósfera debe contener al menos 19,5% de oxígeno antes de permitir la entrada de personal en el área sin el aparato de respiración autónomo. La lectura debiera también indicar que el Óxido Nitroso no está presente sobre los niveles aceptables antes de permitir la entrada al lugar de personal que no sea de emergencia. Intentar cerrar la válvula principal antes de entrar al área. Si esto no detiene la fuga (o si no es posible alcanzar la válvula), dejar que el gas se libere en el lugar o llevarlo a un área segura y dejar que el gas se libere allí. Si hay fugas en el cilindro o su válvula, contactar al proveedor.

MANIPULACIÓN Y USO

PRÁCTICAS DE TRABAJO E HIGIENE:

Se debe estar atento a cualquier signo de mareos o fatiga; exposiciones a concentraciones fatales de este producto pueden ocurrir sin signos de alerta significativos, debido a la deficiencia de oxígeno. Utilizar herramientas anti-chispa.

ALMACENAMIENTO Y PRÁCTICAS PARA MANIPULACIÓN:

Los cilindros se deben almacenar en posición vertical y se deben asegurar firmemente para prevenir caídas o golpes. Se pueden almacenar cilindros en el exterior, pero en tales casos, se deben proteger contra condiciones climáticas extremas y contra la humedad de la tierra para prevenir oxidación. Los cilindros se deben almacenar en áreas secas y bien ventiladas, lejos de fuentes de calor, ignición y luz directa del sol. Mantener el área de almacenamiento libre de materiales que se puedan quemar. No dejar que el área donde se almacenan los cilindros exceda los 52°C. Almacenar lejos de áreas con mucho tránsito y salidas de emergencia. Almacenar lejos de áreas de proceso y producción, lejos de ascensores, salidas de edificios y de habitaciones o pasillos principales a salidas. Proteger los cilindros contra daño físico. Considerar la instalación de sistemas de detección de fugas y alarmas en las áreas de almacenamiento y uso. Tener el equipamiento de extinción apropiado en las áreas de almacenamiento (sistema de rociadores, extintores de incendios portátiles).

Usar sistemas de ventilación anti-chispa, equipamiento aprobado a prueba de explosión y sistemas eléctricos apropiados. El equipamiento eléctrico utilizado en el manejo del gas, o localizado en las áreas de almacenamiento debe ser anti-chispa o aprueba de explosión. Usar una válvula antiretorno u otro aparato protector en cualquier línea o conducto desde el cilindro para prevenir flujo reverso. Nunca altere con presión válvulas de venteo y cilindros.

Mantener la cantidad mínima necesaria de cilindros almacenados. Se deben separar los cilindros llenos de los vacíos. Usar sistemas de inventario primero que entra, primero que sale para evitar que se guarden cilindros llenos por largos períodos de tiempo.

ALERTA: Debido al efecto "Gas Hilarante" anestésico, el Óxido Nitroso es menudo objeto de robo y mal uso. Los cilindros se deben usar y almacenar en áreas controladas.

PRECAUCIONES ESPECIALES PARA LA MANIPULACIÓN DE CILINDROS:

Los gases comprimidos pueden presentar significativos riesgos de seguridad. Las reglas siguientes son aplicables para trabajos en que se utilicen cilindros.

Antes del Uso: Trasladar los cilindros con un carro adecuado. No arrastrar, deslizar ni rodar los cilindros. No dejar caer los cilindros ni permitir que se golpeen unos con Otros. Asegurar los cilindros firmemente. Dejar la tapa de protección de la válvula en su lugar hasta que el cilindro esté listo para el uso.

Durante el Uso: Usar los acoples adecuados y otro equipo de apoyo. No usar adaptadores. No calentar el cilindro de ninguna manera para aumentar la descarga de producto del cilindro. No usar aceite o grasa en los ajustes ni en los equipos para manipulación del gas. Los sistemas de detección de fugas deben ser con solución detectora de fugas, nunca con llama. Contactar inmediatamente el proveedor si hay cualquier dificultad para operar válvula del cilindro. Nunca insertar un objeto (Ej. llave, destornillador, palanca, etc.) en las aberturas de la tapa de la válvula. Se puede dañar la válvula, lo que puede provocar fugas. Usar una correa ajustable para soltar las tapas muy apretadas o con óxido. Nunca se debe provocar un arco en un cilindro de gas comprimido ni convertir un cilindro en parte de un circuito eléctrico.

Después de Usar: Cerrar la válvula del cilindro principal. Las válvulas se deben cerrar herméticamente. Colocar la tapa de la protección de la válvula. Marcar los cilindros vacíos con el termino: "VACIO."

NOTA: Usar solamente recipientes con codificación DOT o ASME. Conectar a tierra todos los equipos y líneas asociadas a este producto. Cerrar la válvula después de cada uso y cuando esté vacío. No se deben recargar cilindros excepto por o con el consentimiento del dueño.

CONEXIÓN ESTÁNDAR DE LOCSA: Válvula CGA 326

PRÁCTICAS DE PROTECCIÓN DURANTE EL MANTENIMIENTO DE EQUIPO CONTAMINADO:

Seguir las prácticas indicadas en la Sección 6 (Medidas para Derrames Accidentales). Cerciorarse de que el equipo se encuentra inmovilizado y etiquetado en forma segura.

Purgar el equipo con un gas inerte (Ej. Nitrógeno) antes de comenzar las reparaciones. Usar siempre el producto en áreas donde exista ventilación adecuada.

CONTROLES DE EXPOSICIÓN – PROTECCIÓN PERSONAL

A) VENTILACIÓN Y CONTROLES DE INGENIERÍA:

Usar ventilación adecuada. Es preferible la ventilación con campana de extracción, porque previene dispersión de este gas en el lugar del trabajo al eliminarlo desde su fuente. Si es adecuado, instalar equipamiento de monitoreo automático para detectar los niveles de Oxígeno.

B) PROTECCIÓN RESPIRATORIA:

Mantener los niveles de Oxígeno sobre 19,5% en el lugar de trabajo. Usar protección respiratoria con suministro de aire si los niveles de Oxígeno están bajo 19,5% o durante la respuesta a emergencias por fugas de este producto. Si se requiere protección respiratoria, seguir los requisitos del Norma Federal de Protección Respiratoria OSHA (29 CFR 1910.134), o normas del Estado equivalentes.

C) PROTECCIÓN OCULAR:

Lentes de seguridad.

D) PROTECCIÓN DE MANOS:

Usar guantes cuando se manipulan cilindros de este producto. De otro modo, usar guantes de protección adecuados para el trabajo en que se utilizará este producto. Los guantes deben estar limpios y libres de grasa y aceite.

E) PROTECCIÓN CORPORAL:

Usar protección del cuerpo apropiada para la tarea a ejecutar. Se recomiendan zapatos de seguridad cuando se manipulan cilindros.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

DENSIDAD DEL GAS @ 0°C Y 1 atm: 1,947 Kg/m³.

PUNTO DE EBULLICIÓN: -88,5°C.

PUNTO DE FUSIÓN @ 10 psig: -90,8°C

GRAVEDAD ESPECÍFICA (aire=1) @ 21,1°C: 1,53

SOLUBILIDAD EN AGUA vol/vol 20°C y 1 atm: 1,3

pH: No Aplicable

PESO MOLECULAR: 44,013

RAZÓN DE EXPANSIÓN: No Aplicable

VOLUMEN ESPECÍFICO: 8,7 ft³/lb

RAZÓN DE EVAPORACIÓN (nBuAc)=1: No aplicable

UMBRAL DE OLOR: No Aplicable

PRESIÓN DE VAPOR @ 21,1°C (psig): 745

COEFICIENTE DE DISTRIBUCIÓN AGUA/ACEITE: No aplicable

APARIENCIA Y COLOR: Este producto es un gas incoloro, licuado, con olor dulce.

COMO DETECTAR ESTA SUSTANCIA (propiedades de advertencia): No hay propiedades de advertencia usuales para la descarga de este producto. En términos de detección de fugas, los fittings y uniones se deben chequear con agua jabonosa, las fugas se indicarán con la formación de burbujas.

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

ESTABILIDAD: Normalmente estable.

PRODUCTOS DE LA DESCOMPOSICIÓN: Nitrógeno y Oxígeno.

MATERIALES CON LOS QUE ESTA SUSTANCIA ES INCOMPATIBLE: Materiales inflamables, aceites, grasa, metales alcalinos, aluminio, boro, óxido de estaño, hidruro de litio carburo de tungsteno. El Óxido Nitroso forma mezclas explosivas con

fosfina, amoníaco, monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, hidrógeno, y acetileno. Este producto se descompone explosivamente a altas temperaturas, produciendo Nitrógeno y Oxígeno. Esta reacción ocurrirá a bajas temperaturas en presencia de superficies catalíticas (Ej.: plata, aluminio, óxidos de cobre, óxidos de níquel). Las mezclas de Óxido Nitroso y silano son estables, pero tales mezclas detonarán explosivamente cuando se exponen a la atmósfera o temperaturas elevadas. Retroceso de llama hacia el cilindro que contiene estas mezclas puede resultar en fallas catastróficas. Las mezclas de gases Óxido Nitroso/combustible están sujetas a todas las restricciones y precauciones que regulan las mezclas Oxidante/Combustible.

POLIMERIZACIÓN PELIGROSA: No ocurre.

CONDICIONES QUE SE DEBEN EVITAR: Evitar contacto con materiales incompatibles. Los cilindros expuestos a altas temperaturas o llama o directa se pueden romper o estallar.

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

DATOS DE TOXICIDAD: La siguiente información está disponible para Óxido Nitroso: SLN (*Drosophilla melanogaster*, inhalación) = 99 pph/6 meses.

DNA Pruebas de Sistemas de Inhibición (rata, inhalación = 75.000 ppm/24 horas.

TCLo (inhalación, ratón) = 5.000 ppm/4 horas (hembra, 14 días post); efectos reproductivos.

TCLo (inhalación, ratón) = 75 pph/6 horas (hembra, 14 días post); efectos teratogénicos.

TDLo (inhalación, humanos) = 24 mg/Kg/2 horas; efectos sobre sistema nervioso central, sistema cardiovascular, sistema metabólico.

LCLo (inhalación, ratas) = 1068 mg/m³/4 horas.

AGENTE CANCERÍGENO SOSPECHOSO: El Óxido Nitroso no se encuentra en las siguientes listas: FEDERAL OSHA Z LIST, NTP, CAL/OSHA, IARC; por lo tanto no es considerado ni se sospecha que sea un agente causante de cáncer por estas agencias.

IRRITABILIDAD DEL PRODUCTO: El contacto con gases que se expanden

rápidamente, puede causar quemaduras por congelamiento y dañar la piel y ojos expuestos.

SENSIBILIZACIÓN DEL PRODUCTO: El Óxido Nitroso no es un sensibilizador.

INFORMACIÓN SOBRE TOXICIDAD REPRODUCTIVA: Estudios epidemiológicos sugieren efectos feto-tóxicos y aumento en las tasas de abortos espontáneos en humanos que han sido sobre-expuestos a Óxido Nitroso. Aunque no se ha establecido una causal definitiva en la relación entre las exposiciones a Óxido Nitroso y problemas reproductivos, se deben minimizar las exposiciones al gas. La siguiente es la información adicional sobre los efectos del Óxido Nitroso sobre el sistema reproductor humano:

- **Mutagenicidad:** No se espera que este producto cause efectos mutagénicos en humanos.
- **Embriotoxicidad:** Se ha reportado que el Óxido Nitroso provoca efectos embriotóxicos en animales de laboratorio.
- **Teratogenicidad:** El Óxido Nitroso puede causar efectos teratogénicos en humanos. La exposición a Óxido Nitroso ha causado efectos de toxicidad embrional y fetal en animales de laboratorio. Tales efectos incluyen peso fetal reducido, osificación retardada, y un aumento de la incidencia de variaciones viscerales y esqueléticas.
- **Toxicidad Reproductiva:** El Óxido Nitroso puede causar efectos reproductivos adversos en humanos.

Un mutágeno es un químico que causa cambios permanentes al material genético (DNA) de modo que los cambios se propagarán a través de las líneas generacionales. Una embriotoxina es un químico que causa daños al embrión en desarrollo (es decir dentro de las primeras ocho semanas de embarazo en humanos), pero el daño no se propaga en las líneas generacionales. Un teratógeno es un químico que causa daños al feto en desarrollo, pero el daño no se propaga a las líneas generacionales. Una toxina reproductiva es cualquier substancia que interfiere de cualquier manera con el proceso reproductivo.

CONDICIONES MÉDICAS AGRAVADAS POR LA EXPOSICIÓN: Condiciones respiratorias preexistentes, desórdenes del sistema nervioso central, desórdenes de los sistemas sanguíneo e inmunológico, y embarazos se pueden ver agravados o adversamente afectados por la sobre-exposición a este producto. Las mujeres embarazadas deben evitar cualquier exposición a este producto.

RECOMENDACIONES A LOS MÉDICOS: Proveer Oxígeno, tratar los síntomas y reducir la sobreexposición. El Óxido Nitroso puede suprimir la función inmunológica cuando se administra con propósitos anestésicos. Esto puede reducir la resistencia a las infecciones y otros procesos de enfermedades inmuno-dependientes. El Óxido Nitroso puede causar una deficiencia de vitamina B12. Como resultado de esta deficiencia inducida químicamente se pueden presentar anemia Megaloblástica y desórdenes del sistema nervioso.

ÍNDICES DE EXPOSICIÓN BIOLÓGICA: (BEIs): Comúnmente, los Índices de Exposición Biológica (BEIs) no se aplican a este producto.

INFORMACIÓN ECOLÓGICA

ESTABILIDAD AMBIENTAL: El gas se disipa rápidamente en áreas bien ventiladas.

EFFECTOS DEL MATERIAL SOBRE PLANTAS O ANIMALES: Cualquier efecto adverso sobre animales estará relacionado con los ambientes deficientes en Oxígeno, efectos sobre el sistema nervioso central, y potenciales problemas reproductivos. Los síntomas de exposición serían similares a los descritos para humanos. No se anticipa que ocurran efectos adversos a las plantas, excepto el congelamiento producido por la presencia de gases que se expanden rápidamente.

EFFECTO DEL QUÍMICO SOBRE LA VIDA ACUÁTICA: No hay evidencia disponible sobre los efectos de este producto sobre la vida acuática.

CONSIDERACIONES PARA EL DESECHO

PREPARACIÓN DE RESIDUOS PARA EL DESECHO: El desecho de residuos se debe

realizar de acuerdo con las disposiciones Federales, Estatales y Locales. Devolver los cilindros con producto residual a AIR LIQUIDE CHILE S.A. No desecharlos localmente. Para desecho de emergencia, asegurar el cilindro y lentamente descargar el gas a la atmósfera en un área bien ventilada o el exterior, lejos de fuentes de ignición.

INFORMACIÓN PARA EL TRANSPORTE

GAS LICUADO

DESIGNACIÓN OFICIAL: Óxido Nitroso Óxido Nitroso, líquido refrigerado.

CLASE O DIVISIÓN DE RIESGO: 2.2 2.2

NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN UN: 1070 2201

ETIQUETA DOT REQUERIDA: Gas no inflamable, Oxidante Gas no inflamable, Oxidante

CONTAMINANTE MARINO: El Óxido Nitroso no está clasificado por DOT como un contaminante marino.

INFORMACIÓN ESPECIAL DE EMBARQUE: Los cilindros se deben transportar en una posición segura, en un vehículo bien ventilado. El transporte de cilindros de gas comprimido en automóviles o en vehículos cerrados presenta serios riesgos de seguridad y deben ser descartados.

OTRA INFORMACIÓN

PRECAUCIONES ESPECIALES: Todos los manómetros, válvulas, reguladores, tuberías y equipos utilizados con Óxido Nitroso deben limpiarse según servicio para Oxígeno, de acuerdo con el folletín CGA G-4.1. Usar tuberías y equipos adecuados para soportar las presiones y temperaturas de trabajo. El Óxido Nitroso puede provocar que algunos elastómeros se hinchen. Usar una válvula antirretorno u otro aparato protector en cualquier línea o conducto desde el cilindro para prevenir flujo reverso.

MEZCLAS: Cuando dos o más gases o gases licuados se mezclan, sus propiedades peligrosas se pueden combinar para crear riesgos adicionales inesperados. Se debe obtener y evaluar la información de seguridad para cada

componente antes de producir la mezcla. Consultar al Higienista Industrial u otro personal entrenado cuando se haga la evaluación de seguridad del producto final. Recordar que los gases y líquidos tienen propiedades que pueden causar serios daños o muerte.

Más información sobre el Óxido Nitroso se puede encontrar en los siguientes folletos publicados por la Asociación de Gas Comprimido (CGA), 1725 Jefferson Davis Highway, Suite 1004, Arlington, VA 22202-4102, U.S.A. Fono: (703) 412-0900. G-4.1 Cleaning Equipment of Oxygen Service G-8.1 Standard for Nitrous Oxide Systems at Customer Sites G-8.2 Commodity Specification for Nitrous Oxide P-1 Safe handling of Compressed Gases in Containers P-14 Accident Prevention in Oxygen-Rich, Oxygen-Deficient Atmospheres SB-2 Oxygen Deficient Atmospheres SB-6 Nitrous Oxide Security and Control AV-1 Safe Handling and Storage of Compressed Gases Handbook of Compressed Gases. Esta Ficha Técnica y de Seguridad está conforme a la Comunicación Estándar de Riesgos OSHA, 29 CFR, 1910.1200. La información contenida aquí sólo se relaciona a este producto específico. Si este producto se combina con otros materiales, se deben considerar todas las propiedades del componente. Los datos pueden cambiar en el tiempo.

CAPÍTULO 3

MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

3.1 INTRODUCCIÓN

3.1.1 EL MOTOR

Cumple la finalidad de proporcionar la energía mecánica necesaria para el funcionamiento y la operación del equipo de manera de poder trasladarse y realizar el trabajo para el cual fue diseñada.

Se denomina motor a toda maquina, dispositivo mecánico o ingenio humano, destinado a producir energía mecánica, es decir, transformar otras energías en energía mecánica.

El motor no fabrica energía solo la transforma.

3.1.1.1 TIPOS DE MOTOR SEGÚN LA ENERGIA QUE TRANSFORMA

1. Motor Hidráulico
2. Motor Eólico.
3. Motor Eléctrico.
4. Motor a Vapor.
5. Motor de Combustión Interna.

Motor de Combustión Interna: se denomina así a la maquina que utiliza la energía calórica desarrollada por la combustión de un combustible líquido o gaseoso dentro de un cilindro para transformarlo en energía mecánica.

3.1.1.2 EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

¿QUÉ son los motores de combustión interna? Son los que usan comúnmente los automóviles. Se llaman también motores de explosión.

Estos nombres les fueron asignados debido a que el combustible se quema en el interior del motor y no es un dispositivo externo a él, como en el caso de los motores diesel.

CLASIFICACION DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.

1. Según tipos de Combustible que utiliza:
 - Motor a Bencina.
 - Motor a Parafina.
 - Motor a Petróleo.
 - Motor a Gas licuado.
 - Motor a Alcohol.
2. Según método de encendido:
 - Motor de encendido por chispa (bujías)
 - Motor de encendido por compresión.
3. Según ciclo de funcionamiento:
 - Motor de 2 tiempos.
 - Motor de 4 tiempos.
4. Según sistema de enfriamiento:
 - Motor refrigerado por agua.
 - Motor refrigerado por aire.
5. Según números de cilindros:
 - Motor monocilindrico.
 - Motor policilindrico.
6. Según la disposición de los cilindros:
 - Motor en línea.
 - Motor en V.
 - Motor de cilindros opuestos.
 - Motor radial o estrella.
7. Según números de revoluciones por minuto:
 - Motor lento o de bajas revoluciones (hasta 800 r.p.m.)
 - Motor de régimen medio (hasta 2500 r.p.m.)
 - Motor rápido (hasta 5000 o más r.p.m.)

8. Según sentido de giro del cigüeñal:
 - Motor giro izquierdo.
 - Motor giro derecho.
9. Según método de admisión de aire:
 - Motor de admisión natural.
 - Motor sobre cargado o turbo cargado.

Datos técnicos para definir un motor:

- Potencia máxima en HP, C.V., Kw.
- Régimen máximo de revoluciones.
- Cilindrada.
- Diámetro nominal del cilindro.
- Carrera del pistón.
- Relación de compresión.
- Todas las señaladas anteriormente.

3.2 FUNCIONAMIENTO

3.2.1 ¿CÓMO TRABAJAN LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA?

Estos motores trabajan en cuatro tiempos que son; la admisión, la compresión, la explosión y el escape.

Funcionamiento del ciclo de cuatro tiempos: En el motor de combustión interna el ciclo de 4 tiempos significa que el ciclo de trabajo en un cilindro lo realiza en cuatro tiempos o en lo que son lo mismo 4 carreras de trabajo.

1ª carrera ASPIRACIÓN

2ª carrera COMPRESIÓN

3ª carrera EXPLOSIÓN

4ª carrera ESCAPE

CICLO TEÓRICO.

Cada carrera desde el punto muerto superior al punto muerto inferior del pistón corresponde a 180° de giro del cigüeñal y como son 4 carreras se tiene 180° por 4 es igual a 720° . Es decir, el ciclo completo dura dos vueltas completas del cigüeñal.

CICLO PRÁCTICO.

Para efectos de producir un llenado completo del cilindro al momento de la aspiración y un aprovechamiento óptimo de expansión al momento de la combustión las válvulas no abren y cierran justo en los puntos muertos sino que existe un desfaseamiento para compensar la inercia de los gases.

En el primer tiempo o admisión, el cigüeñal arrastra hacia abajo el émbolo, aspirando en el cilindro la mezcla carburante que está formada por gasolina y aire procedente del carburador.

La figura A ilustra los cuatro tiempos del motor de combustión interna.

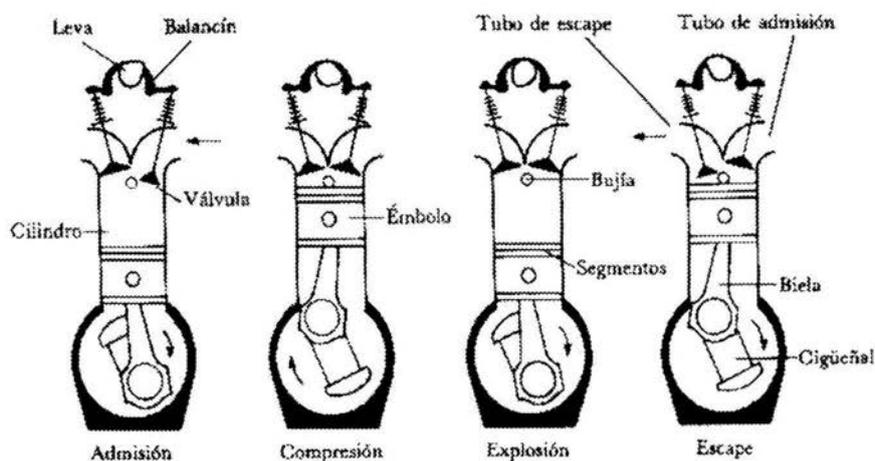


Figura: A

En el segundo tiempo se efectúa la compresión. El cigüeñal hace subir el émbolo, el cual comprime fuertemente la mezcla carburante en la cámara de combustión.

En el tercer tiempo, se efectúa la explosión cuando la chispa que salta entre los electrodos de la bujía inflama la mezcla, produciéndose una violenta dilatación de los gases de combustión que se expanden y empujan el émbolo, el cual produce trabajo mecánico al mover el cigüeñal, que a su vez mueve las llantas del coche y lo hace avanzar.

Por último, en el cuarto tiempo, los gases de combustión se escapan cuando el émbolo vuelve a subir y los expulsa hacia el exterior, saliendo por el mofle del automóvil.

Naturalmente que la apertura de las válvulas de admisión y de escape, así como la producción de la chispa en la cámara de combustión, se obtienen mediante mecanismos sincronizados en el cigüeñal.

De acuerdo a la descripción anterior, comprendemos que si la explosión dentro del cilindro no es suave y genera un tirón irregular, la fuerza explosiva golpea al émbolo demasiado rápido, cuando aún está bajando en el cilindro.

Este efecto de fuerzas intempestivas sacude fuertemente la máquina y puede llegar a destruirla. Cuando esto sucede se dice que el motor está "detonando" o "cascabeleando", efecto que se hace más notorio al subir alguna pendiente.

Indudablemente, este fenómeno también se observa cuando el automóvil está mal carburado, o sea, no tiene bien regulada la cantidad de aire que se mezcla con la gasolina. Sin embargo, cuando éste no es el caso, el cascabeleo se deberá al tipo de gasolina que se está usando, la cual a su vez depende de los compuestos y los aditivos que la constituyen, o sea de su octanaje.

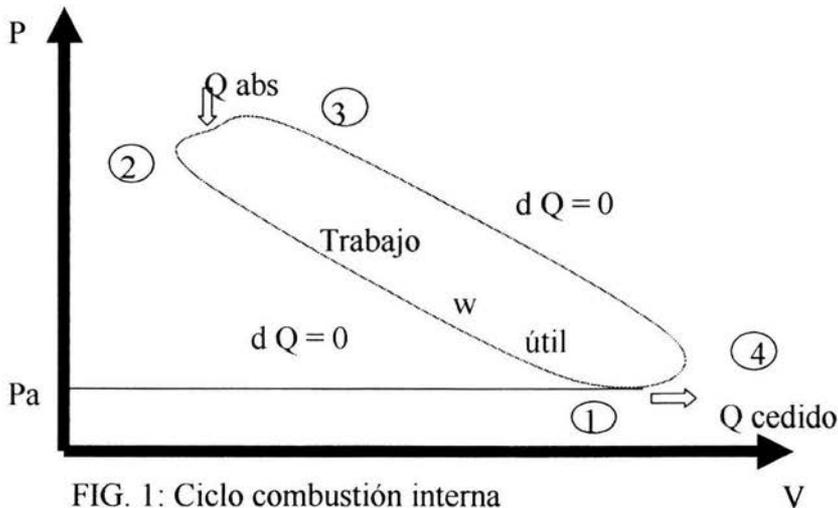
ASPECTOS GENERALES:

En los próximos párrafos abordaremos el estudio del motor de combustión interna. En primer lugar se hará un enfoque general sobre este tipo de motor y como del análisis general se derivan los diferentes ciclos que se usan hoy en día.

Luego veremos los ciclos teóricos asociados a cada tipo de motor tanto en diagrama p-V como en diagrama T-S.

CICLOS GENÉRICOS:

Una característica clave de los motores de combustión interna es que en cada ciclo se aspira aire fresco, luego se adiciona el combustible y se quema en el interior del motor. Luego los gases quemados son expulsados del sistema y se debe aspirar nueva mezcla o aire. Por lo tanto se trata de un **ciclo abierto**.



En la **Figura 1** vemos un ciclo genérico de un motor de combustión interna. Este consta de las siguientes partes generales: Existe una presión mínima en el sistema equivalente a p_a . Desde **1** hasta **2** se realiza una compresión, en teoría adiabática sin roce. Entre **2** y **3** se realiza la combustión, con un aporte de calor Q_{abs} . Entre **3** y **4** se realiza la expansión de los gases calientes. Normalmente es en esta etapa donde se entrega la mayor parte del trabajo. Esta expansión es también, en teoría, adiabática y sin roce. En **4** se expulsan los gases quemados a la atmósfera. El ciclo es realmente **abierto**, pero (para efectos de análisis) se supone que se **cierra** entre **4** y **1**, volviéndose el estado inicial. Se introduce, por lo tanto, el concepto de **Ciclo de aire equivalente**. Ésto significa que suponemos que el ciclo lo describe sólo el **aire**, al cual lo hacemos pasar por una sucesión de estados tal que se reproduce el ciclo real. Esto implica las siguientes suposiciones y

simplificaciones:

-Las propiedades del aire se suponen constantes para todo el ciclo (no varían ni C_p ni C_v , aunque en el caso real sí lo hacen por variación de temperatura y porque en parte del ciclo se trabaja con gases quemados).

-Se supone un sistema cerrado. Es decir, el aire está cerrado dentro del sistema y se somete a las evoluciones equivalentes.

-Entre **2** y **3** se supone que se aporta calor externamente para lograr la evolución equivalente.

-En forma análoga, entre **4** y **1** se supone que se enfría el aire en forma equivalente.

-Una evolución clave en este ciclo genérico es la compresión de base 1-2. En efecto, ella es característica de cada ciclo y es (relativamente) constante. En cambio en la operación real, la cantidad de calor Q_{abs} puede variar en forma importante, por lo tanto también varía la evolución 3-4. Pero la compresión de base es relativamente estable.

-Se puede demostrar fácilmente que el rendimiento de la compresión de base queda expresado por:

$$\eta = 1 - (1/a^{\gamma} - 1) \quad \text{con: } a = V_1 / V_2$$

-Por lo tanto, para aumentar el rendimiento del ciclo conviene, en lo posible, aumentar lo más que se pueda la compresión de base. Los límites a esta compresión pueden venir de dos fuentes:

- En el caso de que solo se comprima aire (motores Diesel, turbina a gas), la compresión máxima queda fijada solo por razones tecnológicas.
- En el caso que se comprima una mezcla aire-combustible (motor Otto), la compresión máxima queda fijada por los límites de detonación o autoinflamación.

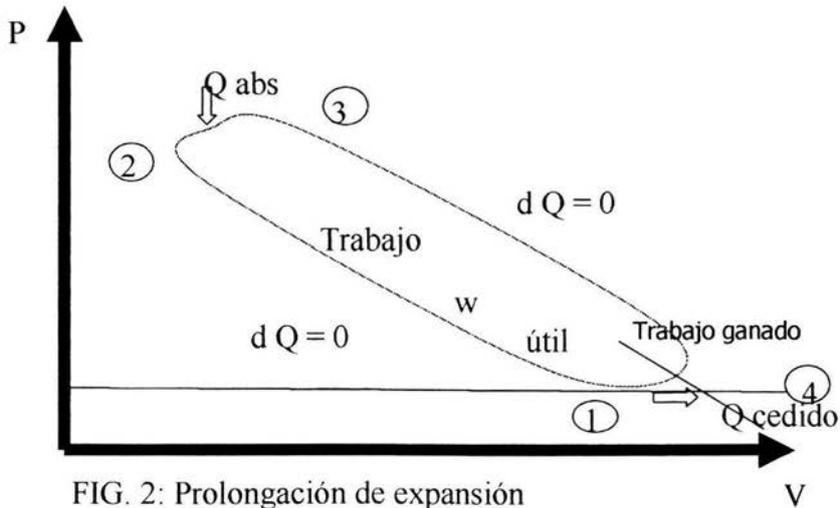
Condiciones para maximizar el rendimiento del Ciclo:

En este ciclo genérico tenemos varias cosas que se pueden hacer para **maximizar** el trabajo obtenido. Enumerémoslas:

- De ser posible, siempre conviene prolongar la expansión **3-4** hasta la

presión ambiente. Con ello se gana un área de trabajo adicional "sin costo". Claro que en motores alternativos (cilindro-pistón), esto no es posible, pues el volumen máximo está definido.

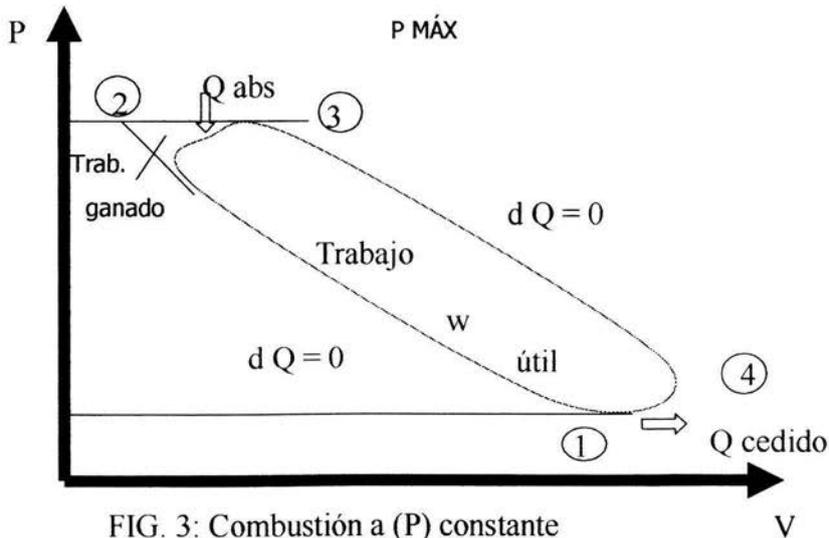
- En el caso de que la **presión máxima** esté fija, conviene que la combustión se realice a presión constante. En efecto, cuando uno comprime solo aire, conviene que esta compresión sea la máxima posible para maximizar el rendimiento.
- En el caso de que la **compresión máxima** esté fija (caso motores Otto en que se comprime aire-combustible), conviene que la combustión se realice a volumen constante.



Estas tres situaciones las vemos ilustradas en las figuras 2 a 4. En ellas vemos que siempre se trata de maximizar el área encerrada por el ciclo de trabajo. En el caso de prolongar la expansión hasta p_a , es obvia la ganancia de área. Así que en lo posible conviene hacerlo. Sin embargo esto **no** es posible en los motores alternativos (cilindro-pistón), siendo sólo posible en el caso de las turbinas. Esto por cuanto se trata de agregar más etapas a la turbina hasta alcanzar la presión ambiente.

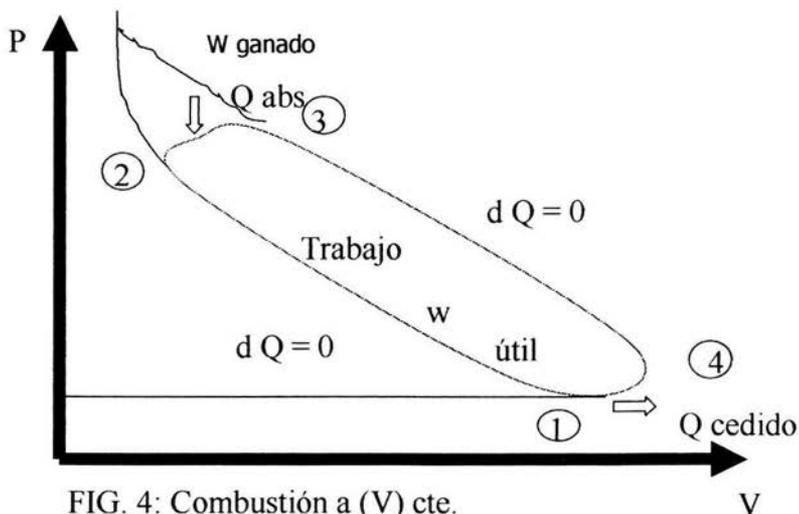
En el caso de **presión máxima fija (Figura 3)**, se trata de maximizar p_2 de forma de maximizar el rendimiento. Esto porque así se tiene la máxima compresión de base posible. Sin embargo sólo podemos hacer esto en caso de que se comprima aire.

En efecto, si se comprime una mezcla aire-combustible, existirá una razón de compresión máxima, más allá de la cual la mezcla tiende a autoinflamarse. Por lo tanto se maximizará p_2 de forma de llegar al límite tecnológico. En este caso conviene que la combustión **se realice a presión constante**. (ver figura 3). Es obvio que no conviene que la presión disminuya durante la combustión (disminuye el área de trabajo útil), pero tampoco puede **aumentar** la presión durante la combustión (si aumentase, se excedería la presión máxima, lo cual lleva a problemas tecnológicos).



Finalmente tenemos el caso de que la **compresión máxima** esté fija. Esto ocurre cuando se comprime una mezcla **aire-combustible**.

En este caso no se debe exceder una razón de compresión máxima, pues si se hace la mezcla tiende a autoinflamarse. En este caso conviene que la combustión se realice a **volumen constante** de forma de maximizar el área de trabajo (el caso se ilustra en la **figura 4**).



Claro que se debe tener presente de que, de partida, se usó una razón de compresión más baja, por lo cual se ha pagado una penalización de rendimiento desde la partida.

Este caso se da en el Ciclo Otto.

3.3 COMPONENTES

3.3.1 DESCRIPCIÓN DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

A- Componentes:

- a. Conjunto estático
- b. Conjunto Dinámico.
- c. Sistemas asociados.
- d. Cáster, block y culata.

b.1 Conjunto móvil

- Cigüeñal.
- Velas.
- Pistones.
- Anillos.
- Pasador de pistón.

b.2 Sistema de Distribución

b.2.1 Mando de la distribución

- Engranajes.
- Cadenas.
- Poleas dentadas
- Correas dentadas.

b.2.2 Mecanismos de operación de válvulas.

- Eje de levas.
- Taques.
- Varillas alza válvulas.
- Eje de balancines.
- Balancines,
- Resortes y válvulas.

TIPOS DE MECANISMOS DE DISTRIBUCIÓN:

Por construcción existen dos tipos:

1. - Con Eje de levas en Block: el mando de la distribución se efectúa por engranaje directo o por cadena. La operación de válvulas se realiza por taque, varillas alza válvulas.
2. - Con Eje de levas en la culata: el mando de la distribución se efectúa por correa dentada y la operación de válvulas por balancines o directa.

3.4 PODER DE LOS COMBUSTIBLES

3.4.1 ¿QUÉ SIGNIFICA EL OCTANAJE EN UNA GASOLINA?

Hace 50 años se llegó a descubrir que, de todos los compuestos que forman la gasolina, el heptano normal (un hidrocarburo con siete átomos de carbón formando una cadena lineal) es el que provoca la peor detonación. Por lo tanto se le asignó un valor de cero en la escala correspondiente.

El compuesto que detonaba menos era de ocho átomos de carbono, formando una cadena ramificada llamada isooctano. Se le dio un valor de 100, y así nacieron los índices de octano u octanajes de las gasolinas. Pero ¿cómo se determinan prácticamente los octanajes de las gasolinas?

Existen aparatos especiales para medir las detonaciones que provocan. El resultado se compara con mezclas de heptano e isooctano hasta encontrar aquella que produzca un efecto semejante.

Así, por ejemplo, si cierta gasolina tiene características detonantes parecidas a las de una mezcla en 90% de isooctano y 10% de heptano normal, entonces se le asigna un índice de octano de 90.

Pero ¿por qué se dijo en el capítulo anterior que la gasolina natural proveniente de la destilación primaria no llenaba las especificaciones de octanaje requeridas por los automóviles? ¿Cómo se consigue aumentar el índice de octano en la gasolina? Si la fracción que contiene de cinco a nueve átomos de carbono en el petróleo crudo es insuficiente para satisfacer las demandas de gasolina.

3.5 CARBURACIÓN

El carburador es un dispositivo para regular la correcta relación de aire/combustible para distintos ciclos de funcionamiento del motor.

Es de extrema complejidad, puesto que debe realizar la mezcla homogénea de la gasolina (líquida) y el aire (gas).

Debido a su complejidad, es un dispositivo que debe ser revisado en forma periódica para el correcto funcionamiento del motor.

Nunca se logra vaporizar completamente el combustible, por que el carburador siempre esta sometido a regímenes trascendentes.

3.5.1 FUNCIONES DEL CARBURADOR.

- Pulverizar finamente el combustible.
- Mezclar homogéneamente el combustible con el aire.
- Regular la proporción de la mezcla de acuerdo a distintas exigencias referidas al motor.
- Controlar la cantidad de mezcla que va a los cilindros para obtener diferentes revoluciones y potencias de acuerdo a las necesidades.

CARBURADOR ELEMENTAL.

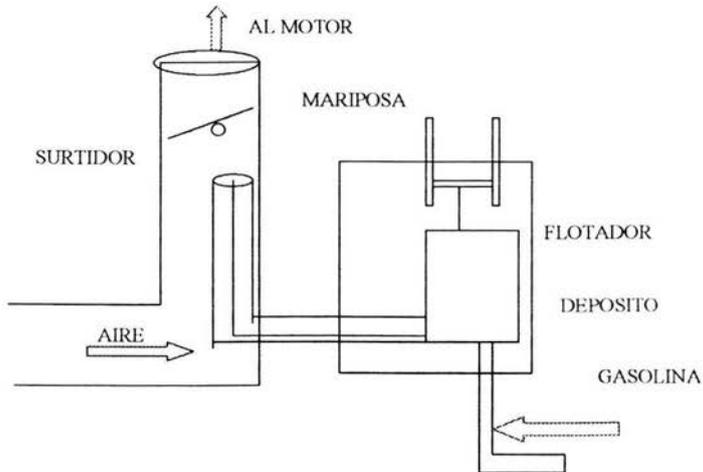
Se denomina así al carburador que solo dispone de los componentes más indispensables para que pueda cumplir la función de mezclador y controlador de la mezcla.

1. Cámara de combustible de nivel constante
 - cuba
 - flotador
 - válvula de aguja
2. Cámara de mezcla.
 - Tubo venturi
 - Surtidor principal.
 - Surtidor ralentí.
3. Válvula chapaleta o acelerador.
4. Estrangulador

3.5.2 CLASIFICACIÓN DE CARBURADORES

Los carburadores se clasifican generalmente a base de la posición relativa del difusor y del pulverizador; por consiguiente, hay carburadores horizontales,

verticales e invertidos. Las flechas azules indican la entrada de aire, las rojizas la gasolina pulverizada y las de color ocre el flujo de la mezcla.



CARBURADOR ELEMENTAL

ESQUEMA "A"

En el esquema "A" se muestran los elementos fundamentales de un carburador y permite apreciar los principios de su funcionamiento.

Las partes esenciales del carburador elemental son:

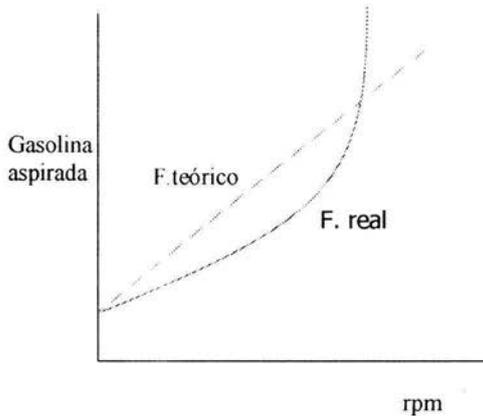
-La cubeta o cuba de nivel constante: que impide al orificio por donde fluye la gasolina sufrir las consecuencias del diferente nivel constante entre el depósito y el carburador y que varía con la posición del coche. La constancia del nivel se consigue con un flotador que abre y cierra el orificio de entrada de la gasolina mediante una válvula de aguja. Generalmente la posición del flotador se puede regular para evitar que un nivel erróneo de gasolina conduzca a la inundación del carburador o a fallos del motor, según esté demasiado alto o demasiado bajo.

- **El difusor:** que está dotado de un estrangulamiento en tubo de Venturi. Dicho estrangulamiento situado en correspondencia con el surtidor, sirve para generar la depresión necesaria para aspirar por su interior el carburante que luego entra en los cilindros mezclado con aire, La forma de la sección estrangulada del difusor debe estudiarse con atención, para evitar que se formen en el seno de la columna de aire movimientos turbulentos que dificultarían la entrada del combustible y no permitirían el paso de la cantidad necesaria de aire, con la subsiguiente reducción del rendimiento volumétrico del motor. También la velocidad máxima dentro de la sección estrangulada debe estar comprendida dentro de unos límites muy concretos, por lo general entre 100 y 300 m/s. En la zona no estrangulada y hasta la válvula de admisión es donde se realiza la nebulización completa y la atomización de la mezcla del aire y carburante.

- **El surtidor o pulverizador:** que desemboca a un nivel superior al de la gasolina y sirve para llevar el combustible a la zona de depresión del difusor. El caudal del surtidor depende del valor de la depresión y de su propio diámetro. Está constituido por un pequeño tornillo hueco cuyo orificio ha sido concienzudamente calibrado, atornillado en un lugar fácilmente accesible al conducto portador del carburante desde la cuba de nivel constante. El diámetro del orificio, denominado diámetro del surtidor, es una de las características del carburador y suele expresarse en centésimas de milímetro. Variando el diámetro del surtidor se puede enriquecer o empobrecer la mezcla y modificar, dentro de ciertos límites, las prestaciones y el consumo del motor. La forma y la precisión con que se ha perforado el surtidor tiene mucha importancia, ya que ambas cosas influyen sobre el caudal y la pulverización del combustible.

-**La válvula de mariposa:** situada en la zona no estrangulada del difusor, es el mecanismo que permite al motor adaptarse a la carga haciendo variar el peso de mezcla introducida. El mando de la mariposa no es otra cosa que el pedal del acelerador que actúa sobre ella mediante un sistema de varillas.

3.5.3 FUNCIONAMIENTO DEL CARBURADOR ELEMENTAL



En el carburador de un solo surtidor la cantidad de gasolina aspirada es igual a la teórica solamente a un determinado régimen de revoluciones del motor. Por debajo de dicho régimen la cantidad aspirada es inferior a la teórica (mezcla pobre), mientras que por encima es superior (mezcla rica).

El carburador elemental no está en condiciones de satisfacer las exigencias de un buen funcionamiento del motor por los siguientes motivos:

- 1) La dosificación de la mezcla no es constante, ya que varía con las revoluciones del motor y con la temperatura y la presión atmosféricas.
- 2) No permite aceleraciones rápidas, ya que a causa de la mayor densidad de la gasolina respecto al aire, cuando se acelera bruscamente la gasolina se queda atrás (Por inercia) y la mezcla se empobrece, permaneciendo así durante un cierto tiempo, después del cual vuelve a la normalidad,
- 3) No permite la marcha al mínimo, pues la velocidad del aire en el difusor queda tan limitada que no puede aspirar la gasolina y menos pulverizarla.
- 4) No facilita la puesta en marcha en frío, ya que con el motor frío la vaporización del combustible queda tan reducida que la mezcla resulta excesivamente empobrecida, aun cuando la relación entre la proporción de aire y combustible alcance valores superiores al estequiométrico. Para arrancar en frío es necesario disponer de una mezcla especialmente rica.

Las enmiendas del carburador elemental consisten en dispositivos idóneos para hacer variar la composición de la mezcla en condiciones especiales de funcionamiento del motor.

Relación aire/combustible: Es el número que expresa la cantidad, en masa o en volumen, de aire aspirado por un motor de combustión para una cantidad unitaria de combustible. Dicha relación es función del combustible, del tipo de motor, de su regulación y de la carburación.

El valor ideal o teórico de tal relación es el correspondiente a la relación estequiométrica. Cuando se trata de gasolina comercial, dicha relación está comprendida entre 14,7 y 15,1 (es decir, unos 15 kg de aire por cada kilogramo de gasolina). Pero esto ocurre en condiciones teóricas o ideales, que no considera la mayor o menor rapidez con que se desarrolla efectivamente la combustión.

Con una relación aire/combustible más baja que la estequiométrica (inferior a 14,7 para la gasolina) no todo el combustible podrá quemarse y una parte quedará sin quemar o parcialmente quemado, con formación de CO y HC. Hay que recordar que la combustión nunca es completa, independiente de la relación aire combustible, puesto que la reacción nunca se desarrolla en condiciones ideales.

Por lo general, en un motor automovilístico de encendido por chispa, la variación de la relación aire/combustible se produce sólo entre las mezclas ricas.

Los valores de la relación estequiométrica aire/combustible dependen de la composición química del carburante y, esencialmente, de la proporción de las cantidades, en peso, de carbono e hidrógeno contenidas en cada molécula de combustible.

CAPÍTULO 4

SISTEMAS DE INYECCIÓN DE ÓXIDO NITROSO

4.1 INTRODUCCIÓN

Generalmente el kit se monta sobre el motor, sin realizarle ninguna otra modificación, es decir, sobre el motor estándar. La ganancia de potencia para un motor de cuatro cilindros rondaría los 40 o 60 caballos. En un seis cilindros, la ganancia podría alcanzar los 75 a 100 HP. Por supuesto, se pueden obtener mayores aumentos de potencia, pero en estos casos es inevitable realizar algunas modificaciones sobre el motor, por ejemplo al colocar unos pistones forjados se pueden obtener ganancias de potencia de hasta 250 caballos.

El óxido nitroso está compuesto por dos partes de nitrógeno y una de oxígeno. Durante el proceso de combustión en el motor, a una temperatura de alrededor de 572 grados Fahrenheit (300 grados Centígrados), el óxido nitroso se divide, liberando oxígeno. Este oxígeno extra aumenta la potencia permitiendo que se queme más combustible. El nitrógeno hace de amortiguador o se humedece durante el aumento de presión en los cilindros ayudando a controlar el proceso de combustión, además de reducir la temperatura entre 15 y 25 grados Centígrados. Estas y otras reacciones se pueden consultar en el ANEXO "A".

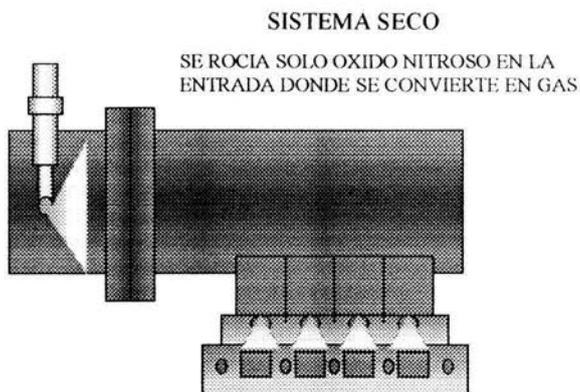
La mejora que se puede esperar, al colocar un sistema de óxido nitroso, es de 1 a 3 segundos y de 15 a 25 Km/h en el cuarto de milla. Por supuesto, estos valores varirán de acuerdo al estado general y al tamaño del motor, las cubiertas, el sistema de transmisión, etc.

4.2 TIPOS DE INYECCIÓN

Existen tres tipos de Sistemas de Óxido Nitroso: Sistema Seco, Sistema Húmedo y Sistema de Puerto Directo.

4.2.1 EL SISTEMA SECO

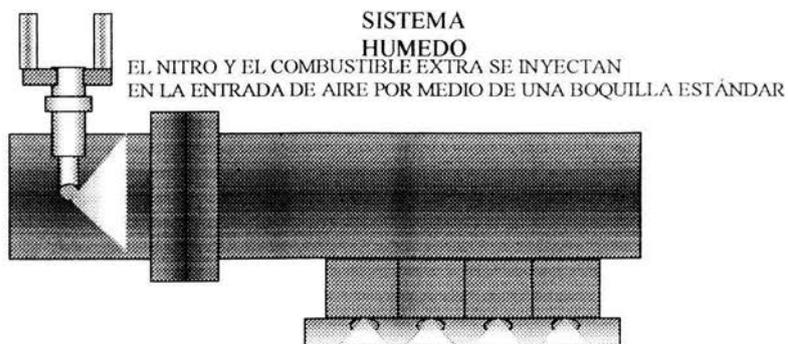
Este sistema inyecta únicamente óxido nítrico en el conducto de admisión al ser accionado, y el aumento de proporción de oxígeno se compensa con más combustible.



LA INYECCIÓN DIRECTA OEM SE PROGRAMA PARA QUE SUMINISTRE MÁS COMBUSTIBLE AL MOTOR, LO QUE COMPENSA PARA EL NITRO.

4.2.2 EL SISTEMA HUMEDO

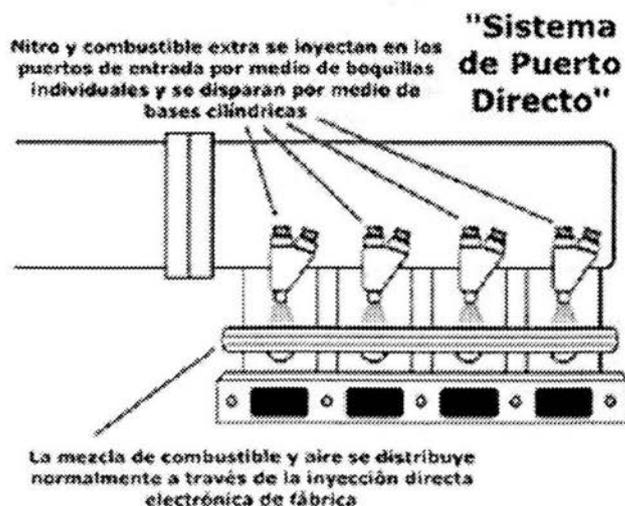
Este sistema es más complicado, ya que inyecta el óxido nítrico y el combustible a la vez, a través de una boquilla.



LA MEZCLA DE COMBUSTIBLE Y AIRE SE DISTRIBUYE NORMALMENTE A TRAVÉS DE LA INYECCIÓN DE FÁBRICA

4.2.3 EL SISTEMA DE PUERTO DIRECTO

Este sistema añade el óxido nitroso y el combustible juntos a través de una manguera que, mezcla y mide la cantidad de ambos vertidos en cada cilindro. Este es el más potente que existe y uno de los más exactos, pero también es uno de los más complicados en lo que se refiere a su instalación, debido a esto y la gran potencia que desarrollan, son casi siempre utilizados en automóviles de carrera con motores preparados para soportar la carga de tales niveles de caballos de fuerza.



4.3 COMPONENTES DEL SISTEMA

4.3.1. PARTES DEL SISTEMA DE ÓXIDO NITROSO

La garrafa: es la botella que contiene el óxido nitroso. El (N_2O) en su interior suele estar en un 70% en forma líquida, y el resto en estado gaseoso. Esta botella, suele ser de acero, aluminio o incluso fibra de carbono, y su presión exceden los 1,000 psi, y su temperatura varía entre los $-35^{\circ}C$ y los $-50^{\circ}C$.

Un lugar muy típico para su instalación es el baúl, aunque también se pueden ver instalaciones que colocan las botellas de nitro bajo los asientos, o en otras localizaciones. Es importante, para que la botella mantenga la presión adecuada, que no sea colocada en algún sitio que pueda favorecer su enfriamiento, especialmente en zonas de clima frío. Los fabricantes recomiendan instalarla en un ángulo de 15 grados con la válvula hacia arriba. La punta de la válvula deberá apuntar a la parte delantera del vehículo y el grifo de la válvula y la etiqueta deberán estar derechas. Hay distintos tamaños de botellas dependiendo de la capacidad requerida, desde las más pequeñas indicadas para su utilización en motos, hasta botellas de más de 10kg, o incluso sistemas que utilizan varias botellas de alta capacidad. La duración depende mucho del tipo de kit y del pasador utilizado, por ejemplo, un kit de 125 HP con una botella de capacidad estándar de 10 lbs. ofrecería normalmente de 7 a 10 tiradas de cuarto de milla. Para niveles de potencia de 250 HP, pueden esperarse de 3 a 5 tiradas completas aproximadamente. Es extremadamente importante no sobrecargar la garrafa. Una botella con una capacidad para 10 lbs. no debería llenarse más allá de las 10 lbs. de óxido nitroso, ya que la sobrecarga y/o demasiado calor puede causar temperaturas excesivas haciendo que el sello de seguridad vuele y dejando escapar todo el contenido de la misma ocasionando exposiciones altísimamente peligrosas para el conductor o para los ocupantes del vehículo.

La válvula reguladora del flujo: se encuentra ubicada en la parte superior de la botella y normalmente es de accionamiento manual que permite "abrir y cerrar" la botella de óxido nitroso. Dependiendo de la cantidad de flujo que deje pasar la válvula, el sistema suministrará una cantidad u otra de óxido nitroso, con lo cual la importancia de esta sencilla válvula es máxima puesto que será determinante en el rendimiento del sistema. De hecho la única diferencia entre unas válvulas u otras suele ser el caudal que permiten pasar por ellas, que deberá estar acorde con el tipo de preparación y la cantidad de potencia extra que se pretenda conseguir.

Armador: es un interruptor localizado en el habitáculo, su función es la de habilitar los pulsadores o botones que activan la "inyección" de óxido nitroso. Es por tanto algo parecido a un interruptor de seguridad para impedir la activación accidental del sistema.

Pulsador o botón: es el botón que al pulsarlo provoca la activación de las electro-válvulas encargadas de suministrar el óxido nitroso (o el combustible y el óxido nitroso si se trata de un sistema de nitro "húmedo").

Electro-válvulas: son las que al abrirse tras la pulsación del botón permiten el suministro del óxido nitroso al circuito de admisión. Normalmente la activación de estas electro-válvulas se hace por medio de un relay, que es activado mediante el pulsador o botón. Si se trata de un sistema de nitro "húmedo", habrá válvulas distintas para el nitro y para el combustible, pues la presión a la que debe trabajar la válvula del óxido nitroso es mucho mayor que la del combustible.

Inyectores: son los encargados de inyectar el combustible y el óxido nitroso a la admisión del motor.

Filtros: los filtros de combustible y del óxido nitroso se encargan de evitar que contaminantes ataquen el solenoide o al pasador, los filtros para el óxido nitroso están elaborados con una malla especial de acero inoxidable elaborada y utilizada en la industria aeroespacial. Es altamente recomendable el uso de estos filtros ya que cualquier contaminantes afectaría el rendimiento en el momento de activar es sistema.

Lógicamente aparte de estos componentes, una de las cosas más características de un sistema de óxido nitroso son las mangueras recubiertas para trasladar el nitro, los tubos metálicos y las conexiones capaces de soportar las presiones a las que trabaja el sistema.

4.4 ACONDICIONAMIENTO DEL SISTEMA

El botón que acciona el sistema se puede colocar en algún lugar cómodo para el conductor, como por ejemplo en el volante, para que él lo accione cuando lo desee o lo crea necesario. Esto se recomienda sólo para aquellos que realmente tienen experiencia en el manejo del nitro. Por otro lado, para los conductores que están comenzando con el tema, es mejor que el pulsador esté conectado al acelerador, y que el sistema inyecte nitro "automáticamente" cuando se acelera a fondo el automóvil. Es seguro accionar el sistema sólo después de las 2500 RPM, en plena aceleración.

Es sumamente riesgoso inyectar el óxido nitroso a bajas revoluciones o por accidente en un momento en el que el motor no esté acelerado a fondo. Ya que de esta manera será muy pobre la entrada de aire y de combustible, factores que reunidos pueden hacer que el motor detone.

El óxido nitroso no produce detonación directamente, ya que por sí solo no es inflamable. Sin embargo, el oxígeno presente en su composición hace que el combustible se quemara con más rapidez. La detonación es resultado de la presencia de muy poco combustible durante la combustión, de allí la importancia de activar el sistema sólo durante aceleración total, para que la presencia de combustible evite la detonación durante la combustión. Esto también puede ocurrir por la utilización de nafta de bajo octanaje o un encendido muy adelantado. Por esto, generalmente, muchos de los kits que vienen preparados para ser instalados en motores estándar funcionarán con combustibles tipo super o ultra (91 octanos en adelante, sin plomo) que se pueden conseguir en cualquier estación de servicio y reducciones mínimas del tiempo de encendido. Sin embargo, en las aplicaciones de carrera, donde se utilizan relaciones de compresión más altas, las cuales resultan en mayor presión en los cilindros, se debe utilizar combustible de octanaje más alto (100 octanos o más) como también más retraso en el encendido.

Normalmente, el accionamiento del sistema se realiza a altas revoluciones en cuarta o en quinta marcha, puesto que si se accionara en segunda o tercera, sólo se lograría una gran cantidad de goma quemada y un sobre esfuerzo de todo el sistema de transmisión, debido a la gran cantidad de par y potencia que se libera. Por supuesto que el accionamiento del sistema es de unos pocos segundos, sin embargo, se recomienda esperar 15 segundos continuos entre cada vez, para permitir que el motor recupere su mezcla de combustible pura antes de otra inyección de óxido nitroso.

Al accionar el sistema se logra un violento aumento de aceleración, produciéndose un gran empuje y haciendo posible en cuarta o quinta marcha, que la aguja del cuenta revoluciones avance decidida y rápidamente hacia el corte de encendido.

Finalmente, si bien la instalación de un sistema de óxido nitroso básico sobre un motor estándar no es demasiado complicada, es conveniente dejarla en manos

de los distribuidores o instaladores profesionales, que lo dejan listo para su funcionamiento con total garantía. Esto no requiere, en la mayoría de los casos, de ninguna modificación ni refuerzo del motor y su costo no será demasiado elevado. Este tipo de kits correctamente instalados por profesionales no debería ocasionar ningún daño al motor más que, lógicamente, el desgaste extra que se producirá durante su uso.

Aunque con sistemas más complejos de óxido nitroso se pueden conseguir ganancias de potencia mucho más grandes (más de 150 CV en algunos casos), la gran cantidad de modificaciones y reformas que se deben realizar en el motor los hace sólo aconsejables para competición, ya que el costo es muy alto y la fiabilidad mucho menor.

El rendimiento del kit depende en gran medida de la condición y el estado de los componentes del motor. Cualquier modificación de rendimiento llevada a cabo a un motor muy gastado tendrá efectos de deterioro instantáneos, ya que las piezas del mismo serán sometidas a exigencias superiores a las acostumbradas.

4.5 RECOMENDACIONES

4.5.1 RECOMENDACIONES MECÁNICAS

El principio activo de la combustión con (**N₂O**) es que la molécula de gasolina puede transportar hasta 23 moléculas de oxígeno y la molécula de (**N₂O**) transporta hasta 36 moléculas de oxígeno, esto es aprovechado al máximo por la combustión generando torque extremo sobre el pistón y el cigüeñal con temperaturas de más de 550°F, es tan súbito el torque que obliga a utilizarlo por arriba de las 2500 rpm y usar pistones forjados, o pena de hacer añicos los pistones o romper el cigüeñal a bajas rpm.

Esto sólo si rebasas la capacidad del kit para el que esta diseñado tu auto.

A continuación se dan las siguientes recomendaciones:

- Autos 4cil de motor 1.8 arriba.
- sistema de espreas de 75 hps máximo:125 hps con metales forjados.
- cilindros de 1.6 abajo 50 hps:75 maximo.

- Autos 6 cil. Cualquier cantidad de desplazamiento: espreas de 150 max, 225 con metales forjados.
- Autos 8 cil. Cualquier desplazamiento: 250 max., hasta 400hps con metales forjados.

4.6 MARCAS COMERCIALES

NX: esta es de las mejores debido a la calidad de los solenoides y la presión que aguantan sus mangueras el NX maneja sistema húmedo y sistema de instalación a la admisión y directo a puerto su costo oscila entre los 10mil y 25mil pesos.

Venom: este sistema maneja húmedo e igual que el NX es de una súper calidad, maneja el mismo sistema de instalación, la diferencia es que se maneja por un sistema electrónico, si el sistema no detecta que la mezcla este igualmente rica en gasolina y (N_2O) no permite al activación del sistema por lo que es mas seguro en cuanto a que si te quedas pobre en gasolina no correrás el peligro de que te suceda un Back-fire (explosión en el motor), el precio oscila en la misma cantidad.

Edelbrook: reúne las mismas características del NX en precio calidad y sistemas de instalación.

NOS: es de calidad regular mas bien es comercial, te maneja ambos sistemas nada mas que el húmedo solo lo maneja directo a puerto, el sistema de admisión lo maneja seco, es de baja calidad en todos los aspectos y por lo mismo es el mas barato oscila entre 6mil y 15mil pesos.

Zex: simplemente pésimo es una imitación barata y de mala calidad del Venom su sistema electrónico se daña con facilidad sin mencionar que la potencia de sus solenoides no es tan buena, no lo recomendamos en absoluto.

CAPÍTULO 5

TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE RIESGO

5.1 MODELOS CUALITATIVOS

En la industria química mexicana, el empleo de sistemas formales es incipiente, y solo los grupos importantes de industrias desde 1985 han iniciado su aplicación como el caso de Dupont y Celanese Mexicana. Negromex, en 1985, aplicó las metodologías HAZOP y HAZAN en una planta piloto con excelentes resultados.

En la actualidad existen en el mercado una gran variedad de metodologías para el Análisis de Riesgos, pero el uso de ellas debe ser selectivo con el fin de optimizar sus resultados.

Antes de aplicar un método en particular, se deberán analizar sus ventajas y desventajas, presentándose invariablemente si nos dará las respuestas esperadas, en función de profundidad, tiempo, costo y aplicabilidad de resultados.

Si bien, la premisa es garantizar la óptima protección del ser humano, la propiedad y el ambiente, el costo de las medidas para lograrlo, afectará los costos de producción, por lo que se requiere lograr el balance óptimo entre el costo del control y la efectividad en la eliminación o reducción de los riesgos.

5.2 INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

El análisis de histórico de accidentes es una herramienta de identificación de riesgos que hace uso de los datos recogidos en el pasado sobre los accidentes, la ventaja de esta técnica radica en que se refiere a accidentes ya ocurridos, por lo que los peligros identificados con su uso reflejan en gran medida la problemática de una instalación para ser estudiado con mayor profundidad.

5.3 METODO HAZOP

ALCANCE

Básicamente es el análisis del sistema de proceso al modificarse una de sus variables, lo que se denomina "al ocurrir una desviación de la operación normal".

APLICACIONES

Permite evaluar cualitativamente los riesgos en la operación de una planta y para realizar el estudio se manejan los siguientes aspectos:

- Palabra Clave
- Variable a estudiar
- Causas posibles
- Consecuencias
- Recomendaciones

HAZARD AND OPERABILITY STUDIES

Es una técnica para identificar riesgos y problemas, los cuales impiden una operación eficiente.

Además permite a la gente liberar su imaginación y revisar en todas las formas posibles en que los riesgos y/o problemas de operación puedan surgir.

La técnica al ejecutarse en forma sistemática, reduce la posibilidad de que algo se pase sin ser analizado.

Debe ser considerado como un concepto de seguridad del proceso para protección del personal, instalaciones y comunidades.

5.3.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Para desarrollar un estudio Hazop se requiere de una descripción completa del proceso y se cuestiona a cada una de las secciones de éste y a cada componente para descubrir que desviaciones del propósito original para la cual fueron diseñadas puede ocurrir y determinar cuales de éstas desviaciones pueden dar lugar a riesgos para el proceso o personas.

Los componentes se analizan mediante el empleo de palabras claves o guía, las cuales están concebidas para asegurar que las preguntas exploren todas las posibilidades de que su funcionamiento se desvíe de su intención y propósito de diseño.

Las desviaciones son estudiadas, determinando sus causas y sus consecuencias indicando cuáles son las condiciones en que se presentarían.

5.3.2 DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS

Propósito: Describe la forma en que se espera funcione el elemento analizado.

Desviaciones: Son los cambios que se presentan al propósito y puestas al descubierto por la aplicación sistemática de las palabras claves.

Causas: Estos son los motivos por los que se pueden presentar las desviaciones cuando se demuestra que una desviación tiene una causa real, se considera como una desviación significativa.

Consecuencia: Son los resultados que se obtendrían en caso de que se presentaran algunas desviaciones.

Riesgos: Toda fuente de energía. Son las consecuencias que pueden causar daños, lastimaduras o pérdidas.

Palabras clave o guía: Son las palabras sencillas que se usan para calificar el propósito; guían y estimulan el proceso de pensamiento creativo para descubrir las posibles desviaciones. La tabla siguiente muestra una lista de palabras claves que se usan. Las palabras clave se aplican a la intención de diseño que indica lo que el equipo y/o sistema deben realizar.

PALABRA GUÍA	DEFINICIÓN	PARAMETROS DE PROCESO
NO	Negación de la intención de diseño	Temperatura
Más	Incremento	Presión
Reverso	Oposición Lógica de la intención de diseño.	Reacción
Otro que	Sustitución completa	Corriente
Además de	Adición	Voltaje

5.3.3 PROCEDIMIENTOS PARA EL ESTUDIO

Los procedimientos y principios descritos anteriormente se ponen en práctica de acuerdo a los siguientes pasos:

Definición del alcance y objetivos.

El alcance y los objetivos del proyecto de deben hacer explícitos lo más pronto posible.

Ejemplos de las razones para realizar el estudio:

- Verificar un diseño.
- Decidir si se va a construir y donde.
- Decidir si se va a comprar un equipo o sistema.
- Desarrollar una lista de preguntas que desea resolver el proveedor.
- Verificación de los instructivos de operación y mantenimiento.
- Mejorar la seguridad de una planta en operación.

Es necesario definir los tipos de riesgo, por ejemplo:

- Riesgos al personal.
- Riesgos a la planta y al equipo.
- Riesgo de y hacia la calidad del producto.
- Riesgos al público y a la comunidad.
- Riesgos al medio ambiente.
- Selección del equipo de trabajo.

La evaluación de riesgos y operabilidad se realiza por un grupo multidisciplinario.

Existen dos tipos de miembros en el grupo de trabajo:

Aquellos que hacen una contribución técnica.

- Ingeniero de proceso
- Ingeniero mecánico
- Ingeniero de instrumentos
- Químico de investigación y desarrollo
- Gerente de producción

En algunos casos se requerirá además de:

- Ingeniero electricista
- Ingeniero civil
- Farmacólogo, etc.

5.4 MODELOS DE DISPERSIÓN

Los escenarios de riesgo provienen de la liberación accidental de un material peligroso pueden ser:

- FUGA
- DERRAME

DE LAS PROPIEDADES DEL MISMO Y LAS CONDICIONES QUE SE DEN COMO:

Presencia de fuentes de ignición, Condiciones climáticas, Condiciones del terreno, Forma del contenedor, Presencia de cuerpos de agua.

La evaluación de la magnitud de los eventos identificados en el análisis de riesgos se realiza mediante el uso de modelos de dispersión computarizados, como el programa ALOHA, el cual tiene las características:

- Determinación de afectaciones de nubes tóxicas.
- Posibilidad de usar modelos para gases ligeros y más pesados que el aire.
- Cuenta con base de datos
- Tienen resultados gráficos en ambiente Windows
- Tiene la posibilidad de incorporar planos del área de afectación con la herramienta MAPLOT.

CAPITULO 6

RESULTADOS

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

6.1 RESULTADOS

ALOHA:

Location: MEXICO, D.F., DISTRITO FEDERAL

Building Air Exchanges Per Hour: 1.10 (sheltered single storied)

Time: April 23, 2004 11:22 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL INFORMATION:

Chemical Name: NITROUS OXIDE

Molecular Weight: 44.01 kg/kmol

TLV-TWA: 50 ppm IDLH: -unavail-

Footprint Level of Concern: Needs to be set before footprint selection

Boiling Point: -127.26° F

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC INFORMATION: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 6.9 meters/sec from ESE at 3 meters

No Inversion Height

Stability Class: D Air Temperature: 25° C

Relative Humidity: 14% Ground Roughness: open country

Cloud Cover: 5 tenths

SOURCE STRENGTH INFORMATION:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank

Tank Diameter: 0.2 meters Tank Length: 0.6 meters

Tank Volume: 18.8 liters Tank contains liquid

Internal Temperature: -36° C

Chemical Mass in Tank: 20 pounds

Tank is 46% full

Circular Opening Diameter: 2 centimeters

Opening is 1 centimeters from tank bottom

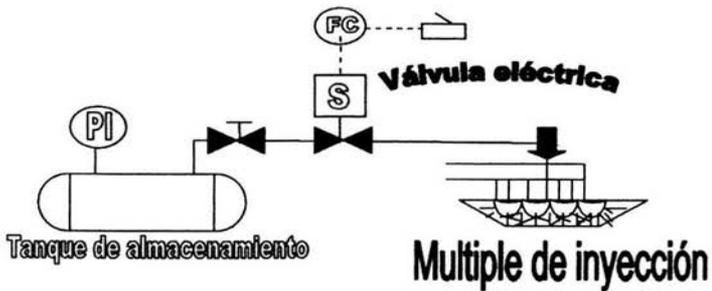
Release Duration: 1 minute

Max Computed Release Rate: 8.64 pounds/sec

Max Average Sustained Release Rate: 0.333 pounds/sec (averaged over a minute or more)

Total Amount Released: 20.0 pounds

Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).



El sistema de estudio fue uno marca "Zex" de inyección seca.



6.2 CUADRO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

NUMERO	TIPO	CARACTERÍSTICA
1	INFORME (INFRA)	La sobre exposición producirá síntomas de somnolencia, debilidad y perdida de la coordinación
2	INFORME (INFRA)	Produce quemaduras por congelamiento y en concentraciones mayores desplaza al oxígeno.
3	ACCIDENTE (ZEX)	Si se sobre carga la garrafa y/o con demasiado calor, puede causar temperaturas excesivas haciendo que el sello de seguridad vuele y dejando escapar todo el contenido de la misma.

6.3 RESULTADOS DEL HAZOP

(Sistema analizado marca "Zex" de inyección seca)

Palabra clave	Variable	Causas	Consecuencias	Recomendaciones
Menos	Flujo	<p>El suministro gas sé esté terminando.</p> <p>Una fuga en el sistema.</p> <p>La válvula esté descalibrada.</p> <p>La válvula reguladora de flujo no esté totalmente abierta.</p> <p>Fallas en el regulador.</p> <p>Falle el solenoide.</p> <p>Los inyectores estén tapados.</p>	<p>No exista un incremento en la potencia de la maquina.</p> <p>No exista un incremento en la velocidad.</p> <p>La potencia no sea la esperada.</p> <p>La fuga de gas, originaria peligro de intoxicación, explosión y/o incendio si se pone en contacto con combustible y una chispa.</p>	<p>Revisar el sistema y darle mantenimiento.</p> <p>Verificar el Manómetro de la garrafa para saber la cantidad de gas.</p> <p>En caso de fuga, apagar el carro y salir del hasta que el gas se disipe, esto es por que el (N₂O) desplaza al aire por ser mas pesado, también mantener alejados combustibles y fuentes de energía, puesto que el gas actúa como un comburente.</p>
Mas	Flujo	<p>La válvula reguladora de flujo falle y deje pasar mas gas del normal cuando esta totalmente abierta.</p> <p>La válvula eléctrica está descalibrada.</p> <p>Falle el solenoide.</p> <p>Falle el regulador.</p>	<p>Ocurra u "Back fire" en el motor.</p> <p>Ocurra una fuga de gas, desplazando al aire con un riego de explosión y/o incendio.</p> <p>La tubería tenga sobre presión.</p> <p>La transmisión se reviente.</p> <p>Se quemen las juntas del motor.</p>	<p>Revisar la válvula y el regulador.</p> <p>Dar mantenimiento a la válvula.</p> <p>Limpiar las líneas de alimentación.</p> <p>Instalar una PSV o purgador para eliminar el exceso de gas.</p> <p>Revisar que la válvula reguladora de flujo sea la adecuada para que permita pasar el flujo de gas</p>

		No exista regulador.	Incremento de temperatura.	adecuado para el tipo de motor. En caso de fuga apagar el carro y salir de este, hasta que se disipe el gas, mantener alejados combustibles y fuentes de energía por peligro de explosión e incendio.
Mas	Temperatura	Que el tanque este colocado en un lugar demasiado caliente. Que la tubería o el recipiente estén en contacto con una fuente de calor directa, por ejemplo tubería del escape o mangueras del agua caliente.	Sobre presión en el tanque. Sobre presión en la línea de gas Posible fuga de gas, el cual originaria peligro de intoxicación, explosión y/o incendio.	Colocar el tanque de preferencia en la cajuela del carro. Que la línea de gas no tenga contacto con el motor o con la salida del múltiple de admisión. En caso de fuga apagar el carro y salir de este, hasta que se disipe el gas, mantener alejados combustibles y fuentes de energía por peligro de explosión e incendio. Instalar un indicador de temperatura en el tanque. Instalar una PSV o purgador.
Mas	Presión	Que la temperatura del tanque se incremente. Falle el regulador. La válvula este descalibrada.	Fuga Ocurra un "Back-fire" Que la explosión sea tan poderosa que truene la cabeza del motor. Desplazamiento del aire adentro del carro. Posible fuga de gas, el cual originaria	Instalar una PSV o purgador para liberar el exceso de gas, mandándolo hacia la atmósfera. En caso de fuga apagar el carro y salir de este, hasta que se disipe el gas, mantener alejados combustibles y fuentes de

			<p>peligro de intoxicación, explosión y/o incendio.</p>	<p>energía por peligro de explosión e incendio.</p>
No	Flujo	<p>No hay suministro de gas.</p> <p>Que la línea este tapada.</p> <p>Que la válvula eléctrica falle.</p> <p>Que la válvula de compuerta este cerrada.</p> <p>Que exista una fuga.</p>	<p>Que la potencia de la maquina no cambie.</p> <p>Que la explosión de la mezcla sea la misma.</p> <p>Posible fuga de gas, el cual originaria el peligro de intoxicación, explosión y/o incendio.</p>	<p>Revisar el sistema y darle mantenimiento.</p> <p>Revisar el Manómetro de la garrafa para saber la cantidad de gas.</p> <p>Revisar que la válvula reguladora de flujo este totalmente abierta.</p> <p>En caso de fuga, apagar el carro y salir de el hasta que el gas se disipe, esto es por que el (N₂O) desplaza al aire por ser mas pesado, también mantener alejados combustibles y fuentes de energía, puesto que el gas actúa como un comburente.</p>

Back-Fire: Es una explosión que destruye el motor

6.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de método HAZOP nos dicen que el riesgo más probable es que ocurra un "Back-Fire" en el motor, esto ocurriría por un aumento en el flujo o en la presión del sistema, dando como resultado que la explosión en los pistones sea tan fuerte que los metales se fundan, que la cabeza del motor salga "disparada", que se dañen las camisas, que el árbol de levas se rompa, que se quemen las juntas y todo esto acompañado de fuego.

Claramente el riesgo más peligroso es que ocurra una fuga de gas, teniendo como consecuencias que el (N_2O) desplace al aire provocando asfixia, y peor aun que ocurra una explosión y/o incendio al tener contacto el gas con el combustible y una fuente de calor (chispa).

En base a los resultados obtenidos por el programa ALOHA, en donde se simularon las condiciones del lugar (En este caso Ciudad de México), donde se tomaron datos fundamentales como son: la altura, la humedad, la velocidad y dirección del viento, también se definió la sustancia química y las características del sistema (Dimensiones del tanque, la presión, la masa, la temperatura, %L-G, etc. Y con la ayuda de el historial de accidentes se conoce que para un sistema como este al darse una fuga por sobre-presión, siempre es por el rompimiento del sello de seguridad.

Los resultados nos dicen que la fuga duraría aproximadamente 1 minuto, con una liberación de gas a razón de 8.64 lbs/seg y que el gas se comportaría como un aerosol, dando así que se formaran 2 fases, puesto que él (N_2O) es mas pesado que el aire, este tendría la tendencia de irse al fondo, desplazando el aire hacia arriba provocando que el carro se quede sin aire dentro de este, el riesgo mayor y de poca probabilidad es que en un accidente donde exista una fuga de gasolina, acompañada de una fuga del tanque de almacenamiento del (N_2O) y con el principal ingrediente una fuente de calor (Chispa, Fuego, etc.) se podría dar una explosión de magnitudes importantes.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que el sistema de inyección de óxido nítrico tiene un riesgo de baja probabilidad y de consecuencias menores, esto por la naturaleza del sistema y propiedades del gas.*

Por el método Hazop evaluamos cualitativamente las fallas, consecuencias, causas y recomendaciones del sistema, el cual creemos que en ninguno de sus escenarios tendría consecuencias preocupantes, en base a la investigación de accidentes se estimo que la fuga muy probablemente sería por el rompimiento del sello de seguridad y por la simulación se estimo que duraría 1 minuto con una liberación de gas que sólo en un escenario especial seria capaz de provocar algún escenario de Explosión o Incendio, pero esta fuerza es suficiente para desplazar el aire por la diferencia en densidades formándose dos fases en el interior del carro provocando asfixia en unos cuantos segundos. El riesgo más probable es que ocurra un "Backfire" o destrucción parcial del motor por la acción del gas. Si el tanque es colocado en la cajuela el escape del gas si el carro estuviera en marcha o no, este no alcanzaría estar en contacto con la fuente de combustible y la chispa al mismo tiempo, este suceso seria muy poco probable, posiblemente solo seria por causa de un choque en donde el combustible se esparciera y al combinarse con él (N_2O), el cual tendría origen de un fuga, estos dos mezclándose con una fuente de calor (Chispa), provocaría un incendio y/o una explosión, este ambiente seria de intensidad mucho mayor que si el choque fuera igual pero que no se tuviera un sistema de (N_2O).

Por lo cual creemos que este sistema se puede usar pero bajo muchas precauciones, es necesario instalar una válvula liberadora de sobre presión o purgador, instalar al tanque siempre en la cajuela y tratar de armar el sistema de tubería fuera del carro, también es necesario revisar el equipo y darle mantenimiento.

* Datos de referencia: DIPLOMADO "SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL"
FES ZARAGOZA 2004

BIBLIOGRAFIA

- Thomas Gómez, Seguridad Industrial, ZX editores, Madrid, España, 1999.
- Morales Juan, Motores de Combustión Interna, Ed. Alhambra, México D.F., 2001.
- Ht. Ferre , Introducción a la Mecánica, Editorial Gómez Gómez, México D.F., 1997.
- W. Parral, Ingeniería de Procesos, Editorial Q.W., Madrid España, 2000.
- H. Alviore, Procesos Químicos, Editorial Gama, Madrid España, 2001.
- Encidopedia salvat del automóvil. Fascículo 45, paginas 241 a la 250 y Fascículo 135, paginas 129 y 130.
- www.sma.df.gob.mx Reacciones del (N_2O) en el proceso de combustión
- www.carmaster.com.mx Sistemas de Óxido Nitroso
- www.purotuning.com Modificaciones del ramo automotriz
- www.bsd.ver.megared.net.mx Mentiras y verdades sobre el (NOS)

ANEXO "A"

PRINCIPALES REACCIONES DEL (**N₂O**) EN EL PROCESO DE COMBUSTIÓN

