

 *Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL**

## **MANUAL DE OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE ACETILENO**

**AXEL ROLANDO CIRAIZ MORALES**

**Asesorado por: Inga. Aura Alida Domínguez Oajaca**

**Guatemala, febrero de 2005**

## UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



### FACULTAD DE INGENIERÍA

## MANUAL DE OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE ACETILENO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**AXEL ROLANDO CIRAIZ MORALES**

**Asesorado por: Inga. Aura Alida Domínguez Oajaca**

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

**Guatemala, febrero de 2005**



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **MANUAL DE OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE ACETILENO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela Mecánica Industrial, con fecha 9 de marzo de 2004.

**AXEL ROLANDO CIRAIZ MORALES**

## UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA



### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

|             |                                      |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO:     | Ing. Sydney Alexander Samuels Milson |
| VOCAL I:    | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos      |
| VOCAL II:   | Lic. Amahán Sánchez Alvarez          |
| VOCAL III:  | Ing. Julio David Galicia Celada      |
| VOCAL IV:   | Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz       |
| VOCAL V:    | Br. Elisa Yazminda Vides Leiva       |
| SECRETARIO: | Ing. Carlos Humberto Pérez           |

### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

|             |   |
|-------------|---|
| DECANO:     | Ing. Herbert René Miranda Barrios         |
| EXAMINADOR: | Ing. José Cecilio Baeza Gamar             |
| EXAMINADOR: | Ing. Sergio Antonio Torres Méndez         |
| EXAMINADOR: | Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma        |
| SECRETARIO: | Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas |



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

## **ACTO QUE DEDICO**

**A mi Dios**

**A mis padres**

Héctor Ciraiz y Sofía de Ciraiz

**A mi esposa**

Mayda Lucrecia

**A mis hijos**

Axel Javier y Andrea Cecilia

**A mis hermanas**

Claudia Ely y Ericka Mariela

**A mi padrino**

Ing. Werner Asdrúbal Morales



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

## ÍNDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES                                 | VI   |
| GLOSARIO  | VIII |
| RESUMEN   | XI   |
| OBJETIVOS   | XII  |
| INTRODUCCIÓN  | XIV  |
| <br>  |      |
| 1. EL GAS ACETILENO                                     |      |
| <br>  |      |
| 1.1 Dato histórico                                      | 1    |
| 1.2 Propiedades del acetileno                           | 2    |
| 1.2.1 Propiedades físicas                               | 3    |
| 1.2.2 Impurezas del acetileno                           | 3    |
| 1.2.3 Eliminación de las impurezas del acetileno        | 5    |
| 1.2.4 Otras aplicaciones del acetileno                  | 5    |
| 1.3 Materia prima                                       | 6    |
| 1.3.1 Propiedades físicas                               | 7    |
| 1.3.2 Obtención del carburo de calcio                   | 8    |
| 1.4 Antecedentes sobre plantas productoras de acetileno | 13   |
| 1.4.1 Riesgos del acetileno                             | 13   |
| 1.4.2 Condiciones de desintegración del acetileno       | 13   |

## 2. CARACTERÍSTICAS DE UNA PLANTA DE ACETILENO

|           |                                     |    |
|-----------|-------------------------------------|----|
| 2.1       | Descripción del equipo              | 15 |
| 2.1.1     | El generador                        | 15 |
| 2.1.1.1   | Cuerpo del generador                | 15 |
| 2.1.1.2   | Elementos que integran el generador | 16 |
| 2.1.2     | Línea de baja presión               | 20 |
| 2.1.2.1   | Intercambiador de calor             | 20 |
| 2.1.2.2   | Detenedor de flama                  | 20 |
| 2.1.2.2.1 | Detenedor de flama en generador     | 20 |
| 2.1.2.2.2 | Detenedor de flama de baja presión  | 22 |
| 2.1.2.3   | Separador de humedad                | 23 |
| 2.1.2.4   | Secador de baja presión             | 24 |
| 2.1.2.5   | Compresores                         | 25 |
| 2.1.2.5.1 | Tipos de compresores                | 25 |
| 2.1.3     | Línea de alta presión               | 29 |
| 2.1.3.1   | Secador de alta presión             | 30 |
| 2.1.3.2   | Estaciones de llenado               | 31 |
| 2.1.3.2.1 | Línea de envasado                   | 31 |
| 2.1.3.2.2 | Línea de retorno del gas            | 32 |

## 3. PROCESOS DE PRODUCCIÓN

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.1   | Preparativos de arranque de la planta de acetileno    | 33 |
| 3.1.1 | Carga del generador                                   | 33 |
| 3.1.2 | Carga de carburo de calcio en el contenedor           | 34 |
| 3.1.3 | Instalación del contenedor de carburo en el generador | 37 |
| 3.2   | Arranque de la planta de acetileno                    | 40 |



|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 3.2.1     | Medidas de seguridad antes de arrancar el generador | 44 |
| 3.2.1.1   | Determinación de la pureza del gas acetileno        | 44 |
| 3.2.1.1.1 | Cálculos  | 46 |
| 3.2.2     | Arranque del compresor de acetileno                 | 47 |
| 3.3       | Envasado del gas acetileno en los cilindros         | 48 |
| 3.2.3     | Inspección previa al llenado                        | 49 |
| 3.4       | Paro de la planta de acetileno                      | 50 |

#### 4. CONTROL EN OPERACIÓN

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.1   | Control de operación del generador            | 53 |
| 4.2   | Control de operación de línea de baja presión | 54 |
| 4.2.1 | Intercambiador de calor                       | 54 |
| 4.2.2 | Separador de humedad                          | 55 |
| 4.2.3 | Secador de baja presión                       | 55 |
| 4.3   | Control de operación del compresor            | 56 |
| 4.4   | Supervisión de las líneas de llenado          | 57 |
| 4.5   | Estación de carga                             | 59 |
| 4.6   | Seguridad en la planta de acetileno           | 60 |
| 4.6.1 | Seguridad personal                            | 60 |
| 4.6.2 | Seguridad operacional                         | 62 |
| 4.6.3 | Equipo de seguridad de la planta              | 63 |

#### 5. CALIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA

|       |                                  |    |
|-------|----------------------------------|----|
| 5.1   | Procedimientos para calificación | 67 |
| 5.1.1 | Requerimientos de diseño         | 67 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 5.1.2   | Especificaciones funcionales  | 68 |
| 5.1.3   | Especificaciones de diseño  | 70 |
| 5.1.4   | Documentación   | 71 |
| 5.1.4.1 | Manual de operación del fabricante  | 71 |
| 5.1.4.2 | Consideración de seguridad  | 71 |
| 5.1.4.3 | Diagramas de identificación y tubería                                     | 72 |
| 5.2     | Test de pruebas   | 75 |
| 5.2.1   | Test de pruebas para tubería  | 75 |
| 5.2.2   | Test de pruebas para equipo   | 76 |
| 5.3     | Calificación meteorológica de instrumentación                             | 79 |
| 5.3.1   | Lista de instrumentos críticos para calibración                           | 79 |
| 5.3.2   | Frecuencias y métodos para calibración de instrumentos                    | 79 |
| 5.4     | Documentación de soporte para validar el sistema                          | 80 |
| 5.4.1   | Diseño básico   | 80 |
| 5.4.2   | Descripción del sistema   | 81 |
| 5.4.3   | Descripción breve de operación  | 81 |
| 5.4.4   | Especificaciones críticas del sistema                                     | 82 |
| 5.4.5   | Materiales  | 83 |
| 5.4.6   | Verificación de montaje satisfactorio y correcta identificación del mismo | 84 |
| 5.4.7   | Procedimientos relacionados   | 85 |
| 5.4.7.1 | Planos técnicos   | 85 |
| 5.4.7.2 | Diagramas de instrumentación y tubería                                    | 86 |
| 6.      | PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO                                      |    |
| 6.1     | Generador de acetileno  | 87 |
| 6.1.1   | Mantenimiento a elementos del generador                                   | 87 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 6.2     | Mantenimiento de la línea de baja presión | 91  |
| 6.2.1   | Detenedor de flama                        | 91  |
| 6.2.2   | Separador de humedad                      | 92  |
| 6.2.3   | Intercambiador de calor                   | 92  |
| 6.2.4   | Secador de baja presión                   | 93  |
| 6.2.4.1 | Filtro de entrada del compresor           | 94  |
| 6.3     | Compresor de acetileno                    | 94  |
| 6.4     | Mantenimiento de la línea de alta presión | 97  |
| 6.4.1   | Secador de alta presión                   | 97  |
| 6.5     | Tuberías de alta presión                  | 98  |
| 6.6     | Líneas de llenado                         | 99  |
| 6.6.1   | Mangueras de acetileno                    | 100 |
| 6.6.1.1 | Detenedores de flama                      | 101 |
| 6.6.1.2 | Válvulas cheque                           | 101 |
| 6.7     | Detenedores de flama en línea             | 102 |
| 6.8     | Válvulas de paso y retorno                | 103 |
| 6.9     | Válvulas de cruz en manifold              | 103 |
|         | CONCLUSIONES                              | 106 |
|         | RECOMENDACIONES                           | 108 |
|         | BIBLIOGRAFÍA                              | 110 |
|         | ANEXOS                                    | 111 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 1  | Principio del horno eléctrico para producción de carburo                | 9   |
| 2  | Diagrama de flujo de materiales para la producción de carburo de calcio | 11  |
| 3  | Diagrama de generación de acetileno                                     | 17  |
| 4  | Intercambiador de calor   | 21  |
| 5  | Detenedor de flama  | 22  |
| 6  | Separador de humedad  | 23  |
| 7  | Secador de baja presión   | 24  |
| 8  | Diagrama compresor de émbolo  | 26  |
| 9  | Compresor tipo roots  | 27  |
| 10 | Compresor de acetileno  | 28  |
| 11 | Secador de alta presión   | 30  |
| 12 | Diagrama de líneas de llenado   | 32  |
| 13 | Diagrama de carga de contenedor   | 39  |
| 14 | Sistema de supervisión de atmósferas de acetileno                       | 58  |
| 15 | Estaciones de llenado   | 60  |
| 16 | Tipos de fuego  | 64  |
| 17 | Diagrama de rombo de seguridad del acetileno                            | 74  |
| 18 | Planos técnicos   | 85  |
| 19 | Diagrama de instrumentación y tubería                                   | 86  |
| 20 | Diagrama de detenedor de flama en línea                                 | 102 |
| 21 | Diagrama de válvula en líneas de llenado                                | 105 |

## TABLAS

|      |   |     |
|------|---|-----|
| I    | Capacidad de producción mensual                           | 69  |
| II   | Colores de seguridad, de acuerdo a norma ANSI Z535.1-1991 | 72  |
| III  | Selección de colores contrastantes                        | 73  |
| IV   | Colores de seguridad para tubería y su significado        | 73  |
| V    | Leyenda para fluidos peligrosos                           | 74  |
| VI   | Puntos críticos del sistema para validar la planta        | 83  |
| VII  | Materiales mayoritarios en la construcción de la planta   | 83  |
| VIII | Verificación de montaje e identificación de equipos       | 84  |
| IX   | Planta de acetileno                                       | 104 |

## GLOSARIO

- ANSI A13.1** Siglas en inglés del Instituto Nacional Americano de Normas para el plan de sistema de identificación de tuberías.
- ANSI Z535.1-1991** Siglas en inglés del Instituto Nacional Americano de Normas para seguridad en código de colores.
- ANSI/UL 913** Siglas en inglés del Instituto Nacional Americano de Normas bajo la norma con siglas en inglés de Laboratorios de los Suscriptores 913.
- ASME A-53-F** Siglas que denotan la Sociedad Americana de Ensayo de Materiales, para la presión máxima de diseño en el casco cilíndrico de las tuberías.
- ASME** Siglas en inglés de la Sociedad Americana de Ensayo de Materiales.
- ASME-8** Siglas que denotan la Sociedad Americana de Ensayo de Materiales, para nombrar la sección VIII, sobre la normatividad de diseño de equipos bajo presión.
- CCM** Siglas en español del Cuarto de Control de Motores.

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>CENELEC</b>    | Siglas en inglés del Comité Europeo de Normalización Electrotécnico, comisión que normaliza y certifica los campos de la electricidad y la electrónica.     |
| <b>CGA</b>        | Siglas en inglés de la Asociación de Gases Comprimidos.   |
| <b>Cribas</b>     | Conjunto que consta de un marco en el cual se monta una malla de alambre entretrejido para clasificar material granular.                                    |
| <b>cSt</b>        | Viscosidad cinemática expresada en centistokes.   |
| <b>CTC</b>        | Siglas en inglés de la Comisión de Transporte del Canadá.   |
| <b>DOT</b>        | Siglas en inglés del Departamento de Transporte de los Estados Unidos.  |
| <b>EN 5014</b>    | Siglas en inglés de Norma Europea 5014.   |
| <b>Entalpía</b>   | Es la absorción de calor por el proceso interno, por la interacción del volumen, tensión y presión. Su variación sólo depende de su estado inicial y final. |
| <b>Exotérmico</b> | Reacción química que libera energía en forma de calor.  |
| <b>ICC</b>        | Siglas en inglés de la Comisión de Comercio Interestatal.   |

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>Licudo</b>   | El término en termodinámica, significa el proceso de enfriamiento de un gas, con lo cual se reduce su temperatura y volumen convirtiéndose en líquido. |
| <b>Manifold</b> | Palabra en inglés que significa múltiple.  |
| <b>N/A</b>      | No aplica.   |
| <b>NFPA-51A</b> | Siglas en inglés de la Asociación Nacional de Protección del Fuego, para plantas de acetileno.   |
| <b>ODing</b>    | Palabra en inglés que significa rodear con un círculo y es comúnmente usada para describir empaques.   |
| <b>pH</b>       | Siglas en alemán que muestran el valor de una solución, el cual designa su acidez o alcalinidad.   |
| <b>PPM</b>      | Partes por millón de concentración de sólidos en el agua.  |
| <b>SAE-90</b>   | Siglas en inglés de Ingenieros Asociados del Automóvil, donde se define los grados de viscosidad del aceite.   |



## RESUMEN

El acetileno es un gas incoloro, altamente inflamable y, en estado puro, inodoro. El acetileno de grado comercial contiene rastros de impurezas como fosfinas, arsina, sulfuro de hidrógeno y amoníaco, y tiene un olor similar al ajo. El gas es ligeramente más liviano que el aire; es soluble en agua y en algunas sustancias orgánicas.

El acetileno arde en combinación con el aire y el oxígeno con una llama intensamente caliente, luminosa y humeante. Una mezcla de acetileno y oxígeno puede provocar una llama de más de 3000°C, es por ello que su principal aplicación en el mercado es en la soldadura oxiacetilénica.

El acetileno puede producirse por medio de la reacción de carburo de calcio en agua o por pirólisis (crackeo) de varios hidrocarburos. La primera alternativa es la utilizada comúnmente. Por medio de generadores se hace reaccionar el carburo de calcio con agua, lo que permite la obtención del acetileno. Posteriormente el gas es conducido a un sistema de baja presión para ser purificado, luego es absorbido por un compresor que finalmente lo lleva a una estación de llenado donde el gas es comprimido en cilindros de acero al carbón.

La planta de generación de acetileno debe contar con manuales del equipo, así como los procedimientos de arranque, control y mantenimiento de la planta. Esto ayudará a garantizar una generación segura del gas y a resguardar la integridad física del personal y de los equipos.

## OBJETIVOS

### ◆ General

Desarrollar una guía del proceso de producción del gas acetileno para la operación óptima de la planta de producción.

### ◆ Específicos

1. Proporcionar al supervisor y al operador un documento que les sirva de soporte para realizar el arranque, mantenimiento, operación en proceso y paro de la planta.
2. Reducir riesgos de operación y accidentes laborales, dando a conocer la importancia que tiene la seguridad industrial.
3. Establecer un programa de mantenimiento preventivo para la planta de acetileno, con el propósito de evitar el colapso de la misma.
4. Servir de referencia para la capacitación e inducción de nuevo personal.



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

5. Inducir a la reducción de los costos de operación al optimizar los procedimientos.
6. Describir los diferentes elementos que integran una planta productora de gas acetileno.
7. Dar a conocer la importancia de la validación del sistema y la instrumentación utilizada para la generación del gas.

## INTRODUCCIÓN

El acetileno es un gas que libera grandes cantidades de energía cuando es descompuesto en carbón e hidrógeno. Es muy inestable incluso por debajo de su presión normal. Métodos seguros de producción, manipulación y envío de acetileno han sido desarrollados para protegerlo contra estos peligros.

La antigua linterna de bicicleta, ya hoy en desuso, constituye, en cierto modo, la instalación automática más pequeña para la producción de gas acetileno.

Por esta razón y porque el acetileno es producido generalmente por el propio consumidor, se le debe dedicar mayor importancia, ya que es un gas combustible altamente explosivo al mezclarse con oxígeno o aire en ciertas proporciones.

Una instalación un tanto racional y con equipo adecuado basta para evitar algunas explosiones. Las explosiones de estas instalaciones son raras, a menos que sean debidas a defectos de construcción. Se previene encarecidamente contra el empleo de instalaciones de acetileno hechas por el propio interesado.

## 1. EL GAS ACETILENO

### 1.1 Dato histórico

El acetileno es también llamado etileno, el cual es el primero de muchos nombres importantes de la familia de hidrocarburos no saturados llamados alquiles. Su fórmula estructural muestra su triple unión entre los átomos de carbono, que es característica de todos los alquiles. El acetileno generado con carburo de calcio como material base contiene impurezas de fosfinas (PH) y sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ), el cual produce un olor desagradable semejante al ajo.

El acetileno fue descubierto por el químico inglés Edmun Davy en 1836, pero su método para producirlo era lento y costoso. En 1892, Thomas L. Wilson, inventor canadiense, experimentaba en su taller calentando piedra caliza y coque (carbón suave) en un horno eléctrico. Su experimento fue un fracaso, pero del desperdicio que tiraba en una pequeña barranca detrás de su taller se desprendía un gas, que era el acetileno. Accidentalmente había descubierto un método económico para producirlo.

Este gas se usa mucho como materia prima para la obtención de compuestos orgánicos y para producir llamas de acetileno y aire o de acetileno y oxígeno (soplete oxiacetilénico).

El calor de formación del acetileno es  $-54.9$  Kcal. /mol (3800 BTU/lb.), por consiguiente, es un compuesto muy exotérmico. Se descompone en sus elementos, con liberación de calor, y esta reacción puede tener violencia explosiva, según las circunstancias. Cuando se inflama el gas a la presión

atmosférica, se efectúa su descomposición. La intensidad de la descomposición se acrecienta con el aumento de presión, de la temperatura y del diámetro de la tubería que lo contenga.

Las temperaturas de ignición del acetileno, de las mezclas de acetileno y aire y acetileno y oxígeno varían según varios factores: composición, presión, contenido de vapor de agua y temperatura inicial. El punto de ignición de las mezclas que contienen 30% o más de acetileno con aire a la presión atmosférica es de unos 305° C. Los límites de ignición (límites de explosividad) de mezclas de acetileno y aire y de acetileno y oxígeno dependen de la presión inicial, de la temperatura y del contenido del vapor de agua. En el aire seco a la presión atmosférica, el límite máximo es de aproximadamente 77% de acetileno y 23% de aire. El límite mínimo suele ser de 2.6% de acetileno en aire.

## **1.2 Propiedades del acetileno**

El acetileno es inflamable. Las mezclas con oxígeno o aire son explosivas. Es además ligeramente narcótico, incoloro y poco más ligero que el aire. Este gas, con una pureza de 100%, es inodoro; sin embargo, el acetileno con pureza comercial tiene un olor parecido al ajo.

El acetileno puede ser licuado o solidificado con cierta facilidad; sin embargo ya sea líquido o sólido, cuando se incendia puede explotar con extrema violencia si no se cumplen ciertas condiciones de seguridad.

El acetileno es asfixiante, irritante y anestésico, es soluble en agua y en acetona. Se transporta en botellas de acero, disuelto en acetona mezclada con una materia porosa, arena o ladrillo molido.

### 1.2.1. Propiedades físicas

Las propiedades de aviso sobre cómo detectar esta sustancia (acetileno comercial) es por el olor que tiene parecido al ajo.

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| Símbolo químico                             | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> |
| Peso molecular                              | 26.04 lb. /mol                |
| Temperatura crítica                         | 96.0° F                       |
| Presión crítica                             | 906.0 psia                    |
| Densidad del gas (70° F, 1 atm.)            | 0.0677 lb. /pie <sup>3</sup>  |
| Punto de ebullición                         | -119.6° F                     |
| Presión de saturación a 70° F               | 586.2 psia                    |
| Volumen específico (70° F, 1 atm.)          | 14.76 pie <sup>3</sup> /lb.   |
| Auto ignición en el aire a 1 atm.           | 581° F                        |
| Solubilidad en agua vol. /vol. 0° C (32° F) | 1.7                           |

### 1.2.2 Impurezas del acetileno

El acetileno obtenido con el carburo de calcio que se expende en el comercio nunca es químicamente puro. Siempre contiene impurezas químicas y mecánicas.

Estas impurezas proceden, en parte, de las sustancias empleadas en la producción del carburo de calcio. También pueden ser formadas espontáneamente en cantidades más o menos grandes durante la descomposición del carburo.

Estas impurezas son, en esencia: sulfhídrico (0.5 - 1%), fosfina o fosfamina (0.03 . 0.08%), amoníaco (cerca de 0.1%), hidruro de silicio (cerca de 0.7%) y vapor de agua (cerca de 2%), además de óxido de carbono, ácido carbónico, metano y aire.

Las impurezas químicas son indeseables, en parte a causa de su acción destructora sobre los accesorios y tuberías de la instalación (fosfamina e hidrógeno fosforado), por el influjo a menudo nocivo sobre los metales que entran en contacto con la llama del acetileno y finalmente porque el gas contenido en estas impurezas es un peligro creciente de violentas explosiones.

La investigación de las impurezas del acetileno puede efectuarse fácil y econonómicamente con la ayuda de papeles reactivos. La presencia de ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) puede comprobarse si se arroja acetileno hacia un papel absorbente de color negro impregnado de cloruro mercuríco y el papel se colora blanco.

La fosfamina o hidrógeno fosforado ( $PH_3$ ) se detecta mediante el uso de papel filtro impregnado de una solución de nitrato de plata al 5%. Al ponerlo en contacto con el acetileno, el papel toma al cabo de pocos segundos, según el grado de impurezas del acetileno, un color amarillo hasta negro.



El hidruro de silicio ( $\text{SiH}_4$ ) y amoniaco ( $\text{NH}_3$ ), se detecta mediante un papel tornasol encarnado, que toma color azul por la acción de las impurezas contenidas en el gas acetileno.

Según investigaciones realizadas recientemente, el 0.1% de impurezas no ejercen menor influjo en la soldadura; sólo en cantidades mayores de 1% producen espuma en la soldadura.

### **1.2.3 Eliminación de las impurezas del acetileno**

Para eliminar el ácido sulfhídrico, el hidruro de silicio y el amoniaco basta con lavar perfectamente el gas con agua pura, a la que se ligan las impurezas; las pequeñas cantidades de ácido sulfhídrico contenidas en el acetileno bruto son inofensivas para la soldadura. Pueden ser eliminadas hasta pocos vestigios si se tiene el cuidado de renovar a tiempo el agua de lavado.

La fosfina (fosfamina) es oxidada y convertida en ácido fosfórico. En virtud de ensayos prácticos puede comprobarse que las cantidades de fosfamina contenidas en el acetileno bruto apenas llegan a 0.06% y no ejercen ningún influjo perjudicial en el resultado de la soldadura. Sólo para determinados fines se considera necesario obtener acetileno de mayor pureza.

### **1.2.4 Otras aplicaciones del acetileno**

La producción de acetileno en los Estados Unidos es aproximadamente de 400, 000,000 de lb. por año (181,440,000 Kg.). De esta cantidad 30% se destina a soldadura y alumbrado (el segundo uso es de menor importancia) y

70% se emplea en síntesis químicas. En Guatemala se producen aproximadamente 800,000 lb. por año (362,812 Kg.) destinadas la mayor parte a la soldadura y mínima cantidad en laboratorios.

El uso principal del acetileno es en la soldadura autógena y en el oxicorte de metales ferrosos. Es también materia de partida para la producción sintética de materias muy importantes.

Mediante el empleo de catalizadores el acetileno puede servir para la preparación de acetaldehído o etanol, y éste para la obtención del alcohol etílico por hidrogenación catalítica, o también ácido acético por oxidación, caucho sintético (goma).

Merece especial mención su utilización en la industria de los materiales plásticos. Cuando se hace pasar por ácido clorhídrico diluido a 65 °C, en presencia de iones mercúricos como catalizador, se forma cloruro de vinilo, que se polimeriza y da como resultado el famoso cloruro de polivinilo, llamado comúnmente PVC.

### **1.3 Materia prima**

El acetileno se prepara por la acción del agua sobre el carburo de calcio o por varios procedimientos en que se le deriva de hidrocarburos. El procedimiento del carburo cálcico es el más usual en Norteamérica y Latinoamérica.

El carburo de calcio es una materia química que fue descubierta en 1,863 por el químico Woehler, quien al calentar carbón y una aleación de calcio-

zinc, obtuvo una masa pulverulenta negra, que al contacto con el agua desprendía una mezcla de diferentes gases, entre los cuales fue identificado el acetileno.

Fue sólo hasta 1,893 cuando fue posible fabricar esta sustancia a nivel industrial, debido a que hasta entonces se pudo utilizar la energía eléctrica. Moissan publicó una nota que indicaba la formación, bajo la acción del arco eléctrico, de un carburo fusible a alta temperatura. Después de los descubrimientos de Moissan en Francia, se siguieron haciendo estudios y ahí se realiza el célebre proceso Bullier, mediante el cual fue establecida la validez del carburo de calcio.

### 1.3.1 Propiedades físicas

El carburo de calcio es un compuesto de dos elementos importantes, el carbono y el calcio. El carburo es sólido con apariencia de roca, duro agudo, gránulo de superficie irregular; cuando es fresco, tiende a hacerse blanco y a desmoronarse cuando se descompone parcialmente.

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| Peso molecular        | 64                        |
| Fórmula química       | $\text{CaC}_2$            |
| Apariencia            | Azul . gris opaco         |
| Peso específico       | 2.36 gr. /m <sup>3</sup>  |
| Densidad              | 1.84                      |
| Dureza                | 5.5 Kg. (Monotrón) 40 BHN |
| Calor específico      | 0.28 Kcal. /Kg. /°C       |
| Temperatura de fusión | 2,000 . 2,050° C          |

|                    |  |
|--------------------|--|
| Flamabilidad       | Alta   |
| Reactividad        | Moderada, no detona, pero puede hacerlo con agua |
| Solubilidad        | En agua: completa                                |
| Cristalografía     | Tetragonal (25 a 447° C)<br>Cúbica (+ 447° C)    |
| Calor de formación | 105.350 Cal. /gr. Mol.                           |

### **Reactividad**

El carburo de calcio reacciona con agua o materias húmedas y forma gas acetileno o hidróxido de calcio (cal hidratada). La reacción libera calor.

### **1.3.2 Obtención del carburo de calcio**

El carburo de calcio es producido en hornos eléctricos de electrodos sumergidos. Las materias primas primarias básicas para su fabricación son:

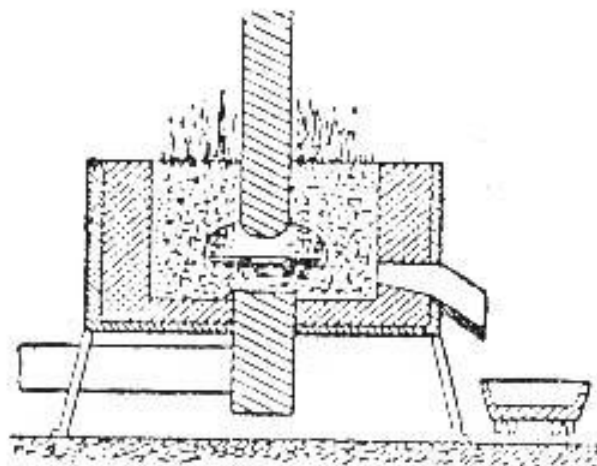
- ◆ Cal (óxido de calcio)
- ◆ Coque
- ◆ Energía eléctrica
- ◆ Pasta electrónica

La piedra caliza (carbonato de calcio  $\text{CaO}_3$ ) se obtiene de minas, es triturada y llevada a unos hornos para calcinarla y convertirla en óxido de calcio (CaO). En estos hornos se desprende como subproducto bióxido de carbono gaseoso ( $\text{CO}_2$ ).

El carbón mineral obtenido de las minas se produce en hornos llamados coquizadores, de los cuales se obtiene el carbón coke y como subproducto el gas de coke, que es utilizado como combustible en las fábricas de acero (altos hornos, hornos de aceración, hornos de precalentamiento, etc.). También es utilizado en la producción de alquitrán, amoníaco y fertilizantes.

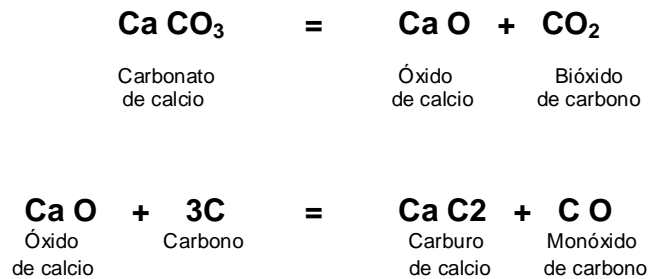
Posteriormente estos dos materiales se pasan por unas básculas para dosificarlos. Se necesita 56 Kg. de calcio y 28 Kg. de carbono para obtener 64 Kg. de carburo de calcio y 28 Kg. de monóxido de carbono. Estos componentes se vierten en hornos de fusión eléctrica especial, con un gasto de energía de varias decenas de miles de kilowatios, con intensidades sumamente altas y de 40 hasta 100 voltios de tensión (Fig. 1).

**Fig. 1** Principio del horno eléctrico para producción de carburo



Fuente: Grupo Infra. **Plantas de acetileno.** Pág. 38

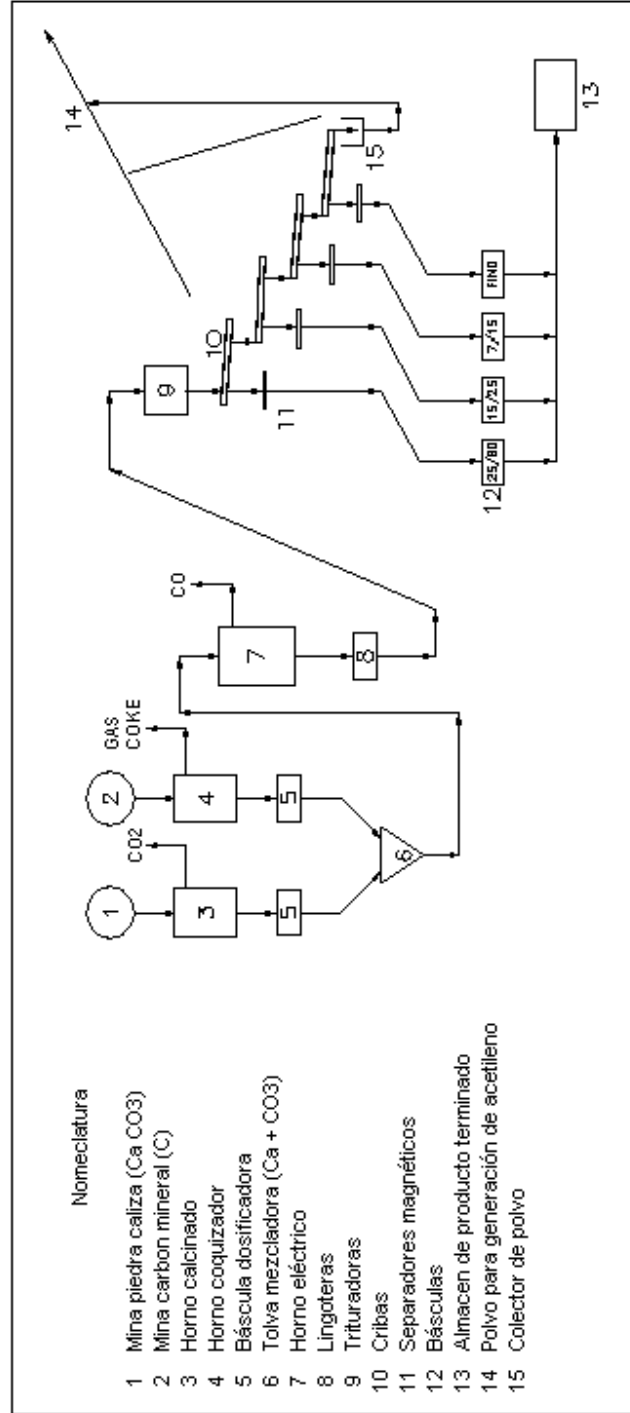
La fusión a temperaturas superiores a los 2,300° C (4172° F) de calcio y carbono, da lugar a la formación de óxido de carbono gaseoso y carburo. Este último, después de colado, se deja enfriar en bloques. La reacción química es la siguiente:



El monóxido de carbono obtenido al mismo tiempo como excedente, puede servir como combustible para el precalentamiento de las materias primas.

Luego que los bloques de carburo se han enfriado pasan a triturado. Luego el carburo es transportado hacia un elevador de canjilones (previa separación de imantables) para ser cribado y separado en tolvas por tamaños (Fig. 2).

**Fig. 2 Diagrama de flujo de materiales para la producción de carburo de calcio**



Fuente: Grupo Infrac. **Plantas de acetileno.** Pág. 36

## Granulometrías

|       |                               |
|-------|-------------------------------|
| 25/80 | 25 mm. mínimo a 80 mm. máximo |
| 25/50 | 25 mm. mínimo a 50 mm. máximo |
| 15/25 | 15 mm. mínimo a 15 mm. máximo |
| 4/15  | 04 mm. mínimo a 15 mm. máximo |
| 2/5   | 02 mm. mínimo a 05 mm. máximo |

Luego el carburo de calcio se expende en el mercado, en diferentes tamaños, según el tipo de generadores construidos hasta hoy.

La cantidad de gas producido por kilogramo de carburo es mayor con el carburo en trozos, que con el carburo de grano fino.

El carburo se transporta en bidones metálicos de paredes delgadas. Las tapas no deben abrirse nunca, de ninguna manera, con una llave, únicamente mediante herramientas que no producen chispas (varilla de cobre y mazo), con mucho cuidado para evitar todo peligro de explosión.

El carburo como materia prima no debe almacenarse en sótanos, sino en lugares secos y bien ventilados, puesto que absorbe fácilmente la humedad. Esta da lugar inmediatamente a la producción de acetileno, que mezclado con aire y encendido por casualidad, puede dar origen a una violenta explosión. La ignición de acetileno saturado de vapor de agua se puede dar desde una presión de 1.406 Kg. /cm<sup>2</sup> y 20° C, cuando la fuente de iniciación es la fusión de un alambre de platino.



## **1.4 Antecedentes sobre plantas productoras de acetileno**

El manejo del acetileno exige precauciones que no son necesarias con la mayoría de los gases, porque el acetileno, aún en ausencia de oxígeno, se descompone en sus elementos con desprendimiento de calor.

### **1.4.1 Riesgos del acetileno**

Ocurren descomposiciones, aunque infrecuentemente, en los sistemas de acetileno. La explosión más reciente y más desastrosa ocurrió en 1,954 en Hüls, Alemania. Una instalación puede protegerse del daño de explosión si se diseña el sistema lo suficientemente fuerte para resistir la presión de descomposición máxima que pudiera producirse en un sistema dado y si se eliminan las fuentes de ignición.

### **1.4.2 Condiciones de desintegración del acetileno**

El acetileno obtenido en generadores contruidos debidamente, con arreglo a las prescripciones del caso, no es explosivo, bajo presión autorizada y a temperatura normal.

El acetileno se polimeriza hacia los 120° C (248° F), lo que da como resultado la aparición de diferentes productos de condensación como el benceno, el estireno, el naftaleno y el antraceno. Esta polimerización se verifica a más baja temperatura si el acetileno contiene impurezas que actúan como catalizadores y elevan los riesgos de explosión dentro del sistema de generación.

La presión, la sequedad y el aumento de temperatura elevan considerablemente el peligro, pues a una presión cerca de 2 atmósferas (2.07 Kg. /cm<sup>2</sup>) el acetileno, sin la presencia de aire, hace explosión.

La desintegración de 1 Kg. de acetileno libera 2070 calorías. La temperatura de explosión es cerca de 2,800° C (5072° F) y la presión es once veces la inicial. Para evitar temperaturas mayores, inadmisibles en el generador de acetileno, es preciso cuidar que salga todo el calor desprendido durante la descomposición del carburo sobre el agua y cuidar que este calor no exceda la temperatura de polimerización del gas.

Otra condición de desintegración del gas es por ignición directa como fuego, contactos e interruptores eléctricos, cuerpos incandescentes. Estos últimos elementos deben mantenerse a una distancia mínima de 3 metros de las instalaciones de generación del gas.

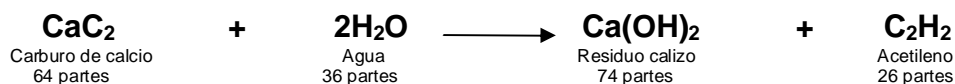
Asimismo, en las instalaciones de acetileno no deben colocarse piezas de cobre (pero son aceptables aleaciones que contengan un máximo de 65% de Cu) puesto que el cobre forma con el gas acetileno una combinación explosiva (Ca<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O acetiluro de cobre). También las acetilamidas de otros metales como plata, oro, mercurio son explosivas.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE UNA PLANTA DE ACETILENO

### 2.1 Descripción del equipo

#### 2.1.1 El generador

El generador de acetileno es un reactor químico (recipiente a presión cerrado herméticamente) dedicado a la generación de gas acetileno, por la acción de agua sobre el carburo de calcio.



Hay tres métodos principales para generar acetileno, que se describen a continuación:

- ◆ Método de carburo al agua
- ◆ Método agua al carburo
- ◆ Generación en seco

El método de mayor uso industrial es el de carburo al agua, llamado también de proyección. Es utilizado más comúnmente en los Estados Unidos y en Guatemala; esto se debe a que la generación en seco es usada para grandes escalas de producción en la industria química para la masa de producción de químicos.

#### 2.1.1.1 Cuerpo del generador

Los generadores de acetileno se dividen en dos clases, según la presión

a que funcionen. Los que se diseñan para la reacción de carburo de calcio en agua a presiones menores de 1 lb. /pulg.<sup>2</sup> (0.070307 Kg. /cm.<sup>2</sup>), man. (812 mm Hg) se denominan generadores de baja presión.

Los de presión mediana sirven para producir acetileno a presiones de 1 a 15 lb. /pulg.<sup>2</sup> (0.070307 . 1.05 Kg. /cm.<sup>2</sup>), man. (812 . 1536 mm Hg).

El generador es manufacturado de acuerdo con la sección 8 del código de ASME. El diseño de generadores se funda en un factor empírico que presupone una capacidad de un galón de agua por cada libra de carburo de calcio (120 g de carburo por litro de agua). Se considera fundamental una velocidad de generación de acetileno de un pie cúbico por hora y libra de capacidad de tolva de carburo (62.4 dm<sup>3</sup> por hora y por kilo).

El generador de acetileno más usual consiste en un casco cilíndrico para agua colocado en posición horizontal, que lleva en su parte superior la tolva y el mecanismo alimentador de carburo (Fig. 3). El casco tiene medios para la carga y desagüe y, por lo común, un mecanismo para la agitación del residuo de cal. El generador, además de contener en su interior el agua para la descomposición del carburo de calcio, es el soporte de todas las partes componentes que a continuación se mencionan.

### 2.1.1.2 Elementos que integran el generador

Esta sección es el sumario de los elementos que integran el generador de acetileno, que van desde la tolva o contenedor viajero hasta la válvula de desalojo del agua de cal:

**Contenedor.** La tolva viajera es el recipiente en el cual se almacena el carburo de calcio que será procesado. El contenedor es de 2.15 m<sup>3</sup> aproximadamente, construido de hierro negro y con una capacidad de

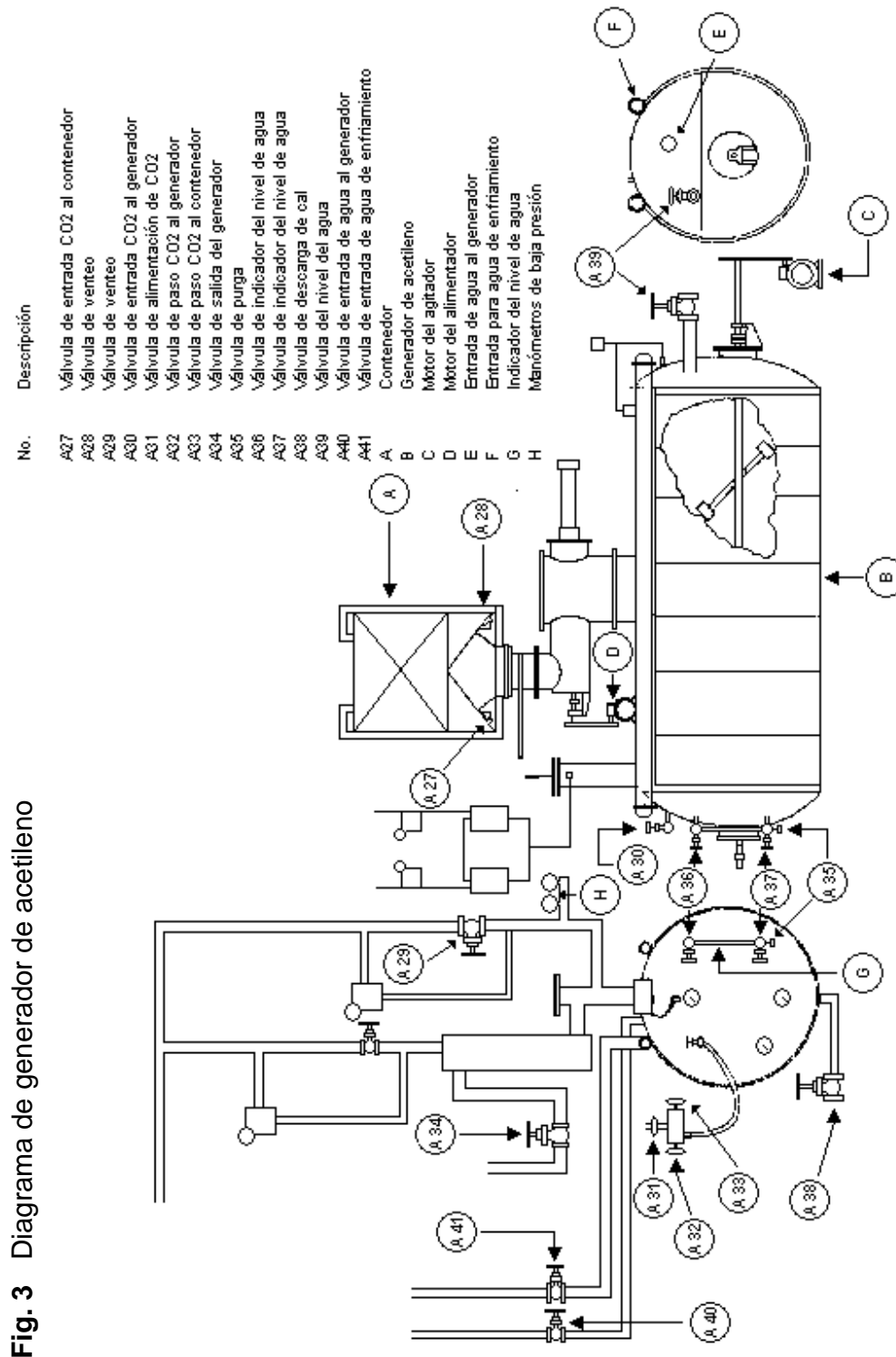


Fig. 3 Diagrama de generador de acetileno

Fuente: Grupo Infra. **Plantas de acetileno.** Pág. 45

almacenaje de 1200 Kg. (1202.20 lb.) de carburo. Consta básicamente de tres partes: a) el contenedor en sí, b) una guillotina que permite el cierre del contenedor una vez almacenado el carburo, y que es el que asienta en el generador por medio de un empaque de neopreno (material compatible con acetileno), c) dos válvulas de compuerta con una capacidad de 150 lb. /pulg.<sup>2</sup> (10.55 Kg. /cm<sup>2</sup>).

**Transportador.** Se encuentra entre el generador y la tolva, contiene la materia prima y alimenta el carburo de calcio al generador por medio de un tornillo sin fin. Trabaja en forma automática, accionado por un motorreductor de velocidades, el cual es controlado por la presión interior del generador mediante un presostato. Los mecanismos que integran al transportador para la inyección de carburo al generador, son:

**Sello.** Evita el paso sin control del carburo al generador, y el paso del acetileno al transportador. Esto permite desacoplar la tolva sin permitir salida de acetileno, ni entrada de aire al generador.

**Cilindro hidráulico.** Es el sistema que se utiliza para abrir el sello del transportador. Es accionado por el motorreductor, al cual está acoplada una bomba hidráulica.

**Hélice o tornillo.** Es el que avanza el carburo hacia la entrada del generador.

**Bomba hidráulica.** Provee la fuerza necesaria para vencer el resorte del sello y permitir de esta forma la entrada de carburo al generador.

**Camisa de enfriamiento.** Envuelve el casco del generador y se utiliza para la circulación de agua de enfriamiento y evitar así riesgos de elevación de temperatura.

**Agitador.** Este sistema consiste en un eje con aspas que atraviesa el generador de extremo a extremo, movido por motorreductor. Es el que mantiene al agua del generador en movimiento, para evitar que se sedimente el hidróxido de calcio y facilitar el ataque del agua al carburo.

**Instrumentos de medición.** Los instrumentos de medición utilizados para el control de presión y temperatura en el interior del generador son manómetros y termómetros.

**Medidor de nivel de cristal.** Consiste en un tubo de vidrio con sus extremos conectados a bloques metálicos y cerrados por prensa estopas. Están unidos al generador mediante tres válvulas, dos de cierre de seguridad en los extremos del tubo para impedir el escape del líquido en caso de rotura del cristal, y una de purga.

**Válvula de inyección de gas inerte.** Utilizada para inyectar gas inerte (gas carbónico o nitrógeno) y mantener una atmósfera positiva en el interior del generador para cuando se desaloja la cal, y para desplazar el aire cuando se prepara la puesta en marcha del mismo.

**Válvula de desalojo de cal.** Sirve para drenar el hidróxido de calcio y el agua resultante de la descomposición del carburo.

### **2.1.2 Línea de baja presión**

Una vez producido el acetileno en el generador, es conducido por medio de tubería hacia el sistema de baja presión. Se llama de esta manera ya que en el tramo que va desde el generador hasta el compresor sólo puede estar el acetileno a una presión muy baja de 0 . 15 lb. /pulg.<sup>2</sup> (0 . 1 Kg. /cm<sup>2</sup>).

#### **2.1.2.1 Intercambiador de calor**

El intercambiador térmico es un enfriador condensador que enfría el acetileno a baja presión, por paso de un extremo a otro a través de tubos rodeados de un flujo de agua. Este proceso reduce la temperatura del acetileno y condensa gran cantidad del vapor de agua, que normalmente es acarreado desde el generador de acetileno. Precipita también la amonía al tener contacto el gas con el agua, remueve las partículas de cal, todo en preparación para el siguiente paso del procesamiento del acetileno (Fig. 4).

#### **2.1.2.2 Detenedor de flama**

El generador está provisto, asimismo, de sellos hidráulicos, diseñados para proteger el generador contra el retroceso de la llama originado en el equipo y que resulte en una explosión a causa del retroceso. Estos sellos hidráulicos son llamados detenedores de flama.

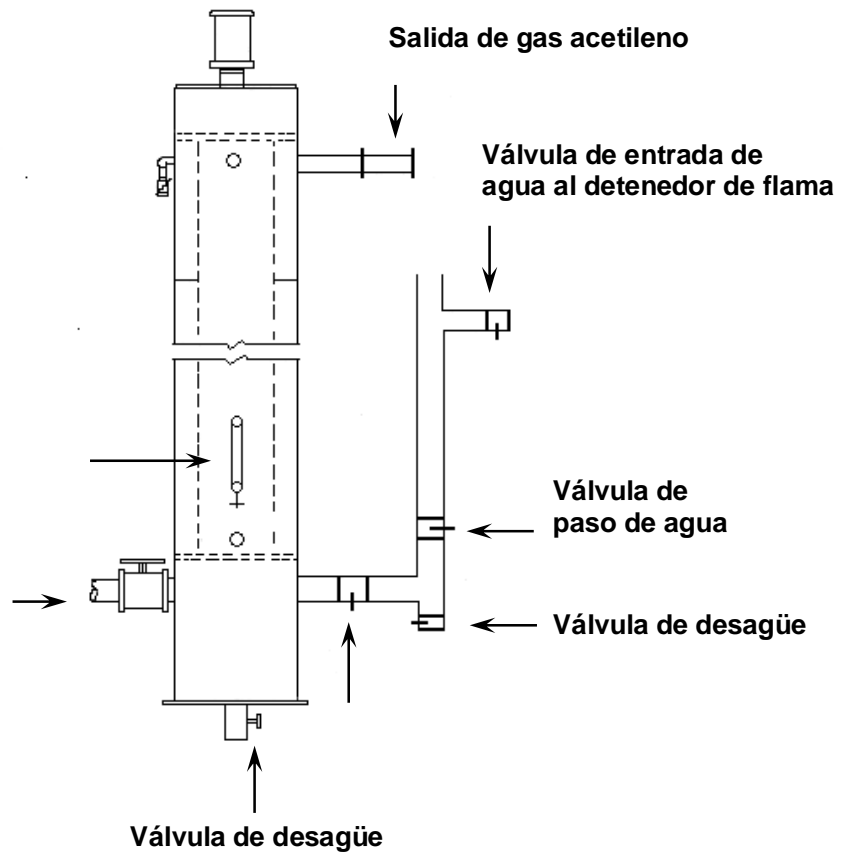
##### **2.1.2.2.1 Detenedor de flama del generador**

Este detenedor de flama está colocado en la parte superior y a la salida del gas en el generador, para evitar un retroceso de flama surgido en algún equipo en la línea de baja presión o en las propias tuberías.

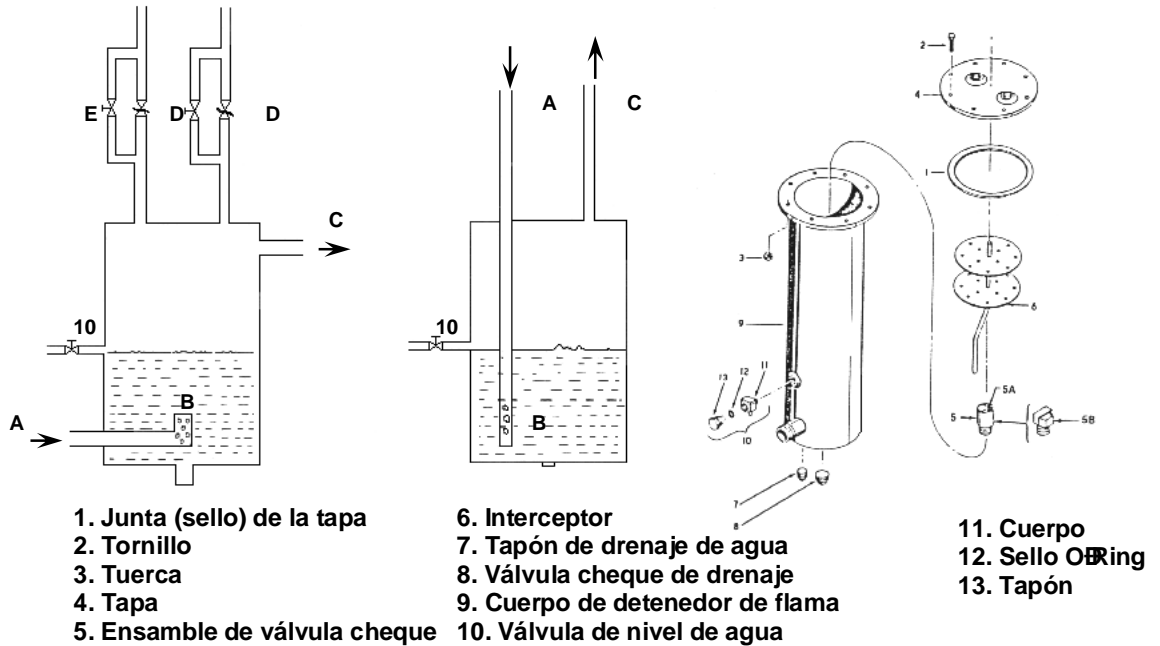


En la figura el gas llega por **A**, burbujea a través de **B** y sale por **C**; cuando se da un retroceso, el gas regresa por **C**, pero el agua le impide continuar por **B**. Si se da un exceso de presión, ésta es controlada por las válvulas de seguridad **D**, que operan automáticamente o también se pueden purgar manualmente por **E** (Fig. 5).

**Fig. 4** Intercambiador de calor



**Fig. 5** Detenedor de flama



Fuente: Rexarc Internacional, Inc. **Enseñanza de plantas de acetileno.** Pág. 50

### 2.1.2.2.2 Detenedor de flama de baja presión

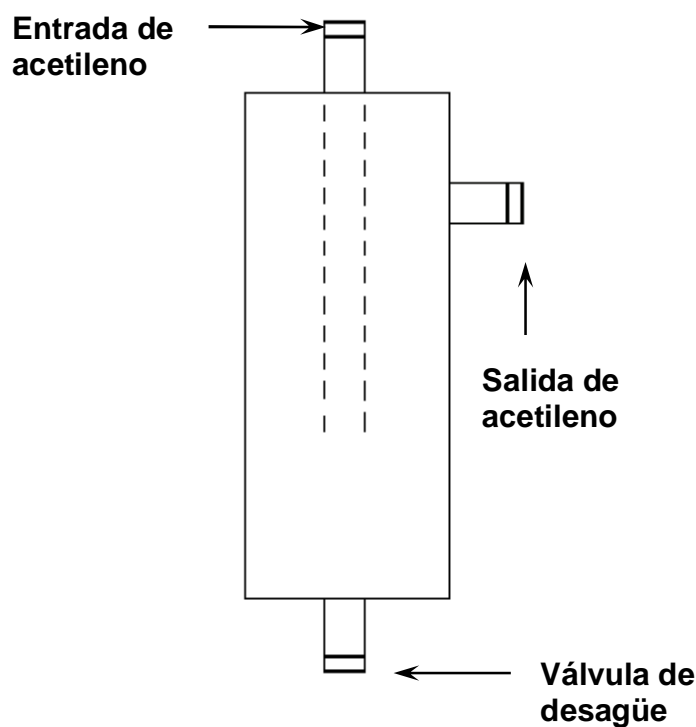
Para la línea de baja presión hay un detenedor de flama con el mismo objetivo de evitar un retroceso de flama hacia el generador, pues es aquí donde está la mayor concentración de acetileno y constituye un peligro de explosión.

El funcionamiento de este detenedor de flama es similar al mencionado anteriormente. El gas llega por A, burbujea a través de B y sale por C; cuando se da el retroceso de flama, el gas regresa por C, pero el agua le impide continuar por B. A diferencia del anterior este tiene un sistema tipo sifón que, al recibir el retroceso de flama, posee un sello de neopreno que le impide continuar hasta la tubería que conduce al generador (Fig. 5).

### 2.1.2.3 Separador de humedad

Luego de pasar por el detenedor de flama, el acetileno es conducido hacia el separador de humedad, cuya función es la de ayudar a secar el gas. El separador de humedad es un recipiente hueco a través del cual pasa el acetileno. A su paso por este, el flujo sufre un cambio de dirección y velocidad, lo cual hace que las partículas de agua que arrastra el gas sean desprendidas y por la acción de la gravedad son depositadas en el fondo del recipiente, de donde son extraídas mediante una válvula de drenaje (Fig. 6).

**Fig. 6** Separador de humedad

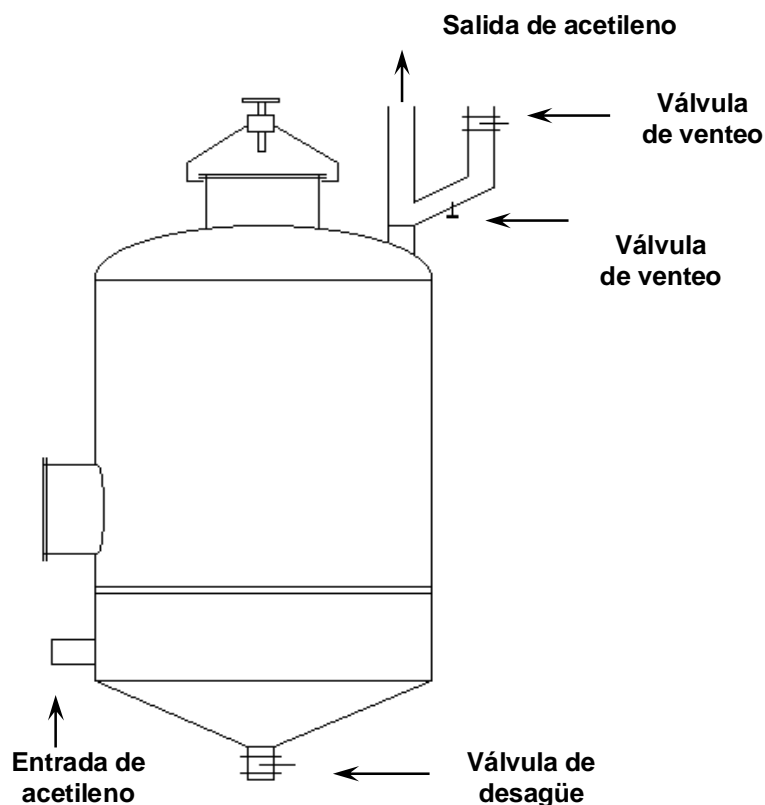


Fuente: Grupo Infra. **Plantas de acetileno**. Pág. 51

### 2.1.2.4 Secador de baja presión

El acetileno es conducido ahora hacia el secador de baja presión, que es un sistema con un recipiente hueco relleno de un material llamado cloruro de calcio. Este material en trozos es **higroscópico**, es decir, es un absorbente de humedad. La función del sistema es la de mejorar el secado del gas que aún lleva partículas de agua antes de llegar al compresor. Al pasar el gas a través del secador de humedad y estar en contacto directo con el cloruro de calcio, cede a este la humedad que aún conserva.

**Fig. 7** Secador de baja presión



Fuente: Grupo Infra. **Plantas de acetileno**. Pág. 52

## 2.1.2.5 Compresores

### 2.1.2.5.1 Tipos de compresores

Estas máquinas son destinadas a comprimir gases y transforman periódicamente trabajo en incremento de la entalpía (v.) de un gas. El trabajo necesario es proporcionado por un motor eléctrico acoplado al compresor. Este puede dividirse en dos grandes familias: volumétricos y dinámicos.

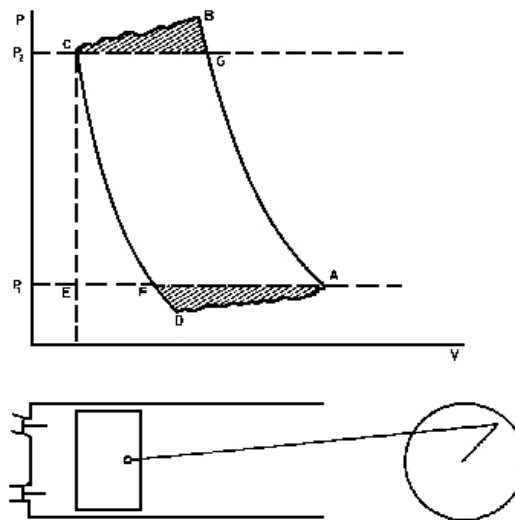
En los compresores volumétricos la presión del gas se aumenta mediante una disminución del volumen de la cavidad en que se encuentra contenido, lo que se consigue con el movimiento de una o varias de las paredes que limitan dicha cavidad. Se dividen, a su vez, en compresores de émbolo y rotatorios.

En los de émbolo o alternativos el gas se comprime con una cámara cilíndrica en la que un émbolo se desliza longitudinalmente sobre la pared cilíndrica, alejándose y acercándose alternativamente al fondo del cilindro. Al alejarse del fondo, el gas es aspirado a través de una válvula, que se cierra una vez que el émbolo ha llegado a la distancia máxima del fondo. Durante el movimiento de acercamiento al fondo, el gas se comprime y es obligado a pasar a través de otra válvula. El movimiento alternativo del émbolo se consigue mediante un mecanismo de biela-manivela mandado por un motor.

Un diagrama del ciclo está representado en la Fig. 8, donde las ordenadas son presiones y las abscisas son los volúmenes barridos por el émbolo. Cada punto del diagrama nos da la presión correspondiente a cada posición del émbolo. El ciclo se inicia con el émbolo situado en el punto **A**, y el cilindro completamente cargado con gas a la presión de admisión  $P_1$ . El

émbolo avanza hacia el extremo opuesto del cilindro, lo que incrementa la presión en él a lo largo de la curva **ABC**. Cuando la presión excede a la correspondiente a la ordenada  $P_2$  (en el punto **B**), la energía del pistón es empleada en desplazar la válvula de descarga; el gas, que ha llegado a la presión correspondiente al punto **G**, sale a través del conducto de descarga en una serie de ondas de presión que disminuyen de amplitud hasta que el pistón alcanza el fin de su recorrido (punto **C**). A partir de este punto, el pistón retrocede ayudado por la expansión del gas que aún permanece en el cilindro, el cual se expande a lo largo de la curva **CFA**. Por debajo del punto **E** de ordenada  $P_1$ , la presión es inferior a la de admisión y esta diferencia de presiones produce el desplazamiento de la válvula de admisión. El pistón continúa su recorrido hasta el punto **A** y el cilindro se carga de gas nuevo, con lo que se completa el ciclo.

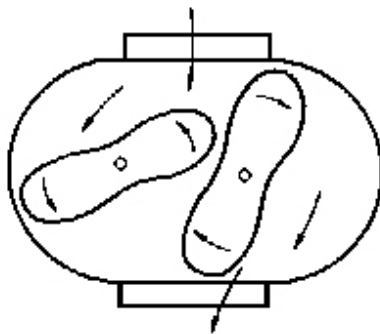
**Fig. 8** Diagrama compresor de émbolo



Fuente: W.H. Severns y otros. **Energía mediante vapor, aire o gas**. Pág. 363

En los compresores volumétricos rotatorios, el movimiento giratorio de unas paletas, o bien el movimiento también giratorio en sentido opuesto de dos piezas, comprimen el gas. Los de piezas giratorias opuestas consisten en dos piezas en forma de ocho que forman una cámara que se reduce al girar los dos lóbulos en sentido contrario; en este tipo están comprendidos los compresores de *Roots*. Si bien no pueden conseguirse presiones altas, sí impulsan cantidades de gas bastante grandes (Fig. 9).

**Fig. 9** Compresor tipo *Roots*



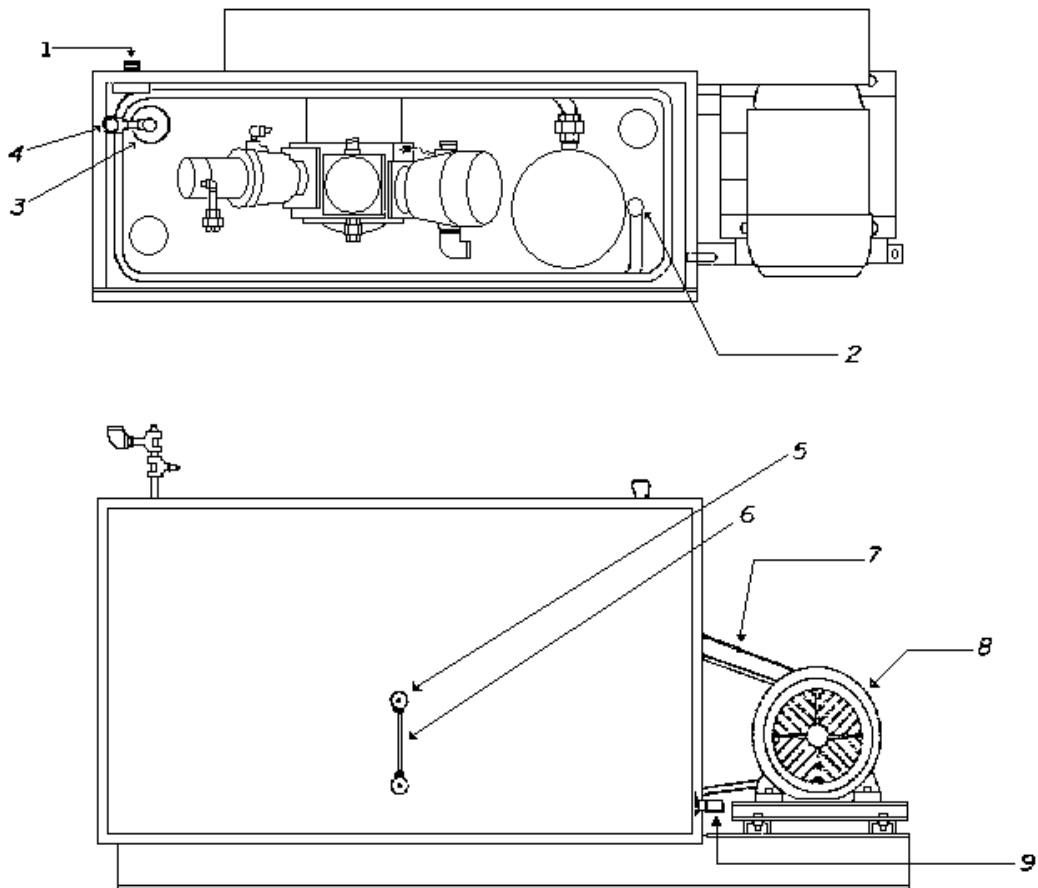
Fuente: W.H. Severns y otros. **Energía mediante vapor, aire o gas**. Pág. 370

El compresor más utilizado en las plantas de acetileno es el tipo émbolo de tres etapas o pasos en serie de simple efecto. El compresor comprime el acetileno de la presión de entrada (presión del generador) a la presión de descarga en tres pasos. El acetileno viene del secador de baja presión en  $0,4 \text{ Kg. /cm}^2$  ( $6 \text{ lb. /pulg.}^2$ ) y se comprime hasta  $25.493 \text{ Kg. /cm}^2$  ( $362.59 \text{ lb. /pulg.}^2$ ). Cuatro manómetros están montados sobre el compresor para indicar las presiones de entrada y trabajo de cada paso.

Las tres etapas de compresión mantienen el acetileno a una temperatura segura en el compresor. Los serpentines de enfriamiento y las trampas de condensados están sumergidos en agua fría, absorben el calor de compresión y lo disipan a través del flujo de agua del tanque (certificado por ASME).

La temperatura del agua se ajusta por la cantidad de agua de enfriamiento que fluye (Fig. 10).

**Fig. 10** Compresor de acetileno



- |                          |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| 5. Salida de agua        | 1. Nivel de aceite                 |
| 6. Entrada de acetileno  | 2. Bandas                          |
| 7. Tanque de drenaje     | 3. Motor                           |
| 8. Descarga de acetileno | 4. Entrada de agua de enfriamiento |
| 9. Válvula nivel aceite  |                                    |

Fuente: [www.rexarc.com](http://www.rexarc.com)



Un depósito de enfriamiento es colocado para enfriar el acetileno y condensar algo de vapor de agua, antes de que entre el gas al primer paso del compresor. El depósito de enfriamiento está conectado para coleccionar el vapor de agua que se condensa y posteriormente drenarlo. De manera similar, dos interenfriadores son colocados entre los pasos y un enfriador posterior antes del tercer paso, para enfriar el acetileno y así condensar el vapor de agua adicional.

La lubricación del compresor es por medio de una bomba, la cual tiene transmisión por bandas y está colocada en la parte inferior del tanque de enfriamiento. El manómetro de presión de aceite está montado en la parte superior del tanque de enfriamiento; el rango de presiones será de 1 a 2 bares (1.0197 . 2.0394 Kg. /cm<sup>2</sup>).

Por seguridad se establece como requisito que exista, en cada compresor de desplazamiento positivo, una válvula de alivio instalada delante de cada paso del compresor. La válvula de alivio se calibra para liberar la presión excedente a 1.25 veces la descarga normal o a la presión máxima de trabajo que soporte el cilindro.

### **2.1.3 Línea de alta presión**

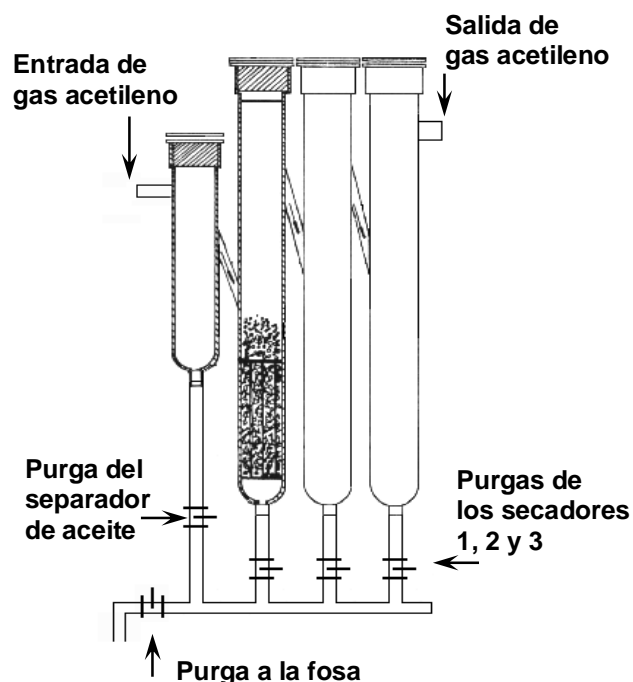
Luego que el acetileno empieza a ser comprimido, es conducido por medio de tubería hacia la línea de alta presión; este sistema comprende desde el compresor hasta las líneas de llenado, donde el acetileno es comprimido en cilindros hasta una presión máxima de 25.493 Kg. /cm<sup>2</sup> (362.59 lb. /pulg.<sup>2</sup>). La tubería a utilizar debe ser hierro negro y debe cumplir con la norma ASTM A-53-F.

### 2.1.3.1 Secador de alta presión

La secadora de alta presión está compuesta de tres unidades similares, en cuyo interior hay un cartucho por cada unidad. Este contiene cloruro de calcio anhidro, material hidróscopico. cuya función es la de eliminar la humedad condensada en el proceso de compresión. y el aceite de la lubricación del compresor que es arrastrado por el acetileno.

Anterior a estas unidades hay un cilindro que contiene una cadena de acero que sirve como separador primario de aceite. El sistema de tres secadoras de alta presión está regulado por la ASME (Fig. 11)

**Fig. 11** Secador de alta presión



Fuente: [www.rexarc.com](http://www.rexarc.com)

### 2.1.3.2 Estaciones de llenado

El acetileno, luego de pasar por el secador de alta presión, es conducido hacia las líneas de llenado, donde finalmente es envasado en los cilindros a la presión determinada. Antes pasa por una serie de dispositivos que permiten el manejo del gas en forma segura.

#### 2.1.3.2.1 Línea de envasado

Los *manifolds* o estaciones de llenado son prefabricados con normas ASME sección VIII. Las líneas son de veintiséis posiciones y cada *manifold* posee un detenedor de flama a cada lado de la válvula maestra para abrir-cerrar. Una válvula cheque es instalada en cada línea.

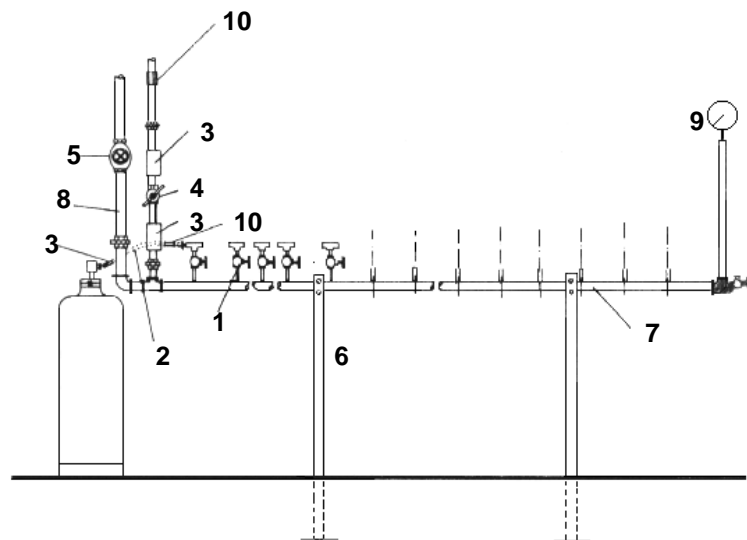
El gas pasa directamente a las válvulas de la línea de llenado, donde se conecta a las mangueras flexibles (*pigtails*) que tienen también dispositivos de seguridad, una válvula cheque para evitar el retroceso del gas en un extremo y en el otro un detenedor de flama pero de menor tamaño, que impide el retroceso de llama causado por el cilindro. Asimismo, estas mangueras tienen una capacidad de 3000 lb. /pulg.<sup>2</sup> (210.92 Kg. /cm<sup>2</sup>) donde finalmente llega el acetileno hacia el cilindro, conectado por accesorios normados por la CGA (*Compressed Gases Association*).

La línea de llenado cuenta también con una válvula de venteo o de purga y un manómetro de alta presión para el control del sistema (Fig. 12)

### 2.1.3.2.2 Línea de retorno del gas

Cuando se ha terminado el proceso de compresión en las líneas de llenado queda un excedente de gas en el sistema de alta presión. Este gas no se desperdicia sino que se aprovecha a través de la línea de retorno de gas. Por medio de una válvula de paso el remanente es conducido hasta el compresor, donde nuevamente es comprimido en envases vacíos previamente inspeccionados.

**Fig. 12** Diagrama de las líneas de llenado



- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 1. Válvula de llenado                  | 6. Estructura de montaje       |
| 2. Manguera (pigtail)                  | 7. Tubería de llenado de gas   |
| 3. Detenedor de flama                  | 8. Tubería para gas de retorno |
| 4. Válvula de paso de gas acetileno    | 9. Manómetro de alta presión   |
| 5. Válvula de retorno de gas acetileno | 10. Válvula cheque             |

Fuente: [www.rexarc.com](http://www.rexarc.com)

### **3. PROCESOS DE PRODUCCIÓN**

#### **3.1 Preparativos de arranque de la planta de acetileno**

Una vez conocidos los equipos en una planta de acetileno se procede a conocer los preparativos de arranque de la planta. No se debe intentar arrancar u operar dicha planta a menos que se esté completamente capacitado con la operación y medidas de seguridad, ya que de lo contrario pueden resultar serios daños personales o al equipo.

##### **3.1.1 Carga del generador**

Como se mencionó en el capítulo anterior, el método utilizado para la generación de acetileno es carburo al agua, por lo tanto, se procede a alimentar al generador con agua.

Se debe asegurar que estén abiertas las válvulas de derrame A39 y de venteo A29 (consultar anexo 1). Luego se enciende la bomba de agua dura y se abre la válvula A40 para permitir que entre agua al generador. Una vez que el agua inicia el ingreso al generador se verifica que las válvulas A36 y A37 del indicador de nivel estén abiertas. Por último se cierra la válvula A40 cuando el agua en el indicador de nivel se encuentra en la línea amarilla en la parte superior, para luego apagar la bomba de agua cruda y cerrar la válvula A39 de derrame.

### 3.1.2 Carga de carburo de calcio en el contenedor

Una de las operaciones más importantes y riesgosas en la preparación del arranque de la planta de acetileno es la carga de carburo de calcio en el contenedor, pues al ser descargado por medio de una tolva pequeña con capacidad de 250 Kg. (551.25 lb.) por medio de un polipasto, pueden existir flamas por fricción al caer el carburo de la tolva hacia el contenedor por gravedad.

También se necesitan herramientas y equipos para realizar esta operación, tales como carro transportador de tambores de carburo de calcio, el contenedor, pinzas para energía estática a tierra, llaves españolas de 1 1/8", polipasto, martillo con cabeza de goma y la tolva. Adicionalmente, para realizar la operación de llenado del contenedor con carburo, es de uso obligatorio el equipo de protección personal para seguridad del operador: ropa de algodón, guantes, lentes, cinturón, casco, mascarilla para polvos, botas punta de hierro, caperuza y camisa de asbesto, este último es el equipo que protege de posibles flamas en la operación.

Tanto el contenedor donde irá el carburo como la tolva viajera están dentro de una fosa. Para una operación menos riesgosa y práctica, el contenedor, como se ve en el anexo 1, tiene dos ejes sobre los cuales girará dentro de la fosa para poder maniobrar las posiciones de ambas partes, una donde se sujeta al polipasto y otra donde entra el carburo.

#### Desarrollo

- 1) Girar el contenedor sobre la fosa, dejar la guillotina hacia arriba y abrirla.

- 2) Ventilar el contenedor que se va a llenar por lo menos una hora antes de ser llenado, para eliminar la humedad que pudiese tener.
- 3) Conectar la línea de alimentación de CO<sub>2</sub> en la válvula A27 y A28 y abrir dichas válvulas. Consultar el anexo A1.
- 4) Abrir la válvula A10 para dar un barrido al contenedor, de 5 a 8 segundos y cerrarla (Fig. 13).
- 5) Conectar las pinzas de contacto a tierra al contenedor, para descargar cualquier energía estática que se pudiera provocar por rozamientos durante el vaciado de carburo de calcio.
- 6) Levantar con el carro transportador, uno a uno, de 6 a 12 tambores de carburo de calcio llenos y colocarlos en el área de llenado de la tolva viajera.
- 7) Retirar la tapa de los tambores con ayuda de un martillo con cabeza de goma, para evitar generar chispas que ocasionen una explosión.
- 8) Vaciar uno a uno los tambores de carburo sobre la tolva viajera, hasta que se llene a su capacidad.
- 9) Apilar los tambores vacíos para después llevarlos al área de tambores de carburo vacíos.
- 10) Enganchar el polipasto a la tolva.

- 11) Con el control del polipasto, levantar la tolva y colocarla encima de la boca del contenedor.
- 12) Abrir la válvula A10, para eliminar el aire y la humedad del interior del contenedor.
- 13) Halar la cuchilla de la tolva, para permitir que el carburo de calcio caiga en el contenedor.
- 14) Cuando haya salido todo el carburo de calcio que había en la tolva, empujar la cuchilla de la tolva.
- 15) Cerrar la válvula A10.
- 16) Bajar la tolva viajera y colocarla dentro de la fosa.
- 17) Repetir la operación desde vaciar los tambores llenos en la tolva viajera+hasta el último tambor de carburo.
- 18) Desconectar la pinza de conexión a tierra.
- 19) Cerrar las válvulas A27 y A28.
- 20) Desconectar la línea de alimentación de gas carbónico del contenedor.
- 21) Limpiar el polvo del carburo de calcio que se encuentre en la superficie del contenedor y fosa del mismo.



- 22) Lubricar la varilla de la guillotina y luego empujar hacia adentro del contenedor para que quede cerrado y voltearlo. La guillotina debe quedar hacia abajo.
- 23) Enganchar el polipasto al contenedor lleno con carburo y debe de asentarse sobre una placa de hule, para formar un sello e impedir la entrada de aire y forzar el flujo de CO<sub>2</sub> de abajo hacia arriba, mientras espera ser subido al generador.

### **3.1.3 Instalación del contenedor de carburo en el generador**

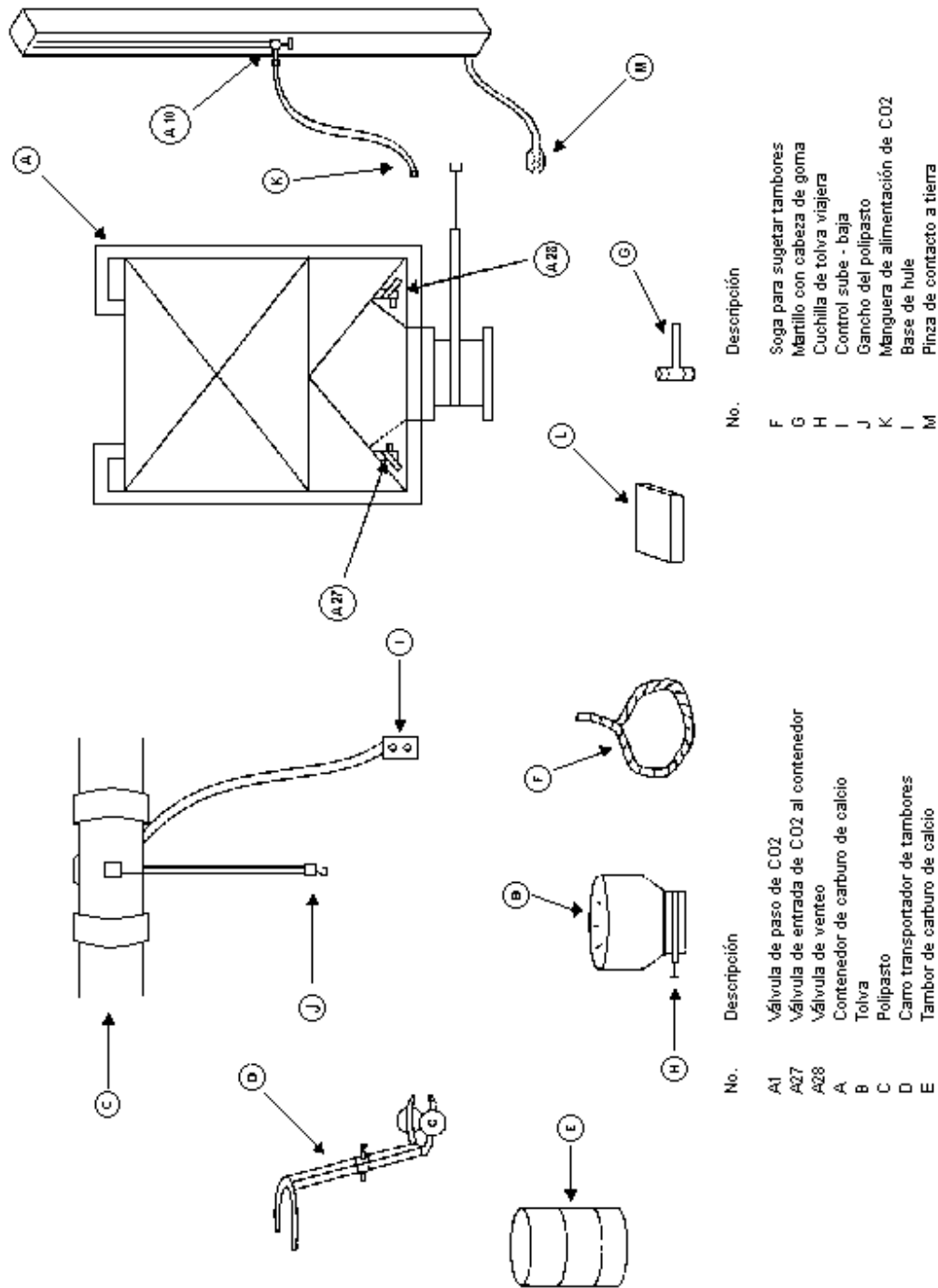
Al terminar de cargar el contenedor con el carburo de calcio requerido para el arranque de la planta de acetileno, se procede primero a bajar el contenedor vacío que actualmente está sobre el generador. Generalmente, en las plantas de acetileno se suele tener de dos a cuatro contenedores para que mientras uno está en operación, el otro se prepara para la carga de más carburo para una próxima producción, dependiendo de la demanda del acetileno en el mercado.

#### **Desarrollo**

- 1) Proceder a retirar el contenedor vacío del generador. Al estar conectada la manguera de suministro de gas carbónico a la válvula A27 del contenedor, se abren las válvulas A27 y A28 del contenedor para hacer un barrido (Fig. 13).
- 2) Abrir la válvula A33 y la válvula A31. Consultar anexo 1.

- 3) Cerrar la válvula A31, hasta que por medio del barrido de CO<sub>2</sub>, deje de sentirse el olor a acetileno en el contenedor vacío como medida de seguridad.
- 4) Cerrar la válvula A33 y retirar la manguera de la válvula A27.
- 5) Retirar los tornillos del contenedor y enganchar el polipasto al contenedor vacío. Colocar el contenedor vacío sobre la fosa que le corresponde.
- 6) Enganchar el polipasto al contenedor lleno con carburo y con el polipasto, subir el contenedor y asentarlo sobre la boca del alimentador que está sobre el generador, revisar que quede hermético.
- 7) Colocar los tornillos de sujeción y atornillarlos para asegurar el contenedor al alimentado de carburo de calcio.
- 8) Conectar la manguera de suministro de gas carbónico a la válvula A27 y abrir las válvulas A27 y A28 del contenedor.
- 9) Abrir la válvula A33 y abrir la válvula A31, para hacer un barrido de CO<sub>2</sub>. Consultar anexo 1.
- 10) Cerrar la válvula A31, hasta que se deje de sentir el olor a acetileno, y cerrar la válvula A33.
- 11) Posteriormente, cerrar las válvulas A27 y A28 y abrir la guillotina para el paso del carburo del contenedor hacia el generador.

Fig. 13 Diagrama de carga de contenedor



### 3.2 Arranque de la planta de acetileno

El arranque de la planta acetileno tiene lugar después de realizar algunos otros procedimientos tan importantes como la carga del contenedor. Uno de ellos es conectar al menos dos líneas de cilindros vacíos ya acetinados para proceder al arranque de la planta de acetileno.

Generalmente, en las plantas de acetileno se tienen de cinco a seis líneas de llenado y el número de cilindros por estación de llenado varía según la necesidad del productor de acetileno. Un ejemplo puede ser de 26 cilindros en adelante.

#### Desarrollo

- 1) Energizar todos los equipos de la planta de acetileno.
- 2) Abrir la válvula A69 de la línea No.6. Verificar que estén cerradas las válvulas A69 de las líneas de producción del 1 . 5 y que las válvulas A70 estén abiertas; en caso de tener conectados cilindros, consultar anexo 8.
- 3) Luego se procede al encendido del motor del agitador del generador.
- 4) Se enciende la bomba de recirculación de agua suavizada, que circula desde una pileta donde está asentada la torre de enfriamiento y pasa por el generador, por la línea de baja presión, compresor y retorna hacia la pileta.

- 5) Se enciende la bomba del suavizador cuando el nivel de la pileta no tiene el nivel de agua adecuado y se verifica que su dureza no sobrepase 75 ppm.
- 6) Verificar que en la caja de serpentines del compresor haya circulación de agua. Si se observa que no está entrando agua, abrir la válvula de agua A61 del mismo, hasta alcanzar el nivel de agua (consultar anexo 6).
- 7) Cerrar la válvula A48 del intercambiador de calor; las válvulas A44 y A47 permanecen abiertas para el ingreso de agua.
- 8) Abrir la válvula A46 para permitir la entrada del agua al intercambiador de calor. Al momento de salir agua por la válvula A44, cerrarla y permitir que el agua en el indicador de nivel alcance la altura de la orilla inferior de la franja amarilla. Cerrar la válvula A47 ( anexo 2).
- 9) Abrir la válvula de nivel de agua A50 al detenedor de flama y cerrar la de desagüe A51. Abrir la válvula de entrada de agua A49, hasta que ésta salga por la válvula de nivel A50. En ese momento cerrar ambas válvulas (anexo 3).
- 10) Cerrar la válvula de desagüe del separador de humedad (anexo 4).
- 11) Cerrar la válvula de desagüe A53 del secador de baja presión y verificar que las demás válvulas estén cerradas (anexo 5).
- 12) Cerrar la válvula A29 y abrir las válvulas A30, A32 y A31, para permitir que el gas carbónico entre al generador (anexo 1).

- 13) Seguidamente cerrar la válvula A31, cuando los manómetros del generador marquen una presión de 500 gr. /cm<sup>2</sup>.
- 14) Abrir la válvula A29 para ventear los gases del interior del generador.
- 15) Cerrar la válvula A29 cuando los manómetros del generador marquen una presión de 100 gr. /cm<sup>2</sup>.
- 16) Abrir la válvula A31 y A34 para permitir el paso nuevamente de gas carbónico al generador y efectuar un barrido en las líneas y equipos de baja presión; cerrar cuando la presión en los manómetros del generador indiquen 500 gr. /cm<sup>2</sup>.
- 17) Ahora deben cerrarse las válvulas A32 y A30 (anexo 1).
- 18) Abrir las válvulas A54, A55 y A56, para que el gas generado se ventee en la línea de baja presión. Esto se hace con el fin de expulsar el aire que haya no sólo en el generador, sino también en la línea de baja presión (anexo 5).
- 19) Cuando la presión en el interior del generador haya descendido a 100 gr. /cm<sup>2</sup>, encender el motor del alimentador de carburo de calcio hasta alcanzar 250 gr. /cm<sup>2</sup>.
- 20) Presionar el botón de apagado del motor del alimentador de carburo de calcio cuando los manómetros del generador indiquen una presión de 250 gr. /cm<sup>2</sup>.

- 21) Luego se determina la pureza del gas con el analizador Orzat. Más adelante se analizará detalladamente.
- 22) Asegurarse de que estén abiertas las válvulas A64, A65, A66, A67 y A68 de la secadora de alta presión (anexo 7).
- 23) Al obtenerse la pureza mínima de arranque, cerrar las válvulas A54 y A55 (anexo 5).
- 24) Encender el motor del ventilador de la torre de enfriamiento.
- 25) Encender el motor del alimentador de carburo de calcio.
- 26) Encender el motor del compresor. Más adelante se detalla el arranque del compresor.
- 27) Cerrar en el siguiente orden, las válvulas A64, A65, A66, A67 y A68 de la secadora de alta presión, para dar paso al acetileno hacia las líneas de llenado (anexo 7).
- 28) Dejar que fluya gas por la sexta línea abierta y esperar unos segundos para cerrar la válvula A69, en caso de no haber cilindros. En caso de haber, cerrar la válvula A71 (anexo 8).
- 29) Repetir la operación 28 en cada estación que tenga cilindros para llenar.
- 30) Abrir la válvula de los cilindros a llenar.

### 3.2.1 Medidas de seguridad antes de arrancar el generador

Debe recalcar que la seguridad antes del arranque del generador es muy importante, así como la de los equipos en la línea de baja presión, ya que se puede producir una explosión muy violenta en el caso de obviar algún procedimiento. Una vez colocado el contenedor sobre el alimentador de carburo se verifica el nivel de agua en el generador, se verifica que el agua de enfriamiento esté circulando por todo el sistema desde el generador, intercambiador de calor y caja de serpentines del compresor, y que el nivel de agua en los detenedores de flama sea el correcto.

#### 3.2.1.1 Determinación de la pureza del gas acetileno

En el arranque de la planta de acetileno la determinación de la pureza se da en el paso 21. Este procedimiento es de suma importancia ya que es necesario conocer la pureza del acetileno en el sistema para saber si es factible el arranque de la planta.

#### Desarrollo

- 1) Verificar que exista la cantidad adecuada de acetona en todos los recipientes del Orzat. En el frasco con picha debe quedar un 60% aproximadamente, matraz pipeta al 100% y el frasco que contiene la matraz pipeta a un 65%, aproximadamente. Además, la válvula de tres vías de la bureta debe estar lubricada para evitar que se atore en su manejo (anexo 9).
- 2) Girar la válvula de tres vías de la bureta graduada, de manera que se comunique con la entrada de acetileno (anexo 9).



- 3) Levantar el frasco con picha y presionar la pinza para que permita el paso de la acetona del frasco a la bureta graduada, hasta que ésta quede totalmente llena de acetona.
- 4) Dejar de presionar la pinza cuando la acetona comience a salir por la entrada de acetileno de la bureta graduada; asegurarse de eliminar las burbujas de aire que pudiesen haber en la entrada de acetileno de la bureta.
- 5) Conectar la manguera de látex de la válvula A56 a la entrada de la bureta (anexo 5). Bajar el frasco y presionar la pinza para permitir que el acetileno llene la bureta, desplazando la acetona hacia el frasco.
- 6) Cerrar la pinza cuando el nivel de acetona alcance la marca de cero en la bureta.
- 7) Girar la válvula de tres vías de la bureta, de modo que quede comunicada con el matraz pipeta.
- 8) Desconectar la manguera de la entrada de acetileno de la bureta y seguir venteando.
- 9) Levantar el frasco con picha y presionar la pinza, para que la acetona del frasco pase a la bureta; esto hará que el acetileno de la bureta sea desplazado hacia el matraz.
- 10) Mezclar el acetileno con la acetona contenida en el matraz pipeta por medio de una ligera agitación, para que el acetileno se disuelva en la acetona.

- 11) Bajar el frasco con pincha y presionar la pinza, para permitir que la acetona del matraz regrese a la bureta.
- 12) Leer en la bureta graduada la pureza del acetileno; el espacio libre representa las impurezas que no se mezclaron.
- 13) Anotar el grado de pureza obtenido en el paso anterior, utilizando un reporte para que quede documentado.

#### 3.2.1.1.1 Cálculos

Las siguientes instrucciones son para leer la tabla de correcciones para determinar los contenidos de impurezas en el gas acetileno por medio del analizador Orzat.

Ejemplo:

Se tiene una lectura de 97 en la bureta del analizador Orzat.

1)  $100 - 97 = 3$

2) Se busca el 3 en % de volumen en la columna de lectura en el aparato analizador Orzat.

3) La temperatura de la acetona es 30 °C. Se localiza la columna correspondiente a dicho valor.

- 4) Se busca en la intersección de dichos valores. El valor que se lee es 0,9.
- 5)  $100 \cdot 0,9 = 99.1$  (grados de pureza del gas)

### 3.2.2 Arranque del compresor de acetileno

Es importante que todo el aire, mezclas aire . acetileno o mezclas gas inerte . aire, sean purgadas de todas las líneas de la planta y de sus componentes, antes de arrancar el compresor. No comprimir mezclas de aire . acetileno, pues son un riesgo a cualquier presión.

#### Desarrollo:

- 1) Habiendo alcanzado la pureza mínima necesaria para el arranque, se deben cerrar las llaves de purga del secador de baja presión (anexo 5).
- 2) Verificar que las válvulas A58, A59 y A60 estén abiertas (anexo 6).
- 3) Encender el motor del compresor antes de que los manómetros de baja presión marquen una presión de un rango entre los 600 . 700 gr. /cm<sup>2</sup>; de lo contrario, si la presión excede este rango, un interruptor de presión de alta presión desenergiza los equipos de la planta.
- 4) Luego, por unos diez segundos, cerrar las válvulas de purga del compresor A58, A59 y A60.

- 5) A continuación cerrar las válvulas del secador de alta presión, para continuar el flujo del acetileno hacia las estaciones de llenado (anexo 7).
- 6) Después, el alimentador de carburo de calcio ya trabaja automáticamente, previa pulsación del motor del mismo.

### **3.3 Envasado del gas acetileno en los cilindros**

Antes del arranque de la planta se deben tener como mínimo dos *manifolds* con cilindros acetinados, y durante el proceso de producción añadir más cilindros a las distintas líneas, según demanda y capacidad de producción.

#### **Desarrollo**

- 1) Conectar los cilindros de acetileno inspeccionados, acetinados y numerados a las líneas de llenado, asegurándose de apretar correctamente las conexiones con la llave adecuada para este fin.
- 2) Abrir la válvula A69 y A71 para permitir por unos segundos el paso de gas acetileno para el barrido de las líneas. Luego cerrar la válvula A71 (anexo 8).
- 3) Abrir las válvulas de los cilindros conectados a la línea de llenado, que ya fue venteada o purgada.
- 4) Repetir los pasos 2 y 3 en cada línea de llenado que sea utilizada para el envasado del gas acetileno en los cilindros.

### 3.3.1 Inspección previa al llenado

Los cilindros de acetileno se producen bajo normas internacionales. Las más importantes son:

- ◆ DOT . 8
- ◆ DOT . 8AL
- ◆ ICC . 8
- ◆ CTC . 8
- ◆ CTC . 8AL

DOT = Departamento de Transporte de los Estados Unidos

CTC = Comisión de Transporte del Canadá

ICC = Comisión de Comercio Interestatal

Las normas DOT . CTC y ASME son idénticas y obligatorias, tanto en Estados Unidos como en Canadá, y son adoptadas en Latinoamérica.

#### Desarrollo

- 1) Inspeccionar la válvula y el cuello del cilindro. Verificar que la válvula no tenga ningún daño físico.
- 2) Revisar que la válvula del cilindro sea la adecuada; es decir, que cumpla con la norma según el gas que utiliza, en este caso acetileno.
- 3) Revisar el espacio entre el cuello y el cuerpo del cilindro. En caso de observar corrosión u oxidación, se identifica y envía a mantenimiento.

- 4) La base del cilindro también se revisa para asegurar que esté en buenas condiciones; en caso contrario, se envía a mantenimiento.
- 5) Asegurarse de que todos los cilindros cumplan normas DOT, ICC, CTC. Estas especificaciones se encuentran en la parte superior del cilindro.
- 6) La válvula de la mayoría de los cilindros tiene marcada la revisión general, por tanto, se verifica su vigencia. La revisión general se debe realizar cada 5 años. Si los cilindros tienen la revisión general vencida, se envían al área de mantenimiento para que se les realice esta prueba.
- 7) Las calcomanías de identificación y seguridad se verifican para asegurarse de que corresponden al servicio requerido y se cambian cuando se encuentran deterioradas.
- 8) Los cilindros que presentan un deterioro excesivo en su pintura serán etiquetados y enviados a mantenimiento.
- 9) Los cilindros que cumplan con las inspecciones anteriormente mencionadas se incorporan al proceso de llenado.

### **3.4 Paro de la planta de acetileno**

Una vez que el proceso de llenado ha concluido a causa del gasto de carburo en el contenedor, se procede a parar la planta de acetileno.

## Desarrollo

- 1) Conectar un mínimo de diez cilindros en una estación de llenado, para descargar en ellos la presión de las líneas de llenado.
- 2) Una vez que el manómetro en la línea de alta presión indique la presión máxima de llenado, parar el motor del alimentador del carburo de calcio y esperar a que la presión descienda en el generador para detener el motor del compresor de acetileno y, al mismo tiempo, el motor de la torre de enfriamiento. Cerrar la válvula de entrada de acetileno de cada línea de llenado y las válvulas de los cilindros (anexo 8).
- 3) La presión se incrementará nuevamente en el generador una vez se pare el compresor. Cuando la presión nuevamente se eleve, aproximadamente a 500 gr. /cm<sup>2</sup>, encender nuevamente el compresor en la línea con los cilindros vacíos para aprovechar el gas. Este proceso se hará de una a tres veces hasta que en el generador no haya más presión. El compresor se apagará en definitiva cuando la presión haya descendido.
- 4) Cerrar la válvula de paso de acetileno A34. El motor de la bomba de enfriamiento se detendrá.
- 5) Purgar todas las líneas de baja presión por medio de sus válvulas de venteo, hasta que no haya presión de acetileno.
- 6) Abrir las válvulas de venteo del secador de alta presión para purgar todo el acetileno contenido en ellas. Posteriormente se ventearán también las válvulas de venteo de las líneas de llenado (anexo 7 y 8).



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

- 7) Descargar los residuos del generador (hidróxido de cal), para luego apagar el motor del agitador y desenergizar todos los equipos de la planta.



## 4. CONTROL EN OPERACIÓN

### 4.1 Control de operación del generador

En el curso del funcionamiento normal de un generador de acetileno de carburo en agua, hay un aumento muy notable en la temperatura. El carburo de calcio, al tener contacto con el agua dentro del generador, da como resultado un aumento notable en la temperatura. Si el generador es construido bajo norma, la relación agua . carburo debe ser de un galón de agua por libra de carburo de calcio (120 gr. de carburo por litro de agua). El aumento entonces de temperatura es aproximadamente de  $39 . 44^{\circ} \text{C}$ , cuando se opera en dicha capacidad en toda la operación.

Por ejemplo, si un generador determinado se llenó al principio con agua a  $15.5^{\circ} \text{C}$  y se comenzó la operación con la capacidad especificada, su temperatura cuando quede vacío al cabo de cuatro y media horas será poco más o menos de  $57^{\circ} \text{C}$ .

En el generador se debe controlar la temperatura en tres áreas muy importantes: en la parte baja, en la parte media y por último en la parte superior. La baja es la parte más crítica de temperatura del generador, ya que en ella baja se deposita el hidróxido de calcio, producto de la reacción del carburo con el agua y que tiende a acumular más temperatura por ser un sólido. En la parte media y superior del generador tiende a disminuir la temperatura

aproximadamente en un 14% la temperatura de la parte baja del generador (ver anexo 1).

Se deben revisar las temperaturas de los termómetros y controlar que nunca sean superiores a 80° C. Para ello debe también revisarse simultáneamente el nivel de agua establecido en el generador.

En la reacción del carburo con el agua dentro del generador hay un segundo parámetro a controlar, que es la presión. Las lecturas de los manómetros en el generador nunca deben señalar una presión mayor a 1 Kg./cm<sup>2</sup>.

## **4.2 Control de operación de línea de baja presión**

El sistema de baja presión comprende desde el intercambiador de calor hasta la entrada del compresor. En este sistema se monitorea no sólo la temperatura y presión del gas en las tuberías sino el comportamiento en los equipos que permiten que el acetileno vaya seco antes de llegar al compresor y con una pureza mínima de operación.

### **4.2.1 Intercambiador de calor**

Su función es bajar la temperatura del gas proveniente del generador, por medio de la circulación de agua por unos tubos que van de un extremo a otro; además, condensa el agua que viene con el acetileno en forma de vapor. Cuando el acetileno ingresa al intercambiador de calor lleva la temperatura del generador y al salir tiene la temperatura del agua de circulación.

Por eso se debe verificar que el agua de enfriamiento siempre circule libremente por los tubos del intercambiador en el proceso de producción, y verificar que la temperatura del agua siempre sea inferior a la del generador.

#### **4.2.2 Separador de humedad**

Su función básica es la de contribuir con el secado del acetileno por medio de un cambio de dirección y de velocidad dentro del sistema. En éste la verificación que se realiza durante la operación es que en todas sus conexiones no existan fugas, especialmente en la válvula de purga.

Debido a la gran cantidad de agua condensada que es arrastrada desde el generador e intercambiador de calor, es necesario purgar el sistema cada hora para eliminar agua (ver anexo 4).

#### **4.2.3 Secador de baja presión**

Su función principal es atraer por completo la humedad que lleva el acetileno, por medio del cloruro de calcio anhidro. Es tal la humedad que aún lleva el acetileno que el cloruro de calcio anhidro suele degradarse en la operación, a tal extremo, que de ser un material sólido se vuelve líquido y se mezcla con el agua. Por tal razón, el secador de baja presión debe ser purgado cada hora en el proceso de producción por medio de una válvula para la eliminación de esta mezcla.

Por medio de una válvula de venteo que tiene el secador de baja presión, se toman muestras de acetileno cada hora para verificar que la pureza en el

sistema de baja presión sea la requerida para controlar el ingreso no deseado de mezclas explosivas de acetileno . aire al compresor.

### 4.3 Control de operación del compresor

Una vez que el acetileno ha sido secado a través de la línea de baja presión, se procede a verificar la operación del compresor de acetileno. El compresor de acetileno tiene trampas para drenar aceite y agua, las cuales se deben purgar cada hora. Las trampas de enfriamiento del primero, segundo y tercer paso están conectadas al depósito de purga y se procede de la siguiente manera:

- 1) Abrir lentamente la válvula de drenaje del tercer paso, aproximadamente una vuelta, para drenar los condensados de las trampas por espacio no mayor de 10 segundos. Luego lentamente se vuelve a cerrar.
- 2) Purgar la trampa del segundo paso abriendo la válvula. Observar el manómetro. La presión cae notablemente cuando la trampa purga todos los condensados. Cerrar lentamente.
- 3) Purgar la trampa del primer paso abriendo la válvula. Al igual que el procedimiento anterior, la presión cae notablemente cuando la trampa purga todos los condensados. Cerrar la válvula lentamente.
- 4) Purgar el depósito de todas las trampas abriendo la válvula, hasta que salga acetileno por la tubería. Cerrar lentamente la válvula.
- 5) El tanque de enfriamiento del compresor se debe revisar también cada hora en la producción del acetileno. Verificar que el agua esté circulando

en el tanque de enfriamiento del compresor. Esto se puede realizar visualmente o través de la temperatura del agua censado por un termómetro.

- 6) Controlar y registrar cada hora las presiones del compresor. Las presiones del primero y segundo paso dependen de la presión de succión, que es la presión de generación del acetileno ( $0.350 \text{ . } 0.550 \text{ Kg. /cm}^2$ ). La presión del tercer paso en el compresor se incrementa en el proceso de producción, según el llenado de los cilindros, y nunca debe sobrepasar los  $25 \text{ Kg. /cm}^2$ .
- 7) Revisar cada hora la presión del manómetro de aceite, que debe tener un rango de operación de  $1.5 \text{ . } 2 \text{ Kg. /cm}^2$  (anexo 6).
- 8) Cada hora deberá purgarse la secadora de alta presión que está después del compresor. Se deberá purgar a partir del cartucho separador de aceite y se terminará con el último cartucho, es decir, donde finalmente sale el acetileno hacia las líneas de llenado. El proceso de purga no deberá invertirse, para evitar el arrastre de agua.

#### **4.4 Supervisión de las líneas de llenado**

Durante la operación de llenado de los cilindros en las líneas, es de suma importancia un sistema de supervisión de la atmósfera de acetileno. Deben usarse dos formas, una muy sencilla y otra muy sofisticada.

Hay algunos equipos que ofrecen un sistema completo de la detección del gas acetileno para el control continuo del área donde se llenan los cilindros.

Cuando hay una alta concentración del acetileno, una alarma audible sonará y la luz de "ALARMA" se activará. Bajo condiciones normales, un monitor proporciona un estado ligero "SEGURO" constante, e indica que el monitor está encendido.

La energía de funcionamiento se provee del centro de control de motores, llamado cuarto de control de motores (CCM). Ver figura 14.

**Fig. 14** Sistema de supervisión de atmósferas de acetileno



Fuente: [www.rexarc.com](http://www.rexarc.com)

La segunda forma, muy sencilla pero de grandes resultados, es la utilización de una solución de agua y jabón para revisar directamente fugas de acetileno en las válvulas de los cilindros, en los fusibles de seguridad de los cilindros y en las conexiones de toda la línea. Debe realizarse este procedimiento durante tres veces en el transcurso de la operación y una vez después del llenado de los cilindros. La no detección de fugas de acetileno

durante el proceso y después del mismo en los cilindros y equipos constituye un alto riesgo de explosiones, que dan como resultado lesiones físicas y deterioro en equipos e instalaciones.

Si la temperatura del cuarto de carga está arriba de 21° C, se deben enfriar los cilindros usando regaderas con agua. Esto se hace primero por seguridad, pues en la operación de llenado los cilindros se calientan y constituye un riesgo, y segundo, porque al elevarse la temperatura el cilindro no carga producto con eficiencia y se llega muy rápido a las presiones límites de operación, lo cual también representa un riesgo.

#### **4.5 Estación de carga**

Las líneas de llenado comprenden exclusivamente los bancos donde se llenan los cilindros y pueden ser manuales o automáticas. Algunas compañías las llaman también múltiples debido al número de estas que se pueden agrupar, según la necesidad de producción.

Las estaciones de carga poseen pararrayos de llama o detenedores de flama, colocados antes y después de cada válvula de cierre para proteger los cilindros que se están llenando y evitar un retroceso de flama que dé como resultado una explosión. Asimismo, están provistos de válvulas cheque que permiten un solo sentido del flujo, de la estación o línea de llenado hacia el cilindro, para evitar el regreso del gas hacia las líneas de llenado. Las estaciones de carga se equipan con aerosoles de agua para mantener los cilindros frescos mientras se llenan, ya que en el desarrollo de la producción tienden a calentarse y es necesario enfriarlos para que puedan llenarse con el gas a la capacidad a la cual fueron fabricados (Fig. 15).

**Fig. 15** Estaciones de llenado



Fuente: [www.rexarc.com](http://www.rexarc.com)

## **4.6 Seguridad en la planta de acetileno**

Las normas de seguridad son modelos o patrones a los que se ajusta una acción, por lo que las normas serán los modelos a los que se ajustarán las actividades de operación y producción de la planta de acetileno para operar con seguridad.

### **4.6.1 Seguridad personal**

Los accidentes son causados por el elemento y error humano. Los cambios de actitudes y conductas pueden reducir el error y el elemento humano en los accidentes; por lo tanto, los esfuerzos por mejorar la salud y la seguridad en el trabajo deben dirigirse a modificar las actitudes de los trabajadores e incluir una conducta segura.



El equipo de seguridad personal ha sido diseñado para la protección del individuo contra posibles riesgos de trabajo y, por higiene, es de uso individual. Es obligación de la empresa proporcionar el equipo de seguridad personal y es obligatorio el uso del mismo por parte del trabajador. El supervisor o jefe de planta debe vigilar el cumplimiento de estas disposiciones.

El equipo de seguridad personal comprende los siguientes elementos:

- 1) El casco: protege la cabeza de golpes por objetos que caen, tubos o salientes que estén a la altura de la cabeza; pueden ser de plástico o fibra de vidrio. Son preferibles los más livianos.
- 2) Lentes: protegen los ojos de líquidos o gases; deben usarse cuando se acetonan los cilindros y se manipula el carburo de calcio. Se usan especialmente en la operación de purgas de los secadores de baja y alta presión.
- 3) Respirador contra polvos: deberá utilizarse cuando se carga carburo de calcio, porque aún cuando no es tóxico, el polvo de carburo sí puede producir irritación de las vías respiratorias.
- 4) Guantes: protegen las manos cuando se manipulan los cilindros y todo el equipo de la planta. Se utilizarán guantes de carnaza, piel o asbesto.
- 5) Caperuza y chaqueta de asbesto aluminizado: este equipo es para proteger la parte superior del cuerpo del operador cuando se carga el carburo en los contenedores, ya que ocasionalmente se producen explosiones o fuego.

- 6) Zapatos de seguridad: protegen los pies contra machucones de objetos pesados (cilindros). Deben tener casquillos de acero para la protección de los dedos y tener suelas antiderrapantes.
- 7) Ropa de trabajo: protege la piel y preferentemente debe ser 100% algodón, ya que éste no enriquece el fuego.

#### **4.6.2 Seguridad operacional**

La seguridad operacional consiste en realizar todas las acciones para la operación de la planta de acuerdo a las normas, reglas y procedimientos establecidos.

- 1) Uno de los procedimientos de seguridad más importantes por recalcar es el límite establecido del nivel de agua del generador.
- 2) La inyección de un gas inerte al generador y el barrido del sistema de baja presión es indispensable para evitar mezclas de aire . acetileno, que son explosivas.
- 3) Comprobar la circulación de agua en el sistema de enfriamiento es muy importante como un procedimiento de seguridad operacional, para evitar temperaturas no deseadas en el sistema de generación y compresión.
- 4) La seguridad es muy importante al analizar la pureza del acetileno antes de poner en marcha el compresor. Nunca se debe poner en marcha el compresor cuando la pureza del acetileno sea menor de un 98.1% en el aparato analizador.

- 5) No llenar cilindros de acetileno que tengan vencida la fecha de su última revisión general. La revisión general en los cilindros de acetileno es cada 5 años según normas americanas, y consiste en la revisión externa e interna. Los cilindros son marcados con el mes y el año de su última revisión.
- 6) Comprobar la hermeticidad de las uniones y empaquetaduras en todos los equipos y tuberías interconectadas a los mismos, para evitar altas concentraciones de acetileno que puedan causar una explosión.
- 7) Comprobar, como medida de seguridad, el funcionamiento de las válvulas de seguridad, presostatos, termómetros y manómetros en todo el sistema de generación.
- 8) Comprobar la lubricación del compresor para evitar un sobre calentamiento en los pistones del mismo y provocar una explosión.
- 9) Por último, cuando se descargue el agua de cal del generador, no permitir que se haga un vacío. Con este fin, se inyectará al generador un gas inerte para que haya siempre una presión positiva.

#### **4.6.3 Equipo de seguridad de la planta**

En las plantas de acetileno, el equipo de seguridad lo componen los elementos que sirven para evitar accidentes e incendios, o para controlarlos cuando ya ocurrieron. Los incendios pueden ocasionar explosiones muy violentas, por eso es muy importante conocer las características del fuego, para evitarlo y controlarlo cuando ocurra.

El fuego es una reacción química que involucra la oxidación o combustión rápida de un elemento. Se necesitan tres elementos para que ocurra:

- 1) Calor: es la energía necesaria para que el combustible se vaporice, se inicie el fuego y se mantenga.
- 2) Oxígeno: el fuego requiere una atmósfera de por lo menos 16% de oxígeno.
- 3) Combustible: es el sujeto de la oxidación repentina y, según su forma y densidad, determinará el tipo de fuego (Fig. 16).

**Fig. 16** Tipos de fuego



Fuente: [www.airliquide.com](http://www.airliquide.com)

El eslabonamiento de estos tres elementos se conoce como triángulo del fuego: oxígeno, calor y combustible en proporciones propias crean un fuego y si uno de estos elementos faltara no existiría tal acción.

Las medidas preventivas para el desencadenamiento de un incendio producido en una planta de acetileno son:

- 1) Utilizar extinguidores de incendios de gas carbónico, ya que este gas tiene la característica de desplazar el oxígeno en el triángulo de fuego.
- 2) Utilizar un sistema de irrigación por medio de mangueras con agua a presión, para enfriar metales sobrecalentados (cilindros que se hubieren incendiado). Nunca utilice agua en tambores o bodegas de carburo de calcio, pues enriquece el incendio. Para combatir el fuego se deben utilizar extintores con polvo químico ABC, extintores con bióxido de carbono y extintores de gas halón.
- 3) En el sistema de operación se cuenta con para llamas y válvulas cheque para evitar el retroceso de flamas hacia el generador, donde está el mayor volumen de acetileno concentrado.
- 4) Contar con iluminación interior con lámparas a prueba de explosión, es decir, completamente herméticas.
- 5) Contar con un sistema de supervisión de gas para detectar la presencia de acetileno por fugas y evitar posibles mezclas explosivas.



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

- 6) Contar con equipo humano capacitado y con plena conciencia de la responsabilidad que implica la operación de una planta de acetileno.

## 5. CALIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA

### 5.1 Procedimientos para calificación

El propósito de este protocolo es documentar que el sistema de producción de acetileno opera de acuerdo a los requerimientos necesarios, comparado con un grupo predeterminado de atributos dinámicos. Dichos atributos pueden incluir aceptaciones de especificaciones de operación tales como presión, reguladores e indicadores, etc. La documentación de calificación para el sistema de producción son procedimientos que darán conformidad a los requerimientos del cliente, con un gas acetileno de alta calidad y pureza mínima de utilización.

#### 5.1.1 Requerimientos de diseño

El sistema utilizado genera gas acetileno para ser almacenado en cilindros de baja presión. Este sistema de seguridad cumple con las normas establecidas en la NFPA-51, estándares que proporcionan garantía para la protección de la planta, empleados y público en general.

Se requiere que en las plantas de acetileno no se exceda de 1 Kg. /cm<sup>2</sup> en volúmenes mayores de 1+ por ser una situación de alto riesgo, ya que el acetileno puede explotar bajo estas condiciones o en alta presión, ya que en los cilindros de acetileno no se debe sobrepasar los 28.12 Kg. /cm<sup>2</sup>, por ser una situación riesgosa.

Para la generación del acetileno en una planta debe incluirse la purificación, almacenaje, compresión, estación de cilindros, almacenaje de cilindros de acetileno y almacén para el carburo de calcio.

Los cuartos de compartimientos de operaciones del acetileno deben ser completamente ventilados. La ventilación puede ser natural o automática cuando la concentración de acetileno excede en un 20%.

Los cuartos que contienen el equipo eléctrico y cableado deben estar separados de las operaciones del acetileno y divididos por paredes, ya que al ser activados los contactores de los equipos producen chispas que causarían de manera instantánea una explosión; es por ello que los materiales eléctricos utilizados para la instalaciones de una planta de acetileno son a prueba de explosión y deben cumplir con la norma CENELEC EN 5014 o ANSI/UL 913

### **5.1.2 Especificaciones funcionales**

La simplicidad de funcionamiento de una planta de acetileno permite un encendido rápido y paradas solamente por cambio de turno; sin embargo, cuando la demanda es grande, las plantas son flexibles a una operación más larga sin necesidad de interrupción.

Las plantas de acetileno deben funcionar por personal calificado que este familiarizado con los equipos, la operación y medidas de seguridad, ya que pueden resultar serios daños personales o al equipo. La planta tendrá un programa de entrenamiento para operadores nuevos y un programa de capacitación periódico para certificar al personal.



Hoy la capacidad de las plantas de acetileno debe planearse de acuerdo a las necesidades actuales y a una creciente demanda de este producto en un tiempo no muy lejano. Uno de los aspectos importantes a considerar para que una planta pueda ser funcional de acuerdo a las necesidades del mercado creciente es medir la capacidad de producción de la planta, la capacidad de los cilindros de acetileno a rellenar, etc.

A continuación encontramos la Tabla I, que ejemplifica cual debe ser la capacidad de la planta de acetileno, según las necesidades de nuestro mercado en cuando a demanda se refiere.

**Tabla I Capacidad de producción mensual**

|  | <b>Modelo 18</b> | <b>Modelo 36</b> | <b>Modelo 54</b> | <b>Modelo 72</b> | <b>Modelo 90</b> |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Producción total del acetileno (kilogramo)</b>  | 10,000           | 20,000           | 30,000           | 40,000           | 50,000           |
| <b>Cilindros (6 kilogramos de capacidad)</b>       | 1,666            | 3,332            | 4,998            | 6,664            | 8,330            |
| <b>Acetona requerida (kilogramo)</b>               | 450              | 900              | 1,350            | 1,800            | 2,250            |
| <b>Abastecimiento de agua (LPM)</b>                | 83               | 166              | 249              | 332              | 415              |
| <b>Tamaño del carburo (Mm.)</b>                    | 25x50            | 25x50            | 25x50            | 25x50            | 25x50            |
| <b>Capacidad por hora de acetileno (kilogramo)</b> | 56               | 112              | 168              | 224              | 280              |
| <b>Carburo requerido, aproximadamente</b>          | 32               | 64               | 96               | 128              | 160              |
| <b>Eléctrico (380V, 60Hz, 3PH) kilovatio</b>       | 17               | 32               | 52               | 66               | 80               |
| <b>Tamaño del edificio (M<sup>2</sup>)</b>         | 297              | 604              | 650              | 650              | 813              |

### 5.1.3 Especificaciones de diseño

Tanto las instalaciones de la planta como los equipos y materiales a utilizar para la generación de acetileno deben de cumplir con normas internacionales NFPA-51, para garantizar no sólo la calidad del producto sino también la seguridad en toda la planta.

La construcción de la planta debe ser con materiales no combustibles o con un límite de materiales combustibles, y estar completamente ventilada. Esta ventilación puede ser natural o ser inducida, lo importante es evitar la concentración de acetileno en el edificio. Los cuartos que contienen el equipo eléctrico y cableado deben estar separados de las operaciones del acetileno (de preferencia a prueba de explosión).

Los equipos para la producción de acetileno como generadores, compresores, purificadores, líneas de llenado y secadores de baja y alta presión, también deben de cumplir con las normas de diseño establecidas para seguridad de las instalaciones y del personal operativo.

Los residuos del carburo de calcio (llamados también agua de cal) serán descargados en hoyos abiertos al aire libre u otros. A través de receptáculos se permitirá tener una conexión de descarga del agua de cal a las alcantarillas públicas, si esta disposición es aprobada por las autoridades que tienen jurisdicción.

El residuo no es nocivo para la vida en general, es más, puede utilizarse como una herramienta para el ornato de paredes, banquetas, parques, etc., pues su uso puede reemplazar a la pintura, que es mucho más cara.

## 5.1.4 Documentación

### 5.1.4.1 Manual de operación del fabricante

Un aspecto muy importante en la documentación son los manuales de operación de la planta proporcionados por el fabricante. Deberán estar en un lugar visible para que el operador de la planta de acetileno mantenga la lista de procedimientos como referencia de su funcionamiento, así como medidas de seguridad en el caso de un incidente.

### 5.1.4.2 Consideración de seguridad

Las normas de seguridad son los modelos o patrones a los que se ajustarán todas las actividades de operación y producción de la planta de acetileno para operar con seguridad. Algunas de las normas escritas son las que regularmente deben de adoptarse en las plantas de acetileno. Entre ellas se mencionan:

- 1) No está permitido fumar, hacer fuego o chispas en el interior o alrededores de la planta de acetileno.
- 2) El personal que opere la planta debe estar plenamente capacitado y certificado.
- 3) No está permitida la entrada a la planta a personas ajenas a la misma (salvo con autorización del gerente de planta).
- 4) Es obligatorio el uso del equipo de seguridad personal, de acuerdo a un grupo de normas.

- 5) Identificación y señalización de equipos y sistemas según código de colores.

### 5.1.4.3 Diagramas de identificación y tubería

El objetivo de esta documentación es definir los requerimientos en cuanto a código de colores y la identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Se aplican para el caso de las plantas de acetileno la norma ANSI Z535.1-1991 para código de colores y la norma ANSI A 13.1 para identificación de tuberías.

A continuación se indican los colores de seguridad, colores contrastantes y su significado, así como ejemplos de aplicación, en la Tabla II.

**Tabla II Colores de seguridad, de acuerdo a norma ANSI Z535.1-1991**

| Color de seguridad | Significado   | Indicaciones y precisiones   |
|--------------------|---|--|
| <b>Rojo</b>        | Paro  | Alto y dispositivos de desconexión para emergencias.   |
|                    | Prohibición   | Señalamientos para prohibir acciones específicas.  |
|                    | Material, equipo y sistemas para combate de incendios | Identificación y localización.   |
| <b>Amarillo</b>    | Advertencia de peligro                                | Atención, precaución, verificación. Identificación de fluidos peligrosos.  |
|                    | Delimitación de áreas                                 | Límites de áreas restringidas o de usos específicos.   |
|                    | Advertencia de peligro por radiaciones ionizantes     | Señalamiento para indicar la presencia de material radiactivo.   |
| <b>Verde</b>       | Condición segura                                      | Identificación de tuberías que conducen fluidos de bajo riesgo. Señalamientos para indicar salidas de emergencia, rutas de evacuación, zonas de seguridad y primeros auxilios, lugares de reunión, regaderas de emergencia, lavaojos, entre otros. |
| <b>Azul</b>        | Obligación  | Señalamientos para realizar acciones específicas.  |

Los colores contrastantes mejoran la percepción de los colores de seguridad. La selección del primero debe ser de acuerdo a lo establecido en la Tabla III. El color de seguridad debe cubrir al menos 50% del área total de la señal, excepto para las señales de prohibición.

**Tabla III Selección de colores contrastantes**

| Color de seguridad | Color contrastante  |
|--------------------|---------------------|
| Rojo               | Blanco              |
| Amarillo           | Negro,<br>Magenta * |
| Verde              | Blanco              |
| Azul               | Blanco              |

\* **Nota:** El magenta debe ser el color contrastante del amarillo de seguridad únicamente en el caso de la señal utilizada para indicar la presencia de radiaciones ionizantes.

La identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías consta de los tres elementos siguientes:

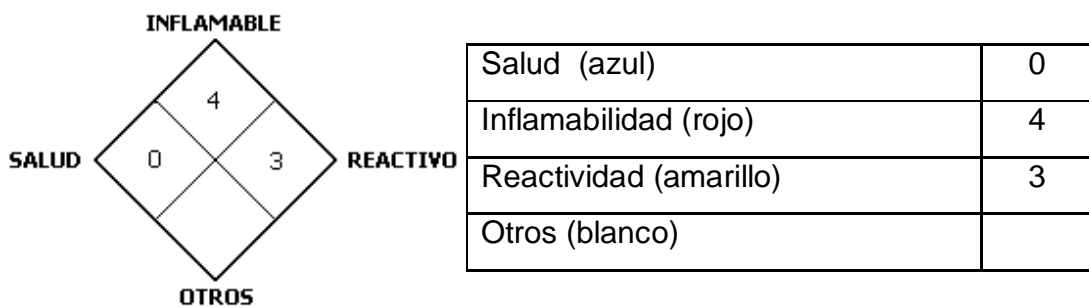
- a) color de seguridad
  - b) información complementaria
  - c) indicación de dirección de flujo
- a) Las tuberías deben ser identificadas con el color de seguridad de la tabla IV:

**Tabla IV Colores de seguridad para tuberías y su significado**

| Color de seguridad | Significado                                |
|--------------------|--|
| Rojo               | Identificación de tuberías contra incendio |
| Amarillo           | Identificación de fluidos peligrosos       |
| Verde              | Identificación de fluidos de bajo riesgo   |

- b) Adicionalmente a la utilización del color de seguridad señalado, deberá proporcionarse la información complementaria sobre la naturaleza, riesgo del fluido o información del proceso. Esta podrá implementarse mediante cualquiera de las alternativas siguientes: utilización de señales de seguridad (Fig. 17) o uso de leyendas que indiquen el riesgo del fluido, conforme a la Tabla V.

**Fig. 17** Diagrama de rombo de seguridad del acetileno



Fuente: [www.airliquide.com](http://www.airliquide.com)

**Tabla V** Leyendas para fluidos peligrosos

|                  |
|------------------|
| Tóxico           |
| Inflamable       |
| Explosivo        |
| Irritante        |
| Corrosivo        |
| Reactivo         |
| Riesgo biológico |
| Alta temperatura |
| Baja temperatura |
| Alta presión     |

- c) La dirección del flujo debe indicarse con una flecha adyacente a las bandas de identificación o, cuando la tubería esté totalmente pintada, adyacente a la información complementaria. Las tuberías en las que

exista flujo en ambos sentidos se identificarán con una flecha apuntando en ambas direcciones. La longitud de la flecha será igual o mayor a la altura de las letras de las leyendas en relación al diámetro de la tubería.

La flecha de dirección del flujo se pintará directamente sobre la tubería, en color blanco o negro, para contrastar claramente con el color de la misma. La flecha de dirección podrá integrarse a las etiquetas, placas o letreros.

## **5.2 Test de pruebas**

### **5.2.1 Test de pruebas para tubería**

El propósito de los ensayos es documentar si la tubería se desempeña según los requerimientos necesarios, al compararla con un grupo predeterminado de atributos.

La metodología de los ensayos consiste básicamente en verificar si existen fugas en soldaduras y uniones que podrían representar un alto riesgo de explosión en las instalaciones de la planta. Los ensayos son las pruebas de test por poroscopía y test de integridad de ductería.

- 1) Baroscopio flexible. Esta prueba consiste en introducir en la tubería una cámara con sonda y un equipo eléctrico que permite visualizar la soldadura por medio de un monitor. El criterio de aceptación consiste en que cada soldadura monitoreada es numerada para posteriormente hacer una inspección aleatoria del 20% del total de soldaduras; si el 10% de la muestra está mal, se rechaza la instalación de tubería.

- 2) Pruebas de integridad de ductería. Para realizarla se utiliza el método de presurización del sistema de tubería por medio de un gas inerte como el nitrógeno, para determinar si existe una caída de presión producto de fugas en el sistema. El criterio de aceptación para esta prueba consiste en que la ductería no debe tener pérdidas de presión al momento de presurizar las líneas con nitrógeno a 21.09 Kg. /cm<sup>2</sup> (300 lb. /pulg<sup>2</sup>). Se verifica a las 48 horas para determinar que no se perdió presión y garantizar que no hay fugas en el sistema.

### 5.2.2 Test de pruebas para equipo

El propósito de las pruebas de operación del equipo es el documentar si el sistema opera de acuerdo a los requerimientos necesarios, al compararlo con un grupo predeterminado de atributos dinámicos.

La identificación de las variables de control de operación son el generador, el intercambiador de calor, el detenedor de flama, el separador de humedad, el secador de baja y alta presión y el compresor.

A continuación se muestra la metodología y número de ensayos a ser realizados, así como el criterio de aceptación de las pruebas.

- 1) Prueba de presurización del generador. Todo el sistema de operación del generador debe estar acoplado perfectamente, desde los instrumentos de medición hasta los componentes mecánicos que hacen posible la inyección del carburo de calcio hacia el generador. Número de ensayos: observación directa. El criterio de aceptación consiste en inyectar al generador nitrógeno a una presión de 1 Kg. /cm<sup>2</sup>, dejarlo por 48 horas y verificar que no haya caída de presión; si hubiera pérdida de



- presión, el equipo tiene fuga en alguno de sus componentes. Se debe rectificar la anomalía y repetir la prueba.
- 2) Prueba de presurización del intercambiador de calor. El intercambiador de calor es un equipo que enfría el gas. El sistema de enfriamiento debe ser hermético y estar en perfecto funcionamiento. Número de ensayos: observación directa. El criterio de aceptación para esta prueba consiste en presurizar el sistema con nitrógeno a 1 Kg. /cm<sup>2</sup> y dejarlo por 48 horas. Si se determina que no se perdió presión, se garantiza que no hay fugas en el sistema. Además se hace pasar agua por la tubería que contiene el intercambiador de calor y debe correr libremente, en señal de que no existen posibles taponamientos que no permitan el enfriamiento del gas.
  - 3) Prueba de presurización y funcionamiento del detenedor de flama. El detenedor de flama es un equipo que tiene por objeto impedir que posibles flamas producidas en la producción del acetileno lleguen a las tuberías y sean conducidas al generador, provocando una explosión. Número de ensayos: observación directa. El criterio de aceptación consiste en presurizar el detenedor de flama a 1 Kg. /cm<sup>2</sup> y dejarlo por 48 horas; si se determina que no se perdió presión, se garantiza que no hay fugas en el sistema. También se hace pasar nitrógeno por la tubería de salida del detenedor de flama, a una presión 17.57 Kg. /cm<sup>2</sup>. El criterio de aceptación consiste que en la tubería de entrada del detenedor de flama no debe pasar la presión del nitrógeno que hay en contra flujo desde la salida del equipo. Se comprueba así que las posibles flamas que pueden ocurrir en el sistema son detenidas por este equipo.

- 4) Prueba de presurización del separador de humedad. La función del separador de humedad es eliminar el agua que lleva el acetileno en el proceso. Número de ensayos: observación directa. El criterio de aceptación consiste en presurizar el separador de humedad a 1 Kg. /cm<sup>2</sup> y dejarlo por 48 horas; si se determina que no se perdió presión, se garantiza que no se tienen fugas en el sistema.
- 5) Prueba de presurización del secador de baja y alta presión. Los secadores de baja y alta presión tienen por objetivo secar el gas con un material llamado cloruro de calcio anhidro. Número de ensayos: observación directa. El criterio de aceptación consiste en presurizar el secador de baja presión a 1 Kg. /cm<sup>2</sup> y el secador de alta presión a 21.09 Kg. /cm<sup>2</sup> y dejarlos por 48 horas; si se determina que no se perdió presión, se garantiza que no se tienen fugas en los equipos.
- 6) Prueba de presurización y presión de servicio en los tres pasos del compresor. El compresor de acetileno es el que succiona el gas desde el generador y lo pasa por tres etapas hasta ser conducido a los cilindros de llenado. Número de ensayos: observación directa. El criterio de aceptación consiste en presurizar el compresor a 21.09 Kg. /cm<sup>2</sup> y dejarlo por 48 horas; si se determina que no se perdió presión, se garantiza que no se tienen fugas en el sistema. También se opera el compresor con nitrógeno para comprobar el sistema de lubricación y que las presiones del primero, segundo y tercer paso no excedan de 3.5, 11.5 y 16 Kg. /cm<sup>2</sup>, respectivamente.

## **5.3 Calificación meteorológica de instrumentación**

### **5.3.1 Lista de instrumentos críticos para calibración**

Los instrumentos críticos para una calibración continua de los instrumentos, son:

- 1) Manómetros de presión
- 2) Termómetros
- 3) Interruptores de presión
- 4) Reguladores
- 5) Válvulas de seguridad
- 6) Básculas de pesado

### **5.3.2 Frecuencias y métodos para calibración de instrumentos**

La frecuencia de los instrumentos de calibración debe ser periódica en los instrumentos de medición críticos. En el programa de mantenimiento preventivo se menciona que los instrumentos críticos de medición de la planta acetileno deben ser calibrados trimestralmente, para garantizar que el producto es controlado con seguridad y calidad.

El método utilizado para la calibración de los instrumentos es el de verificación visual y/o manual (comparación), que lleva consigo un conjunto de operaciones. Su objetivo es determinar el valor de una magnitud por medio de un instrumento patrón que sirve como guía para la calibración de los instrumentos de medición. Estos deben ser probados a su capacidad total para que puedan seguir operando una vez que se determina el estado de funcionamiento.

## 5.4 Documentación de soporte para validar el sistema

El plan de validación abarca el sistema de gas en las áreas de producción de la planta de acetileno. La documentación para validar el sistema de producción consiste en utilizar métodos de verificación como protocolos de Calificación de Instalación (CI), Calificación de Operación (CO) y Calificación de Desempeño (CD) para garantizar un producto de calidad y alta pureza.

### 5.4.1 Diseño básico

El gas acetileno es producido en un sistema que permite conducir el gas de una manera segura desde su generación hasta los cilindros que reciben el producto. El sistema de producción del gas cumple con las normas establecidas en la NFPA-51, estándares que proporcionan garantía para la protección de la planta, empleados y público en general.

La planta no excede de 1 Kg. /cm<sup>2</sup> de presión para volúmenes de 1+ cúbica; la tubería debe ser de acero o acero al carbón y como mínimo debe ser de cédula 40.

La planta incluye purificación, almacenaje, compresión, estación de cilindros, almacenaje de cilindros de acetileno y almacén para el carburo de calcio.

Las divisiones de operaciones del gas son completamente ventiladas. La ventilación es de forma natural y cuando la concentración de acetileno excede en un 20% es automática.

Los cuartos del equipo eléctrico y cableado están separados de las operaciones del acetileno y divididos por paredes, ya que al ser activados los contactores de los equipos producen chispas que causarían de manera instantánea una explosión.

#### **5.4.2 Descripción del sistema**

La planta de acetileno consiste en un generador que ha sido diseñado para generar este gas a presiones no mayores de 1 Kg. /cm<sup>2</sup>. El acetileno que ha pasado primero por la línea de baja presión, donde es purificado y secado, pasa luego por el primer paso del compresor. No es permitido almacenarlo en grandes volúmenes; el acetileno que ha pasado de la primera etapa del compresor es siempre confinado a pequeños volúmenes dentro de tuberías y contenedores especialmente contruidos, para minimizar los riesgos de explosión.

Los cilindros de acetileno son contruidos de tal manera que cuando son cargados de acuerdo con el procedimiento establecido, el gas puede ser almacenado con seguridad a presiones mayores de un 1 Kg. /cm<sup>2</sup>.

#### **5.4.3 Descripción breve de operación**

El gas acetileno se produce por la alimentación de carburo al agua. Se utiliza un contenedor con carburo de calcio que cuando se vacía, se debe bajar para rellenarlo con carburo. Este procedimiento se hace siempre a nivel de piso, nunca se rellena el contenedor colocado en el generador.

Luego de ser producido dentro del generador, el acetileno es conducido por medio de tuberías a la línea de baja presión. Pasa primero por el

intercambiador de calor, donde el gas se enfría y deja sus impurezas al contacto con el agua. Luego pasa por un detenedor de flama con el fin de evitar posibles retrocesos de flama producto de la generación del gas, y sigue por un separador de humedad que elimina el exceso de agua que trae el acetileno. Continúa por un secador de baja presión que posee un material (cloruro de calcio anhidro) que permite un secado más profundo del gas, para posteriormente pasar por el compresor en tres etapas y ser conducido a un secador más, que no sólo seca el gas sino también elimina el aceite traído del compresor.

Para finalizar el proceso, el gas es conducido a la línea o estaciones de llenado para almacenarlo en cilindros a una presión no mayor de 28.12 Kg./cm<sup>2</sup>.

#### **5.4.4 Especificaciones críticas del sistema**

Para producir condiciones óptimas de trabajo en la planta de acetileno, desde que el gas se genera hasta que es envasado en cilindros, la planta debe cumplir en sus procesos y sistemas con las guías globales de ingeniería y buenas prácticas de manufactura.

Estas prácticas, como normas y estándares deben mantenerse dentro de los límites establecidos del proceso para tener como resultado altos niveles de calidad en la transformación del gas.

A continuación se presentan los puntos críticos del sistema para validar la planta de acetileno. Se evalúan principalmente la calidad de instalación, calidad de operación y calidad de desempeño (Tabla VI):

**Tabla VI Puntos críticos del sistema para validar la planta**

| Componentes a evaluar   | CI | CO | CD | Pruebas requeridas   |
|---|----|----|----|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Válvulas reguladoras de presión</li> <li>✓ Manómetros</li> <li>✓ Termómetros</li> <li>✓ Tuberías</li> <li>✓ Válvulas de seguridad</li> </ul> |    |    |    | Comparación equipo patrón<br><br>Comparación equipo patrón<br>Comparación equipo patrón<br>Presurización<br>Presurizar a presión de abertura |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fugas en el sistema</li> </ul>   |    |    |    | Diferenciales de presiones en tubería  |

✓ Conforme

✗ No conforme

#### 5.4.5 Materiales

Los materiales mayoritarios de construcción de la planta de acetileno se muestran en la Tabla VII:

**Tabla VII Materiales mayoritarios en la construcción de la planta**

| Descripción             | Peso en kg. | Dimensiones | Marcas |
|-------------------------|-------------|-------------|--------|
| Tubería acero inox.     |             |             |        |
| Tubería hierro proceso  |             |             |        |
| Accesorios acero inox.  |             |             |        |
| Accesorios hierro proc. |             |             |        |
| Mangueras acero inox.   |             |             |        |
| Teflón                  |             |             |        |
| Electrodo p/soldar      |             |             |        |
| Soportes metálicos      |             |             |        |

#### 5.4.6 Verificación de montaje satisfactorio y correcta identificación del mismo

A continuación se documenta y se verifica la instalación y la correcta identificación de equipos de la planta acetileno.

**Tabla VIII Verificación de montaje e identificación de equipos**

|  | SI | NO | N/A |
|--|----|----|-----|
| <b>1 Identificación</b>  |    |    |     |
| 1.1 Rotulación de la descripción de los equipos satisfactoria    |    |    |     |
| 1.2 Colocación de las placas de los equipos satisfactoria        |    |    |     |
| <b>2 Documentación</b>   |    |    |     |
| 2.1 Lista de partes / partes de reposición                       |    |    |     |
| 2.2 Lista de accesorios e instrumentos auxiliares                |    |    |     |
| 2.3 Manual de instalación / operación / mantenimiento            |    |    |     |
| 2.4 Manual de validación   |    |    |     |
| 2.5 Diseños técnicos   |    |    |     |
| 2.6 Diagramas eléctricos   |    |    |     |
| 2.7 Certificados especiales                                      |    |    |     |
| 2.8 Test de aceptación   |    |    |     |
| <b>3 Especificaciones</b>  |    |    |     |
| 3.1 Especificaciones de ingeniería                               |    |    |     |
| <b>4 Instrumentos y equipos</b>                                  |    |    |     |
| 4.1 Instrumentos críticos inclusos                               |    |    |     |
| 4.2 Los instrumentos críticos tienen certificados de calibración |    |    |     |
| 4.3 Equipo para mantenimiento preventivo                         |    |    |     |
| <b>5 Instalación</b>   |    |    |     |
| 5.1 Instalación de identificaciones satisfactorias               |    |    |     |
| 5.2 Instalaciones de ductería satisfactoria                      |    |    |     |



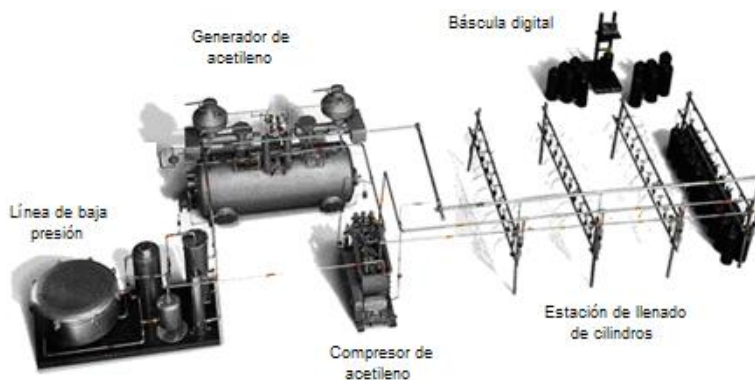
|          |                                    |  |  |  |
|----------|------------------------------------|--|--|--|
| <b>6</b> | <b>Seguridad</b>                   |  |  |  |
| 6.1      | Protección mecánica satisfactoria  |  |  |  |
| 6.2      | Protección eléctrica satisfactoria |  |  |  |
| 6.3      | Alarmas sonoras o luminosas        |  |  |  |
| <b>7</b> | <b>Procedimientos especiales</b>   |  |  |  |
| 7.1      | Test de integridad de tubería      |  |  |  |
| 7.2      | Mantenimiento de equipos usados    |  |  |  |
| 7.3      | Limpieza del área                  |  |  |  |
| <b>8</b> | <b>Otros (especificar)</b>         |  |  |  |
| 8.1      |                                    |  |  |  |
| 8.2      |                                    |  |  |  |

#### 5.4.7 Procedimientos relacionados

##### 5.4.7.1 Planos técnicos

Planos técnicos de la planta de acetileno para relacionar los equipos en los procedimientos (figura 18).

**Fig. 18** Planos técnicos

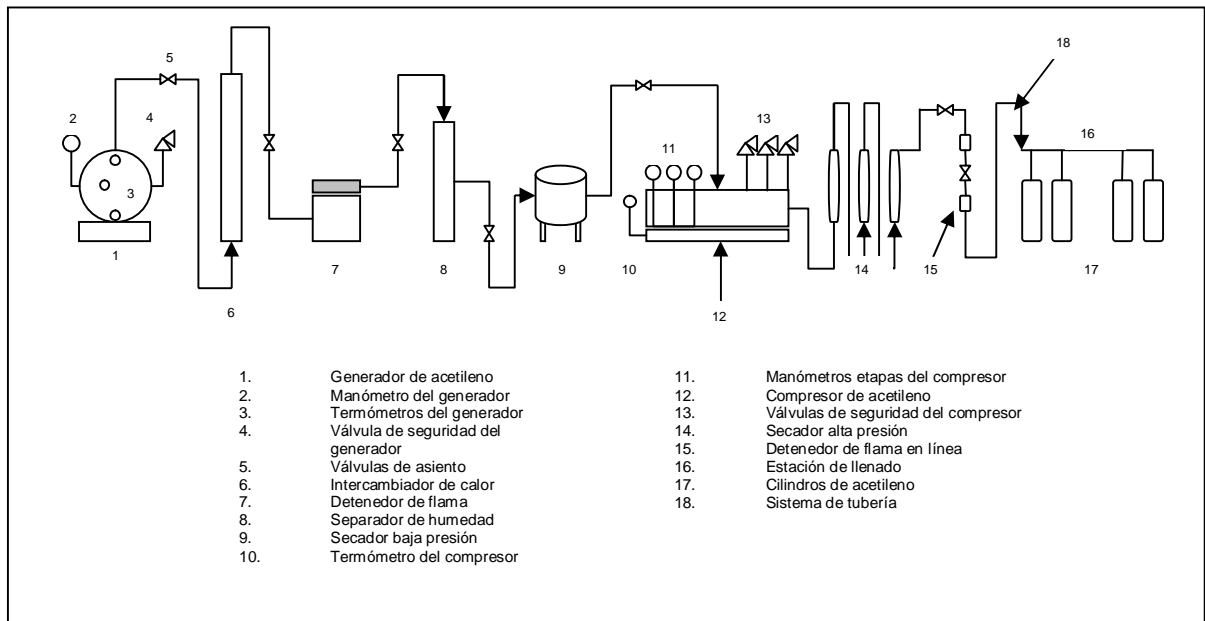


Fuente: [www.rexarc.com](http://www.rexarc.com)

### 5.4.7.2 Diagramas de instrumentación y tubería

Se adjunta a la documentación de la planta de acetileno un diagrama de instrumentación y tubería para localizar de manera inmediata los puntos de control, tales como manómetros, termómetros y válvulas de seguridad en los equipos. También es importante el diagrama de tuberías para conocer el recorrido de la red para identificar y localizar cualquier información (Fig.19).

**Fig. 19** Diagrama de instrumentación y tubería



Fuente: Grupo Infra. **Plantas de acetileno.** Pág. 44

## **6. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

### **6.1 Generador de acetileno**

En la planta de acetileno un aspecto muy importante es el mantenimiento preventivo, especialmente en el generador, ya que en éste se genera el acetileno y contiene el mayor volumen de acetileno, lo que lo convierte en el equipo de mayor riesgo. El mantenimiento preventivo en los equipos justifica un costo en el presente para obtener un beneficio en el futuro, que traducido a la práctica equivaldría a seguridad y una operación óptima de la planta.

#### **6.1.1 Mantenimiento a elementos del generador**

El mantenimiento del generador y de los elementos que lo integran depende de la producción de acetileno y de la cantidad de carburo de calcio utilizado, ya que lo que se previene con el mantenimiento es la incrustación de cal en el interior del generador, lo que provoca un incremento de la temperatura en la generación del gas. La cal, al adherirse en las paredes del generador, no permite que el agua de enfriamiento que pasa alrededor del enfríe el sistema.

El mantenimiento del generador y sus accesorios se realizará de la siguiente manera:

## Mensualmente

- 1) Desconectar la tubería de gas de salida del generador hasta el detenedor de flama. Esto con el fin de limpiar la tubería, ya que tiende a reducirse el diámetro por la incrustación de cal.
- 2) Bajar por medio del polipasto el contenedor y el transportador (ver anexo 1).
- 3) Llenar de agua el generador hasta que se desborde por el cuello, con la finalidad de expulsar los gases contenidos dentro. Dejar el agua allí por un mínimo de 12 horas y luego evacuarla hasta que el generador quede completamente vacío.
- 4) Con una manguera y cepillos (con cerdas de bronce para evitar que la fricción produzca chispas) se lavarán las paredes internas del generador, levantando toda la incrustación de cal, de manera que al final las paredes queden limpias.
- 5) Revisar las aspas giratorias del agitador y reponer los tornillos que se encuentren rotos para que las aspas cumplan su función, que es atacar el carburo de calcio en el momento que cae al generador y sumergirlo en el agua.
- 6) Limpiar el nivel de cristal y destapar las válvulas (A36, A37) que tienen acumulación de cal, para que fluya el agua libremente y el cristal proporcione el nivel correcto del agua dentro del generador (ver anexo A1).

- 7) Limpiar los bulbos sensores de los termómetros, ya que cuando se les incrusta la cal la lectura de la temperatura puede ser errónea; conocer la temperatura correcta en el sistema es de suma importancia.
- 8) Limpiar el transportador por donde se ensambla al generador, ya que en este punto hay cal incrustada que debe ser eliminada, al igual que en las paredes internas del generador. Asimismo, se debe revisar que el gusano alimentador y el sello estén en perfectas condiciones de operación.
- 9) Finalmente se colocan el transportador y contenedor y se sellan sus juntas de hule. Luego se llena de agua el generador, lo que permite detectar las fugas que hubieren. Al terminar de llenar a su nivel, cerrar la válvula de agua y seguir con el procedimiento de operación.
- 10) Revisar los niveles de aceite de los reductores de velocidad, tanto del alimentador como del agitador; reponer el faltante de aceite con SAE . 90.
- 11) Engrasar las chumaceras del alimentador y de la flecha del agitador.
- 12) Los estoperos utilizan empaque grafitado de  $\frac{1}{4}$ ”, tanto en la flecha del agitador del generador como del alimentador, y se cambiarán siempre que se haga limpieza en el mismo.

### **Bimestralmente**

- 1) Probar y calibrar las válvulas de seguridad colocadas en el generador a una presión de 1 Kg. /cm<sup>2</sup>. El método utilizado es el de verificación

visual y/o manual. Se monta a una misma línea de presión un manómetro patrón y la válvula a probar, luego se incrementa la presión hasta que el manómetro patrón indique la presión máxima de la válvula bajo prueba.

- 2) Desarmar la válvula direccional neumática del cierre del sello en el transportador de carburo, para asentar el vástago y revisar los empaques (*oqings*).

### **Trimestralmente**

- 1) Probar y calibrar a presiones de trabajo los interruptores de alimentación de carburo y paro general de la planta de acetileno. Montar a una misma línea de presión el manómetro patrón y el interruptor de presión del alimentador de carburo a probar, a continuación se incrementa y se disminuye la presión, hasta que el manómetro patrón indique la presión mínima y máxima de trabajo del interruptor bajo prueba (0.350 . 0.450 Kg. /cm<sup>2</sup>). De igual manera se prueba y calibra el interruptor de paro general de la planta: se monta en una misma línea de presión el manómetro patrón y el interruptor de paro general, luego se incrementa la presión hasta que el manómetro patrón indique la presión máxima de trabajo del interruptor de paro general de la planta (0.950 Kg. /cm<sup>2</sup>).

### **Semestralmente**

- 1) Desarmar y revisar el émbolo y empaques del pistón del cierre del sello.

- 2) Sopletear y lubricar los motores eléctricos, tanto del agitador como del alimentador. Verificar a la vez el estado en que se encuentren los rodamientos o cojinetes.

## **6.2 Mantenimiento de la línea de baja presión**

### **6.2.1 Detenedor de flama**

Hay dos detenedores de flama, uno en el generador y otro en la línea de baja presión. Ambos son muy importantes, aunque el que lleva mayor mantenimiento es el que está ubicado en el generador porque es altamente contaminado por la cal y en su mantenimiento debe limpiarse para eliminar la incrustación de cal en sus partes.

Generalmente a los detenedores se les da mantenimiento de la siguiente manera:

#### **Diariamente**

- 1) Drenar completamente el agua hacia el exterior del detenedor de flama y luego llenar hasta su nivel correspondiente. El agua debe cambiarse a diario por los contaminantes o impurezas que el acetileno le deja y que también deterioran el equipo. Debe reemplazarse por agua tratada, la cual debe estar en un rango aceptable de 20 a 30 ppm y con un pH de 9.2 a 9.5.

#### **Semanalmente**

- 1) Recircular agua caliente para eliminar todas las impurezas adheridas en

las paredes de los detenedores de flama. El tiempo de circulación debe ser un promedio de 15 minutos a una temperatura de 35° C.

### **6.2.2 Separador de humedad**

Debido a que el separador de humedad es uno de los equipos que mayormente está sometido a constante almacenamiento de agua y gas, su mantenimiento básicamente consiste en:

#### **Diariamente**

- 1) Drenar el agua condensada que se haya formado por la acción del cambio de temperaturas en el interior del equipo, por medio de la válvula de drenaje ubicada en la parte inferior del separador de humedad (anexo 4).

#### **Semanalmente**

- 1) Presurizar y revisar fugas en todo el equipo por medio de un gas inerte, que puede ser nitrógeno o bióxido de carbono. Se inyecta el gas inerte por la entrada de gas A y se cierran las válvulas de salida de gas y purga del separador. Dejarlo por 24 o 48 horas; si la presión se mantiene, el separador sigue en servicio; de lo contrario, se debe reemplazar por uno nuevo (anexo 4).

### **6.2.3 Intercambiador de calor**

El intercambiador de calor es el primer equipo en la línea de baja presión



que recibe el acetileno y percibe la mayor parte de contaminantes. El mantenimiento preventivo de este equipo es el siguiente:

### **Diariamente**

- 1) Drenar el agua condensada que se haya formado por la acción del cambio de temperatura en el interior del equipo. Reemplazar por agua debidamente tratada (ver inciso 6.2.1, pág. 91), para evitar incrustaciones en el equipo.

### **Semestralmente**

- 1) Dar mantenimiento a los tubos internos que llevan el agua de enfriamiento y a la camisa interior donde se deposita agua tratada que elimina las impurezas, con la finalidad de desalojar las impurezas que hayan sido arrastradas por el gas, el agua y la incrustación misma.

### **6.2.4 Secador de baja presión**

El secador de baja presión es el equipo que recibe el acetileno para absorber de él la humedad que trae. Su mantenimiento es muy sencillo pero importante.

### **Cada tercer día**

- 1) Revisar el secador de baja presión y reponer el faltante de cloruro de calcio anhidro, que es el material que se utiliza para extraer del acetileno la humedad.

- 2) Revisar la válvula de purga del secador de baja presión, ya que cuando el cloruro absorbe la humedad se vuelve líquido por la temperatura que el acetileno lleva. Cuando el proceso termina, este material se deposita en la válvula de purga y se vuelve a solidificar, lo que impide el cierre total de la válvula y causa fugas.

#### **6.2.4.1 Filtro de entrada del compresor**

Antes de que el acetileno entre al compresor hay un filtro, que tiene como finalidad retener las partículas de cloruro de calcio anhidro que llegan del secador de baja presión. El filtro consiste en una malla plástica con 20 agujeros por pulgada lineal, donde las partículas de cloruro de calcio anhidro quedan atrapadas; si éstas no se detienen pueden formar taponamientos en el sistema del compresor.

#### **Trimestralmente**

Al filtro para el cloruro de calcio anhidro se le da mantenimiento cada tres meses, para impedir que la malla plástica se sature con dichas partículas y prevenir taponamientos que impidan la circulación del gas. El mantenimiento consiste en destapar el filtro para lavar la malla de plástico y al mismo tiempo el interior del depósito.

### **6.3 Compresor de acetileno**

El mantenimiento preventivo del compresor de acetileno es de vital importancia para minimizar riesgos de explosión y prolongar la vida del equipo en la planta. El mantenimiento se describe como sigue:

### **Diariamente**

Antes de empezar a comprimir el gas acetileno, reponer el aceite faltante a la cabeza del compresor.

### **Semanalmente**

Lavar perfectamente con agua la caja de serpentines, para eliminar toda la tierra acumulada en el mismo (ver anexo A6).

### **Mensualmente**

Sopletear y lubricar el motor eléctrico, verificar a la vez la tensión de las bandas que transmiten el movimiento del motor al compresor. Proceder al ajuste si es necesario.

### **500 Horas**

El cambio de aceite y el lavado de la cabeza del compresor de cada paso se llevará a cabo después de 500 horas de operación, o más frecuentemente si el aceite se ensuciara o se emulsionara con el agua. Utilizar aceite medio, de preferencia que contenga una viscosidad de 315, 550 o 68 cSt. Los nombres comerciales pueden ser: *shell tellus* grado 33, SAE 30 . 40.

### **1000 Horas**

Cambiar el filtro de aceite del compresor cada 1,000 horas de operación o más frecuentemente si por alguna razón se deteriora.

### **5000 Horas**

Revisar cada 5,000 horas de operación las válvulas de compresión de los tres pasos, de la siguiente manera:

- 1) Desarmar y armar las válvulas, una a la vez, empezando por el primer paso.
- 2) Verificar el estado en que se encuentren los discos y resortes de entrada y los de descarga.
- 3) Asentar válvulas y discos.

### **15000 Horas**

Cambiar discos y resortes de compresión de las tres válvulas de los tres pasos. El rectificado del disco de las válvulas, tanto de entrada como de descarga, no deberá ser más de 0.020+ 0.030+ por efectos de profundidad de corrosión.

### **Trimestralmente**

Probar y verificar que las válvulas de seguridad se encuentren calibradas a su presión correspondiente. Estas válvulas deben estar calibradas en cada paso a 1.25 veces la presión de trabajo.

## 6.4 Mantenimiento de la línea de alta presión

El mantenimiento preventivo en la línea de alta presión es también de suma importancia, ya que en este sistema es donde se genera la presión más alta del sistema y por ende existen riesgos de explosión si no existe un mantenimiento periódico de los equipos.

### 6.4.1 Secador de alta presión

El secador de alta presión remueve la humedad y el aceite del gas acetileno. Bajo alta presión, el gas pasa a través de un cilindro que contiene una cadena, donde es retenido el aceite, y tres cilindros de acero con cloruro de calcio. El cloruro de calcio se desgasta al absorber la humedad y por el continuo paso del acetileno disminuye su volumen en los recipientes, es por ello que debe hacerse un mantenimiento periódico.

#### Diario

Al terminar el proceso de compresión en la planta, proceder a revisar el secador de alta presión, de acuerdo a las siguientes instrucciones:

- 1) Drenar el cilindro que contiene la cadena para desalojar el aceite que haya sido arrastrado por el gas.
- 2) Desarmar los tres cilindros del secador y sacar las camisas que contienen el cloruro de calcio anhidro. Evacuar completamente este material de las camisas.

- 3) Lavar con agua caliente (35° C) los cilindros de acero inoxidable, así como las camisas, con el fin de eliminar todo el cloruro de calcio residual.
- 4) Llenar con cloruro de calcio anhidro nuevo y seco las camisas, procurando aprovechar el cloruro que aún está en buenas condiciones dentro de las camisas.
- 5) Comprobar que el filtro de algodón que lleva en la parte superior cada cilindro, esté colocado y selle perfectamente.
- 6) Verificar que los empaques de hule que ajustan a los cilindros con las camisas queden bien ensamblados, con el fin de que el gas pase por los cilindros y tenga contacto directo con el cloruro de calcio anhidro.
- 7) Finalmente, armar las tapas de cada cilindro con sus empaques. Verificar que queden bien sellados.

### **Mensualmente**

Desarmar el cilindro separador de aceite para lavar con gasolina la cadena que contiene. Volverlo a armar con su debida tapa y empaque.

### **6.5 Tuberías de alta presión**

#### **Trimestralmente**

La tubería de alta presión va desde el secador de alta presión hasta las líneas de llenado. Trimestralmente se debe bajar por completo la línea de alta presión, para lavar y sopletear toda la tubería, con el fin de desalojar cualquier

material que pueda ocasionar taponamientos en el sistema. Asimismo, deben revisarse los cheques de presión de retroceso que existen en toda la línea, para evitar el retroceso del gas hacia el secador de alta presión y el compresor (ver anexo A7).

## 6.6 Líneas de llenado

Para tener en óptimas condiciones las líneas de llenado deberán de llevarse a cabo las siguientes operaciones de mantenimiento:

### Semestralmente

- 1) Desalojar la válvula de venteo A71 del anexo A8, que se encuentra en la parte final de la línea de llenado. Cerrar todas las válvulas de la línea.
- 2) Desarmar las tuercas de unión del frente de la línea e inyectar agua a presión hasta que salga por la parte final. Luego lavar con fibra o alambre de bronce con el objeto de eliminar incrustaciones en la línea de llenado; continuar la operación hasta que el agua salga limpia.
- 3) Colocar nuevamente la válvula de venteo de la parte final de la línea de llenado.
- 4) Continuar inyectando agua y abrir las válvulas de la línea de llenado de una en una para comprobar que ninguna de las mangueras se encuentra tapada.

- 5) Dejar de inyectar agua al comprobar que ninguna manguera tiene taponamiento.
- 6) Inyectar nitrógeno o bióxido de carbono. Quitar nuevamente la válvula de venteo, con el objeto de desalojar toda el agua que haya quedado en la línea.
- 7) Colocar finalmente la válvula de venteo y armar las tuercas uniones tanto de entrada como de salida del acetileno de la línea de llenado. A continuación cerrar todas las válvulas de la línea.
- 8) Realizar este mismo procedimiento con las siguientes líneas de llenado según sea el número.

#### **6.6.1 Mangueras de acetileno**

Las mangueras de acetileno contienen dispositivos de seguridad para evitar riesgos de explosión, los cuales también deben ser revisados y recibir un mantenimiento preventivo, con el fin de que cumplan la función de tener una operación segura en la línea de llenado.

Un aspecto muy importante es la detección de fugas en las mangueras. Para revisar si existen, hay que presurizar las mangueras a  $140.61 \text{ Kg. /cm}^2$ , y se conecta un extremo de la manguera a un *manifold* y el otro extremo al mismo *manifold*. La presión no debe caer en un lapso de 24 horas, de esta manera la manguera puede seguir en servicio; de lo contrario, se desecha. Si la fuga fuera en los accesorios de la manguera, como tuercas y niples, entonces estos deben ser reemplazados por nuevos.



### **6.6.1.1 Detenedores de flama**

Los detenedores de flama o parallamas son dispositivos que se colocan en las mangueras de acetileno para evitar el retroceso de la flama hacia la línea y por ende a los demás cilindros de acetileno conectados en la estación de llenado.

#### **Trimestralmente**

La inspección es en las mangueras de acetileno, pues la lana metálica de que están compuestos debe estar en buenas condiciones. Este material tienden a oxidarse y romperse, si este es el caso, los dispositivos se reemplazan pues son herméticos.

### **6.6.1.2 Válvulas cheque**

Son dispositivos que están en las mangueras de acetileno de las líneas de llenado, y tienen como propósito que el flujo del gas vaya en un solo sentido y evitar el retroceso del gas. El flujo deberá ir de la línea de llenado hacia el cilindro que se está llenando.

#### **Trimestralmente**

Su mantenimiento consiste en reemplazar un empaque que tienen adentro, que es el que hace el sello en el momento que se da el retroceso del gas. Este empaque, por lo general, se deteriora porque se rompe y se hace quebradizo con el paso continuo del gas.

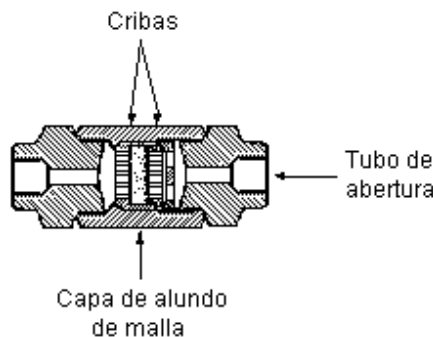
## 6.7 Detenedores de flama en línea

Los detenedores de flama son mecanismos de protección colocados uno antes y otro después de la válvula de paso en la línea de llenado (anexo A8). Para presiones superiores a 15 lb. /pulg.<sup>2</sup> man., se usan con muy buen resultado parallasmas de cartucho con alundo (material cerámico) granular, para detener el progreso de llamas de descomposición de detonación.

### Anualmente

Los detenedores de flama en las líneas de llenado deberán revisarse anualmente, ya que debido a los materiales que utiliza, como el cartucho con alundo, son de vida útil muy larga. Su mantenimiento consiste en revisar si el cartucho está en buenas condiciones, al igual que el alundo (material que se fabrica a partir del óxido de aluminio); de lo contrario, se debe reemplazar el alundo o el detenedor de flama completo en el caso de que el cartucho esté deteriorado severamente (Fig. 20).

**Fig. 20** Diagrama de detenedor de flama en línea



Fuente: **Enciclopedia de tecnología química**. Pág. 1029

## 6.8 Válvulas de paso y retorno

Las válvulas de paso A69 y de retorno de gas A70 (anexo A8), están colocadas en las líneas de alta presión y generalmente se deterioran más rápido debido a su constante utilización.

### Bimestral

Las válvulas de paso y retorno son válvulas de asiento, y como su nombre lo indica, tienen un asiento generalmente de teflón, que es el que hace el sello dentro de la válvula. Debido a su continuo uso el teflón tiende a aplastarse hasta romperse, por lo tanto, se desarma completamente la válvula y se reemplaza el asiento de teflón por uno nuevo.

## 6.9 Válvulas de cruz en manifold

Las válvulas de cruz en los *manifolds* son llamadas así por la posición en que están colocadas. Las dos válvulas forman una cruz donde se colocan los cilindros para ser llenados, uno enfrente del otro.

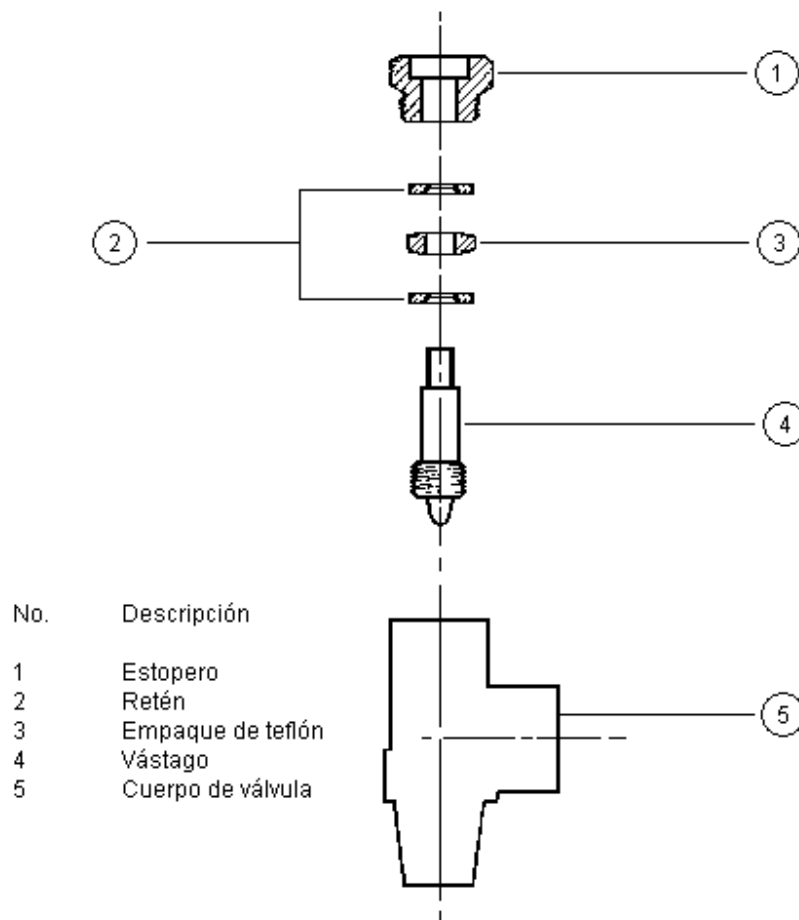
### Semestral

Las válvulas colocadas en las líneas de llenado para llenar los cilindros de acetileno recibirán mantenimiento cada seis meses.

Este consistirá básicamente en la revisión de las partes de las válvulas: el vástago, el estopero, los retenes y el empaque de teflón, que es el dispositivo que hace el sello en la válvula para evitar fugas.

Cualquiera de estas partes que se encuentre deteriorada deberá ser reemplazada para evitar fugas en las líneas de llenado, cuando haya producción de acetileno (Fig. 21).

**Fig. 21** Diagrama de válvula en líneas de llenado



Fuente: Grupo Infra. **Plantas de acetileno**. Pág. 144

A continuación se muestra un programa de mantenimiento preventivo de una planta de acetileno a lo largo de un año:

Tabla IX Planta acetileno

PLANTA ACETILENO

Planta: \_\_\_\_\_ Año: \_\_\_\_\_

| Programa de mantenimiento preventivo                            |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
|---|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|-----------|--------|--------|-----------|--------|--------|---|---|---|---|
| Actividades   | Enero  |        |        | Febrero |        |        | Marzo  |        |        | Abril  |        |        | Mayo   |        |        | Junio  |        |        | Julio  |        |        | Agosto |        |        | Sept.  |        |        | Octubre |        |        | Noviembre |        |        | Diciembre |        |        |   |   |   |   |
|   | Semana | Semana | Semana | Semana  | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana | Semana  | Semana | Semana | Semana    | Semana | Semana | Semana    | Semana | Semana |   |   |   |   |
|   | 1      | 2      | 3      | 4       | 1      | 2      | 3      | 4      | 1      | 2      | 3      | 4      | 1      | 2      | 3      | 4      | 1      | 2      | 3      | 4      | 1      | 2      | 3      | 4      | 1      | 2      | 3      | 4       | 1      | 2      | 3         | 4      | 1      | 2         | 3      | 4      | 1 | 2 | 3 | 4 |
| <b>Día 1</b>  | X      | X      | X      | X       | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X       | X      | X      | X         | X      | X      | X         | X      | X      | X | X | X | X |
| Reemplazar agua en detenedor de llama del generador             |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Desar agua del separador de humedad                             |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Desar agua del intercambiador de calor                          |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Reponer aceite faltante en el compresor                         |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Desar secador de alta presión                                   |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Reponer cilindro de calcio en secador alta presión              |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| <b>Semana 1</b>   |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Recircular agua caliente en detenedores de llama                |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Revisión de fugas en separador de humedad                       |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Limpieza caja de serpentines compresor acetileno                |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| <b>Mensual</b>  |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Mantenimiento interior del generador                            |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Mantenimiento del motor y ajuste de bandas, compresor acetileno |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Mantenimiento separador de aceite, secador alta presión         |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| <b>Bimestra 1</b>   |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Calibrar válvulas de seguridad en generador                     |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Mantenimiento válvulas de paso y retorno                        |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| <b>Trimestra 1</b>  |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Calibrar interrupciones de alimentador y paro general           |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Limpieza filtro entrada del compresor acetileno                 |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Calibración de válvulas de seguridad del compresor              |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Mantenimiento tubería alta presión                              |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Revisión mangueras de acetileno                                 |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| <b>Semestra 1</b>   |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Revisión émbolo y empaques del sello, transportador             |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Mantenimiento motor alimentador y agitador                      |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Mantenimiento interior del intercambiador de calor              |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Mantenimiento líneas de llenado                                 |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Mantenimiento válvulas de manifolds                             |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| <b>Anual</b>  |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Mantenimiento detenedores de llama en línea                     |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| 500 Horas   |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Cambio de aceite compresor de acetileno                         |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| 1000 Horas  |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Cambio de filtro de aceite compresor de acetileno               |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| 5000 Horas  |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Mantenimiento de válvulas de admisión compresor de acetileno    |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| 15000 Horas   |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |
| Cambio de discos en válvulas de admisión compresor de acetileno |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |        |           |        |        |           |        |        |   |   |   |   |

Observaciones:

## CONCLUSIONES

1. El acetileno es un gas que tiene como aplicación principal la soldadura oxiacetilénica en la industria, por lo cual requiere un gas de alta pureza. El reciente estudio para plantas de acetileno cumple con las normas de seguridad, productividad y calidad.
2. La estandarización de los procedimientos de arranque y control en la operación en una planta de acetileno da como resultado ahorros sustanciales, debido a que reduce el mantenimiento por mal uso del equipo, el tiempo de trabajo y el desperdicio de carburo de calcio al analizar la pureza del gas.
3. Existen varias impurezas en el gas acetileno cuando es producido, estas incluyen fosfina, sulfuro de hidrógeno, pequeñas cantidades de silicato ( $\text{SiH}_4$ ) y amoníaco ( $\text{NH}_3$ ). La insolubilidad de estas impurezas en acetona tiene un efecto dañino en la soldadura y corte de los metales. Por lo tanto son removidas para generar un gas con pureza de calidad.
4. El manejo de una planta de acetileno debe ser ejecutado por personal capacitado y familiarizado con el equipo, que cumpla con los procedimientos de operación y seguridad establecidos, ya que la falta de esta práctica puede causar daños personales y materiales.



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

5. Los cambios del diseño pueden afectar a cualquiera, desde la generación del gas hasta el usuario final. No puede hacerse cambio alguno en la planta de acetileno que afecte a cualquier manejador posterior del producto, sin que se cambien o actualicen también los instructivos o procedimientos de producción y los manuales del usuario. Por lo tanto, se debe controlar todo documento relacionado con cambios a requerimientos de diseño y listas maestras de documentos que califican y validan la planta.
  
6. La planeación del mantenimiento trae ahorros considerables si se controla adecuadamente. No se puede operar una planta de acetileno a un nivel satisfactorio si no se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, por ello se debe revisar regularmente el equipo para determinar su tendencia y precisión, y recalibrarlo cuando se requiera.

## RECOMENDACIONES

1. Este documento no se debe tomar como base para el diseño de equipos de generación de acetileno, porque hay muchos tipos variados y complejos. Los equipos para generación de acetileno deben ser diseñados por personas expertas en el tema que estén familiarizadas con las propiedades físicas y químicas del acetileno.
2. Los equipos para producir acetileno deben tener una distancia mínima de 20 metros del perímetro de la planta en general. De preferencia, este tipo de plantas debe ubicarse en zonas industriales.
3. El equipo utilizado para producir acetileno debe estar a una distancia mínima de 5 metros de cualquier equipo usado para producir otro tipo de gas, y a 20 metros como mínimo del equipo para la producción de oxígeno.
4. Cada planta de acetileno debe tener procedimientos de emergencia escritos y simular un ejercicio contra incendio de manera periódica. Asimismo, salidas y equipos de protección de fuego no deben ser obstruidos o bloqueados.



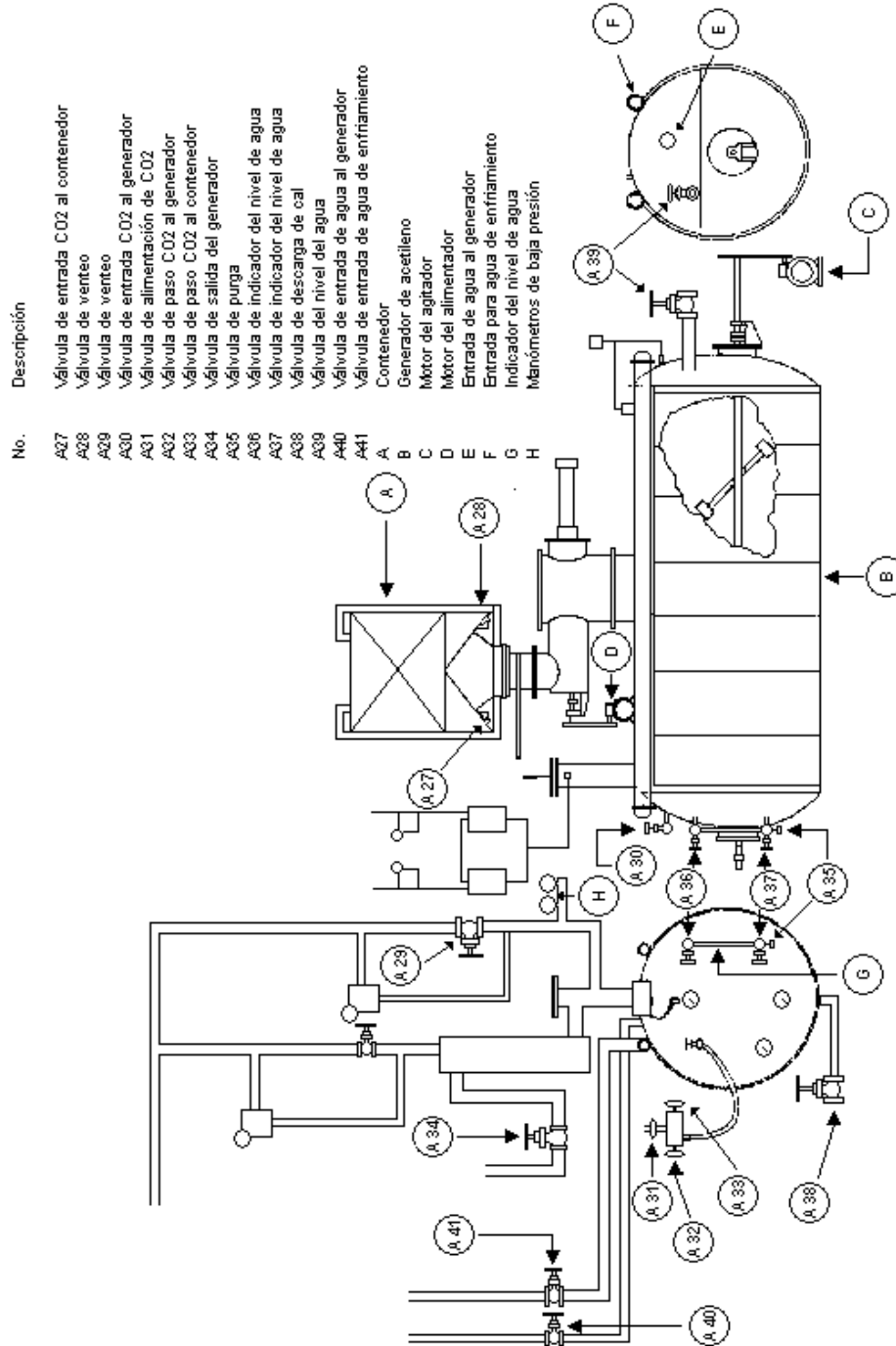
5. La ruta más significativa de sobreexposición al acetileno es por inhalación. El acetileno, a concentraciones por debajo del 2.5% (25,000 ppm), es esencialmente no tóxico. A concentraciones más altas, el acetileno tiene efectos anestésicos. Síntomas de sobreexposición a concentraciones altas pueden incluir sueño, mareo y una sensación general de debilidad. Concentraciones altas de este gas pueden causar un ambiente deficiente en oxígeno; se debe tomar en cuenta que antes de que suceda sofocación, el límite de inflamabilidad inferior de acetileno en el aire se excede, posiblemente causando un ambiente explosivo y deficiente en oxígeno. Individuos que respiran tal atmósfera pueden tener síntomas que incluyen dolor de cabeza, ruido en los oídos, mareo, sueño, pérdida de conocimiento, náusea, vómito y depresión de todos los sentidos. Algunas circunstancias de sobreexposición pueden ser mortales.
  
6. Los materiales con los cuales el acetileno no es compatible son los siguientes: oxidantes fuertes (por ejemplo cloro, pentafluoro de bromo, oxígeno, difluoruro de oxígeno y trifluoruro de nitrógeno), hipoclorite cálcico, varios metales pesados (cobre, plata, mercurio, latón con un contenido de cobre de más de 65%) y las sales de estos metales; halógenos (bromo, cloro, yodo, flúor), hidruros (por ejemplo hidruro sódico, hidruro de cesio), ozono, ácido perclórico, potasio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Air Liquide. **La seguridad en las plantas de acetileno**. U.S.A.: s.e., s.a.
2. Avallone, Eugene y Theodore Baumeister. **Marks manual del ingeniero mecánico**. 9ª ed. México: Editorial Mc Graw Hill, 1996.
3. **Enciclopedia autodidáctica Océano**. España: Ediciones Océano-Éxito, S.A.
4. **Enciclopedia autodidáctica Quillet**. México: Promotora editorial, S.A. de C.V.
5. **Enciclopedia de tecnología química**. s.l.: Unión Tipográfica Editorial Hispano América.
6. Grupo Infra. **Plantas de acetileno**. México: s.e.
7. Hodson, William K. **Manual del ingeniero industrial**. 4ª ed. México: Editorial Limusa. 1988.
8. Rexarc Internacional, Inc. **Enseñanza de plantas de acetileno**. U.S.A.: s.e.
9. Smithø de México, S.A. de C.V. **Manual de válvulas**. México: s.e.
10. W.H. Severns y otros. **Energía mediante vapor, aire o gas**. 5ª ed. México: Editorial Reverté, S.A. de C.V., 1994.

## ANEXO 1

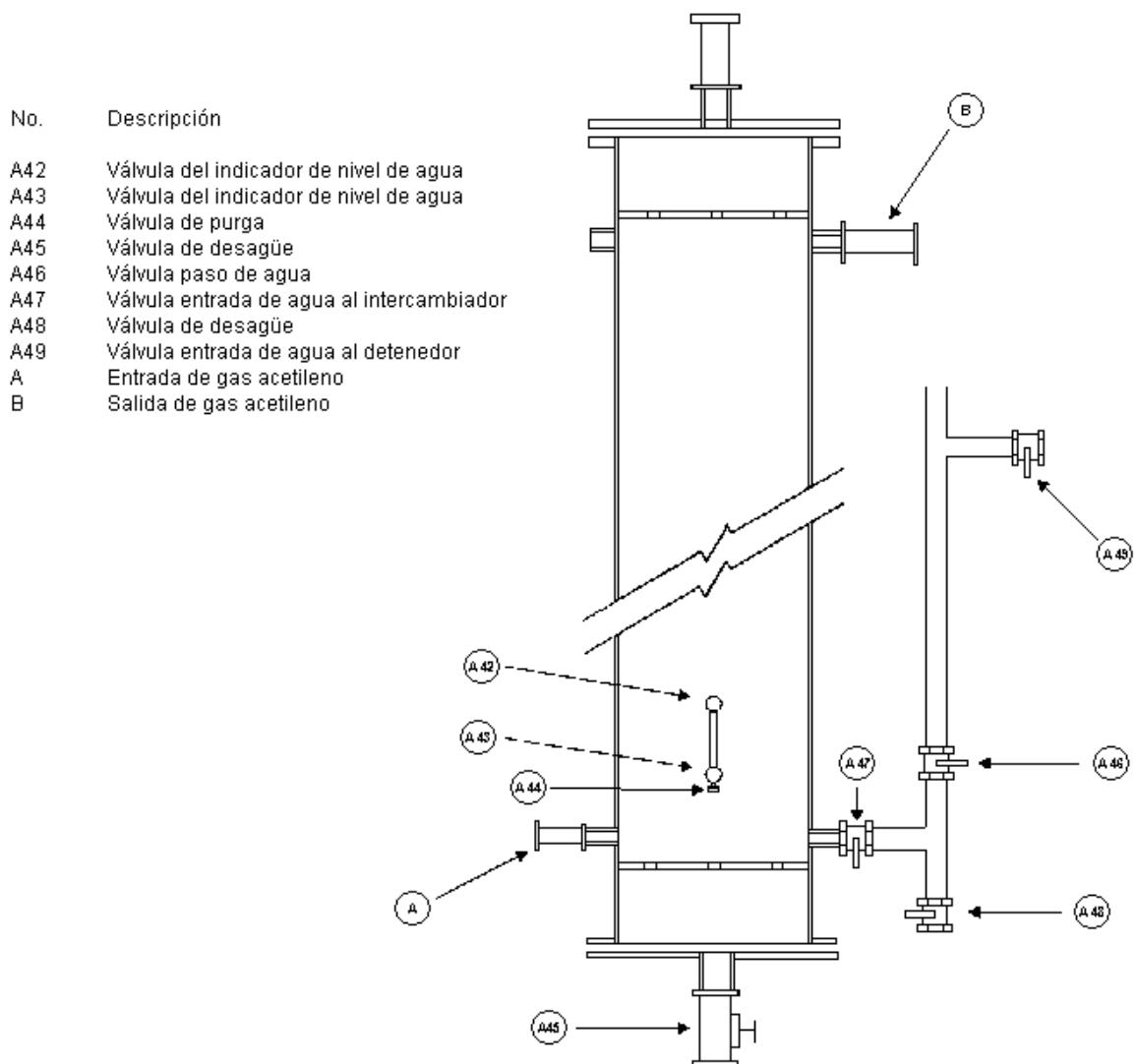
Fig. 22 Diagrama generador de acetileno



Fuente: Grupo Infra. Plantas de acetileno. Pág. 45

## ANEXO 2

**Fig. 23 Diagrama del intercambiador de calor**

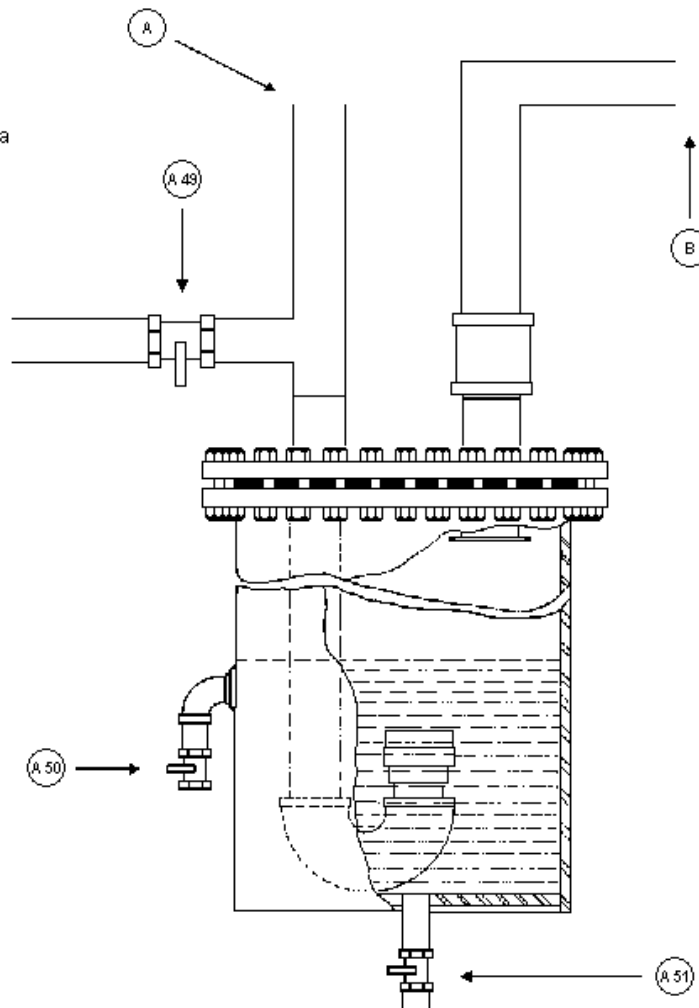


Fuente: Grupo Infra. **Plantas de acetileno**. Pág. 50

### ANEXO 3

**Fig. 24 Diagrama detenedor de flama**

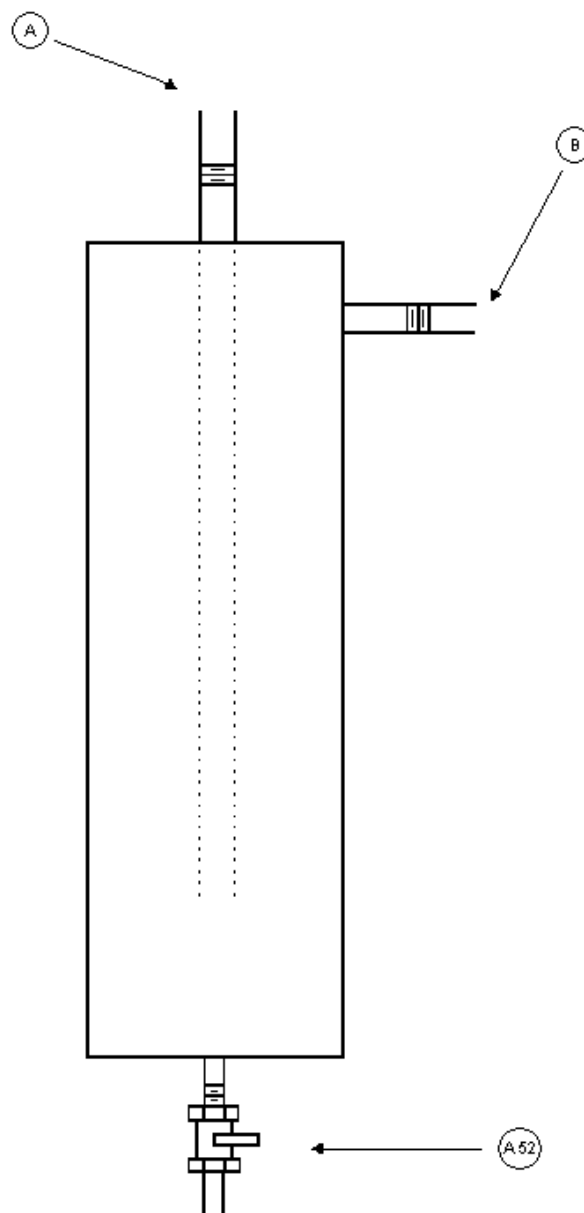
| No. | Descripción                       |
|-----|-----------------------------------|
| A49 | Válvula de entrada de agua        |
| A50 | Válvula control del nivel de agua |
| A51 | Válvula de desagüe                |
| A   | Entrada de acetileno              |
| B   | Salida de acetileno               |



## ANEXO 4

**Fig. 25 Separador de humedad**

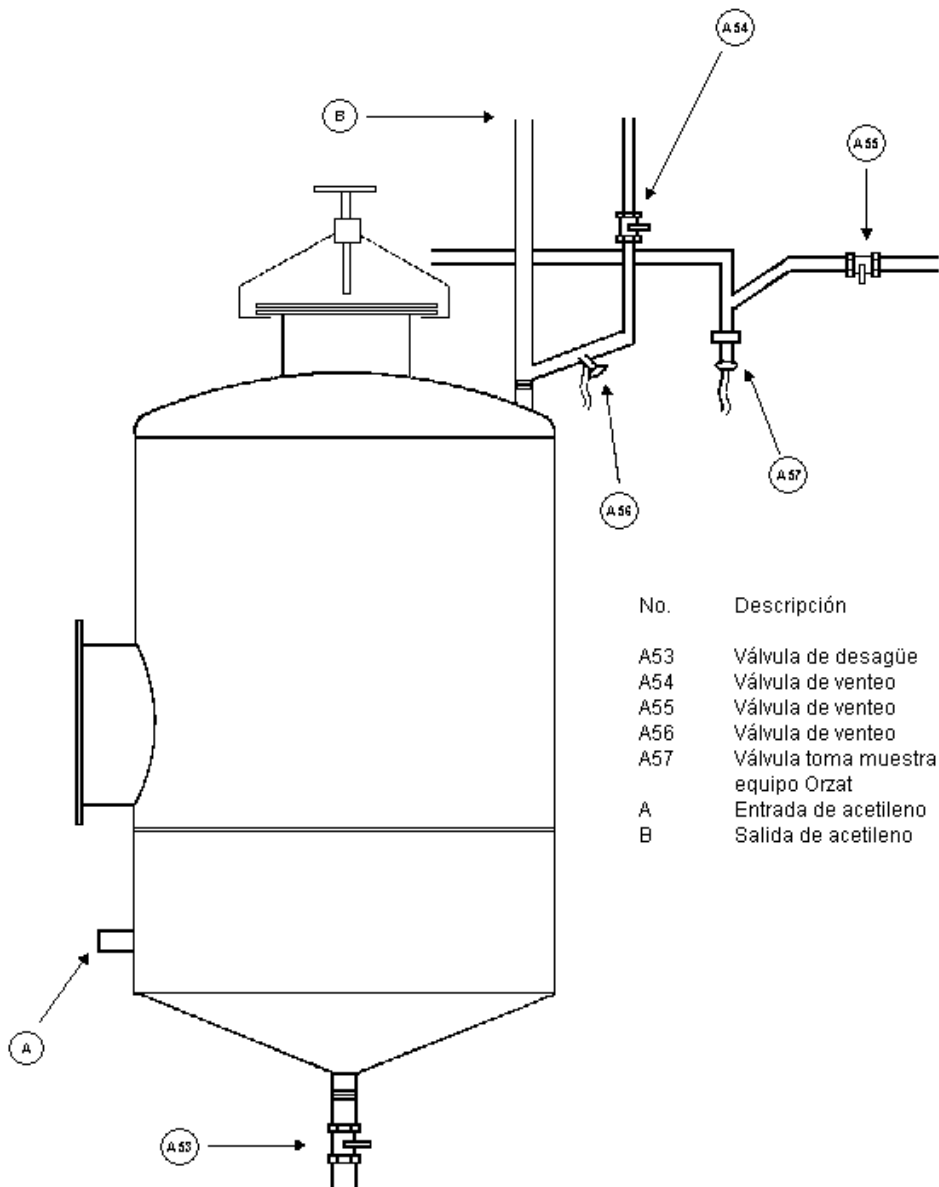
| No. | Descripción              |
|-----|--------------------------|
| A52 | Válvula de desagüe       |
| A   | Entrada de gas acetileno |
| B   | Salida de gas acetileno  |



Fuente: Grupo Infra. **Plantas de acetileno**. Pág. 51

## ANEXO 5

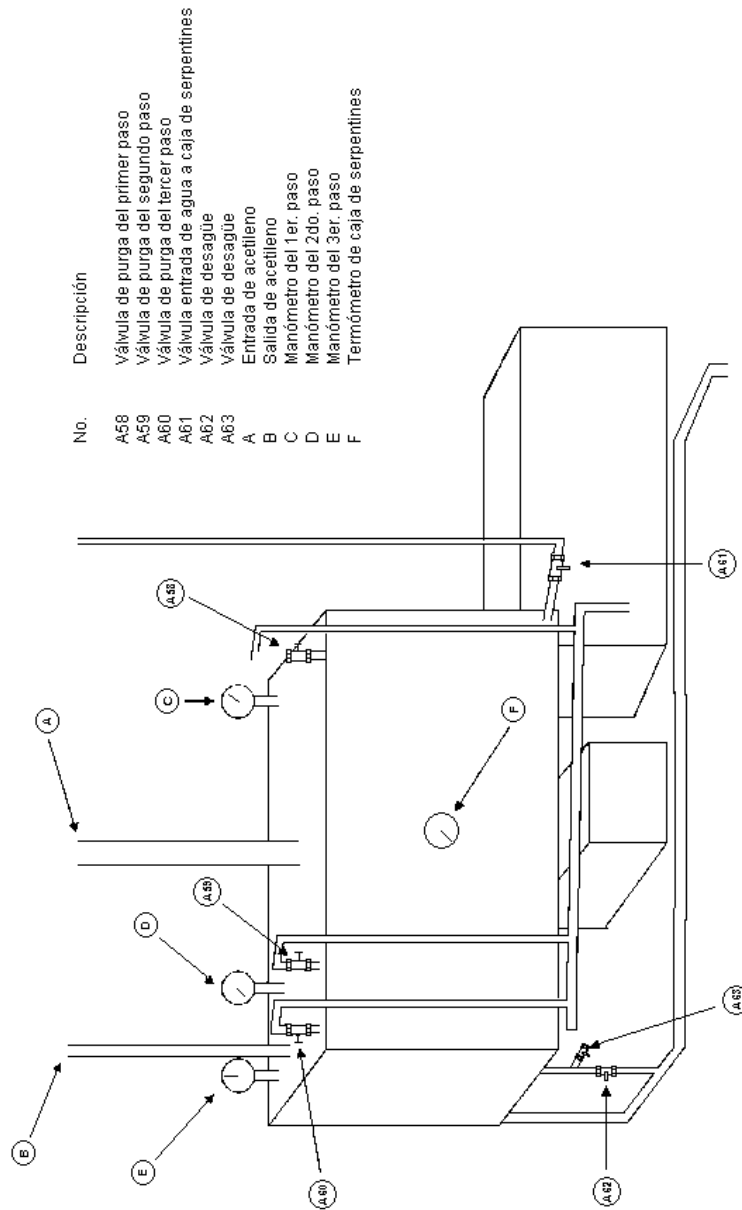
Fig. 26 Diagrama secador baja presión



Fuente: Grupo Infra. **Plantas de acetileno**. Pág. 52

## ANEXO 6

Fig. 27 Diagrama del compresor de acetileno



| No. | Descripción                                   |
|-----|---|
| A58 | Válvula de purga del primer paso              |
| A59 | Válvula de purga del segundo paso             |
| A60 | Válvula de purga del tercer paso              |
| A61 | Válvula entrada de agua a caja de serpentines |
| A62 | Válvula de desagüe                            |
| A63 | Válvula de desagüe                            |
| A   | Entrada de acetileno                          |
| B   | Salida de acetileno                           |
| C   | Manómetro del 1er. paso                       |
| D   | Manómetro del 2do. paso                       |
| E   | Manómetro del 3er. paso                       |
| F   | Termómetro de caja de serpentines             |

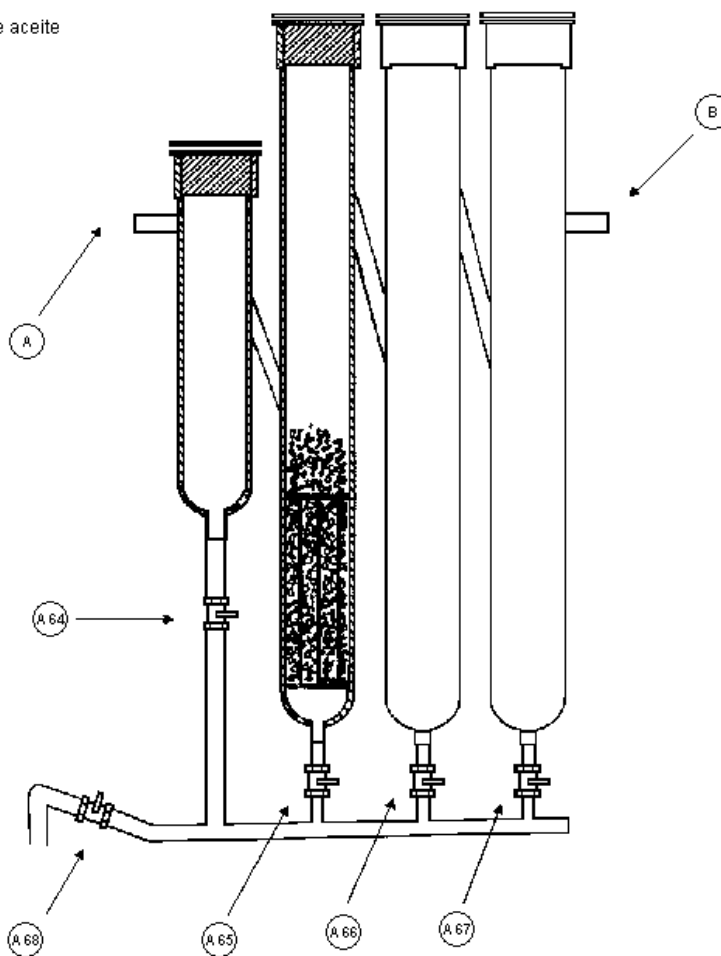
Fuente: [www.rexarc.com](http://www.rexarc.com)



## ANEXO 7

**Fig. 28 Diagrama secador alta presión**

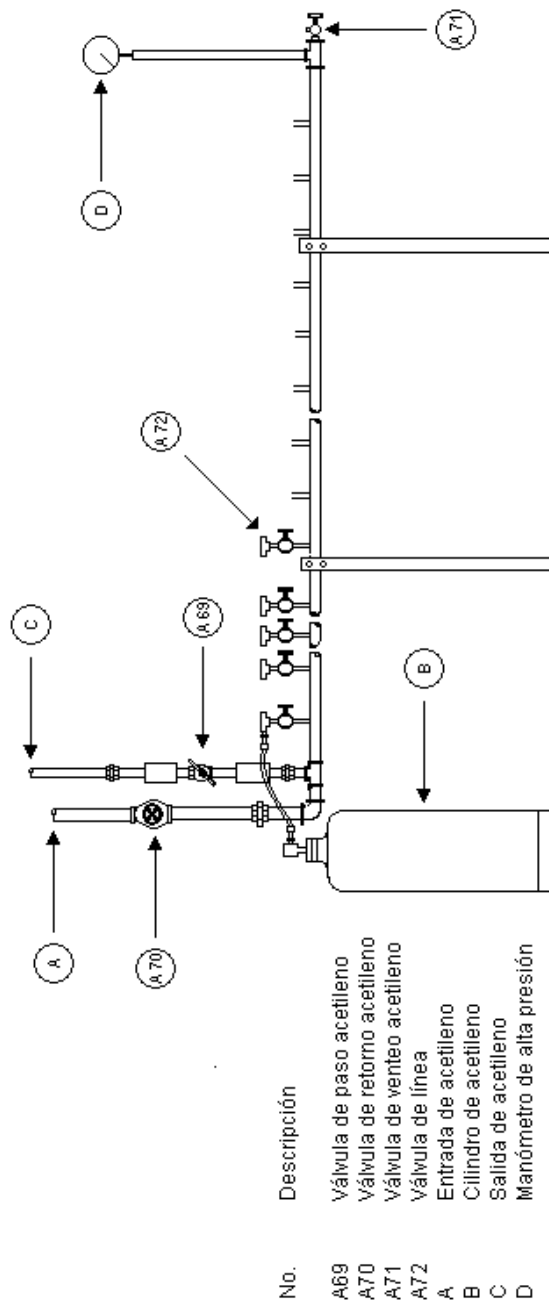
| No. | Descripción                              |
|-----|--|
| A64 | Válvula de purga del separador de aceite |
| A65 | Válvula de purga 1er. secador            |
| A66 | Válvula de purga 2do. secador            |
| A67 | Válvula de purga 3er. secador            |
| A68 | Válvula de purga a fosa                  |
| A   | Entrada de acetileno                     |
| B   | Salida de acetileno                      |



Fuente: [www.rexarc.com](http://www.rexarc.com)

## ANEXO 8

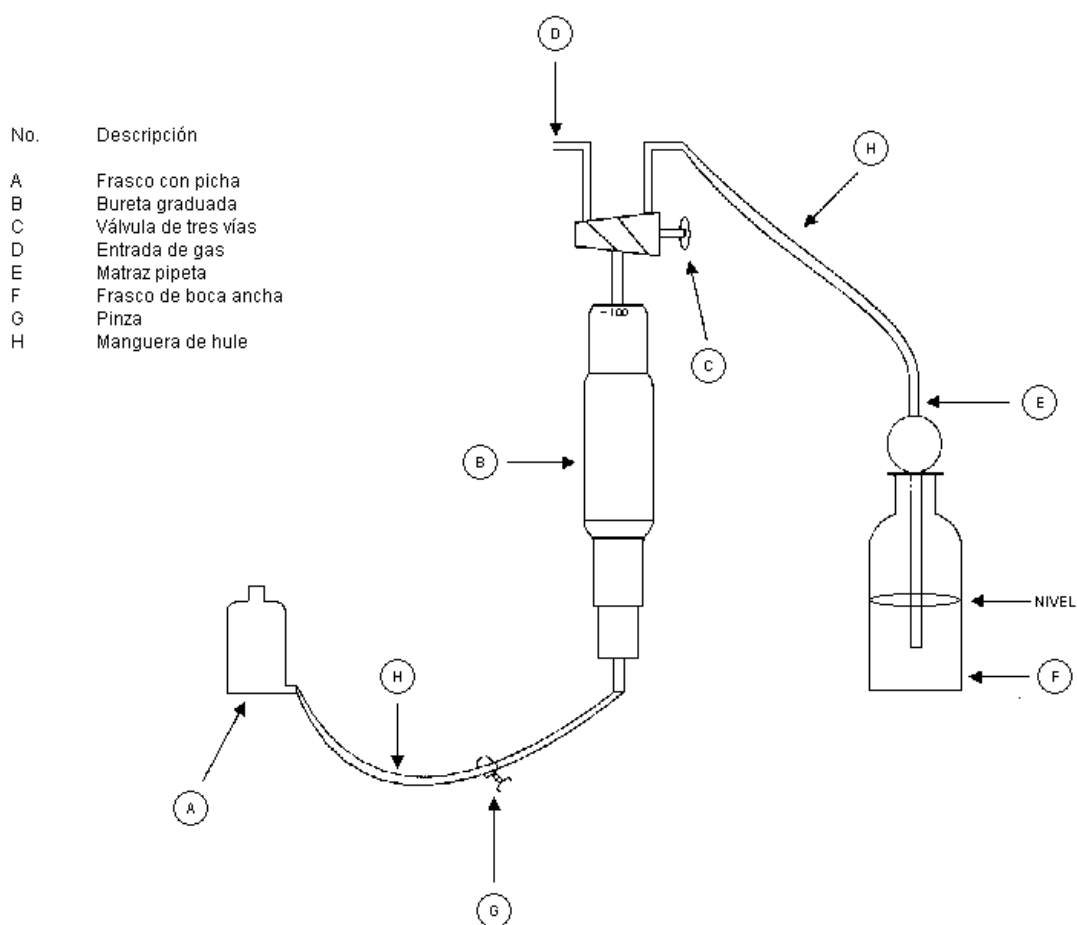
Fig. 29 Diagrama de las líneas de llenado



Fuente: [www.rexarc.com](http://www.rexarc.com)

## ANEXO 9

**Fig. 30 Diagrama analizador Orzat**



Fuente: [www.airproducts.com](http://www.airproducts.com)



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)