

**MANUAL DE OPERACIÓN GENERAL PARA ESTACIONES  
COMPRESORAS DE GAS NATURAL**

**JAVIER ORLANDO VALERO BERMÚDEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL GAS  
BUCARAMANGA**

**2006**

**MANUAL DE OPERACIÓN GENERAL PARA ESTACIONES  
COMPRESORAS DE GAS NATURAL**

**JAVIER ORLANDO VALERO BERMÚDEZ**

Monografía presentada para optar el título de  
Especialista en Ingeniería del Gas

Director de Monografía

ALVARO RUIZ  
Ingeniero de Mecánico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL GAS  
BUCARAMANGA**

**2006**

## **AGRADECIMIENTOS**

Por el apoyo y colaboración recibida, agradezco a:

La Universidad Industrial de Santander

La Escuela de Ingeniería de Petróleos

Ingeniero Álvaro Ruiz (Director de Monografía)

Unihale de Colombia E.U.

A Dios todo poderoso por darme la vida,  
esperanza, paciencia y voluntad para alcanzar  
todas las metas que me he propuesto.

A mis Padres Víctor Manuel y Rosa Edilia  
por ser ese apoyo incondicional durante  
toda mi vida.

A mi hermano Oscar Manuel, por su confianza  
y afecto siendo un estímulo para  
alcanzar el éxito.

A Mónica Patricia por todo el amor, cariño  
y comprensión que me ha brindado y me han  
permitido ser feliz a su lado.

A todos mis Amigos por su apoyo incondicional.

**JAVIER ORLANDO**

## RESUMEN

TÍTULO: MANUAL DE OPERACIÓN GENERAL PARA ESTACIONES COMPRESORAS DE GAS NATURAL \*

AUTOR: JAVIER ORLANDO VALERO BERMÚDEZ\*\*

PALABRAS CLAVES: Manual, Operación, Estaciones Compresoras, Gas Natural, Motores Caterpillar, Compresores Ariel, Seguridad.

### DESCRIPCIÓN O CONTENIDO:

Este Manual de Operación ha sido desarrollado específicamente para ser utilizado como una guía para los operadores de las estaciones compresoras de gas natural con el objeto de realizar la correcta operación de las estaciones compresoras describiendo los principales procedimientos operacionales que se llevan a cabo en la misma.

Se realiza una descripción técnica de las unidades compresoras de las estaciones compresoras de Hato Nuevo, Norean y Vasconia, con el fin de que el operador conozca en su totalidad los equipos presentes y su respectivo funcionamiento. Se analizan los parámetros de diseño bajo los cuales operan cada una de las estaciones compresoras de gas natural para con ello garantizar el transporte a través de los diferentes gasoductos en todo el país y cumplir con los respectivos destinatarios.

Se enumeran los factores de seguridad a tener en cuenta cuando se necesite arrancar, operar o sacar de operación cualquiera de las estaciones compresoras dependiendo de las condiciones de operación del gasoducto. Se realiza una descripción clara de los equipos principales que se utilizan en las estaciones compresoras de gas natural. Se revisan las especificaciones y localización de las válvulas de seguridad en las estaciones compresoras. Se describen las funciones principales del operador de una estación compresora de gas natural.

---

\* Monografía.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, Escuela Ingeniería de Petróleos. Asesor: Ing. Álvaro Ruiz.

## ABSTRACT

TITLE: OPERATION MANUAL FOR NATURAL GAS COMPRESSION STATIONS<sup>\*</sup>

AUTHOR: JAVIER ORLANDO VALERO BERMÚDEZ<sup>\*\*</sup>

KEY WORDS: Manual Operation, Compression Stations, Natural Gas, Caterpillar motors, Ariel Compressors, Safety.

### DESCRIPTION OR CONTENTS:

This operation manual has been developed especially to be used as a guide for natural gas compression station operators. The purpose is the correct operation, describing the principle procedures and operations and arriving at this end result.

To accomplish a technical description of the compressing units at Hato Nuevo, Norean and Vasconia, with the end goal bring that the operator will know the entirety of the equipment and its respective function. To analyze the design parameters under which each natural gas compressor operates and can guarantee the movement of gas to the various gas pipelines to destinations all over the country.

To list the safety factors involved when it is necessary to operate or lease operations of whatever compression station depending on the conditions of the gas pipeline. To have a clear description of the main equipment that is used in natural gas compression stations. To review the location and specifications of the safety valves in the compression stations. To describe the principal functions of the natural gas compression station operator.

---

<sup>\*</sup> Monograph.

<sup>\*\*</sup> Faculty of Physical-Chemical Engineering, School of Petroleum Engineering. Advisor: Eng. Álvaro Ruiz.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. ALCANCE DEL MANUAL	2
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	3
3. DIAGRAMA GENERAL DE UNA ESTACIÓN COMPRESORA DE GAS NATURAL UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.	6
3.1 PLANO GENERAL DE LA ESTACIÓN COMPRESORA	6
3.2 EQUIPOS PRINCIPALES	8
3.2.1 Válvulas Principales de Succión y Descarga	8
3.2.2 Slug Catcher y Drenaje de Condensados	8
3.2.3 Filtro de Succión Scruber y Filtro de Descarga Coalescente	9
3.3.4 Cromatógrafo e Higrómetro	9
3.3.5 Medidor de Flujo Ultrasónico y Tanque de Condensados	10
3.3.6 Intercambiadores de calor Coolers y Tea	10
Unidad # 1	10

3.3.7	Unidad # 2	11
3.3.8	Unidad # 3	11
3.3.9	Suministro de aire y Sistema de tuberías	12
3.3.10	Compresor y Generador	12
3.3.11	PARÁMETROS DE DISEÑO ESTACIONES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.	13
4.	PARÁMETROS DE DISEÑO ESTACIÓN COMPRESORA HATO NUEVO	14
4.1	PARÁMETROS DE DISEÑO ESTACIÓN COMPRESORA NOREAN	14
4.2	PARÁMETROS DE DISEÑO ESTACIÓN COMPRESORA VASCONIA	14
4.3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS UNIDADES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.	15
5.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS UNIDADES COMPRESORAS ESTACIÓN HATO NUEVO	16
5.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS UNIDADES COMPRESORAS ESTACIÓN NOREAN	16
5.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS UNIDADES COMPRESORAS ESTACIÓN VASCONIA	16
5.3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MOTORES CATERPILLAR 3606, 3608 Y 3612	17
5.4	Diagrama Motor Caterpillar 3606, 3608 Y 3612	17
	Especificaciones de Diseño Motor G3606	

5.4.1	Especificaciones de Diseño Motor G3608	17
5.4.2	Especificaciones de Diseño Motor G3612	20
5.4.3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS COMPRESORES ARIEL JCG/2, JCG/4 Y JGK/4	21
5.4.4	Diagrama Compresor Ariel JCG/2, JCG/4 Y JGK/4	22
5.5	Especificaciones Compresor Ariel JCG/2	23
5.5.1	Especificaciones Compresor Ariel JCG/4	23
5.5.2	Especificaciones Compresor Ariel JGK/4	25
5.5.3	ESPECIFICACIONES TECNICAS FILTROS DE SUCCION Y DESCARGA ESTACIONES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.	26
5.5.4	ESPECIFICACIONES FILTRO DE SUCCION O SCRUBER HATO NUEVO	27
6.	ESPECIFICACIONES FILTRO DE SUCCION O SCRUBER NOREAN	29
6.1	ESPECIFICACIONES FILTRO DE SUCCION O SCRUBER VASCONIA	29
6.2	ESPECIFICACIONES FILTRO DE DESCARGA O COALESCENTE HATO NUEVO	29
6.3	ESPECIFICACIONES FILTRO DE DESCARGA O COALESCENTE NOREAN	30
6.4	ESPECIFICACIONES FILTRO DE DESCARGA O COALESCENTE VASCONIA	31

6.5	ESPECIFICACIONES SISTEMA DE TEA ESTACIONES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.	31
6.6	ESPECIFICACIONES SISTEMA DE TEA ESTACION HATO NUEVO	32
7.	Especificaciones Flake K.O. Drum	33
7.1	Especificaciones Blowcase	33
7.1.1	ESPECIFICACIONES SISTEMA DE TEA ESTACION NOREAN	33
7.1.2	Especificaciones Flake K.O. Drum	33
7.2	Especificaciones Blowcase	34
7.2.1	ESPECIFICACIONES SISTEMA DE TEA ESTACION VASCONIA	34
7.2.2	Especificaciones Flake K.O. Drum	34
7.3	Especificaciones Blowcase	34
7.3.1	PROCEDIMIENTOS DE ARRANQUE, PARADA Y OPERACIÓN NORMAL DE LAS ESTACIONES COMPRESORAS DE GAS NATURAL	34
7.3.2	PROCEDIMIENTOS DE INSPECCION GENERAL ANTERIORES AL ARRANQUE UNIDADES COMPRESORAS	35
8.	PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE UNIDADES COMPRESORAS	36
8.1	PROCEDIMIENTOS en campo para el arranque de la unidad compresora	36

8.2	Procedimientos para el arranque de la unidad compresora	39
8.2.1	PROCEDIMIENTO DE PARADA NORMAL UNIDADES COMPRESORAS (SACAR ESTACION DE LINEA)	40
8.2.2	Procedimientos para parada normal de la unidad compresora	42
8.3	Procedimientos en campo para parada normal de la unidad compresora	50
8.3.1	OPERACIÓN Y CONTROL NORMAL DE LAS UNIDADES COMPRESORAS	50
8.3.2	ASPECTOS DE SEGURIDAD	56
8.4	ESPECIFICACIONES Y LOCALIZACION VALVULAS DE SEGURIDAD UNIWHALE DE COLOMBIA E.U. ESTACION VASCONIA	58
9.	VALVULAS DE SEGURIDAD UNIWHALE DE COLOMBIA E.U. ESTACION VASCONIA	63
9.1	Válvula de Seguridad UV (Descarga)	63
9.2	Válvula Piloto (Descarga)	66
9.2.1	Válvula de Seguridad UV (Succión)	66
9.2.2	Válvula Piloto (Succión)	67
9.2.3	Válvula de Seguridad UV (Filtro Succión)	67
9.2.4	Válvula de Seguridad UV (Filtro Coalescente)	68
9.2.5	Válvulas de Seguridad UV (Drum Tea)	68

9.2.6	Safety Relief Valve (Unidad 1)	69
9.2.7	Safety Relief Valve (Unidad 2)	69
9.2.8	Safety Relief Valve (Unidad 3)	70
9.2.9	Válvula Neumática de Condensado (Unidad 1)	70
9.2.10	Válvula Neumática de Condensado (Unidad 2)	71
9.2.11	Válvula Neumática de Condensado (Unidad 3)	71
9.2.12	Interruptor Nivel Alto	72
9.2.13	Controlador	72
9.2.14	FACTORES DE SEGURIDAD ESTACIONES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.	73
9.2.15	FACTORES DE SEGURIDAD EN EL ARRANQUE DE LAS UNIDADES COMPRESORAS	73
10.	FACTORES DE SEGURIDAD EN LA PARADA DE LAS UNIDADES COMPRESORAS	74
10.1	FACTORES DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN Y CONTROL NORMAL DE LAS UNIDADES COMPRESORAS	74
10.2	EXTINTORES CONTRA INCENDIO	74
10.3	IDENTIFICACION DE COLORES TUBERIAS ESTACIONES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.	75
11.	PROCEDIMIENTOS ESPECIALES ESTACIONES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.	76

12.	PROCEDIMIENTO PARA INTERVENIR LAS UNIDADES DESPUES DE APAGARSE POR ALGUNA PROTECCION DE SEGURIDAD	78
13.	PROCEDIMIENTO DE APAGADO DE EMERGENCIA	79
13.1	PROCEDIMIENTO CAMBIO DE FILTROS	79
13.2	CALIBRACION DE VALVULAS DE SEGURIDAD	82
13.3	PROCEDIMIENTO A TOMAR POR ALTA PRESION EN LA LINEA DE SUCCION	83
13.4	PROCEDIMIENTO A TOMAR POR ALTA PRESION EN LINEA DE DESCARGA	84
13.5	SISTEMAS AUXILIARES ESTACIONES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.	84
13.6	EQUIPOS	85
14.	BOMBAS	86
14.1	MEDIDORES DE FLUJO ULTRASONICOS	86
14.2	CROMATOGRAFO	87
14.3	HIGROMETRO	88
14.4	DESCRIPCION DE FUNCIONES	89
14.5	CONCLUSIONES	90
15.	RECOMENDACIONES	92

## BIBLIOGRAFIA

## LISTA DE TABLAS

		pág.
<b>Tabla 1.</b>	Parámetros de diseño estación compresora Hato Nuevo	14
<b>Tabla 2.</b>	Parámetros de diseño estación compresora Norean	14
<b>Tabla 3.</b>	Parámetros de diseño estación compresora Vasconia	15
<b>Tabla 4.</b>	Especificaciones técnicas estación compresora Hato Nuevo	16
<b>Tabla 5.</b>	Especificaciones técnicas estación compresora Norean	16
<b>Tabla 6.</b>	Especificaciones técnicas estación compresora Vasconia	17
<b>Tabla 7.</b>	Especificaciones de diseño Motor G3606	20
<b>Tabla 8.</b>	Especificaciones de diseño Motor G3608	21
<b>Tabla 9.</b>	Especificaciones de diseño Motor G3612	22
<b>Tabla 10.</b>	Especificaciones Compresor Ariel JCG/2	25
<b>Tabla 11.</b>	Especificaciones Compresor Ariel JCG/4	26
<b>Tabla 12.</b>	Especificaciones Compresor Ariel JGK/4	27
<b>Tabla 13.</b>	Especificaciones Filtro de succión o Scruber Hato Nuevo	29
<b>Tabla 14.</b>	Especificaciones Filtro de succión o Scruber Norean	29
<b>Tabla 15.</b>	Especificaciones Filtro de succión o Scruber Vasconia	30

<b>Tabla 16.</b>	Especificaciones filtro de descarga o coalescente Hato Nuevo	31
<b>Tabla 17.</b>	Especificaciones filtro de descarga o coalescente Norean	31
<b>Tabla 18.</b>	Especificaciones filtro de descarga o coalescente Vasconia	32
<b>Tabla 19.</b>	Especificaciones Flake K.O. Drum Hato Nuevo	33
<b>Tabla 20.</b>	Especificaciones Blowcase Hato Nuevo	33
<b>Tabla 21.</b>	Especificaciones Flake K.O. Drum Norean	34
<b>Tabla 22.</b>	Especificaciones Blowcase Norean	34
<b>Tabla 23.</b>	Especificaciones Flake K.O. Drum Vasconia	35
<b>Tabla 24.</b>	Especificaciones Blowcase Vasconia	35
<b>Tabla 25.</b>	Especificaciones y localización válvulas de seguridad (a)	64
<b>Tabla 26.</b>	Especificaciones y localización válvulas de seguridad (b)	65
<b>Tabla 27.</b>	Especificaciones compresor y generador	86
<b>Tabla 28.</b>	Especificaciones bombas de tanque de condensados y aceite	87
<b>Tabla 29.</b>	Especificaciones sistema Hidroflo y bomba de Permazone	87
<b>Tabla 30.</b>	Especificaciones medidores Ultrasónicos descarga y succión	88
<b>Tabla 31.</b>	Especificaciones medidores Ultrasónicos combustible y tea	89
<b>Tabla 32.</b>	Especificaciones Cromatógrafo	89
<b>Tabla 33.</b>	Especificaciones Higrómetro	90

## LISTA DE FIGURAS

		pág.
<b>Figura 1.</b>	Fotografías generales de una estación compresora	6
<b>Figura 2.</b>	Plano general de una estación compresora de gas natural	7
<b>Figura 3.</b>	Válvulas Principales de succión y descarga	8
<b>Figura 4.</b>	Slug Catcher y drenaje de condensados	8
<b>Figura 5.</b>	Filtro de succión y filtro de descarga	9
<b>Figura 6.</b>	Cromatógrafo e Higrómetro	9
<b>Figura 7.</b>	Medidor de flujo Ultrasónico y tanque de condensados	10
<b>Figura 8.</b>	Intercambiadores de calor Coolers y tea	10
<b>Figura 9.</b>	Unidad # 1 estación Vasconia	11
<b>Figura 10.</b>	Unidad # 2 estación Vasconia	11
<b>Figura 11.</b>	Unidad # 3 estación Vasconia	12
<b>Figura 12.</b>	Suministro de aire y sistema de tuberías	12
<b>Figura 13.</b>	Compresor y Generador	13
<b>Figura 14.</b>	Diagrama Motor Caterpillar 3606, 3608 y 3612 (lado izquierdo)	18
<b>Figura 15.</b>	Diagrama Motor Caterpillar 3606, 3608 y 3612 (lado derecho)	19
<b>Figura 16.</b>	Diagrama Compresor Ariel	24
<b>Figura 17.</b>	Diagrama partes principales del compresor Ariel	24
<b>Figura 18.</b>	Filtro de succión o Scruber	30

<b>Figura 19.</b>	Filtro de descarga o coalescente	32
<b>Figura 20.</b>	Sistema de tea	35
<b>Figura 21.</b>	Válvulas de succión del cabezal	36
<b>Figura 22.</b>	Presión del cabezal	37
<b>Figura 23.</b>	Niveles de aceite en motor y compresor	37
<b>Figura 24.</b>	Nivel de Permazone	38
<b>Figura 25.</b>	Nivel aceite hidráulico de actuadores	38
<b>Figura 26.</b>	Niveles de aceite en motores de arranque y bomba de prelubricación	39
<b>Figura 27.</b>	Se abre válvula principal de succión	40
<b>Figura 28.</b>	By-pass del cabezal	40
<b>Figura 29.</b>	Drenaje de condensados	41
<b>Figura 30.</b>	Se abren Big-joes para combustible y gas de arranque	41
<b>Figura 31.</b>	Se abre suministro de gas combustible al motor	42
<b>Figura 32.</b>	Se abre válvula de aire al motor	42
<b>Figura 33.</b>	Se abre válvula de gas de arranque de motores de arranque	43
<b>Figura 34.</b>	Se abre válvula de descarga de los motores de arranque	43
<b>Figura 35.</b>	Se abre válvula de aceite para motor y compresor	44
<b>Figura 36.</b>	Prelubricación del compresor	44
<b>Figura 37.</b>	Se conecta fusible principal es tablero de control	45
<b>Figura 38.</b>	Se energiza tablero de control	45

<b>Figura 39.</b>	Se revisan parámetros en tablero de control	46
<b>Figura 40.</b>	Se coloca en Stara la unidad	46
<b>Figura 41.</b>	Se suben revoluciones a 750 RPM	47
<b>Figura 42.</b>	Se carga la unidad abriendo el by-pass	47
<b>Figura 43.</b>	Se abre válvula de 10 pulgadas en la unidad	48
<b>Figura 44.</b>	Se cierra válvula de recirculación de la unidad	48
<b>Figura 45.</b>	Se cierran válvulas de los motores de arranque	49
<b>Figura 46.</b>	Se colocan las protecciones de seguridad de la unidad	49
<b>Figura 47.</b>	Se abre válvula de recirculación de la unidad	50
<b>Figura 48.</b>	Se cierra válvula de 10 pulgadas en la succión de la unidad	51
<b>Figura 49.</b>	Se quitan las protecciones de seguridad de la unidad	51
<b>Figura 50.</b>	Se bajan revoluciones al motor	52
<b>Figura 51.</b>	Se ventea gas de la unidad	52
<b>Figura 52.</b>	Se continúan bajando revoluciones al motor	53
<b>Figura 53.</b>	Se coloca en Stop la unidad	53
<b>Figura 54.</b>	Se coloca en Off la unidad	54
<b>Figura 55.</b>	Se saca fusible principal del tablero	54
<b>Figura 56.</b>	Se cierra válvula de aceite de la unidad	55
<b>Figura 57.</b>	Se cierra válvula de gas combustible	55
<b>Figura 58.</b>	Se cierra válvula de aire de la unidad	56
<b>Figura 59.</b>	Se cierran Big-joe de combustible	56

<b>Figura 60.</b>	Se cierra válvula de succión del cabezal	57
<b>Figura 61.</b>	By-pass general de la estación	57
<b>Figura 62.</b>	Sistema de tuberías de la estación compresora	58
<b>Figura 63.</b>	Presión diferencial en filtros	59
<b>Figura 64.</b>	Comprobar niveles de aceite	59
<b>Figura 65.</b>	Niveles de refrigerante	60
<b>Figura 66.</b>	Revisión de las unidades compresoras	60
<b>Figura 67.</b>	Datos del PLC y del panel de control de la unidad	61
<b>Figura 68.</b>	Válvulas de seguridad UV (Descarga)	66
<b>Figura 69.</b>	Válvula Piloto (Descarga)	67
<b>Figura 70.</b>	Válvula de seguridad UV (Succión)	67
<b>Figura 71.</b>	Válvula piloto (Succión)	68
<b>Figura 72.</b>	Válvula de seguridad UV (Filtro succión)	68
<b>Figura 73.</b>	Válvula de seguridad UV (Filtro Coalescente)	69
<b>Figura 74.</b>	Válvula de seguridad UV (Drum Tea)	69
<b>Figura 75.</b>	Safety Relief Valve (Unidad 1)	70
<b>Figura 76.</b>	Safety Relief Valve (Unidad 2)	70
<b>Figura 77.</b>	Safety Relief Valve (Unidad 3)	71
<b>Figura 78.</b>	Válvula neumática de condensado (Unidad 1)	71
<b>Figura 79.</b>	Válvula neumática de condensado (Unidad 2)	72
<b>Figura 80.</b>	Válvula neumática de condensado (Unidad 3)	72
<b>Figura 81.</b>	Interruptor de nivel alto	73
<b>Figura 82.</b>	Controlador	73

<b>Figura 83.</b>	Extintores contra incendio	77
<b>Figura 84</b>	Identificación de colores de tuberías	78
<b>Figura 85.</b>	Se cierra succión principal de la unidad	79
<b>Figura 86.</b>	Se drena o ventea el gas a la tea	80
<b>Figura 87.</b>	Se verifica la falla que presento la unidad	80
<b>Figura 88.</b>	Se corrige falla que presento la unidad	81
<b>Figura 89.</b>	Se reinicia de inmediato la unidad	81
<b>Figura 90.</b>	Presionar el botón de emergencia	82
<b>Figura 91.</b>	Se cierra válvula de succión de la unidad	82
<b>Figura 92.</b>	Se coloca la unidad en condición de parada	83
<b>Figura 93.</b>	Compresor y Generador	86
<b>Figura 94.</b>	Bombas tanque de condensados y aceite	87
<b>Figura 95.</b>	Bomba Hidroflo y Permazone	88
<b>Figura 96.</b>	Medidor de flujo Ultrasónico	89
<b>Figura 97.</b>	Cromatógrafo	90
<b>Figura 98.</b>	Higrómetro	91

## INTRODUCCIÓN

Actualmente no se cuenta con un manual de procedimientos para realizar operaciones normalizadas en las estaciones compresoras de gas natural. Este manual brindará la orientación necesaria al personal de operaciones para arrancar, operar o sacar de operación la estación compresora de gas natural o alguno de sus subsistemas.

En esta monografía se realizara una descripción técnica de las unidades compresoras de las estaciones Hato Nuevo, Norean y Vasconia.

Se hará un análisis de los parámetros de diseño bajo los cuales operan cada una de las estaciones compresoras, también se describirán claramente de los equipos principales que se utilizan en las estaciones compresoras de gas natural.

Se revisaran las especificaciones y localización de las válvulas de seguridad en una estación compresora, además se enumeraran los factores de seguridad a tener en cuenta cuando se arranca, se opera o se saca de operación una estación compresora de gas natural.

Se describirán las funciones y responsabilidades principales del operador de una estación compresora de gas natural.

## **1. ALCANCE DEL MANUAL**

Este manual describe los principales procedimientos operacionales que se llevan a cabo en las estaciones compresoras de gas natural. La función de este manual de operación es brindar la orientación necesaria al personal de operaciones para arrancar, operar o sacar de operación la estación compresora de gas natural, o alguno de sus subsistemas.

Se espera que este manual sirva de guía a los operadores de la estación compresora de gas natural para la correcta operación cumpliendo con todas las condiciones de seguridad y confiabilidad. No se incluyen los conocimientos básicos porque los operadores deben tener el entrenamiento adecuado y la suficiente experiencia en el manejo de todos los equipos instalados en la estación.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El gas natural es una mezcla combustible de gases de gran poder calorífico, formado en las entrañas de la tierra en el curso de un proceso evolutivo de centenares de miles de años. El principal componente de la mezcla que conforma el gas natural es el metano. Los demás componentes, en muy pequeñas cantidades, son otros gases tales como óxidos de nitrógenos, dióxido de carbono, y vapor de agua.

A través de la Red Nacional de Gasoductos, se busca suministrar gas natural a los principales centros de consumo industrial y residencial. El plan de masificación del gas natural busca, además, reducir el consumo de leña y la tala de árboles. Otro factor benéfico, es sustituir el uso de la energía eléctrica, la cual es más costosa que el gas natural.

La función de la estación compresora de gas natural es, elevar la presión del fluido en la línea, con el fin de suministrar la energía necesaria para su transporte. Para la estación se cuenta con una línea de succión donde el flujo inicia su recorrido, pasando por unos medidores de flujo computarizados que son los encargados de medir y almacenar minuto a minuto toda la información referente a la corriente de entrada, datos de presión, temperatura, volumen, caudal y cromatografía. El gas continúa su recorrido hacia los compresores, pasando antes por el Scruber, que se encargan de extraer el posible contenido de líquido. Finalmente, el gas a una mayor presión, sale por la línea de descarga de las unidades compresoras, pasando por los medidores de flujo de esta línea hacia el otro tramo del gasoducto.

Las estaciones compresoras de gas natural básicamente cuentan, también, con un suministro de potencia para la puesta en marcha de los compresores, un motor por cada compresor; motor y compresor, un ventilador para el sistema de enfriamiento, un sistema de válvulas que regulan el paso de gas tanto para el funcionamiento de los compresores como para el sostenimiento de la presión de trabajo deseada, un compresor para el accionamiento de dichas válvulas, filtro coalescente que se encarga de extraer las impurezas que pueda contener el gas para cumplir con los requerimientos del mercado y toda la instrumentación necesaria para el control del proceso de compresión.

Además, dentro de la estación compresora de gas natural se cuentan con tanques de almacenamiento para los lubricantes y refrigerantes que son utilizados en los motores, y para los condensados drenados en la operación, esto último, con el propósito de proteger y conservar el medio ambiente; la estación de compresión de gas natural, cuenta con un plan de manejo ambiental dando cumplimiento a las disposiciones legales nacionales sobre esta materia.

Actualmente el gasoducto Ballena – Barrancabermeja cuenta con dos estaciones compresoras de gas natural: Hato Nuevo y Norean. En el gasoducto Barrancabermeja - Mariquita se encuentra localizada la estación compresora de Vasconia.

#### ❖ **Estación Compresora Hato Nuevo**

Esta ubicada en inmediaciones de la trampa de raspadores del kilómetro 79 del gasoducto Ballena – Barrancabermeja, en el municipio de Hatonuevo, departamento de la Guajira.

❖ **Estación Compresora Norean**

Se encuentra localizada en el municipio de Gamarra, está ubicada en cercanías de la trampa de raspadores localizada en el kilómetro 412 del gasoducto Ballena – Barrancabermeja.

❖ **Estación Compresora Vasconia**

Ubicada en la Vereda Morrocaliente, corregimiento de Vasconia, Municipio de Puerto Boyacá, departamento de Boyacá en inmediaciones de la trampa de raspadores del kilómetro 172 del gasoducto Barrancabermeja - Mariquita.

### 3. DIAGRAMA GENERAL DE UNA ESTACIÓN COMPRESORA DE GAS NATURAL UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.

#### 3.1 PLANO GENERAL DE LA ESTACIÓN COMPRESORA

**Figura 1.** Fotografías generales de una estación compresora



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

En el plano general de una estación compresora de gas natural se muestra la distribución en general de cada uno de los equipos presentes dentro de la estación, además da una clara descripción de los equipos necesarios para realizar la operación de una estación compresora de gas natural.

Figura 2. Plano general de una estación compresora de gas natural

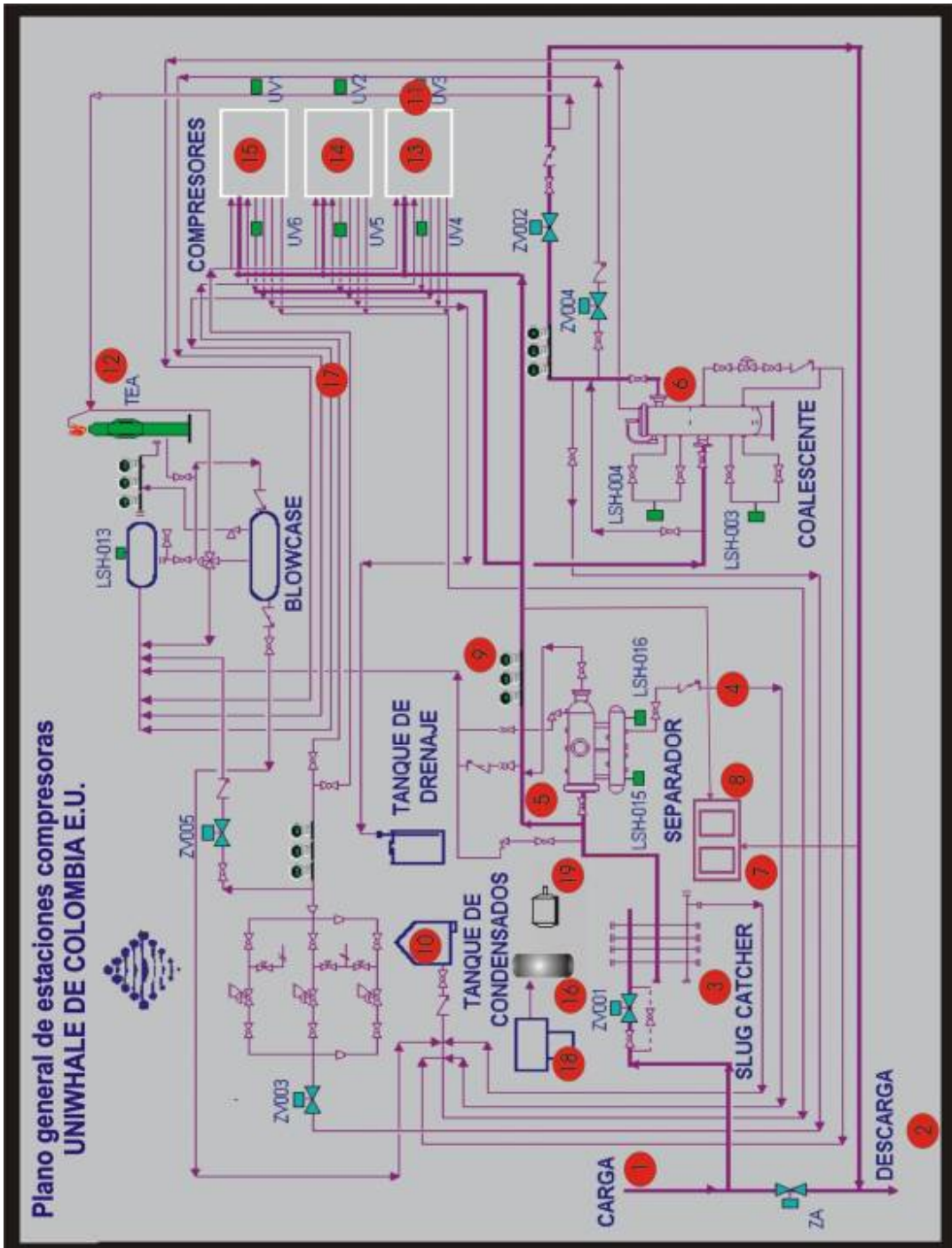


Imagen tomada del archivo de Uniwhale de Colombia E.U.

## 3.2 EQUIPOS PRINCIPALES

### 3.2.1 Válvulas Principales de Succión (Referencia 1 en el plano) y Descarga (Ref 2 en el plano).

**Figura 3.** Válvulas principales de succión y descarga



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

### 3.2.2 Slug Catcher (Ref 3 en el Plano) y Drenaje de Condensados (Ref 4 en el plano).

**Figura 4.** Slug Catcher y drenaje de condensados



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

### 3.2.3 Filtro de Succión Scruber (Ref 5 en el plano) y Filtro de Descarga Coalescente (Ref 6 en el plano).

**Figura 5.** Filtro de succión y filtro de descarga



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

### 3.3.4 Cromatógrafo (Ref 7 En El Plano) e Higrómetro (Ref 8 en el Plano).

**Figura 6.** Cromatógrafo e Higrómetro



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**3.3.5 Medidor de Flujo Ultrasónico (Ref 9 en el plano) y Tanque de Condensados (Ref 10 en el plano).**

**Figura 7.** Medidor de Flujo Ultrasónico y tanque de condensados



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**3.3.6 Intercambiadores de calor Coolers (Ref 11 en el plano) y Tea (Ref 12 en el plano).**

**Figura 8.** Intercambiadores de calor Coolers y Tea



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

### 3.3.7 Unidad # 1 (Ref 13 en el plano)

**Figura 9.** Unidad # 1 estación Vasconia



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

### 3.3.8 Unidad # 2 (Ref 14 en el plano)

**Figura 10.** Unidad # 2 estación Vasconia



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

### 3.3.9 Unidad # 3 (Ref 15 en el plano)

**Figura 11.** Unidad # 3 estación Vasconia



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

### 3.3.10 Suministro de aire (Ref 16 En El Plano) y Sistema de tuberías (Ref 17 En El Plano)

**Figura 12.** Suministro de aire y sistema de tuberías



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

### 3.3.11 Compresor (Ref 18 en el plano) y Generador (Ref 19 en el plano)

**Figura 13.** Compresor y Generador



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

#### 4. PARÁMETROS DE DISEÑO ESTACIONES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.

##### 4.1 PARÁMETROS DE DISEÑO ESTACIÓN COMPRESORA HATO NUEVO

**Tabla 1.** Parámetros de diseño estación compresora Hato Nuevo

<b>VOLUMEN A COMPRIMIR</b>	199,4 MMSCFD (Condiciones de diseño) 178,8 MMSCFD(Cuando falle una unidad)
<b>PRESIÓN DE SUCCIÓN</b>	863 Psig (Condiciones de diseño) 920 Psig (Por falla de una unidad)
<b>PRESIÓN DE DESCARGA</b>	1200 Psig (Condiciones de diseño) 1200 Psig (Por falla de una unidad)
<b>TEMPERATURA DESCARGA</b>	120 °F

Tomada del archivo de Uniwhale de Colombia E.U.

##### 4.2 PARÁMETROS DE DISEÑO ESTACIÓN COMPRESORA NOREAN

**Tabla 2.** Parámetros de diseño estación compresora Norean

<b>VOLUMEN A COMPRIMIR</b>	195,9 MMSCFD (Condiciones de diseño) 176,7 MMSCFD(Cuando falle una unidad)
<b>PRESIÓN DE SUCCIÓN</b>	556 Psig (Condiciones de diseño) 723 Psig (Por falla de una unidad)

<b>PRESIÓN DE DESCARGA</b>	1200 Psig (Condiciones de diseño) 1200 Psig (Por falla de una unidad)
<b>TEMPERATURA DESCARGA</b>	120 °F

Tomada del archivo de Uniwhale de Colombia E.U.

### 4.3 PARÁMETROS DE DISEÑO ESTACIÓN COMPRESORA VASCONIA

**Tabla 3.** Parámetros de diseño estación compresora Vasconia

<b>VOLUMEN A COMPRIMIR</b>	120,8 MMSCFD (Condiciones de diseño) 114,5 MMSCFD(Cuando falle una unidad)
<b>PRESIÓN DE SUCCIÓN</b>	610 Psig (Condiciones de diseño) 710 Psig (Por falla de una unidad)
<b>PRESIÓN DE DESCARGA</b>	1200 Psig (Condiciones de diseño) 1200 Psig (Por falla de una unidad)
<b>TEMPERATURA DESCARGA</b>	120 °F

Tomada del archivo de Uniwhale de Colombia E.U.

**5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS UNIDADES COMPRESORAS  
UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.**

**5.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS UNIDADES COMPRESORAS  
ESTACIÓN HATO NUEVO**

**Tabla 4.** Especificaciones técnicas estación compresora Hato Nuevo

UNIDAD # 1		UNIDAD # 2		UNIDAD # 3	
<b>ENGINE</b> <b>G3608</b>	<b>SERIAL</b> 4WF00105	<b>ENGINE</b> <b>G3608</b>	<b>SERIAL</b> 4WF00106	<b>ENGINE</b> <b>G3608</b>	<b>SERIAL</b> 4WF00107
<b>COMPRESOR</b> <b>JGK/4</b>	<b>SERIAL</b> F13471	<b>COMPRESOR</b> <b>JGK/4</b>	<b>SERIAL</b> F13470	<b>COMPRESOR</b> <b>JGK/4</b>	<b>SERIAL</b> F13472
<b>COOLER</b> 108AF2	<b>SERIAL</b> 980750A	<b>COOLER</b> 108AF2	<b>SERIAL</b> 980750B	<b>COOLER</b> 108AF2	<b>SERIAL</b> 980750C

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

**5.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS UNIDADES COMPRESORAS  
ESTACIÓN NOREAN**

**Tabla 5.** Especificaciones técnicas estación compresora Norean

UNIDAD # 1		UNIDAD # 2		UNIDAD # 3	
<b>ENGINE</b> <b>G3612</b>	<b>SERIAL</b> 1YG00158	<b>ENGINE</b> <b>G3612</b>	<b>SERIAL</b> 1YG00157	<b>ENGINE</b> <b>G3612</b>	<b>SERIAL</b> 1YG00159

<b>COMPRESOR</b> <b>JCG/4</b>	<b>SERIAL</b> F13474	<b>COMPRESOR</b> <b>JCG/4</b>	<b>SERIAL</b> F13475	<b>COMPRESOR</b> <b>JCG/4</b>	<b>SERIAL</b> F13476
<b>COOLER</b> 120F3	<b>SERIAL</b> 980783A	<b>COOLER</b> 120F3	<b>SERIAL</b> 980783B	<b>COOLER</b> 120F3	<b>SERIAL</b> 980783C

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

### 5.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS UNIDADES COMPRESORAS ESTACIÓN VASCONIA

**Tabla 6.** Especificaciones técnicas estación compresora Vasconia

<b>UNIDAD # 1</b>		<b>UNIDAD # 2</b>		<b>UNIDAD # 3</b>	
<b>ENGINE</b>	<b>SERIAL</b>	<b>ENGINE</b>	<b>SERIAL</b>	<b>ENGINE</b>	<b>SERIAL</b>
<b>G3606</b>	3XF00163	<b>G3612</b>	1YG00164	<b>G3612</b>	1YG00163
<b>COMPRESOR</b>	<b>SERIAL</b>	<b>COMPRESOR</b>	<b>SERIAL</b>	<b>COMPRESOR</b>	<b>SERIAL</b>
<b>JCG/2</b>	F13478	<b>JCG/4</b>	F13473	<b>JCG/4</b>	F13477
<b>COOLER</b>	<b>SERIAL</b>	<b>COOLER</b>	<b>SERIAL</b>	<b>COOLER</b>	<b>SERIAL</b>
108AF2	980785	120F3	980784A	120F3	980784B

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

### 5.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MOTORES CATERPILLAR 3606, 3608 Y 3612

#### 5.4.1 Diagrama Motor Caterpillar 3606, 3608 Y 3612

**Figura 14.** Diagrama Motor Caterpillar 3606, 3608 y 3612 (lado izquierdo)

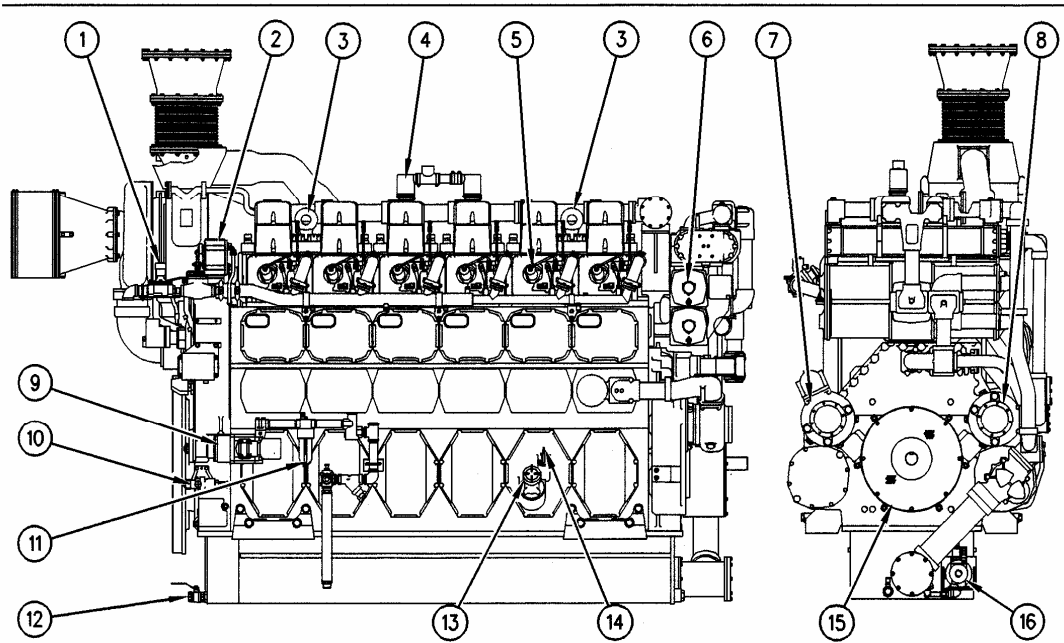


Imagen tomada de los manuales de Caterpillar motores de la serie 3600

- (1) Válvula de cierre de gas.
- (2) Actuador para control de combustible.
- (3) Ojo elevador o soporte.
- (4) Respirador del carter.
- (5) Transformador.
- (6) Filtro de aceite.
- (7) Cubierta bomba de agua.
- (8) Postenfriador y bomba de enfriamiento de aceite.
- (9) Motor de arranque.
- (10) Engranaje de giro manual del motor.
- (11) Lubricación con aceite del motor de arranque.
- (12) Drenaje de aceite.
- (13) Llenado de aceite.

- (14) Indicador de nivel de aceite.
- (15) Damper de vibración a la salida del carter.
- (16) Bomba de prelubricación.

**Figura 15.** Diagrama Motor Caterpillar 3606, 3608 y 3612 (lado derecho)

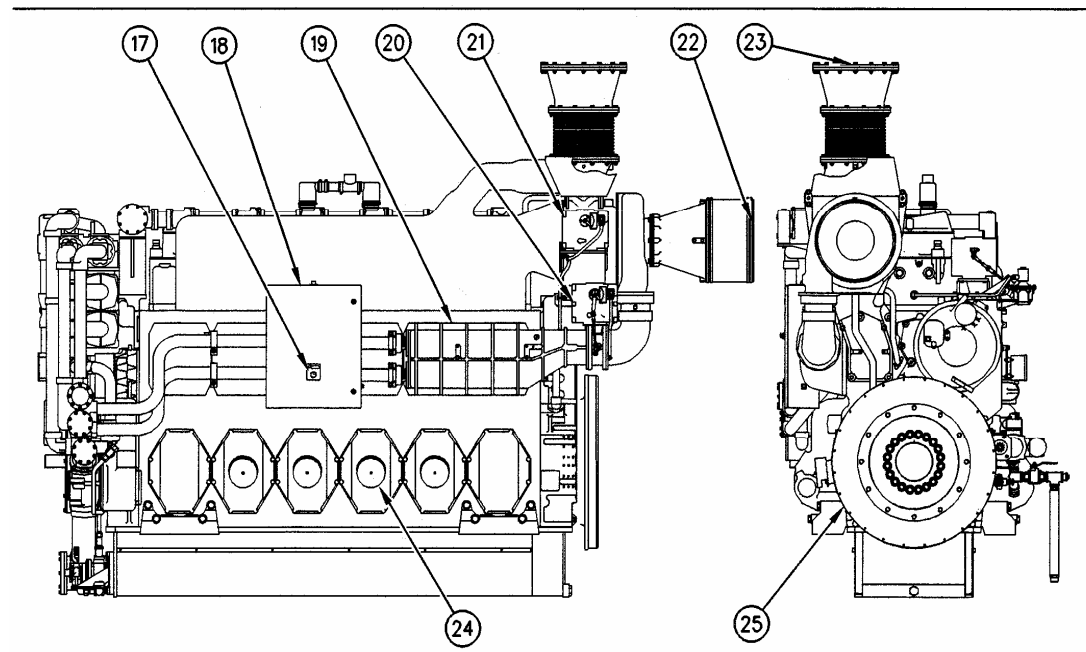


Imagen tomada de los manuales de Caterpillar motores de la serie 3600

- (17) Botón de parada de emergencia.
- (18) Caja de empalme.
- (19) Postenfriador.
- (20) Actuador de choke de aire.
- (21) Actuador del by-pass de escape.
- (22) Entrada de aire.
- (23) Escape del motor.
- (24) Válvula de alivio de explosión del carter.

(25) Compartimiento del volante.

#### 5.4.2 Especificaciones de Diseño Motor G3606

Tabla 7. Especificaciones de Diseño Motor G3606

<b>RPM de operación</b>	750 a 1000
<b>Mínimas RPM del motor</b>	550
<b>Potencia</b>	1665 HP
<b>Configuración y número de cilindros</b>	6 en línea
<b>Calibre</b>	300 mm (11.8 pulg)
<b>Carrera</b>	300 mm (11.8 pulg)
<b>Relación de compresión</b>	9.2:1
<b>Desplazamiento por cilindro</b>	21.2 L (1294 pulg <sup>3</sup> )
<b>Desplazamiento total (cilindrada)</b>	127.2 L (7762 pulg <sup>3</sup> )
<b>Velocidad del pistón a 900 rpm</b>	9 m/s (1772 pies/min)
<b>Velocidad del pistón a 1000 rpm</b>	10 m/s (1969 pies/min)
<b>Rotación del cigüeñal</b>	Hacia la Derecha (Norma SAE)
<b>Rotación del imán</b>	Hacia la Derecha
<b>Combustible Utilizado</b>	Gas Natural
<b>Tipo de combustión</b>	Encendido por chispa (precámara)
<b>Refrigerante utilizado</b>	Permazone
<b>Método de arranque</b>	1 Motor Neumático
<b>Máxima presión del escape</b>	3 kPa (12 pulg de H <sub>2</sub> O)
<b>Máxima restricción de estrada de aire</b>	3.7 kPa (15 pulg de H <sub>2</sub> O)
<b>Filtros de aire</b>	1 filtro

<b>Válvulas por cilindro</b>	5 (2 de admisión; 2 de escape; 1 de admisión de gas)
<b>Ajuste válvula de admisión de gas</b>	0.64 mm (0.025 pulg)
<b>Ajuste válvula de admisión</b>	0.50 mm (0.020 pulg)
<b>Ajuste válvula de escape</b>	1.25 mm (0.050 pulg)
<b>Orden de encendido</b>	1-5-3-6-2-4

Tomada de los manuales de Caterpillar motores de la serie 3600

### 5.4.3 Especificaciones de Diseño Motor G3608

**Tabla 8.** Especificaciones de Diseño Motor G3608

<b>RPM de operación</b>	750 a 1000
<b>Mínimas RPM del motor</b>	550
<b>Potencia</b>	2225 HP
<b>Configuración y número de cilindros</b>	8 en línea
<b>Calibre</b>	300 mm (11.8 pulg)
<b>Carrera</b>	300 mm (11.8 pulg)
<b>Relación de compresión</b>	9.2:1
<b>Desplazamiento por cilindro</b>	21.2 L (1294 pulg <sup>3</sup> )
<b>Desplazamiento total (cilindrada)</b>	169.6 L (10350 pulg <sup>3</sup> )
<b>Velocidad del pistón a 900 rpm</b>	9 m/s (1772 pies/min)
<b>Velocidad del pistón a 1000 rpm</b>	10 m/s (1969 pies/min)
<b>Rotación del cigüeñal</b>	Hacia la Derecha (Norma SAE)
<b>Rotación del imán</b>	Hacia la Derecha
<b>Combustible Utilizado</b>	Gas Natural

<b>Tipo de combustión</b>	Encendido por chispa (precámara)
<b>Refrigerante utilizado</b>	Permazone
<b>Método de arranque</b>	1 Motor Neumático
<b>Máxima presión del escape</b>	3 kPa (12 pulg de H <sub>2</sub> O)
<b>Máxima restricción de estrada de aire</b>	3.7 kPa (15 pulg de H <sub>2</sub> O)
<b>Filtros de aire</b>	1 filtro
<b>Válvulas por cilindro</b>	5 (2 de admisión; 2 de escape; 1 de admisión de gas)
<b>Ajuste válvula de admisión de gas</b>	0.64 mm (0.025 pulg)
<b>Ajuste válvula de admisión</b>	0.50 mm (0.020 pulg)
<b>Ajuste válvula de escape</b>	1.25 mm (0.050 pulg)
<b>Orden de encendido</b>	1-6-2-5-8-3-7-4

Tomada de los manuales de Caterpillar motores de la serie 3600

#### 5.4.4 Especificaciones de Diseño Motor G3612

**Tabla 9.** Especificaciones de Diseño Motor G3612

<b>RPM de operación</b>	750 a 1000
<b>Mínimas RPM del motor</b>	550
<b>Potencia</b>	3335 HP
<b>Configuración y número de cilindros</b>	12 en V (50° con la horizontal)
<b>Calibre</b>	300 mm (11.8 pulg)
<b>Carrera</b>	300 mm (11.8 pulg)
<b>Relación de compresión</b>	9.2:1

<b>Desplazamiento por cilindro</b>	21.2 L (1294 pulg <sup>3</sup> )
<b>Desplazamiento total (cilindrada)</b>	254.4 L (15528 pulg <sup>3</sup> )
<b>Velocidad del pistón a 900 rpm</b>	9 m/s (1772 pies/min)
<b>Velocidad del pistón a 1000 rpm</b>	10 m/s (1969 pies/min)
<b>Rotación del cigüeñal</b>	Hacia la Derecha (Norma SAE)
<b>Rotación del imán</b>	Hacia la Derecha
<b>Combustible Utilizado</b>	Gas Natural
<b>Tipo de combustión</b>	Encendido por chispa (precámara)
<b>Refrigerante utilizado</b>	Permazone
<b>Método de arranque</b>	2 Motores Neumáticos
<b>Máxima presión del escape</b>	3 kPa (12 pulg de H <sub>2</sub> O)
<b>Máxima restricción de estrada de aire</b>	3.7 kPa (15 pulg de H <sub>2</sub> O)
<b>Filtros de aire</b>	2 filtros
<b>Válvulas por cilindro</b>	5 (2 de admisión; 2 de escape; 1 de admisión de gas)
<b>Ajuste válvula de admisión de gas</b>	0.64 mm (0.025 pulg)
<b>Ajuste válvula de admisión</b>	0.50 mm (0.020 pulg)
<b>Ajuste válvula de escape</b>	1.25 mm (0.050 pulg)
<b>Orden de encendido</b>	1-12-9-4-5-8-11-2-3-10-7-6

Tomada de los manuales de Caterpillar motores de la serie 3600

## **5.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS COMPRESORES ARIEL JCG/2, JCG/4 Y JGK/4**

### **5.5.1 Diagrama Compresor Ariel JCG/2, JCG/4 Y JGK/4**

**Figura 16.** Diagrama Compresor Ariel

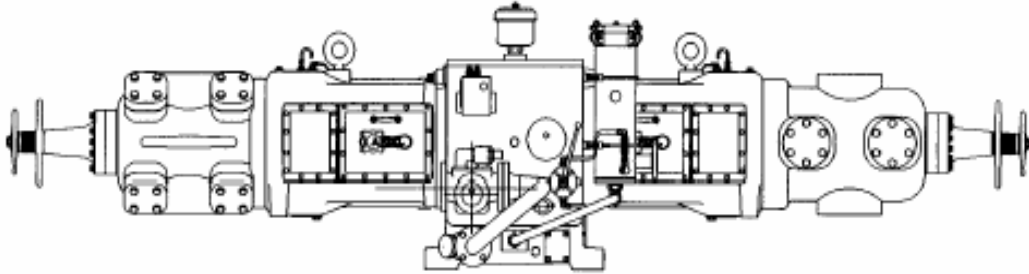


Imagen tomada de los manuales de Compresores Ariel

**Figura 17.** Diagrama partes principales del compresor Ariel

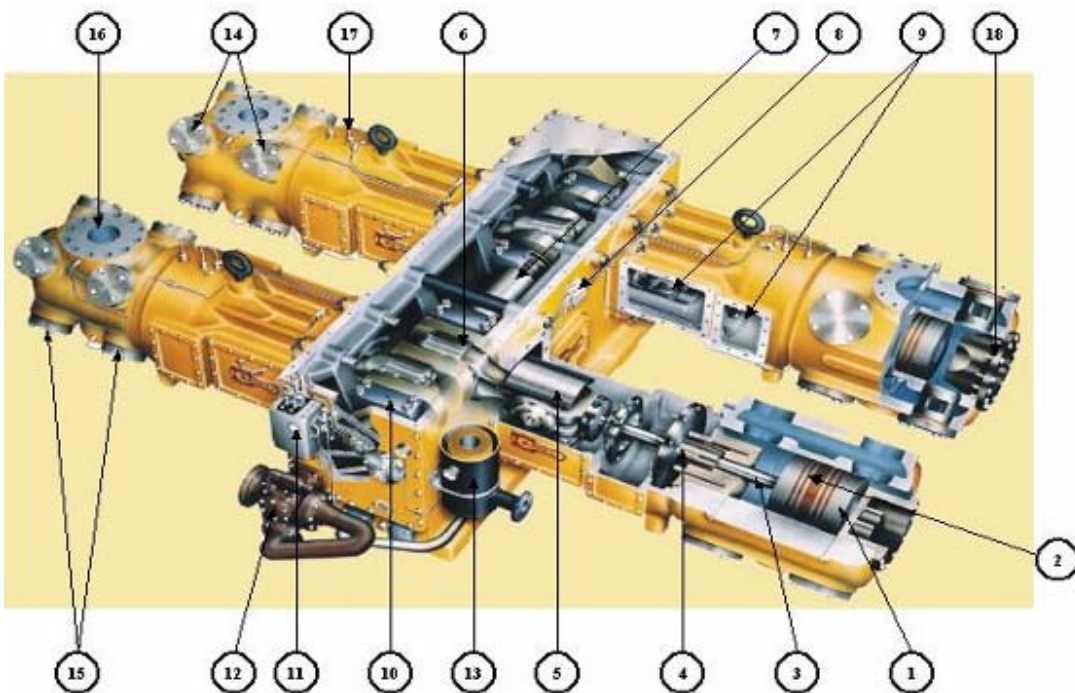


Imagen tomada de los manuales de Compresores Ariel

- (1) Cabeza del pistón.
- (2) Anillos del pistón.
- (3) Varilla del pistón o vástago.
- (4) Caja de empaques.
- (5) Patín de la biela.
- (6) Biela
- (7) Cigüeñal del compresor.
- (8) Líneas de lubricación.
- (9) Tapas laterales.
- (10) Tapas de bielas.
- (11) Bomba de lubricación de los cilindros del compresor.
- (12) Bomba de lubricación del compresor.
- (13) Filtro de aire.
- (14) Válvulas de admisión de gas al compresor.
- (15) Válvulas de descarga de gas del compresor.
- (16) Acoples para botellas de pulsaciones.
- (17) Venteos del compresor.
- (18) Bolsillo del compresor.

### 5.5.2 Especificaciones Compresor Ariel JCG/2

**Tabla 10.** Especificaciones Compresor Ariel JCG/2

<b>Carrera, pulgadas (mm)</b>	6-1/2 (165,1)
<b>Velocidad, rpm</b>	Hasta 1000
<b>Velocidad del pistón, pies/minuto (m/s)</b>	Hasta 1083 (5.5)
<b>Número de brazos</b>	2
<b>Potencia, hp (kW)</b>	Hasta 1900 (1417)

<b>Altura - Base hasta l.c. del cigüeñal, pulg (mm)</b>	22 (558.8)
<b>l.c. a l.c. de biela, pulg (mm)</b>	17 (431.8)
<b>Ancho máximo, pulg (mm)</b>	173 (4.39)
<b>Largo máximo, pulg (m)</b>	63 (1.6)
<b>Peso aprox. Con cilindros, lbs (kg)</b>	13,800 (6260)
<b>Capacidad de la bomba de aceite, gal/min (l/s)</b>	20 (1.3)
<b>Eliminación de calor , BTU/hr (J/s)</b>	30,000 (8800)
<b>Capacidad del colector de aceite, galones US (l)</b>	31 (120)
<b>Diámetro del vástago del pistón, pulg (mm)</b>	2.500 (63.50)
<b>Carga del vástago interno - acción doble:</b>	
<b>Compresión + tensión, lbf (kN)</b>	114,000 (507)
<b>Tensión, lbf (kN)</b>	57,000 (253)
<b>Compresión, lbf (kN)</b>	60,000 (267)
<b>Carga del vástago interno - acción sencilla</b>	
<b>Tensión, lbf (kN)</b>	57,000 (253)

Tomada de los manuales de Ariel

### 5.5.3 Especificaciones Compresor Ariel JCG/4

**Tabla 11.** Especificaciones Compresor Ariel JCG/4

<b>Carrera, pulgadas (mm)</b>	6-1/2 (165,1)
<b>Velocidad, rpm</b>	Hasta 1000
<b>Velocidad del pistón, pies/minuto (m/s)</b>	Hasta 1083 (5.5)
<b>Número de brazos</b>	4
<b>Potencia, hp (kW)</b>	Hasta 3800 (2834)
<b>Altura - Base hasta l.c. del cigüeñal, pulg (mm)</b>	22 (558.8)

<b>I.c. a I.c. de biela, pulg (mm)</b>	17 (431.8)
<b>Ancho máximo, pulg (mm)</b>	173 (4.39)
<b>Largo máximo, pulg (m)</b>	116 (2.95)
<b>Peso aprox. Con cilindros, lbs (kg)</b>	27,400 (12 428)
<b>Capacidad de la bomba de aceite, gal/min (l/s)</b>	40 (2.5)
<b>Eliminación de calor , BTU/hr (J/s)</b>	51,000 (15 000)
<b>Capacidad del colector de aceite, galones US (l)</b>	68 (260)
<b>Diámetro del vástago del pistón, pulg (mm)</b>	2.500 (63.50)
<b>Carga del vástago interno - acción doble:</b>	
<b>Compresión + tensión, lbf (kN)</b>	114,000 (507)
<b>Tensión, lbf (kN)</b>	57,000 (253)
<b>Compresión, lbf (kN)</b>	60,000 (267)
<b>Carga del vástago interno - acción sencilla</b>	
<b>Tensión, lbf (kN)</b>	57,000 (253)

Tomada de los manuales de Ariel

#### 5.5.4 Especificaciones Compresor Ariel JGK/4

**Tabla 12.** Especificaciones Compresor Ariel JGK/4

<b>Carrera, pulgadas (mm)</b>	5-1/2 (139.7)
<b>Velocidad, rpm</b>	Hasta 1200
<b>Velocidad del pistón, pies/minuto (m/s)</b>	Hasta 1100 (5.6)
<b>Número de brazos</b>	4
<b>Potencia, hp (kW)</b>	Hasta 2540 (1894)
<b>Altura - Base hasta I.c. del cigüeñal, pulg (mm)</b>	17 (431.8)
<b>I.c. a I.c. de biela, pulg (mm)</b>	13.75 (349.25)

<b>Ancho máximo, pulg (mm)</b>	157 (3.99)
<b>Largo máximo, pulg (m)</b>	101 (2.57)
<b>Peso aprox. Con cilindros, lbs (kg)</b>	21.000 (9530)
<b>Capacidad de la bomba de aceite, gal/min (l/s)</b>	25 (1.6)
<b>Eliminación de calor , BTU/hr (J/s)</b>	34,000 (10 000)
<b>Capacidad del colector de aceite, galones US (l)</b>	37 (140)
<b>Diámetro del vástago del pistón, pulg (mm)</b>	2.000 (50.80)
<b>Carga del vástago interno - acción doble:</b>	
<b>Compresión + tensión, lbf (kN)</b>	74,000 (329)
<b>Tensión, lbf (kN)</b>	37,000 (165)
<b>Compresión, lbf (kN)</b>	40,000 (178)
<b>Carga del vástago interno - acción sencilla</b>	
<b>Tensión, lbf (kN)</b>	37,000 (165)

Tomada de los manuales de Ariel

**6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS FILTROS DE SUCCIÓN Y  
DESCARGA ESTACIONES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA  
E.U.**

**6.1 ESPECIFICACIONES FILTRO DE SUCCIÓN O SCRUBER HATO  
NUEVO**

**Tabla 13.** Especificaciones Filtro de succión o Scruber Hato Nuevo

<b>Marca</b>	Peco (Perry Equipment Corp.)
<b>Modelo</b>	75H-23-336-32-1200-WP
<b>Posición</b>	Horizontal
<b>Etapas de Filtración</b>	2
<b>Díámetro</b>	32 Pulgadas

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

**6.2 ESPECIFICACIONES FILTRO DE SUCCIÓN O SCRUBER NOREAN**

**Tabla 14.** Especificaciones Filtro de succión o Scruber Norean

<b>Marca</b>	Peco (Perry Equipment Corp.)
<b>Modelo</b>	75H-31-336-36-1000-WP
<b>Posición</b>	Horizontal

<b>Etapas de Filtración</b>	2
<b>Diámetro</b>	32 Pulgadas

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

### 6.3 ESPECIFICACIONES FILTRO DE SUCCIÓN O SCRUBER VASCONIA

**Tabla 15.** Especificaciones Filtro de succión o Scruber Vasconia

<b>Marca</b>	Peco (Perry Equipment Corp.)
<b>Modelo</b>	75H-19-336-28-1000-WP
<b>Posición</b>	Horizontal
<b>Etapas de Filtración</b>	2
<b>Diámetro</b>	28 Pulgadas

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

**Figura 18.** Filtro de succión o Scruber



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

#### 6.4 ESPECIFICACIONES FILTRO DE DESCARGA O COALESCENTE HATO NUEVO

**Tabla 16.** Especificaciones Filtro de descarga o coalescente Hato Nuevo

<b>Marca</b>	Peco (Perry Equipment Corp.)
<b>Modelo</b>	77V-26-PCHGC-336-40-1400
<b>Posición</b>	Vertical
<b>Etapas de Filtración</b>	2
<b>Diámetro</b>	40 Pulgadas

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

#### 6.5 ESPECIFICACIONES FILTRO DE DESCARGA O COALESCENTE NOREAN

**Tabla 17.** Especificaciones Filtro de descarga o coalescente Norean

<b>Marca</b>	Peco (Perry Equipment Corp.)
<b>Modelo</b>	77V-26-PCHGC-336-40-1400
<b>Posición</b>	Vertical
<b>Etapas de Filtración</b>	2
<b>Diámetro</b>	40 Pulgadas

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

## 6.6 ESPECIFICACIONES FILTRO DE DESCARGA O COALESCENTE VASCONIA

**Tabla 18.** Especificaciones Filtro de descarga o coalescente Vasconia

<b>Marca</b>	Peco (Perry Equipment Corp.)
<b>Modelo</b>	77V-16-PCHGC-336-32-1400
<b>Posición</b>	Vertical
<b>Etapas de Filtración</b>	2
<b>Diámetro</b>	32 Pulgadas

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

**Figura 19.** Filtro de descarga o coalescente



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

## 7. ESPECIFICACIONES SISTEMA DE TEA ESTACIONES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.

### 7.1 ESPECIFICACIONES SISTEMA DE TEA ESTACIÓN HATO NUEVO

#### 7.1.1 Especificaciones Flake K.O. Drum

**Tabla 19.** Especificaciones Flake K.O. Drum Hato Nuevo

<b>Tamaño</b>	48" X 120"
<b>Presión de descarga</b>	260 psi
<b>Temperatura de descarga</b>	200 °F

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

#### 7.1.2 Especificaciones Blowcase

**Tabla 20.** Especificaciones Blowcase Hato Nuevo

<b>Tamaño</b>	36" ID X 60" S/S
<b>Presión de descarga</b>	260 psi
<b>Temperatura de descarga</b>	200 °F

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

## 7.2 ESPECIFICACIONES SISTEMA DE TEA ESTACIÓN NOREAN

### 7.2.1 Especificaciones Flake K.O. Drum

**Tabla 21.** Especificaciones Flake K.O. Drum Norean

<b>Tamaño</b>	48" X 120"
<b>Presión de descarga</b>	260 psi
<b>Temperatura de descarga</b>	200 °F

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

### 7.2.2 Especificaciones Blowcase

**Tabla 22.** Especificaciones Blowcase Norean

<b>Tamaño</b>	36" ID X 60" S/S
<b>Presión de descarga</b>	260 psi
<b>Temperatura de descarga</b>	200 °F

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

## 7.3 ESPECIFICACIONES SISTEMA DE TEA ESTACIÓN VASCONIA

### 7.3.1 Especificaciones Flake K.O. Drum Vasconia

**Tabla 23.** Especificaciones Flake K.O. Drum Vasconia

<b>Tamaño</b>	48" X 120"
<b>Presión de descarga</b>	300 psi
<b>Temperatura de descarga</b>	200 °F

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

### 7.3.2 Especificaciones Blowcase

**Tabla 24.** Especificaciones Blowcase Vasconia

<b>Tamaño</b>	48" ID X 60" S/S
<b>Presión de descarga</b>	300 psi
<b>Temperatura de descarga</b>	200 °F

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

**Figura 20.** Sistema de tea



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

## 8. PROCEDIMIENTOS DE ARRANQUE, PARADA Y OPERACIÓN NORMAL DE LAS ESTACIONES COMPRESORAS DE GAS NATURAL

### 8.1 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN GENERAL ANTERIORES AL ARRANQUE UNIDADES COMPRESORAS

Se realiza una inspección general de la estación compresora haciendo énfasis en los siguientes aspectos:

- ❖ Se revisan válvulas del cabezal (succión).

**Figura 21.** Válvulas de succión del cabezal



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Presión del cabezal: En línea de succión presión mínima según condiciones de diseño de la estación y presión máxima de 1000 psi por disparo de válvulas de seguridad en succión de la estación compresora. En línea de descarga 1200 psig (Condiciones de diseño).

**Figura 22.** Presión del cabezal



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se revisa nivel de aceite en el motor Caterpillar y nivel de aceite en el compresor Ariel.

**Figura 23.** Niveles de aceite en motor y compresor



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Nivel de Permazone.

**Figura 24.** Nivel de Permazone



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Nivel de aceite hidráulico para los actuadores.

**Figura 25.** Nivel aceite hidráulico de actuadores



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se revisa vasija de aceite de los motores de arranque y la bomba de prelubricación.

**Figura 26.** Niveles de aceite en motores de arranque y bomba de prelubricación

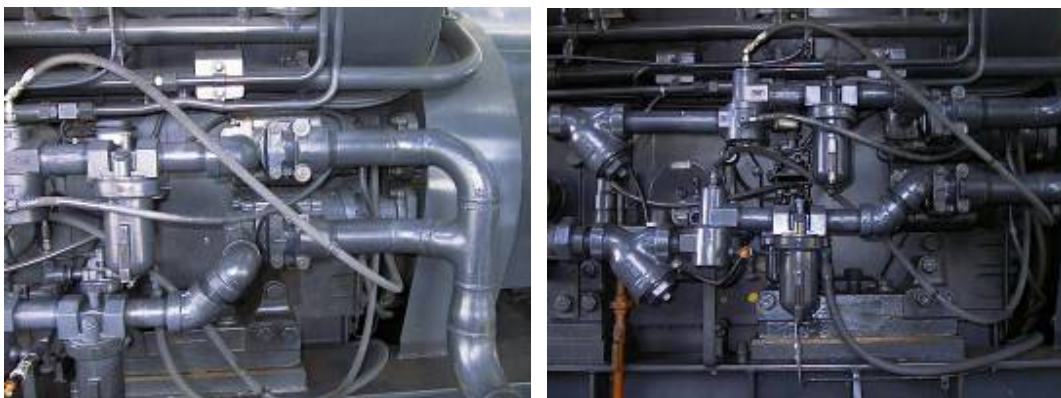


Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**Nota:** Para empezar una nominación se necesitan 30 minutos para realizar pasos previos como la revisión general y el arranque de las unidades compresoras.

## 8.2 PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE UNIDADES COMPRESORAS

Dentro de los procedimientos para el arranque de la unidad compresora existen pasos previos en el campo para garantizar el funcionamiento normal de la estación y comenzar con la nominación requerida. Los procedimientos de arranque de la unidad compresora se dividen entonces en: Procedimientos en campo y Procedimientos en la Unidad compresora.

### 8.2.1 Procedimientos en Campo para el arranque de la unidad compresora.

- ❖ Se presuriza la estación abriendo la válvula principal de succión.

**Figura 27.** Se abre válvula principal de succión



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se cierra válvula by-pass del cabezal.

**Figura 28.** By-pass del cabezal



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se drenan condensados del Slug-Catcher, filtro de succión (Scrubber) y filtro Coalescente.

**Figura 29.** Drenaje de condensados



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se abren válvulas Big-joe para combustible y gas de arranque.

**Figura 30.** Se abren Big-joes para combustible y gas de arranque



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

## 8.2.2 Procedimientos para el arranque de la unidad compresora

- ❖ Se abre válvula de suministro de gas combustible al motor.

**Figura 31.** Se abre suministro de gas combustible al motor



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se abre válvula de suministro de aire al motor.

**Figura 32.** Se abre Válvula de aire al motor



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se abre válvula de gas de arranque para los motores de arranque de la unidad.

**Figura 33.** Se abre válvula de gas de arranque de motores de arranque



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se abre válvula de descarga de los motores de arranque.

**Figura 34.** Se abre válvula de descarga de los motores de arranque

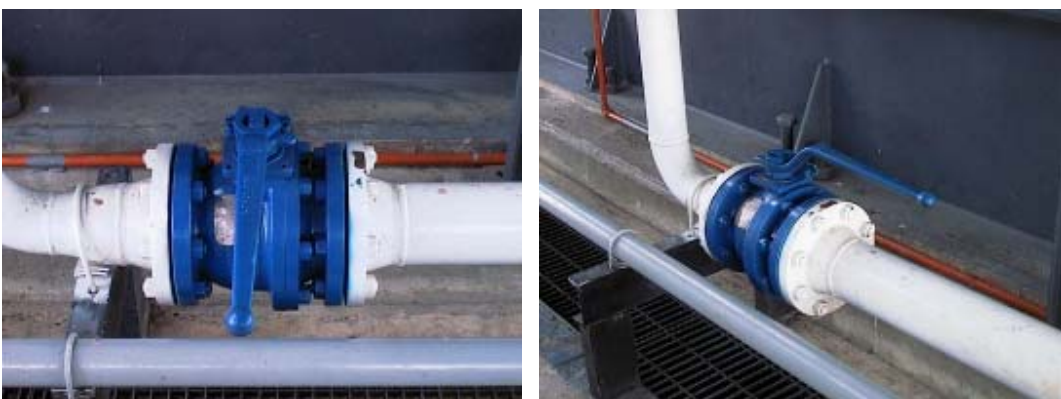


Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se abren válvulas de suministro de aceite del tanque aéreo y entrada al motor y al compresor.

**Figura 35.** Se abre válvula de aceite para motor y compresor



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se prelubrica manualmente el compresor hasta una presión de 20 psi.

**Figura 36.** Prelubricación del compresor



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se conecta fusible principal del tablero de control de la unidad compresora.

**Figura 37.** Se conecta fusible principal en tablero de control

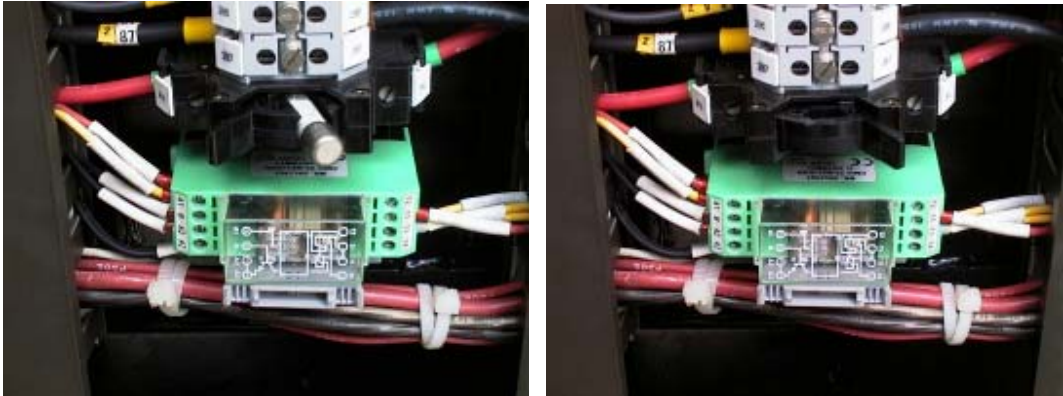


Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se energiza tablero de control colocando la perilla principal en el modo STOP.

**Figura 38.** Se energiza tablero de control



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se revisan parámetros (fallas) en el tablero de control.

**Figura 39.** Se revisan parámetros en tablero de control



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se coloca en modo START la unidad comenzando con 550 RPM el motor.

**Figura 40.** Se coloca en Start la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se empiezan a subir revoluciones lentamente en el motor hasta un mínimo de 750 RPM.

**Figura 41.** Se suben revoluciones a 750 RPM



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se comienza a suministrar y a cargar gas a la unidad abriendo el by-pass hasta obtener una presión de succión entre 600 psi y 800 psi leídas en tablero de control.

**Figura 42.** Se carga la unidad abriendo el by-pass



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se abre válvula de 10 pulgadas de succión y se aumentan revoluciones del motor hasta encontrar el flujo por hora deseado.

**Figura 43.** Se abre válvula de 10 pulgadas en la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se cierra válvula de recirculación de la unidad para que ingrese gas al gasoducto y se empiece con la nominación requerida.

**Figura 44.** Se cierra válvula de recirculación de la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Cuando la unidad entra en operación se cierra la válvula de descarga y carga en el motor de arranque evitando así que el gas de la tea se se regrese y afecte el motor de arranque.

**Figura 45.** Se cierran válvulas de los motores de arranque



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ En el tablero de control se colocan los Settings de succión mínimo según succión mínima de la estación y máximo de 1000 psi, los Settings de descarga mínimo en 800 psi y máximo de 1200 psi.

**Figura 46.** Se colocan las protecciones de seguridad de la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

### 8.3 PROCEDIMIENTO DE PARADA NORMAL UNIDADES COMPRESORAS (SACAR ESTACIÓN DE LINEA)

Los procedimientos de parada normal de la unidad compresora se realizan cuando se necesita terminar una nominación y se requiere sacar la estación de línea. Los procedimientos para parada normal de la unidad compresora se dividen en: Procedimientos en la unidad compresora y procedimientos en campo.

#### 8.3.1 Procedimientos para parada normal de la unidad compresora

- ❖ Se abre válvula de recirculación de la unidad (sacando la estación de línea).

**Figura 47.** Se abre válvula de recirculación de la unidad

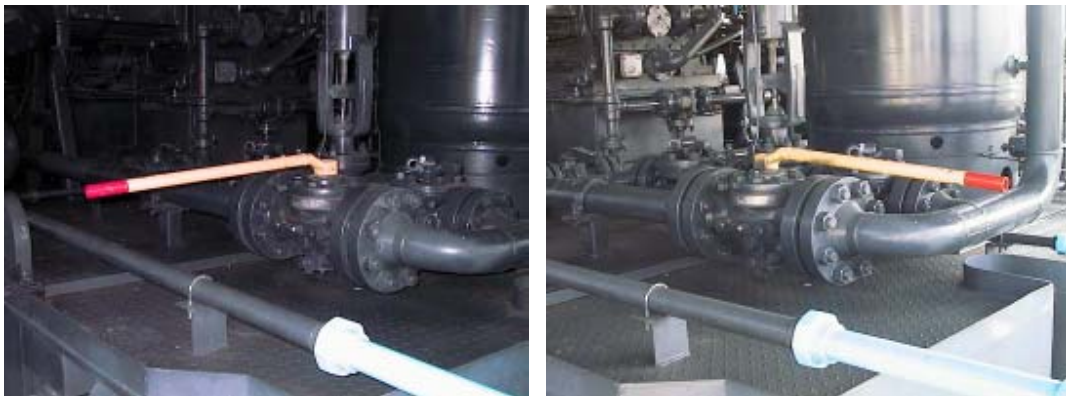


Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se cierra válvula de 10 pulgadas en la succión de la unidad.

**Figura 48.** Se cierra válvula de 10 pulgadas en la succión de la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ En el tablero de control se bajan los Settings de succión y descarga a 0 psi.

**Figura 49.** Se quitan las protecciones de seguridad de la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se bajan revoluciones al motor hasta 750 RPM.

**Figura 50.** Se bajan revoluciones al motor



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se drena o ventea el gas de la unidad compresora a la tea hasta obtener un mínimo de presión de 100 psi en la unidad.

**Figura 51.** Se ventea gas de la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se continúan bajando las revoluciones del motor hasta 550 RPM.

**Figura 52.** Se continúan bajando revoluciones al motor



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ En el tablero se coloca la unidad en el modo STOP en el control principal para que haya una postlubricación.

**Figura 53.** Se coloca en Stop la unidad

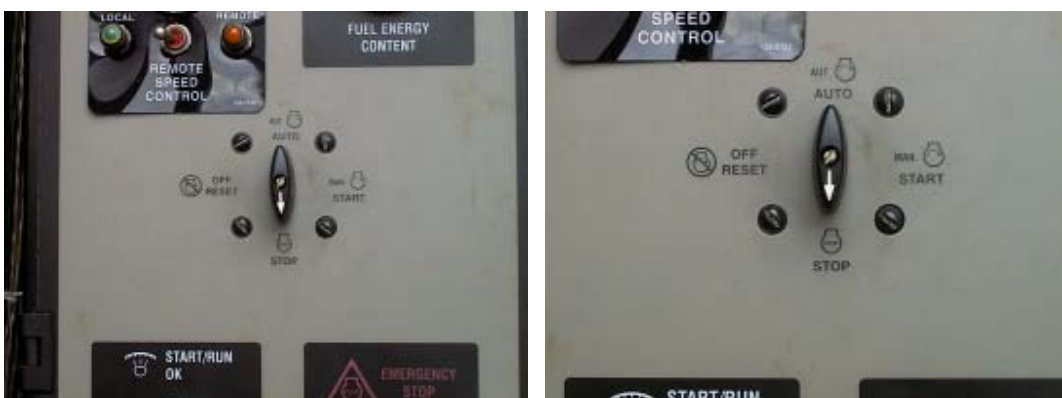


Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Terminada la postlubricación se coloca en el control principal el modo OFF apagando por completo la unidad.

**Figura 54.** Se coloca en Off la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se saca fusible principal del tablero.

**Figura 55.** Se saca fusible principal del tablero

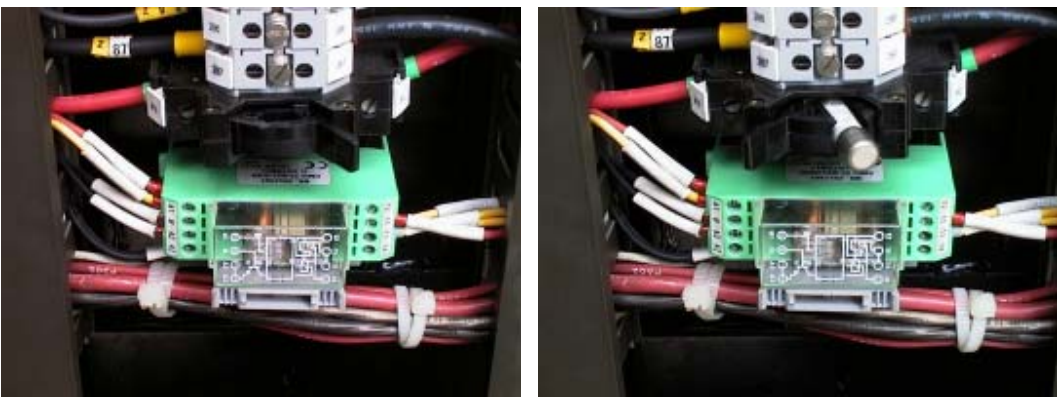


Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se cierra válvula de suministro de aceite.

**Figura 56.** Se cierra válvula de aceite de la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se cierra válvula de gas combustible.

**Figura 57.** Se cierra válvula de gas combustible

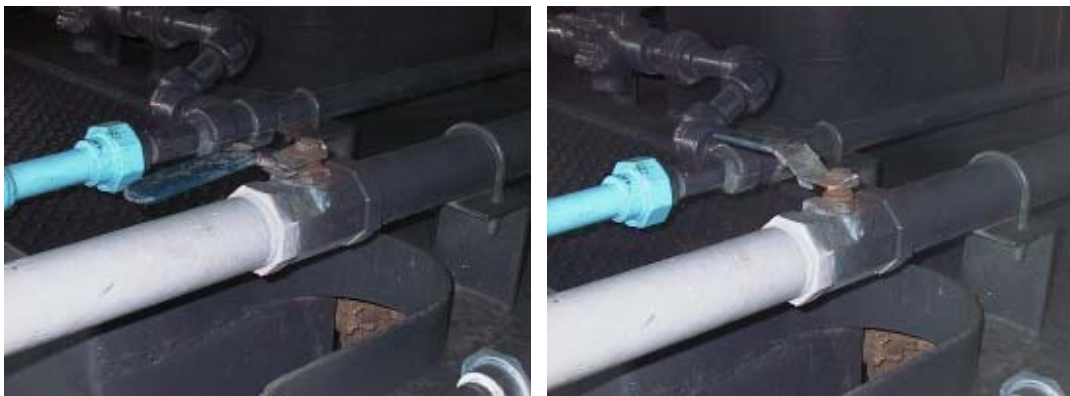


Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se cierra válvula de aire de la unidad.

**Figura 58.** Se cierra válvula de aire de la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

### 8.3.2 Procedimientos en Campo para parada normal de la unidad compresora

- ❖ Se cierran Big-joe de suministro de combustible y gas de arranque.

**Figura 59.** Se cierran Big-joe de combustible



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se cierra válvula principal de succión en el cabezal.

**Figura 60.** Se cierra válvula de succión del cabezal



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Después de algunas horas cuando se iguala la presión de succión y descarga se abre la válvula de by-pass general del cabezal evitando así despresurizar la estación.

**Figura 61.** By-pass general de la estación



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

## 8.4 OPERACIÓN Y CONTROL NORMAL DE LAS UNIDADES COMPRESORAS

Dentro de la operación normal del equipo se busca garantizar el óptimo funcionamiento de la unidad teniendo en cuenta algunos parámetros importantes recomendados por el fabricante.

- ❖ Chequear posibles fugas de gas en la tubería.

**Figura 62.** Sistema de tuberías de la estación compresora



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se observa la Presión Diferencial (PDF) en el filtro de succión y el filtro Coalescente.

**Figura 63.** Presión diferencial en filtros



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Comprobar niveles de aceite en el motor Caterpillar y compresor Ariel.

**Figura 64.** Comprobar niveles de aceite



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Comprobar niveles de Permazone o refrigerante.

**Figura 65.** Niveles de refrigerante



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Revisión general de la unidad observando posibles anomalías.

**Figura 66.** Revisión de la unidades compresoras



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Tomar parámetros de funcionamiento de las unidades.
  - Cada hora se toman datos en el PLC del sistema.
  - Cada 2 horas se toman datos en el tablero de control de las unidades.

**Figura 67.** Datos del PLC y del panel de control de la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

Los datos tomados cada hora en el PLC del sistema son los siguientes:

- Temperatura de descarga y succión (°F).
- Presión de descarga y succión (Psig).
- Flujo de descarga en KPC/H y acumulado.
- Flujo de succión en KPC/H y acumulado.
- Combustible consumido KPC/H y acumulado.
- Descarga o venteo a la tea.

Los datos tomados cada 2 horas en el tablero de control de la maquina son:

- Temperatura del aire (°F).

- Temperatura del agua (°F).
- Corrección de combustible (%).
- Presión del aire (psia/10).
- Presión de aceite del motor (psi).
- Carga del motor (%).
- Presión diferencial de aceite (psi/10).
- Restricción aire lado izquierdo ("H<sub>2</sub>O).
- Presión del carter ("H<sub>2</sub>O).
- Presión del refrigerante (psi).
- Restricción aire lado derecho ("H<sub>2</sub>O).
- Presión gas de arranque (psi).
- Revoluciones del motor (RPM).
- Presión de succión (psi).
- Presión de descarga (psi).
- Horas de la unidad (HRS).
- Voltaje de las baterías (Volt).
- Presión de aceite del motor (psi).
- Temperatura del aceite (°F).
- Temperatura de cada cilindro del motor (°F).
- Temperatura de cada cilindro del compresor (°F).

Los datos tomados en el PLC del sistema y los datos tomados en el tablero de control de las unidades compresoras se consignan en formatos normalizados adecuados para la toma respectiva de cada uno de estos parámetros.

## 9. ASPECTOS DE SEGURIDAD

### 9.1 ESPECIFICACIONES Y LOCALIZACIÓN VÁLVULAS DE SEGURIDAD UNIWHALE DE COLOMBIA E.U. ESTACIÓN VASCONIA

- ❖ **Válvula de seguridad (Safety Valve):** Es un mecanismo automático de alivio de presión que opera con la presión estática del sistema que protege y se caracteriza por su rápida apertura total.
- ❖ **Válvula de alivio (Relief Valve):** Es un mecanismo automático de alivio de presión, que se opera con la presión estática del sistema protegido, el cual se abre en proporción al incremento de presión sobre la presión de apertura.
- ❖ **Válvula de seguridad y alivio (Safety Relief Valve):** Es un mecanismo automático de alivio de presión que puede ser usado como válvula de seguridad o como válvula de alivio, dependiendo de la aplicación.
- ❖ **Presión diferencial de prueba en frío (Cold Differential Test Pressure):** Es la presión a la cual esta calibrada la válvula para que se abra en la prueba a que es sometida, pero que incluye las correcciones por contra presión en la descarga y por temperatura de servicio.

**Tabla 25.** Especificaciones y localización válvulas de seguridad (a)

<b>NOMBRE</b>	<b>MARCA</b>	<b>PN</b>	<b>SET PRESS</b>	<b>CDSP</b>	<b>SIZE</b>	<b>SERIAL</b>	<b>TEMP</b>	<b>UBICACION</b>
1. VALVULAS DE SEGURIDAD UV	MERCER VALVE	9572L1107S	1440 PSI	1469 PSI	4"	72299	120°F	DESCARGA
2. VALVULA PILOTO	MERCER VALVE	S1200013	1440 PSI	1469 PSI		72299		DESCARGA
3. VALVULAS DE SEGURIDAD UV	MERCER VALVE	9572M1107S	1000 PSI	1010 PSI	4"	72298	100°F	SUCCION
4. VALVULA PILOTO	MERCER VALVE	S1200013	1000 PSI	1010 PSI		72298		SUCCION
5. VALVULAS DE SEGURIDAD UV	MERCER VALVE	9106D511714I	1400 PSI	1456 PSI	1/2"	65969	275°F	FILTRO DE SUCCION
6. VALVULAS DE SEGURIDAD UV	MERCER VALVE	9106D511714I	1440 PSI		1/2"	72293	70°F	FILTRO COALESCENTE
7. VALVULAS DE SEGURIDAD UV	MERCER VALVE	9106D511709I	280 PSI	270 PSI	1/2"	65961	275°F	DRUM TEA
<b>NOMBRE</b>	<b>MARCA</b>	<b>PN</b>	<b>TYPE</b>	<b>TAG</b>	<b>SIZE</b>	<b>SERIAL</b>	<b>SCF AIR</b>	<b>UBICACION</b>
8. SAFETY RELIEF VALVE	AXELSON	46030-467245Z	HF	5202	2	17009	1400 PSIG	UNIDAD # 1
9. SAFETY RELIEF VALVE	AXELSON	46030-467245Z	HF	5202	2	17014	1400 PSIG	UNIDAD # 2
10. SAFETY RELIEF VALVE	AXELSON	46030-467245Z	HF	5202	2	17013	1400 PSIG	UNIDAD # 3

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

**Tabla 26.** Especificaciones y localización válvulas de seguridad (b)

<b>NOMBRE</b>	<b>MARCA</b>	<b>PN</b>	<b>ACT SIZE</b>	<b>MAX TEMP</b>	<b>BODY SIZE</b>	<b>SERIAL</b>	<b>TRIM SIZE/TIPE</b>	<b>UBICACION</b>
<b>11. VALVULA NEUMÁTICA DE CONDENSADO</b>	MALLARD	5450-1S5-G35RB-120	35	180	1.0	23741	1/400	UNIDAD #1
<b>12. VALVULA NEUMÁTICA DE CONDENSADO</b>	MALLARD	5450-1S5-G35RB-120	35	180	1.0	23742	1/400	UNIDAD #2
<b>13. VALVULA NEUMÁTICA DE CONDENSADO</b>	MALLARD	5450-1S5-G35RB-120	35	180	1.0	23740	1/400	UNIDAD #3
<b>NOMBRE</b>	<b>MARCA</b>	<b>PN FLOTADOR</b>	<b>MODEL</b>	<b>VAC</b>	<b>TEMP RATING</b>	<b>AMPS</b>	<b>MWP</b>	<b>UBICACION</b>
<b>14. INTERRUPTOR DE NIVEL ALTO</b>	FRANK W. MURPHY	15-05-0697	L-1200	480	300°F	5	1500 PSI/10.3 MPA	SCRUBBER SUCCIÓN UNIDADES 1, 2 Y 3
<b>15. CONTROLADOR</b>	MALLARD			3200				SCRUBBER SUCCIÓN UNIDADES 1, 2 Y 3

**CDSP: COLD DIFFERENTIAL TEST PRESSION**

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

## 9.2 VÁLVULAS DE SEGURIDAD UNIWHALE DE COLOMBIA E.U. ESTACIÓN VASCONIA

### 9.2.1 Válvulas de Seguridad UV (Descarga); Calibrada A 1440 Psi (Referencia 1 de la tabla).

**Figura 68.** Válvulas de seguridad UV (Descarga)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**9.2.2 Válvula Piloto (Descarga); Calibrada a 1440 Psi (Ref 2 en la tabla).**

**Figura 69.** Válvula Piloto (Descarga)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**9.2.3 Válvulas de Seguridad UV (Succión); Calibrada a 1000 Psi (Ref 3 en la tabla).**

**Figura 70.** Válvulas de seguridad UV (Succión)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**9.2.4 Válvula Piloto (Succión); Calibrada a 1000 Psi (Ref 4 en la tabla).**

**Figura 71.** Válvula piloto (Succión)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**9.2.5 Válvulas de Seguridad UV (Filtro Succión); Calibrada a 1400 Psi (Ref 5 en la tabla).**

**Figura 72.** Válvula de seguridad UV (Filtro Succión)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**9.2.6 Válvulas de Seguridad UV (Filtro Coalescente); Calibrada a 1440 Psi (Ref 6 en la tabla).**

**Figura 73.** Válvula de seguridad UV (Filtro Coalescente)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**9.2.7 Válvulas de Seguridad UV (Drum Tea); Calibrada a 260 Psi (Ref 7 en la tabla).**

**Figura 74.** Válvula de seguridad UV (Drum Tea)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**9.2.8 Safety Relief Valve (Unidad # 1) (Ref 8 en la tabla).**

**Figura 75.** Safety Relief Valve (Unidad 1)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**9.2.9 Safety Relief Valve (Unidad # 2) (Ref 9 en la tabla).**

**Figura 76.** Safety Relief Valve (Unidad 2)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**9.2.10 Safety Relief Valve (Unidad # 3) (Ref 10 en la tabla).**

**Figura 77.** Safety Relief Valve (Unidad 3)

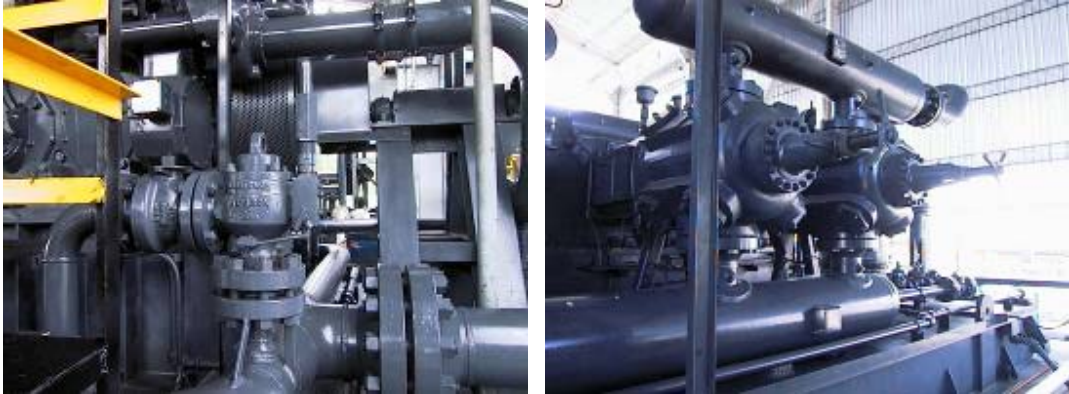


Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**9.2.11 Válvula Neumática de Condensado (Unidad # 1) (Ref 11 en la tabla).**

**Figura 78.** Válvula Neumática de Condensado (Unidad 1)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**9.2.12 Válvula Neumática de Condensado (Unidad # 2) (Ref 12 en la tabla).**

**Figura 79.** Válvula Neumática de Condensado (Unidad 2)

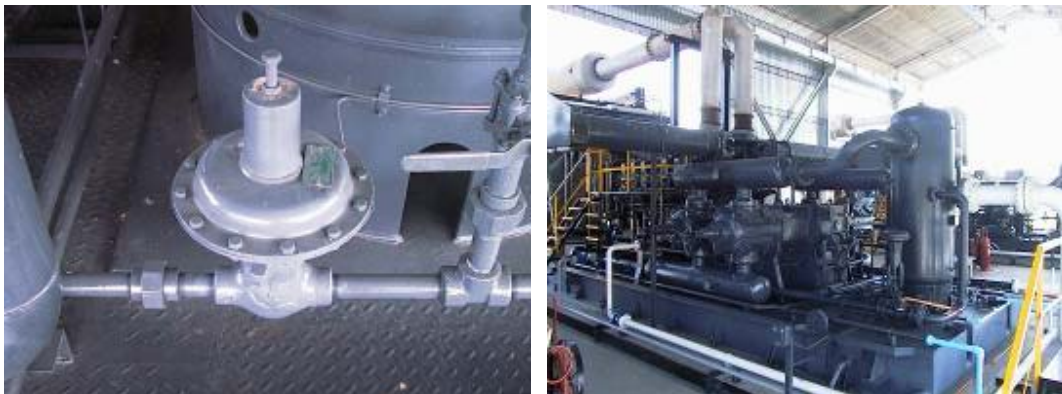


Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**9.2.13 Válvula Neumática de Condensado (Unidad # 3) (Ref 13 en la tabla).**

**Figura 80.** Válvula Neumática de Condensado (Unidad 3)



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**9.2.14 Interruptor Nivel Alto (Scrubber Succión Unidades 1, 2 Y 3) (Ref 14 en la tabla).**

**Figura 81.** Interruptor Nivel Alto



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**9.2.15 Controlador (Scrubber Succión Unidades 1, 2 Y 3) (Ref 15 en la tabla).**

**Figura 82.** Controlador



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

## **10. FACTORES DE SEGURIDAD ESTACIONES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.**

### **10.1 FACTORES DE SEGURIDAD EN EL ARRANQUE DE LAS UNIDADES COMPRESORAS**

Para el arranque de la unidad compresora existen pasos previos en el campo y en la unidad para garantizar el funcionamiento normal de la estación y comenzar con la nominación requerida. Se deben tener en cuenta algunas condiciones para garantizar el óptimo funcionamiento de las unidades protegiendo la integridad de la estación y de los operadores que laboran en ella. Dichas condiciones a tener en cuenta son:

- Presión Mínima de succión: Según condiciones de diseño de la estación.
- Presión máxima de succión: 1000 psi por disparo de válvulas de seguridad en succión de la estación.

### **10.2 FACTORES DE SEGURIDAD EN LA PARADA DE LAS UNIDADES COMPRESORAS**

Los procedimientos de parada de la unidad compresora se realizan cuando se necesita terminar una nominación y se requiere sacar la estación de línea. Las condiciones que se deben tener en cuenta son:

- Presión Mínima de succión: Según condiciones de diseño de la estación.
- Presión Máxima de descarga: 1200 Psig (Condiciones de diseño).
- Falla en la unidad Compresora.

### **10.3 FACTORES DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN Y CONTROL NORMAL DE LAS UNIDADES COMPRESORAS**

Dentro de la operación normal del equipo se busca garantizar el óptimo funcionamiento de la unidad teniendo en cuenta algunos parámetros importantes que se deben cumplir:

- Presión Mínima de succión en la estación según las condiciones de diseño.
- Se debe tener en cabezal de la estación una presión máxima de succión de 1000 psi por disparo de válvulas de seguridad en succión de la estación.
- Controlar la Presión Máxima de descarga en 1200 Psig (Condiciones de diseño).
- Controlar una temperatura máxima de descarga de 120 °F.

## 11. EXTINTORES CONTRA INCENDIO

Los extintores contra incendio portátiles convenientes a condiciones y a los peligros involucrados se proveen y mantienen listos para su operación.

Los extintores contra incendio portátiles están ubicados visiblemente y montados en sitios de fácil acceso. Los extintores no deberán ser obstruidos o estar ocultos a la vista.

Los extintores contra incendio portátiles reciben servicio de mantenimiento por lo menos una vez al año y tienen un registro escrito guardado para mostrar la fecha de mantenimiento de recarga.

Los equipos contra incendio permanecen listos y en perfectas condiciones las 24 horas del día, todos los días.

Cuando se trata de un incendio en equipos eléctricos se combatirá siempre con extintores: químico seco, bióxido de carbono y solkaflam. Cuando haya sido desconectada la corriente eléctrica el incendio se podrá controlar con ayuda de agua.

Si se trata de un incendio pequeño que no ofrezca peligro de propagarse, inicialmente deberá controlarse con los extintores más cercanos. En los otros casos deberá procederse a controlar el incendio con los monitores más cercanos al área afectada.

**Figura 83.** Extintores contra incendio



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

## 12. IDENTIFICACIÓN DE COLORES TUBERÍA ESTACIONES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.

El sistema de tubería de las estaciones compresoras se encuentran identificados por colores para diferenciar sus diferentes funciones así: tubería color naranja para aire, tubería color verde para agua, tubería color azul para condensados, tubería color gris para gas combustible y tubería blanca para las líneas que manejan el gas natural en la estación.

**Figura 84.** Identificación de colores de tuberías



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

### 13. PROCEDIMIENTOS ESPECIALES ESTACIONES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.

#### 13.1 PROCEDIMIENTO PARA INTERVENIR LAS UNIDADES DESPUÉS DE APAGARSE POR ALGUNA PROTECCIÓN DE SEGURIDAD

- ❖ Se cierra válvula de succión de entrada a la unidad compresora.

**Figura 85.** Se cierra succión principal de la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se abre válvula de drenaje de gas a la tea.

**Figura 86.** Se drena o ventea el gas a la tea



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se verifica en el supervisor de control de la unidad la causa por la cual se presentó la falla en la unidad.

**Figura 87.** Se verifica la falla que presentó la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se corrige la falla que se presento en la unidad.

**Figura 88.** Se corrige falla que presento la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Reiniciar de inmediato la unidad para continuar con la nominación.

**Figura 89.** Se reinicia de inmediato la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Se realiza reporte de falla y correctivos tomados en la unidad.

## 13.2 PROCEDIMIENTO DE APAGADO DE EMERGENCIA

- ❖ Presionar el botón rojo emergency stop en el tablero principal de control.

**Figura 90.** Presionar el botón de emergencia



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Cerrar válvula de succión de entrada de la unidad.

**Figura 91.** Se cierra válvula de succión de la unidad



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Colocar la unidad en condición de parada.

**Figura 92.** Colocar la unidad en condición de parada



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

- ❖ Revisar la unidad y realizar los correctivos necesarios.

### **13.3 PROCEDIMIENTO CAMBIO DE FILTROS: FILTRO DE SUCCIÓN SCRUBER Y FILTRO DE DESCARGA COALESCENTE**

- ❖ Bloquear válvula de entrada y salida del filtro.
- ❖ Despresurizar el filtro y enviar el gas a la tea.
- ❖ Se destapa tapa principal del filtro.
- ❖ Se sacan los filtros.
- ❖ Se realiza limpieza interna del separador.
- ❖ Se sopletea y se procede al cambio de los filtros.
- ❖ Se ajusta tapa principal.

Se presuriza filtro nuevamente abriendo válvulas de entrada y salida del filtro.

#### **13.4 CALIBRACIÓN DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD**

- ❖ Bloquear entrada y salida de la válvula en el filtro.
- ❖ Cerrar la válvula que se va a calibrar.
- ❖ Se revisa que el cuerpo de la válvula de seguridad este en buenas condiciones y se encuentre con grasa.
- ❖ A la válvula piloto según su rango de operación se calibra con peso muerto que sea de manómetro y tenga indicada su escala.
- ❖ Se verifica rango de disparo de la válvula de seguridad hasta las condiciones de operación del fabricante.
- ❖ Se realiza revisión visual, estado del resorte y diafragma de la válvula de seguridad.
- ❖ Se revisan posibles fugas en la instalación.
- ❖ Se abren nuevamente las válvulas del filtro para iniciar su operación normal.

#### **13.5 PROCEDIMIENTO A TOMAR POR ALTA PRESIÓN EN LA LÍNEA DE SUCCIÓN**

- ❖ Se cierra válvula de succión de la línea de entrada a la estación.
- ❖ Se abre válvula de by pass general de la estación en la línea de succión.
- ❖ Se colocan las unidades en condición de parada.
- ❖ Se comunica a centro de control (CPC).
- ❖ Se informa por escrito las causas y los procedimientos realizados por alta presión en la línea de succión de la estación.

### **13.6 PROCEDIMIENTO A TOMAR POR ALTA PRESION EN LÍNEA DE DESCARGA**

- ❖ Se controlan revoluciones del motor de las unidades al mínimo disminuyendo el flujo por hora y controlando la presión de descarga.
- ❖ Se controla flujo de succión a las unidades a través de la válvula reguladora de flujo PCV.
- ❖ Cuando la presión excede de 1200 psig (condiciones de diseño) se colocan las unidades en condición de parada.
- ❖ Se comunica a centro de control (CPC).
- ❖ Se informa por escrito las causas y los procedimientos realizados por alta presión en la línea de descarga de la estación.

## 14. SISTEMAS AUXILIARES ESTACIONES COMPRESORAS UNIWHALE DE COLOMBIA E.U.

### 14.1 EQUIPOS

**Tabla 27.** Especificaciones Compresor y Generador

COMPRESOR		GENERADOR	
MARCA	SERIAL	ENGINE	SERIAL
ATLAS COPCO	ALL240808	PERKINS	1306-9 TG
MODELO		GENERADOR	SERIAL
GA 22		OLIMPIAN	EF082580/04

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

**Figura 93.** Compresor y Generador



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

## 14.2 BOMBAS

**Tabla 28.** Especificaciones bombas de tanque de condensados y aceite

TANQUE CONDENSADOS			TANQUE ACEITE		
MARCA	SERIAL	MODEL	MARCA	SERIAL	MODEL
IHM	9920253	4X16 S M	VIKING PUMP	10982592	AK 4195
MOTOR	SERIAL	MODEL	MOTOR	SERIAL	MODEL
SIEMENS	BGD90	1LA-YC60	SIEMENS	BG 112	1LA-YC60

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

**Figura 94.** Bombas tanque de condensados y aceite



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

**Tabla 29.** Especificaciones sistema Hidroflo y bomba de Permazone

SISTEMA HIDROFLO			BOMBA NEUMÁTICA SISTEMA PERMAZONE		
MARCA	SERIAL	MODEL	MARCA	SERIAL	MODEL
IHM	98N1017	15H - 24	WILDEN	873407	

MOTOR	SERIAL	MODEL			
SIEMENS	BG090L	1LA3-095-2YB69			

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

**Figura 95.** Bomba Hidroflo y Permazone



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

### 14.3 MEDIDORES DE FLUJO ULTRASÓNICOS

**Tabla 30.** Especificaciones Medidores Ultrasónicos descarga y succión

MEDIDOR DE DESCARGA		MEDIDOR DE SUCCIÓN	
MARCA	SERIAL	MARCA	SERIAL
PANAMETRICS	358	PANAMETRICS	359
MODELO	DIÁMETRO	MODELO	DIÁMETRO
GM 868-2-21-10114	12 PULGADAS	GM 868-2-21-10114	12 PULGADAS

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

**Tabla 31.** Especificaciones Medidores Ultrasónicos combustible y tea

MEDIDOR DE COMBUSTIBLE		MEDIDOR DE TEA	
MARCA	SERIAL	MARCA	SERIAL
PANAMETRICS	357	PANAMETRICS	356
MODELO	DIAMETRO	MODELO	DIÁMETRO
GM 868-2-21-10114	6 PULGADAS	GM 868-2-21-10114	16 PULGADAS

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

**Figura 96.** Medidor de Flujo Ultrasónico



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

#### 14.4 CROMATÓGRAFO

**Tabla 32.** Especificaciones Cromatógrafo

ANALIZER		CONTROLLER	
MARCA	SERIAL	MARCA	SERIAL
DANIEL	384314	DANIEL	383831
MODELO		MODELO	
1-0570-002		2350	

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

**Figura 97.** Cromatógrafo



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

#### 14.5 HIGRÓMETRO

**Tabla 33.** Especificaciones Higrómetro

<b>HIGROMETRO</b>			
MARCA PANAMETRICS	SERIAL 3-2198	<b>DESCHARGE SAMPLER</b>	<b>SUCTION SAMPLER</b>
MODELO 1-0570-002		SERIAL 10550	SERIAL 10576

Tomada de las estaciones compresoras de Uniwhale de Colombia E.U.

**Figura 98.** Higrómetro



Imagen tomada en las estaciones compresoras Uniwhale de Colombia E.U.

## 15. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES

Los operadores deben estar familiarizados con el proceso, conocer la literatura y puntos de ajuste o control de cada una de las variables de operación y de los instrumentos, así como entender los planos y gráficos de las unidades.

Es responsabilidad de cada operador protegerse a si mismo de lesiones; así como también, proteger a sus compañeros de trabajo. El trabajo será ejecutado según prácticas y procedimientos establecidos en el manual de seguridad industrial.

Los operadores deberán observar todos los avisos de advertencia, particularmente aquellos que requieran de uso de Equipo de Protección Personal; se espera que, en ausencia de señales, los operadores ejerzan su sentido común y buen juicio en el uso de este equipo.

Todos los operadores tienen la responsabilidad de identificar e informar todos los peligros de seguridad a su supervisor inmediato, lo antes posible. Los operadores deberán corregir aquellos peligros que ellos puedan corregir, sin ponerse en peligro a si mismos o poner en peligro a otros.

Bajo ninguna circunstancia, un operador deberá ser asignado a una tarea sin el entrenamiento suficiente para realizarla con seguridad y eficiencia. A los operadores transferidos a nuevos puestos deberán dárseles específicas instrucciones de seguridad y entrenamiento relativo a las nuevas

asignaciones de su nuevo trabajo y a los peligros conocidos asociados con su nueva asignación.

Cada operador es responsable de usar el equipo de protección personal como lo requiera la naturaleza del trabajo, la tarea específica que este realizando, el sitio de trabajo y los peligros potenciales en el sitio donde se encuentren.

Solo estará en el área personal vinculado directamente con el arranque de las unidades y personal de mantenimiento, el necesario y autorizado para permanecer en el sitio, con el fin de atender cualquier falla en el proceso de arranque de las unidades. Al ejecutar este procedimiento se debe tener especial cuidado, y estar siempre en estado de alerta, observando con atención cualquier operación insegura que pueda afectar a las personas, al medio ambiente, o a los equipos, como fugas de gas, ruptura de líneas, incendio y explosión; se deben suspender todas las labores en el área y activar de inmediato el plan de emergencia.

## **CONCLUSIONES**

Este manual servirá como guía a los operadores de las estaciones compresoras de gas natural para arrancar, operar o sacar de operación la estación compresora haciéndolo con todas las condiciones de seguridad y confiabilidad.

Se realizó la descripción técnica de cada una de las unidades de las estaciones compresoras de Hato Nuevo, Norean y Vasconia con el fin de conocer en su totalidad los equipos presentes y su respectivo funcionamiento.

Se analizaron los parámetros de diseño bajo los cuales operan cada una de las estaciones compresoras de gas natural para con ello garantizar el transporte a través de los diferentes gasoductos en todo el país y cumplir con los respectivos destinatarios.

Se enumeraron los factores de seguridad a tener en cuenta cuando se necesite arrancar, operar o sacar de operación la estación compresora dependiendo de las condiciones de operación del gasoducto.

## **RECOMENDACIONES**

Dar a conocer este manual de operación general a todo el personal involucrado directamente con la operación de las estaciones compresoras, con el fin de que se familiaricen con los procedimientos descritos y conozcan todos los equipos presentes en cada una de las estaciones compresoras de gas natural.

Cada operador de la estación compresora debe tener en cuenta los procedimientos descritos en este manual y los parámetros bajo los cuales opera cada una de las estaciones compresoras.

## **BIBLIOGRAFÍA**

GPSA, session 13, “compressors and expander”, April 1999.

LATORRE, LEONARDO, Memorias especialización en Ingeniería de gas

Manual General Ariel, edition 2002.

Manual General Caterpillar, edition 1998.

[www.arielcorp.com](http://www.arielcorp.com)

[www.cat.com](http://www.cat.com)