

**IMPLEMENTACION DEL SOFTWARE INTERFACE DE JOHN CRANE, PARA  
EL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS EN  
LA CIRA INFANTAS DE BARRANCABERMEJA**

**OSCAR EDUARDO NAVARRO JAIMES**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2014**

**IMPLEMENTACION DEL SOFTWARE INTERFACE DE JOHN CRANE, PARA  
EL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS EN  
LA CIRA INFANTAS DE BARRANCABERMEJA**

**OSCAR EDUARDO NAVARRO JAIMES**

**Informe final de práctica empresarial para optar por el título de  
INGENIERO MECÁNICO**

**Director**

**Ing. John Jairo Castrillón Díaz  
Gerente de Ventas y Servicios  
Región Nordeste  
JOHN CRANE COLOMBIA S.A.**

**Supervisor**

**Ing. Emil Hernández Arroyo  
Docente de Ing. Mecánica  
UPB-Bucaramanga**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2014**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

**Bucaramanga 12 de Agosto de 2014**

## **DEDICATORIA**

Son muchas las personas a quien quisiera agradecer su apoyo, ánimo y compañía en esta etapa de mi vida, por todo lo que me han brindado y por creer en mis capacidades para alcanzar este logro.

Principalmente deseo dedicarle este importante paso en mi vida profesional a Dios, por darme la sabiduría y fortaleza en todos los momentos difíciles.

A mis padres por ser mis guías, quienes me enseñaron que con trabajo, esfuerzo y dedicación todo es posible. Gracias por aconsejarme y apoyarme para que hoy este sueño sea una realidad.

A mi familia que a lo largo de mi carrera siempre estuvieron extendiéndome su mano y deseándome siempre lo mejor para mi ciclo profesional.

A mis compañeros, que estuvieron a mi lado en este camino y proceso enriquecedor, solo resta decirles gracias por conformar el mejor grupo de estudio.

A mi Amiga Cindy Lorena Aguilar Ruiz Q.E.P.D por haber luchado junto a mí durante nueve semestres por una meta, solo queda la satisfacción de haber compartido con una persona tan valiosa como ella en esta trayectoria universitaria.

*OSCAR EDUARDO NAVARRO JAIMES*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al excelente grupo de Docentes, quienes desde sus catedras universitarias me brindaron las bases de conocimiento requeridas para enfrentarme a los retos de la vida practica.

A JOHN CRANE COLOMBIA S.A. y a JOHN JAIRO CASTRILLON DIAZ, gracias por su colaboración y por haberme permitido ser parte de esa gran empresa, en donde aprendi acerca de los sellos mecanicos y maquinaria rotativa.

## GLOSARIO

**ANSI:** (American National Standards Institute - Instituto Nacional Americano de Estándares). Organización encargada de estandarizar ciertas tecnologías en EEUU. Es miembro de la ISO, que es la organización internacional para la estandarización.

**API:** Es una organización nacional en los Estados Unidos que cuenta con un área destinada a la elaboración de normas en toda la industria del petróleo y gas natural.

**BYPASS:** Un bypass o baipás es un desvío o una derivación realizada para evitar un obstáculo o una interrupción en una vía de comunicación o un circuito.

**MANOMETRO:** El manómetro es un instrumento utilizado para la medición de la presión en los fluidos, generalmente determinando la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local.

**SEPARADOR CICLONICO:** están diseñados para la recolección de polvo tipo granuloso, fibra corta y viruta.

**PLACA DE ORIFICIOS:** Una placa orificio es una restricción con una abertura más pequeña que el diámetro de la cañería en la que está inserta. La placa orificio típica presenta un orificio concéntrico, de bordes agudos. Debido a la menor sección, la velocidad del fluido aumenta, causando la correspondiente disminución de la presión.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	14
1. OBJETIVOS.....	15
1.1. Objetivo General.....	15
1.2. Objetivos Específicos.....	15
2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	16
3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL .....	17
3.1. Cronograma de actividades .....	17
3.2. Actividades desarrolladas .....	18
3.2.1. Solicitud de permisos .....	18
3.2.2. Visitas a campo .....	18
3.2.3. Toma de datos.....	21
3.2.4. Registro digital.....	21
3.2.5. Interface .....	21
3.2.6. Relación de sellos mecánicos pendientes por reparar y registrar en el Interface: .....	22
3.2.7. Relación de reparaciones de sellos mecánicos y registrados en el Interface. ....	23
3.2.8. Relación de visitas y/o inspecciones de sellos mecánicos realizadas a Julio: .....	23
3.3. ESTADÍSTICAS .....	24
3.3.1. Sellos que han ingresado por estación y/o campo .....	24
3.3.2. Sellos que han ingresado a reparación por mes .....	25
3.3.3. Sellos reparados por estación .....	26
3.3.4. Sellos reparados por mes .....	26
3.3.5. Gestión de repuestos .....	27
3.3.6. Tiempos de reparación de sellos.....	27
4. APORTE AL CONOCIMIENTO .....	28
4.1. Clasificación de las maquinas hidráulicas.....	28

4.2.	Bombas de desplazamiento positivo. ....	28
4.3.	Bombas centrífugas .....	30
4.3.1.	Clasificación según API 610 10ª edición. ....	31
4.3.2.	Tipo OH1 (ANSI Típica):.....	32
4.3.3.	Tipo OH2 (API Típica): .....	33
4.3.4.	Tipo OH3:.....	34
4.3.5.	Tipo OH4:.....	34
4.3.6.	Tipo OH5:.....	35
4.3.7.	Tipo OH6:.....	35
4.3.8.	Tipo BB1:.....	36
4.3.9.	Tipo BB2:.....	36
4.3.10.	Tipo BB3: .....	37
4.3.11.	Tipo BB4: .....	37
4.3.12.	Tipo BB5: .....	38
4.3.13.	Tipo VS1: .....	38
4.3.14.	Tipo VS2: .....	39
4.3.15.	Tipo VS3: .....	39
4.3.16.	Tipo VS4: .....	40
4.3.17.	Tipo VS5: .....	40
4.3.18.	Tipo VS6: .....	41
4.3.19.	Tipo VS7: .....	41
4.4.	Sellos mecánicos.....	42
4.4.1.	Componentes.....	42
4.4.2.	Sellado primario .....	44
4.4.3.	Película de lubricación superficial .....	45
4.5.	Planes de lubricación y enfriamiento api.....	46
4.5.1.	Plan API 11 (Plan ANSI 7311) .....	46
4.5.2.	Plan API 13 (Plan ANSI 7313).....	48
4.5.3.	Plan API 14 (Plan ANSI 7314).....	49
4.5.4.	Plan API 23 (Plan ANSI 7323).....	50
4.5.5.	Plan API 31 (Plan ANSI 7331).....	51

4.5.6.	Plan API 32 (Plan ANSI 7332) .....	52
4.5.7.	Plan API 52 (Plan ANSI 7352) .....	53
4.5.8.	Plan 53 (Plan ANSI 7353) .....	56
4.5.9.	Plan API 54 (Plan ANSI 7354) .....	58
4.5.10.	PLAN API 62 (PLAN ANSI 7362) .....	60
4.6.	MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.....	62
4.6.1.	TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	62
4.6.2.	MODELOS DE MANTENIMIENTO .....	64
5.	CONCLUSIONES .....	69
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
	ANEXOS.....	72

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Cronograma .....	17
Tabla 2 Sellos por reparar .....	22
Tabla 3 Sellos reparados .....	23
Tabla 4 Visitas e inspecciones en campo.....	24

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 tipos de bombas .....	19
Ilustración 2 Tipos de bombas centrifugas.....	20
Ilustración 3 Proveedor de sellos mecanicos.....	20
Ilustración 4 Sellos que ingresaron a reparacion por estaciones.....	24
Ilustración 5 Sellos que han ingresado a reparacion por mes .....	25
Ilustración 6 Sellos reparados por estacion .....	26
Ilustración 7 Sellos reparados por mes.....	26
Ilustración 8 Gestion de repuestos.....	27
Ilustración 9 Tiempo de reparacion de sellos.....	27
Ilustración 10 Clasificacion maquinas hidraulicas.....	28
Ilustración 11 Bomba Cetrifuga.....	31
Ilustración 12 Bomba Cetrifuga.....	31
Ilustración 13 Tipos de bombas centrifugas.....	31
Ilustración 14 Tipo OH1 (ANSI Típica).....	32
Ilustración 15 Tipo OH2 (API Típica).....	33
Ilustración 16 Tipo OH3 .....	34
Ilustración 17 Tipo OH4 .....	34
Ilustración 18 Tipo OH5 .....	35
Ilustración 19 Tipo OH6 .....	35
Ilustración 20 Tipo BB1 .....	36
Ilustración 21 Tipo BB2 .....	36
Ilustración 22 BB3.....	37
Ilustración 23 BB4.....	37
Ilustración 24 Tipo BB5 .....	38
Ilustración 25 Tipo VS1 .....	38
Ilustración 26 Tipo VS2 .....	39
Ilustración 27 Tipo VS3 .....	39

Ilustración 28 Tipo VS4 .....	40
Ilustración 29 Tipo VS5 .....	40
Ilustración 30 Tipo VS6 .....	41
Ilustración 31 Tipo VS7 .....	41
Ilustración 32 Sellos mecanico.....	42
Ilustración 33 Componentes del sellos mecanico .....	42
Ilustración 34 sellado primario .....	43
Ilustración 35 Sellado secundario .....	43
Ilustración 36 Sellado en el asiento .....	44
Ilustración 37 sellado primario .....	44
Ilustración 38 pelicula de lubricacion superficial .....	45
Ilustración 39 Plan API 11 .....	48
Ilustración 40 Plan API 13.....	49
Ilustración 41 Plan API 14.....	50
Ilustración 42 Plan API 23.....	51
Ilustración 43 Plan API 31 .....	52
Ilustración 44 Plan API 32.....	53
Ilustración 45 Plan API 52.....	55
Ilustración 46 Plan API 53A .....	57
Ilustración 47 Plan API 53B .....	58
Ilustración 48 Plan API 54.....	59
Ilustración 49 Plan API 62.....	62

## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE INTERFACE DE JOHN CRANE, PARA EL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS EN LA CIRA INFANTAS DE BARRANCABERMEJA

**AUTOR(ES):** OSCAR EDUARDO NAVARRO JAIMES

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Mecánica

**DIRECTOR(A):** EMIL HERNÁNDEZ ARROYO

### RESUMEN

En el desarrollo de esta práctica empresarial se llevó a cabo la implementación del software interface de JOHN CRANE enfocado en el control claro, real y confiable de las máquinas y sellos mecánicos intervenidos, como parte del servicio de mantenimiento de confiabilidad que presta la compañía a sus clientes; a partir de la cual se planearon actividades de clasificación y recolección de información necesaria y relevante de las bombas y sellos mecánicos que se encuentran en operación en cada uno de las estaciones que hacen parte del campo petrolero la cifra infantas de Ecopetrol. siguiendo las actividades planeadas, toda la información recolectada en las visitas e inspecciones a campo, se documentó en formato digital, posteriormente se alimentó el software interface para tener control de la población de equipos y cada vez que un sello fallaba o se le hacía manteniendo en el centro de servicios de la compañía, se realizaba informe de reparación y seguimiento de día de falla, modo de falla, tiempo de reparación, costos de reparación, brindándole al cliente estadísticas operacionales y de confiabilidad. Adicionalmente se realizaron análisis de falla a los sellos con bajo tiempo de vida útil, apoyo en campo en el montaje, desmontaje y selección de sello mecánico.

### **PALABRAS CLAVES:**

Software Interface, Sellos Mecánicos, John Crane, Mantenimiento de Confiabilidad,

**V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

## **GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** IMPLEMENTATION OF INTERFACE SOFTWARE JOHN CRANE, FOR THE PROCESS OF MAINTENANCE OF PRODUCTS AND SERVICES IN THE CIRA INFANTAS BARRANCABERMEJA

**AUTHOR(S):** OSCAR EDUARDO NAVARRO JAIMES

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Mecánica

**DIRECTOR:** EMIL HERNANDEZ ARROYO

### **ABSTRACT**

In the development of this business practice was carried out the implementation of interface software JOHN CRANE focused on clear, real and reliable control of machines and mechanical seals surgery as part of reliability maintenance service provided by the company to its customer; from which classification activities and information gathering necessary and relevant pumps and mechanical seals that are in operation in each of the stations that are part of the oil field la Cira Infantas of Ecopetrol. following the planned activities, all information collected in field visits and inspections, documented in digital format, then the software interface was fed to have population control equipment and every time a seal failed or is made keeping in service center of the company, report and track day repair failure, mode of failure, repair time, repair costs was made, giving the customer operational and reliability statistics. Further analysis of fault seals with low lifetime, field support in the installation, removal and selection of mechanical seal is made.

### **KEYWORDS:**

Software Interface, Mechanical Seals, John Crane, Maintenance Reliability

**V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## INTRODUCCIÓN

El principal objetivo del segundo sector económico, es la transformación de las materias primas provenientes de los recursos naturales, es por esta razón que los procesos industriales desarrollados en las plantas de producción cobran gran importancia y permiten suplir los requerimientos del mercado. En consecuencia, las compañías petroleras o de extracción de hidrocarburos demandan altos estándares de ingeniería específicamente en confiabilidad y mantenimiento.

Entonces, la mayoría de la maquinaria presente en este entorno son los equipos rotativos que se encargan de transmitir energía mecánica en energía hidráulica y dentro de sus componentes principales que aíslan el fluido de trabajo con el medio ambiente para preservar la seguridad del personal son los sellos mecánicos que básicamente funcionan dos caras en contacto para evitar el paso de producto desde la cámara de sellado a la atmosfera, por lo tanto el objeto de esta práctica presenta vital relevancia para JOHN CRANE COLOMBIA S.A. con sede en Barrancabermeja-Santander, la implementación del software corporativo que permite llevar registro del tipo de falla, tiempo de operación, tiempo de reparación, tiempo de entrega y tiempo medio entre falla de cada sello JOHN CRANE que fallo en operación, ofreciéndole al cliente soluciones y recomendaciones técnicas para mejorar y optimizar las operaciones de los equipos.

El proceso de registro de datos dentro del software se da por la obtención de información básica, condiciones de trabajo y operación de cada uno de los equipos rotativos ubicados en cada una de las estaciones que hacen parte de la Cira Infantas de Ecopetrol y los informes de reparación realizados por el técnico encargado.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo General.**

Proporcionar soporte técnico al proceso de mantenimiento de productos y servicios relacionados con sellos mecánicos JOHN CRANE de la Cira Infantas de Barrancabermeja, mediante la síntesis de información especializada para promover la gestión y desarrollo de la estrategia de confiabilidad.

### **1.2. Objetivos Específicos.**

- Identificar las bombas en operación, sus características y tipos de sellos mediante la inspección del equipo y recolección de datos en la Cira Infantas.
- Documentar la información relevante de las bombas y sellos mecánicos pertenecientes a la Cira Infantas de Ecopetrol por medio de una herramienta digita.
- Digitalizar en el portal corporativo de John Crane los informes de mantenimiento de las bombas intervenidas de la Cira Infantas, mediante la herramienta Interface.
- Exponer la tendencia de falla en sellos mecánicos John Crane de la Cira infantas, ilustrando su comportamiento en periodos de tiempo determinado

## **2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

John Crane Colombia inició operaciones el 1 de Agosto de 1.992, para entonces contaba con tres ingenieros de ventas que se habían preparado en John Crane Venezuela y que desarrollarían el mercado en las zonas de Cartagena, Barrancabermeja y Cali bajo la dirección de un Gerente General, a su vez dando soporte al personal comercial John Crane contó con dos personas en el área administrativa.

En sus orígenes John Crane Colombia nació como una sucursal de la compañía Bundy Colombia S.A. que pertenecía al mismo grupo económico. Bajo esta figura John Crane Colombia contó con el respaldo comercial, operativo de una empresa sólida y con gran reconocimiento.

La función principal de John Crane Colombia fue distribuir y comercializar sellos mecánicos. Desde entonces la compañía ha hecho presencia en las principales ciudades del país caracterizándose por la calidad de sus productos y el servicio prestado a los clientes. Siempre contando con el respaldo internacional de sus filiales.

Durante 13 años John Crane Colombia ha podido llegar cada vez más cerca de sus clientes con soluciones de ingeniería y recomendaciones en sistemas de sellado.

Hoy, John Crane Colombia cuenta con presencia en todo el territorio nacional, dos centros de servicio (Bogotá - Barrancabermeja) para reparación de sellos, ingenieros de ventas y servicio con amplios conocimientos técnicos, una infraestructura de ingeniería de aplicaciones consolidada, servicio integral y soporte 365 días, las 24 horas.

### 3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

#### 3.1. Cronograma de actividades

TAREA	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Solicitud de los permisos correspondientes para el ingreso a las diferentes estaciones de la Cira infantas.					
Reconocimiento en campo de las plantas que conforman la Cira Infantas de ECOPETROL					
Formación en sellos mecánicos, sus aplicaciones, condiciones de trabajo, tipos de fallas y planes API aplicados en la industria					
Inspección a las diferentes estaciones de la Cira Infantas de Ecopetrol identificando las bombas, sus condiciones de operación y el tipo de sellos mecánico que cada una posea.					
Realizar registro físico y digital de todas las bombas, sellos mecánicos con sus condiciones de operación y técnicas.					
Suministrar el registro realizado de las bombas y sellos mecánicos al software INTERFACE.					
Ingresar al Interface todos los informes de mantenimiento realizados por el técnico, de cada uno de las bombas y sellos mecánicos que ingresan y salen del taller.					
Tener una base de datos en el Interface de la tendencia de falla y recomendación técnicas.					

**Tabla 1 Cronograma**

## **3.2. Actividades desarrolladas**

Las primeras semanas fueron dedicadas al conocimiento de los procesos en la empresa, el personal, las autoridades, el reglamento interno, el conducto regular a seguir en caso de inconvenientes con el equipo de trabajo entre otros aspectos importantes para el sano y efectivo desarrollo de las actividades.

### **3.2.1. Solicitud de permisos**

Para el ingreso a las diferentes estaciones de La Cira Infantas de Ecopetrol en el corregimiento el centro a inmediaciones de Barrancabermeja-Santander, se realizo el curso de trabajo y fomento seguro FASE 1 Y FASE 2 y la solicitud de ingreso mediante el formulario de SOLICITUD DE CARNÉT PARA FUNCIONARIO O CONTRATISTA DE ECOPETROL, con la respectiva firma de autorización del Gestor Técnico asignado al contrato en ejecución y posteriormente su radicación con copia al Administrador del contrato.(ver Anexo 1)

### **3.2.2. Visitas a campo**

Se inspecciono a las siguientes estaciones (ver Anexos 2-9):

- estación 2
- estación 3
- estación PIA 3
- estación 3a
- estación 5
- estación PIA 5

- estación PIA 6
- estación 7
- planta 5

Se realizó reconocimiento de cada una de las estaciones donde se encontró que los equipos rotativos en operación presentan las siguientes características:

- Porcentaje de bombas utilizadas en la Cira infantas de Ecopetrol según el tipo de bomba

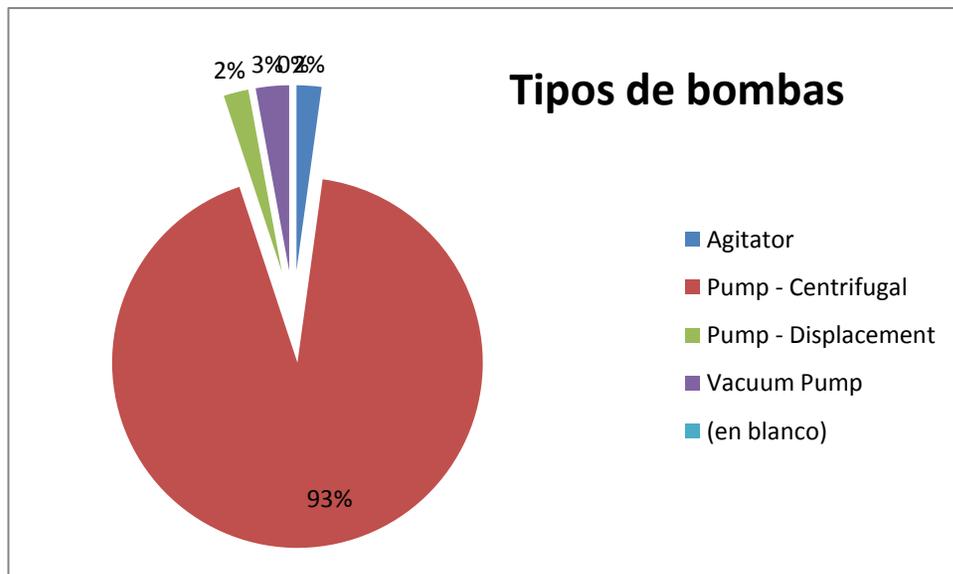
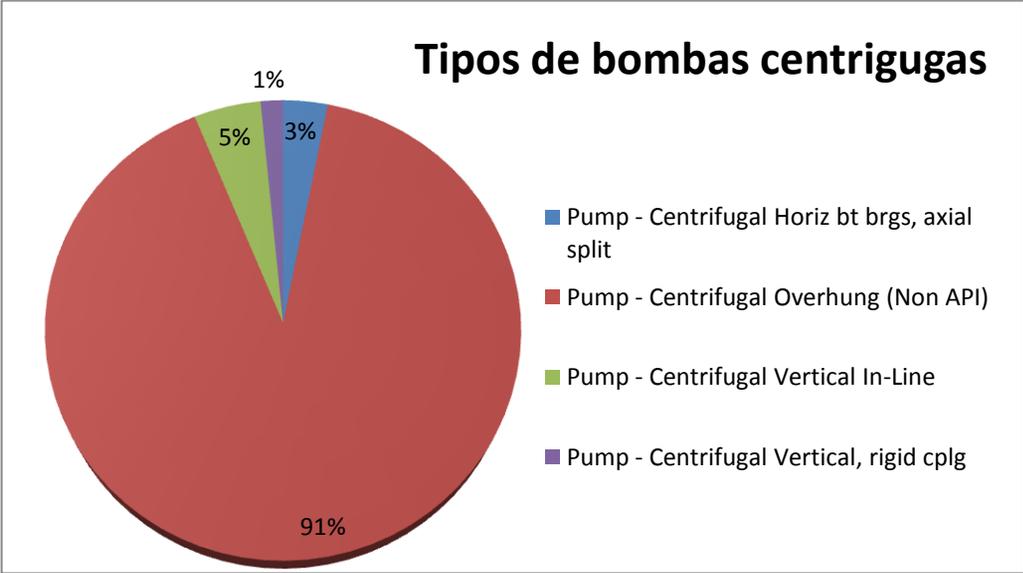


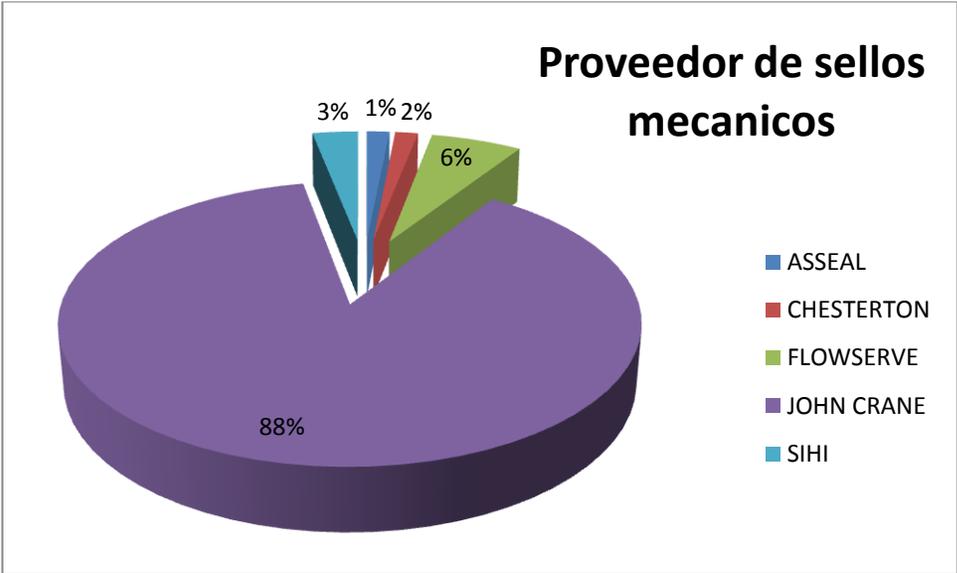
Ilustración 1 tipos de bombas

- Tipos de bombas centrifugas que hacen parte de las estación de la Cira Infantas de Ecopetrol



**Ilustración 2 Tipos de bombas centrífugas**

- Proveedores de sellos mecánicos para las bombas de la Cira infantas de Ecopetrol.



**Ilustración 3 Proveedor de sellos mecánicos**

### **3.2.3. Toma de datos**

Se realizo registro de las bombas en cada una de las estaciones, sus condiciones de operación, presiones de trabajo, temperatura, caudal, producto en operación, los sellos que estas poseen ya sean JOHN CRANE o de otro proveedor y las dimensiones de la cámara del sello, mediante la inspección visual de cada equipo y registro físico en el formato HOJA DE RECOMENDACIONES DE SISTEMA DE SELLADO (ver Anexo 10).

### **3.2.4. Registro digital**

Se realizo compilación de los equipos, condiciones de operación, información del sello, información de la bomba, información del producto e información de la cámara del sello un archivo digital y complementado toda esta información con los diferentes catálogos de las bombas emitidas por cada fabricante y los planos de los sellos mecánico JOHN CRANE identificados en campo (ver Anexos 11-16)

### **3.2.5. Interface**

Se ingresaron todos los datos compilados del archivo digital con la información de los equipos, condiciones de operación, información del sello, información de la bomba, información del producto e información de la cámara del sello, en el software corporativo mundial de John Crane (ver Anexos 17 y 18)

Los daos suministrados a la plataforma corporativa puede ser visualizada por todo el personal de John Crane que lo solicite y al cliente para control de procesos de mantenimiento.

### 3.2.6. Relación de sellos mecánicos pendientes por reparar y registrar en el Interface:

SELLOS EN EL CENTRO DE SERVICIOS									
ITEM	DESCRIPCION	TAG	CANTIDAD	PLANO	CONSECUTIVO	CLIENTE	FECHA DE INGRESO	CARPETA	OBSERVACIONES
1	SELLO DE EQUIPO FILTRO PETRECO – SELLO MARCA FLOWSERVE Pia6		1		JCB-088-14		14/04/2014	SI	PENDIENTE POR REPUESTOS
2	Reparacion sello	P-3026	1	HSP-1031243-1	JCB-029-13	J.Ardila	12/08/2013	SI	PENDIENTE POR REPUESTOS
3	Reparacion sello	LCI-8	1	HSP-1031243-3	JCB-078-14	J.Ardila	01/04/2014	SI	PENDIENTE POR REPUESTOS Y
4	Reparacion sello	P-201C	1	GA-115721-1	JCB-094-12	J.Ardila	11/01/2013	SI	PENDIENTE POR REPUESTOS
5	Reparacion sello	P-3631 LA	1	HSP-1010420-1	JCB-083-14	J.Ardila	16/04/2014	SI	PENDIENTE POR REPUESTOS
6	Reparacion sello	P-3631 LL	1	HSP-1010420-1	JCB-084-14	J.Ardila	16/04/2014	SI	PENDIENTE POR REPUESTOS
7	Reparacion sello	p-3255	1	HSP-1031243-1	JCB-086-14	J.Ardila	12/05/2014	SI	SE ENCUENTRA EN EL CS DE BOGOTA
8	Reparacion sello	P-3255	1	HSP-1031243-1	JCB-081-14	J.Ardila	12/05/2014	SI	PENDIENTE POR REPUESTOS
9	Reparacion sello	P-2304 LA	1	HSP-1040100-1	JCB-110-14	J.Ardila	15/05/2014	SI	PENDIENTE POR REPUESTOS
10	Reparacion sello	P-2304 LE	1	HSP-1040100-1	JCB-111-14	J.Ardila	15/05/2014	SI	PENDIENTE POR REPUESTOS
11	Reparacion sello	GM-3 A	1	HSP-1001480	JCB-108-14	J.Ardila	16/05/2014	SI	PENDIENTE POR REPUESTOS
12	Reparacion sello	GM-3 B	1	HSP-1001480	JCB-109-14	J.Ardila	16/05/2014	SI	PENDIENTE POR REPUESTOS
13	Reparacion sello	P-5354	1	HSP-1031243-1	JCB-030-13	J.Ardila	21/07/2014	SI	PENDIENTE POR REPUESTOS
14	Reparacion sello	P-3254	1	HSP-1031243-1	JCB-127-14	J.Ardila	21/07/2014	SI	PENDIENTE POR REPUESTOS
15	Reparacion sello	P-3257	1	HSP-1031243-1	JCB-126-14	J.Ardila	21/07/2014	SI	PENDIENTE POR ALCANCE
16	Reparacion sello	P-6254	1	HSP-1031243-1	JCB-122-14	J.Ardila	21/07/2014	SI	PENDIENTE POR REPUESTOS

**Tabla 2 Sellos por reparar**

#### Observaciones:

- Pendiente por repuestos 15 sellos mecánicos, los cuales ya fueron solicitados a nivel interno de John Crane, para proceder con la reparación.

### 3.2.7. Relación de reparaciones de sellos mecánicos y registrados en el Interface.

SELLOS QUE HAN SALIDO									
ITEM	DESCRIPCION	TAG	CANTIDAD	PLANO	CONSECUTIVO	CLIENTE	HA DE INGRE	CARPETA	FECHA DE SALIDA
1	Reparacion Sello	P-6257	1	HSP-1031243-1	JCB-056-14	J.Ardila	15/01/2014	SI	04/03/2014
2	Reparacion Sello	P-2304	1	HSP-1040100-1	N/D	J.Ardila	N/D	N/D	11/02/2014
3	Reparacion Sello	P-6257 B	1	HSP-1031243-1	JCB-058-14	J.Ardila	24/01/2014	SI	24/03/2014
4	Reparacion Sello	P-110 B	1	HSP-37308-214	JCB-044-14	J.Ardila	17/02/2014	SI	17/02/2014
5	Reparacion Sello	P-3733	1	N/D	JCB-063-14	J.Ardila	18/02/2014	SI	23/02/2014
6	Reparacion Sello	P-501 D	1	GA-113987-1	JCB-074-14	J.Ardila	18/03/2014	SI	02/04/2014
7	Reparacion Sello	GM3 LA	1	CL-SP-1437-368	JCB-075-14	J.Ardila	27/03/2014	SI	14/04/2014
8	Reparacion Sello	GM3 LL	1	CL-SP-1437-368	JCB-076-14	J.Ardila	27/03/2014	SI	02/04/2014
9	Reparacion Sello	P-3255	1	HSP-1031243-1	JCB-081-14	J.Ardila	06/04/2014	SI	08/04/2014
10	Reparacion Sello	P-3255	1	HSP-1031243-1	JCB-082-14	J.Ardila	06/04/2014	SI	05/05/2014
11	Reparacion Sello	P-5354	1	N/D	N/D	J.Ardila	N/D	N/D	16/03/2014
12	Reparacion Sello	LTRO PETREC	1	N/D	JCB-087-14	J.Ardila	14/04/2014	SI	16/04/2014
13	Reparacion Sello	P-110 B	1	HSP-37308-214	JCB-044-14	J.Ardila	22/04/2014	SI	23/04/2014
14	Reparacion Sello	P-6636	1	GA-146306-1	JCB-093-14	J.Ardila	25/04/2014	SI	30/04/2014
15	Mantenimiento del sello	p-6256	1	HSP-1031243-1	JCB-033-13	J.Ardila	06/05/2014	SI	06/05/2014
16	Mantenimiento del sello	P-5017	1	HSP-38072-265	JCB-106-14	J.Ardila	14/05/2014	SI	15/05/2014
17	Reparacion sello	P-3644	1	HSP-38072-265	JCB-107-14	J.Ardila	14/05/2014	SI	18/06/2014
18	Mantenimiento del sello	P-5355	1	HSP-1031243-1	JCB-118-14	J.Ardila	17/06/2014	SI	18/06/2014
19	Mantenimiento del sello	P-3256	1	HSP-1031243-1	JCB-034-13	J.Ardila	17/06/2014	SI	18/06/2014
20	Reparacion sello	P-323D	1	HSP-38077-230	JCB-057-14	J.Ardila	21/01/2014	SI	18/06/2014
21	Reparacion sello	P-6636	1	GA-146306-1	JCB-059-14	J.Ardila	N/D	SI	08/07/2014
22	Reparacion sello	P-5325	1	HSP-38068-4	JCB-105-14	J.Ardila	12/05/2014	SI	08/07/2014
23	Mantenimiento del sello	P-6254	1	HSP-1031243-1	JCB-122-14	J.Ardila	01/07/2014	SI	08/07/2014
24	Reparacion sello	LCI-7	1	HSP-1031243-1	JCB-077-14	J.Ardila			22/07/2014
25	Reparacion sello	P-3631 LL	1	HSP-1010420-1	JCB-103-14	J.Ardila	12/05/2014	SI	30/07/2014
26	Reparacion sello	P-3631 LA	1	HSP-1010420-1	JCB-104-14	J.Ardila	12/05/2014	SI	30/07/2014
27	Reparacion sello	P-3733	1	HSP-38077-230	JCB-085-14	J.Ardila	16/04/2014	SI	30/07/2014

Tabla 3 Sellos reparados

#### Observaciones:

Se realizaron 27 reparaciones de sellos mecánicos, los cuales ya fueron entregados en las estaciones.

### 3.2.8. Relación de visitas y/o inspecciones de sellos mecánicos realizadas a Julio:

En las visitas realizadas a la Cira Infantas de Ecopetrol se realizaron tres tipos de actividades las cuales fueron:

- asistencia en cambio de sello mecanico

- inspeccion de los equipos pertenecientes a los campos
- Asistencia en capacitaciones por parte de John Crane al personal de Confipetrol, recomendaciones tecnicas y seleccion de sellos.

ESTACION	FECHA DE VISITA	ACTIVIDAD			OBSERVACIONES
		CAMBIO SM	INSPECCION	ASISTENCIA	
Centro de Ecopetrol	02/04/2014			X	Se realizo capacitación curso básico de sellos grupo A
Estación 7	02/04/2014		X	X	se realizo capacitación presencial del plan API 53 B
Centro de Ecopetrol	16/04/2014			X	Se realizo capacitación curso básico de sellos grupo B
Estación 7	16/04/2014		X	X	se realizo capacitación presencial del plan API 53 B
PIA 6	22/04/2014		X		se realizo inspección visual a las bombas de la estación
Estación 3A	23/04/2014		X		se realizo inspección visual a las bombas de la estación
PIA3	23/04/2014		X		se realizo inspección visual a las bombas de la estación
estación 5	25/04/2014		X		se realizo inspección visual a las bombas de la estación
PIA 3	30/04/2014		X	X	Se brindo acompañamiento al personal de Confipetrol y Baker hedges en la alineación de
PIA 3	01/05/2014		X		se realizo inspección visual a la bomba P-3255
PIA 6	07/05/2014			X	Se realizo inspección visual y identificación de sello mecánico
PIA 5	13/05/2014		X		se realizo inspección visual a las bombas de la estación
PIS 5A	13/05/2014		X		se realizo inspección visual a las bombas de la estación
estación 2	13/05/2014		X		se realizo inspección visual a las bombas de la estación
PIA 5A	14/05/2014		X		se realizo inspección al piltro petreco por fuga
PIA 5A	16/05/2014	X			se realizo acompañamiento en e cambio del sello mecánico
estación 7	28/05/2014			X	Se realizo inspección a la bomba P-701D y al plan 53B
Centro de Ecopetrol	12/06/2014			X	se realizo acompañamiento en la identificación de acople para la bomba P-2304
Centro de Ecopetrol	24/06/2014			X	se realizo acompañamiento en la identificación del buje de fondo para la caja e las
Centro de Ecopetrol	02/07/2014			X	se realizo acompañamiento en la identificación de acople para la bomba P-5017
estación 3	18/07/2014		X		se realizo inspección visual a las bombas de la estación
Centro de Ecopetrol	23/07/2014			X	se realizo acompañamiento en el retiro de la bomba vertical

Tabla 4 Visitas e inspecciones en campo

### 3.3. ESTADISTICAS

#### 3.3.1. Sellos que han ingresado por estación y/o campo



Ilustración 4 Sellos que ingresaron a reparacion por estaciones

Al centro de servicios de John Crane Barrancabermeja ingresaron 42 sellos a reparacion de Enero a Julio del 2014 y el 21% de los sellos ingresaron de la planta inyectora de agua PIA 5A y el 19% pertenecientes a la Estacion 3A.

### 3.3.2. Sellos que han ingresado a reparaci3n por mes



Ilustraci3n 5 Sellos que han ingresado a reparacion por mes

Al centro de servicios de John Crane Barrancabermeja ingresaron 42 sellos a reparacion de Enero a Julio del 2014 y el 55% de los sellos ingresaron en Abril y Mayo del a3o en curso.

### 3.3.3. Sellos reparados por estación



Ilustración 6 Sellos reparados por estacion

### 3.3.4. Sellos reparados por mes

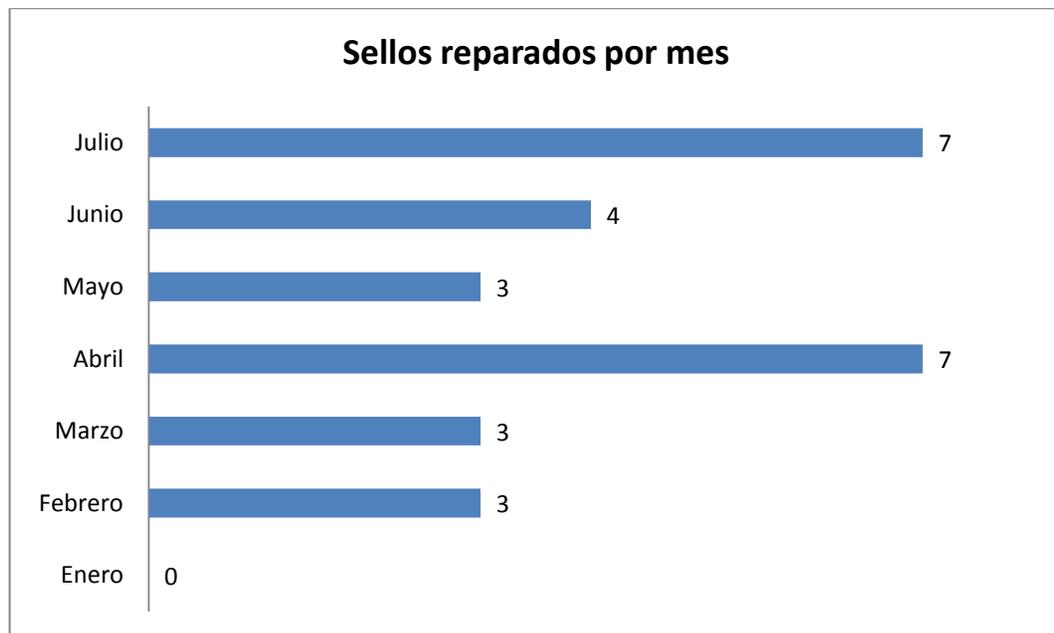


Ilustración 7 Sellos reparados por mes

### 3.3.5. Gestión de repuestos



Ilustración 8 Gestion de repuestos

### 3.3.6. Tiempos de reparación de sellos

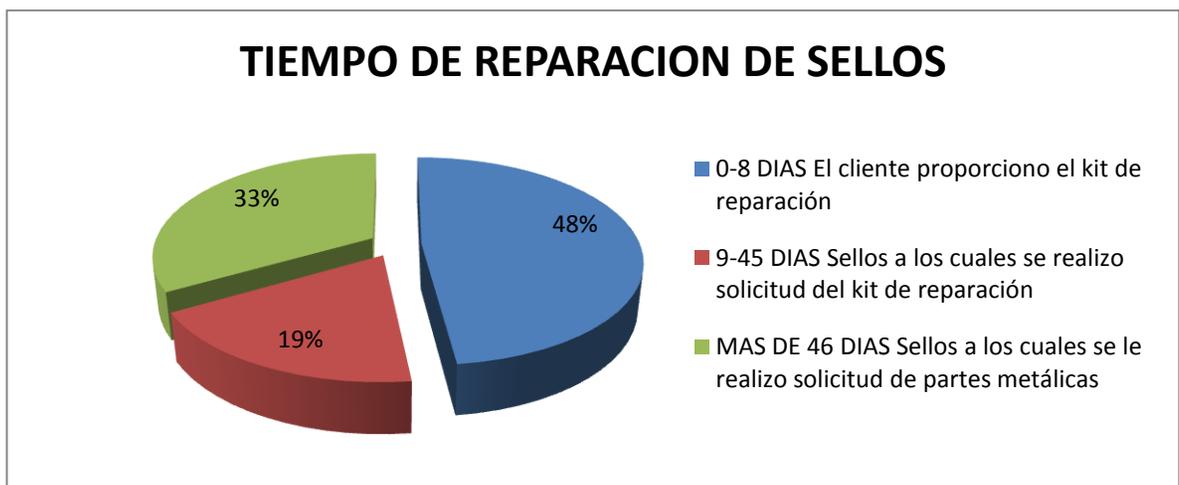


Ilustración 9 Tiempo de reparación de sellos

## 4. APORTE AL CONOCIMIENTO

### 4.1. Clasificación de las maquinas hidráulicas.

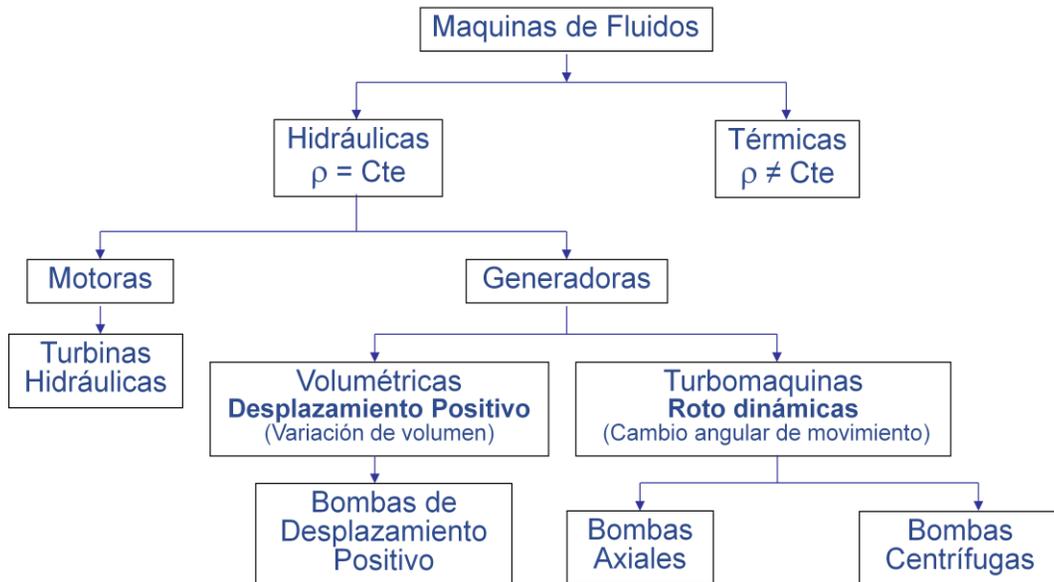
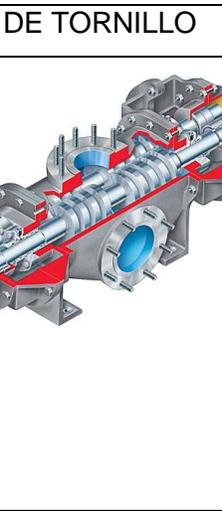
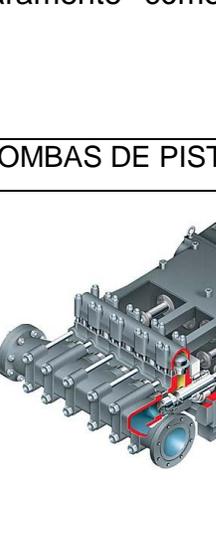


Ilustración 10 Clasificación maquinas hidraulicas

### 4.2. Bombas de desplazamiento positivo.

Si se compara con la bomba centrífuga, el principio de la bomba de desplazamiento positivo es simple. Una bomba rotativa de desplazamiento positivo está compuesta de engranajes, lóbulos, aletas, tornillos sencillos, dobles, triples, etc., funcionando en una envoltura muy ajustada. Es una máquina de desplazamiento positivo. El líquido, en vez de girar según entra en la carcasa, es atrapado por rotación en el elemento que gira; al igual que la bomba centrífuga, lo fuerza alrededor del interior de la carcasa, produce un cambio de volumen y lo expulsa a través de la descarga. A continuación se

dan tres diagramas que ilustran el principio de funcionamiento de una bomba rotativa de l6bulo y de una bomba rotativa de aleta. Estas son las bombas de dise1o m6s com6n que se utilizan en la actualidad. Los diagramas y breves notas adjuntos servir6n para indicar claramente c6mo funcionan estas bombas, tan simples en su funcionamiento.

BOMBAS DE LOBULO	BOMBAS DE PISTON
	
BOMBAS DE TORNILLO	BOMBAS DE ENGRANAJE
	

### 4.3. Bombas centrifugas

Hay varias formas de ilustrar cómo se aplica el efecto de la fuerza centrífuga al bombeado. Se estudiarán las dos formas más normalmente citadas. A través de los siguientes dos casos prácticos se explicará el efecto de la fuerza centrífuga para transformar las formas de la energía en los fluidos.

A. Se llena parcialmente de líquido un recipiente montado sobre un eje vertical situado centralmente. A la diferencia entre el nivel del líquido y el borde del recipiente, se le llamará 'H'. Ahora, si se coloca una correa alrededor de éste eje y se rota el recipiente, la línea recta del nivel del líquido llegará a ser cóncava y finalmente se derramará por los bordes del recipiente. Es la fuerza centrífuga la que ha elevado el líquido a la altura 'H'. Coloquialmente esto puede llamarse 'bombeado'.

B. Un balde con un orificio en su fondo se llena de líquido y a su asa se le fija una cuerda. Entonces se hace girar el balde por medio de la cuerda sobre la cabeza de una persona. Una vez que el balde ha comenzado a dar vueltas no se perderá líquido por su parte superior, sino que el agua se expulsará por el orificio inferior del balde a lo largo de todo el recorrido. Cuanto mayor sea la rotación mayor será el recorrido y más pronto se vaciará el balde. Es decir, cuanto más rápida sea la rotación más líquido se 'bombeará' a un recorrido o 'cabeza' mayor.

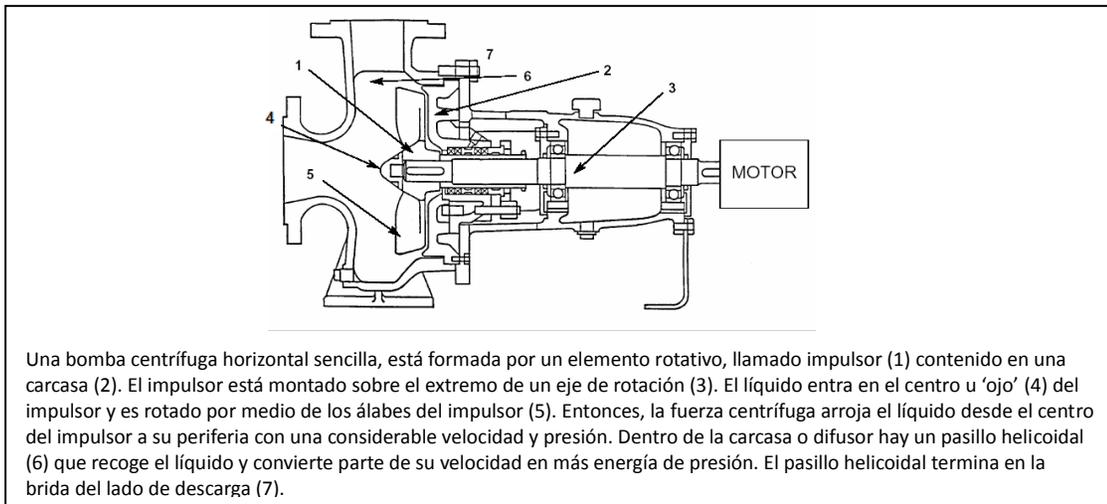


Ilustración 12 Bomba Cetrífuga

#### 4.3.1. Clasificación según API 610 10ª edición.

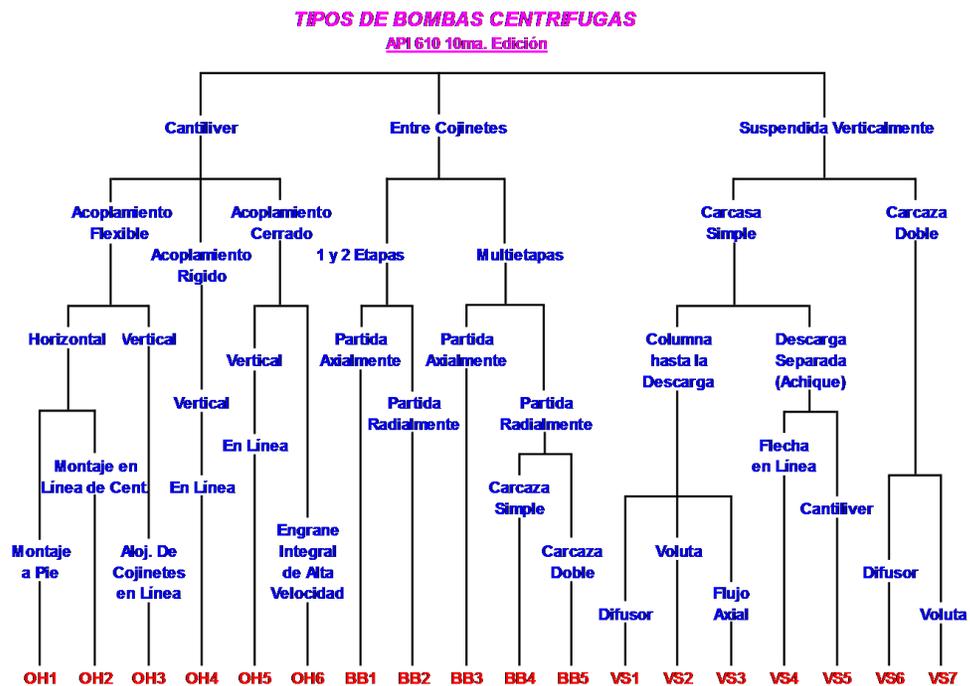


Ilustración 13 Tipos de bombas centrífugas

#### 4.3.2. Tipo OH1 (ANSI Típica):

- Diseño en voladizo, Simple etapa y montaje de pie (Ilustración 7).
- Utilizadas en la industria química y petroquímica.
- Sus medidas son normalizadas, se puede intercambiar bombas sin modificaciones.
- Tienen impulsor abierto o semi-abierto para manejar sólidos en suspensión.
- Hay dos proveedores fundamentales: Durco (Flowserve) y Goulds (ITT).
- Soportes de cojinete de hierro fundido.
- Bases de chapa plegada, bases anti vibración o poliméricas.
- Muchas metalurgias disponibles, además de versiones no metálicas.

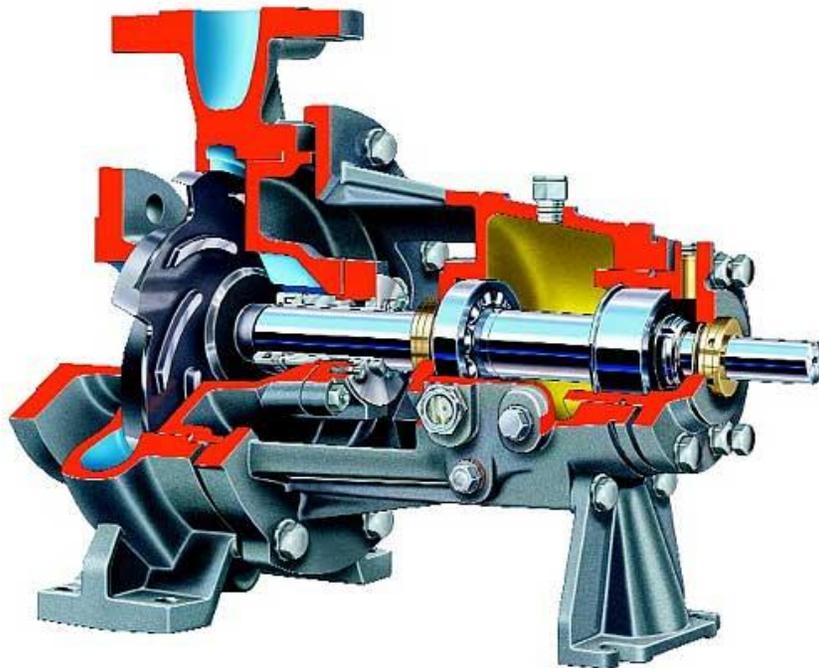


Ilustración 14 Tipo OH1 (ANSI Típica)

#### 4.3.3. Tipo OH2 (API Típica):

- Diseño en voladizo, simple etapa, montaje centrado, caja de rodamiento simple y acople flexible (Ilustración 8).
- Utilizadas en la industria petrolera (downstream & upstream) y petroquímica.
- Sus medidas no son normalizadas, las bases se hacen a medida.
- Tienen impulsor cerrado con anillos de desgaste.
- Hay varios proveedores: Flowserve, Goulds, Sulzer, David Brown, Marelli, KSB, etc.
- Soportes de cojinete de acero fundido.
- Bases tipo drim rain con apoyos centrados.
- Metalurgias acotadas a lo que indica la norma API 610.

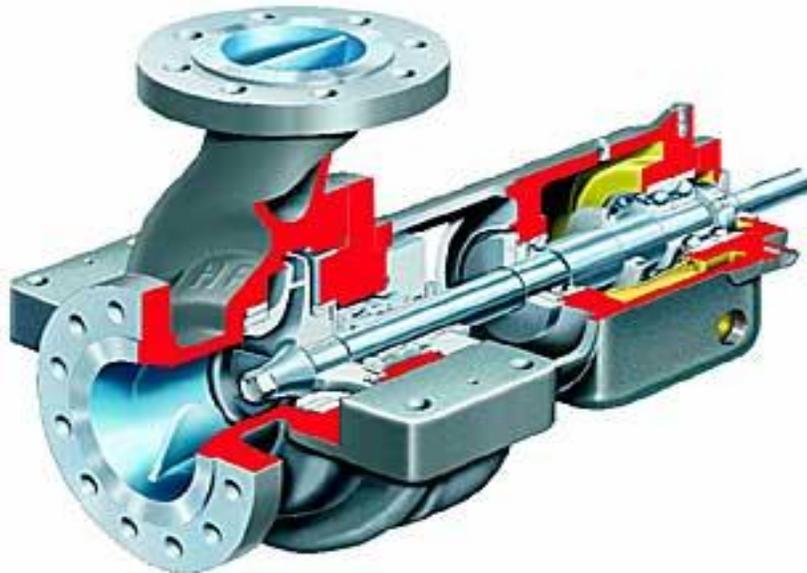


Ilustración 15 Tipo OH2 (API Típica)

#### 4.3.4. Tipo OH3:

Diseño en voladizo, simple etapa, montaje vertical “In-line” con soportes separados, caja de rodamiento integrada a la bomba y conectadas por acople flexible (Ilustración 9).

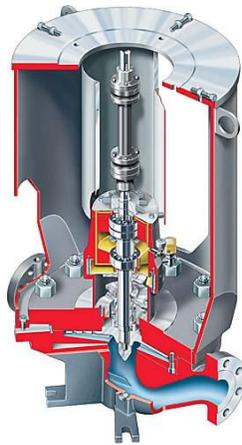


Ilustración 16 Tipo OH3

#### 4.3.5. Tipo OH4:

Diseño en voladizo, simple etapa, montaje vertical “In-line” con acople rígido (Ilustración 10).

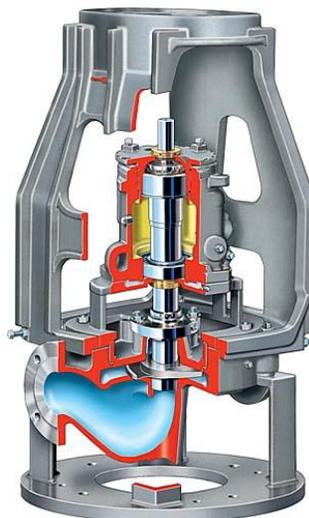


Ilustración 17 Tipo OH4

#### 4.3.6. Tipo OH5:

Diseño en voladizo, simple etapa, montaje vertical “In-line” con acople cerrado; Con el acople cerrado el impulsor se monta directamente sobre el eje del elemento conductor (ilustración 11).

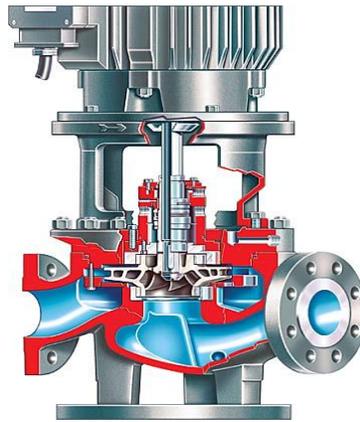


Ilustración 18 Tipo OH5

#### 4.3.7. Tipo OH6:

Diseño en voladizo, simple etapa, caja de engranaje integral de alta velocidad, no hay acople entre la caja de engranaje y la bomba, la caja de engranaje es acoplada flexiblemente al motor y pueden ser verticales u horizontales (Ilustración 12).



Ilustración 19 Tipo OH6

#### 4.3.8. Tipo BB1:

Bomba de diseño axialmente partida y una o dos etapas con eje entre rodamientos (Ilustración 13).

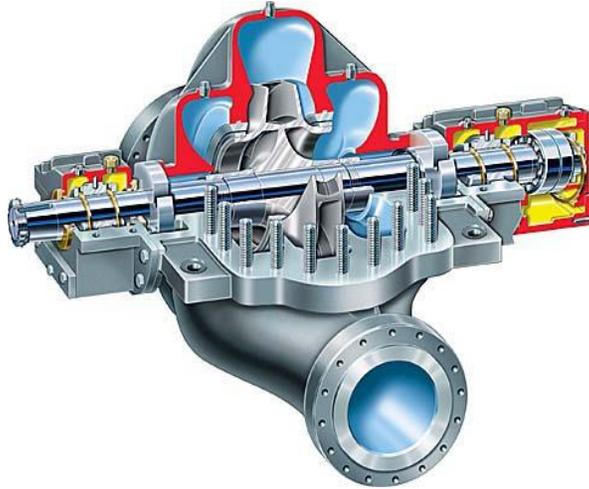


Ilustración 20 Tipo BB1

#### 4.3.9. Tipo BB2:

Bomba de diseño radialmente partida y una o dos etapas con eje entre rodamientos (ilustración 14).

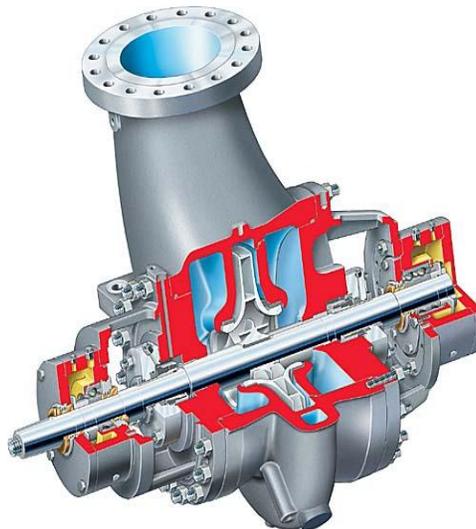


Ilustración 21 Tipo BB2

**4.3.10. Tipo BB3:**

Bomba de diseño axialmente partida multi-etapas con eje entre rodamientos (ilustración 15).

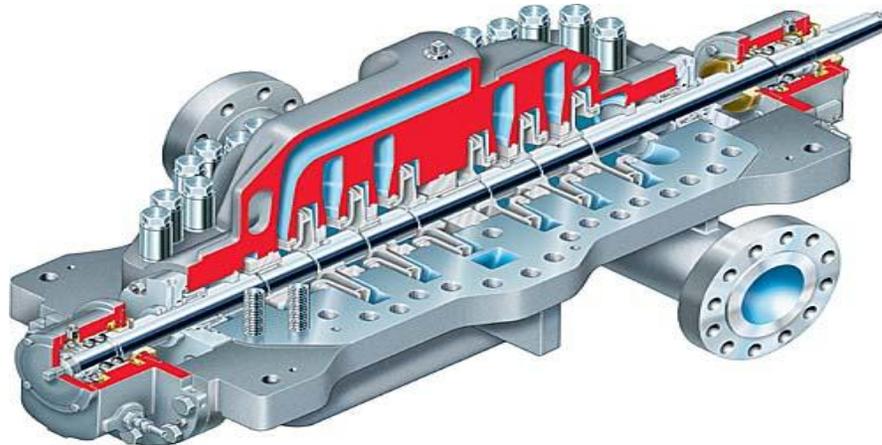


Ilustración 22 BB3

**4.3.11. Tipo BB4:**

Bomba de diseño de carcasa simple radialmente partida, multi-etapas con eje entre rodamientos. Llamada de sección de anillos con potencial fuga por cada segmento (Ilustración 16).

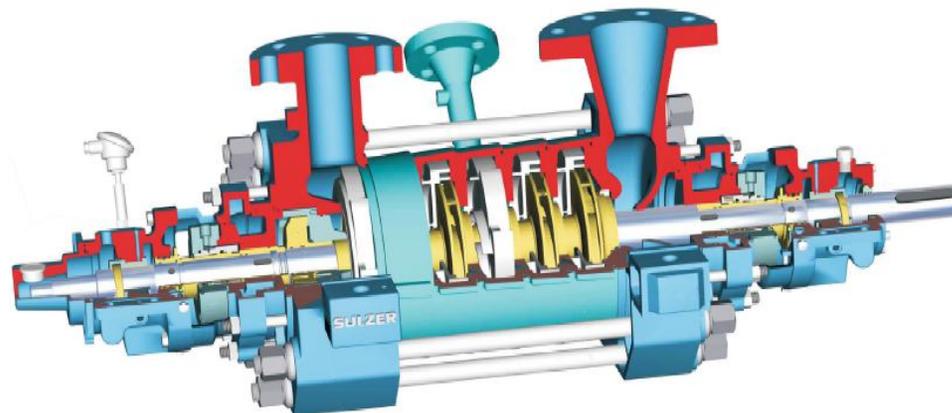
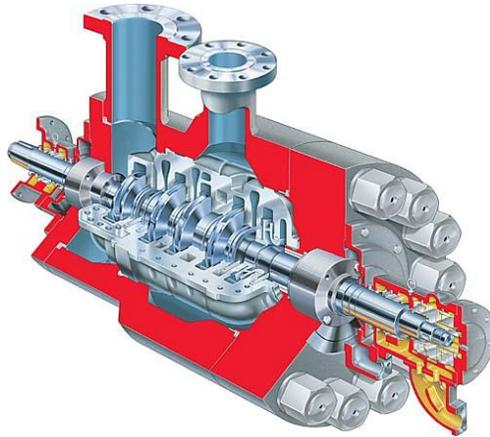


Ilustración 23 BB4

**4.3.12. Tipo BB5:**

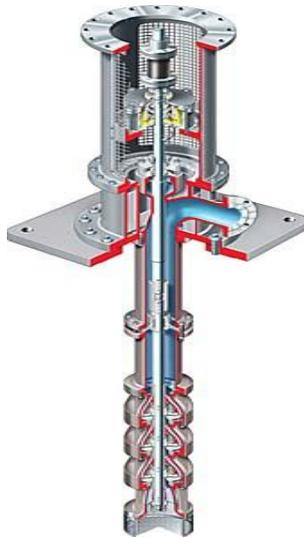
Bomba de diseño de doble carcasa radialmente partida, multi-etapas con eje entre rodamientos (Ilustración 17).



**Ilustración 24 Tipo BB5**

**4.3.13. Tipo VS1:**

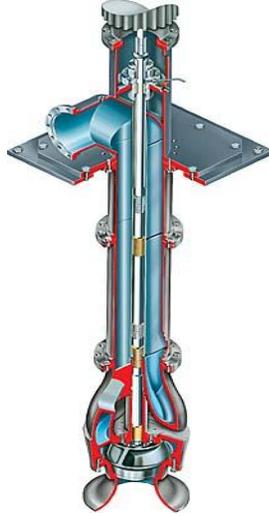
Bomba de profundidad verticalmente suspendida, carcasa simple con difusores de descarga a través de la columna (ilustración 18).



**Ilustración 25 Tipo VS1**

**4.3.14. Tipo VS2:**

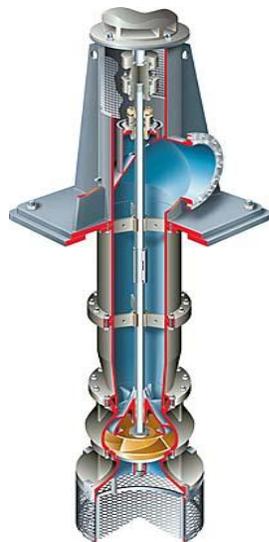
Bomba de profundidad verticalmente suspendida, carcasa simple con la voluta descarga de a través de la columna (Ilustración 19).



**Ilustración 26 Tipo VS2**

**4.3.15. Tipo VS3:**

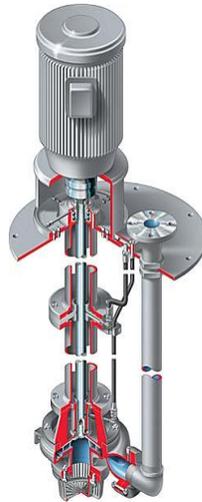
Bomba de profundidad verticalmente suspendida, carcasa simple de flujo axial con descarga de a través de la columna (Ilustración 20).



**Ilustración 27 Tipo VS3**

**4.3.16. Tipo VS4:**

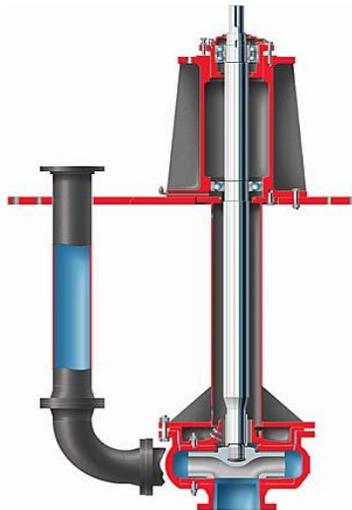
Bomba verticalmente suspendida, carcasa simple, voluta en línea con el eje conductor en el colector (Ilustración 21).



**Ilustración 28 Tipo VS4**

**4.3.17. Tipo VS5:**

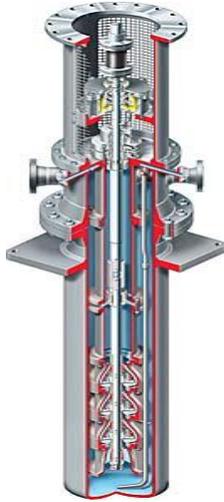
Bomba verticalmente suspendida en voladizo (Ilustración 22).



**Ilustración 29 Tipo VS5**

**4.3.18. Tipo VS6:**

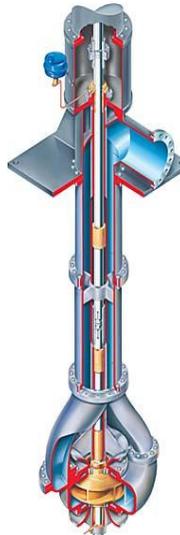
Bomba doble carcasa con difusores verticalmente suspendidos (ilustración 23).



**Ilustración 30 Tipo VS6**

**4.3.19. Tipo VS7:**

Bomba doble carcasa con voluta verticalmente suspendida (ilustración 24).



**Ilustración 31 Tipo VS7**

#### 4.4. Sellos mecánicos

Un sello mecánico consiste de 2 componentes, uno estacionario y otro rotativo que gira contra él, para lograr un sellado con un mínimo de fugas.

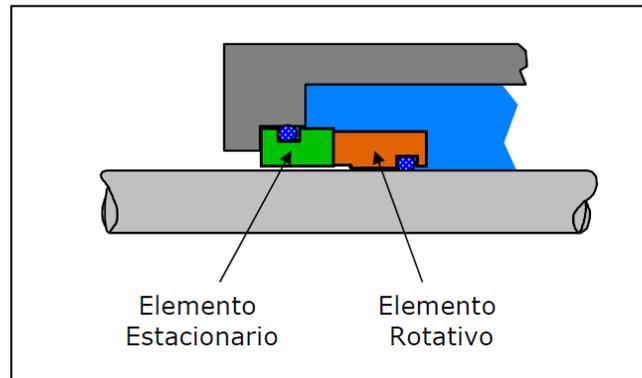


Ilustración 32 Sellos mecánico

#### 4.4.1. Componentes

El diseño del sello mecánico más sencillo y práctico consta de los:

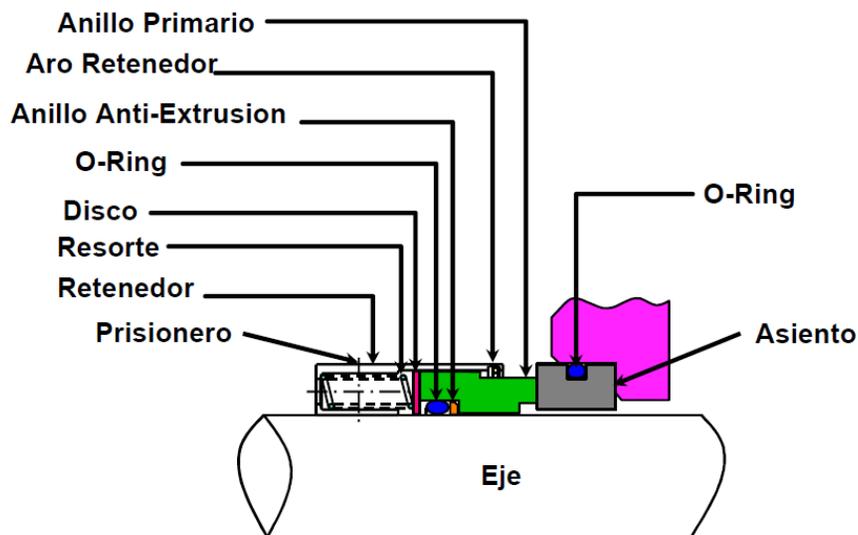
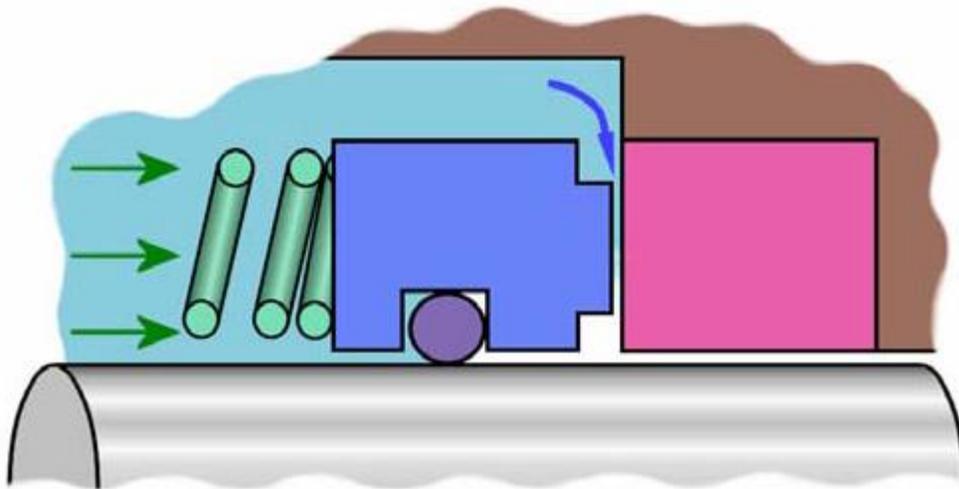


Ilustración 33 Componentes del sellos mecánico

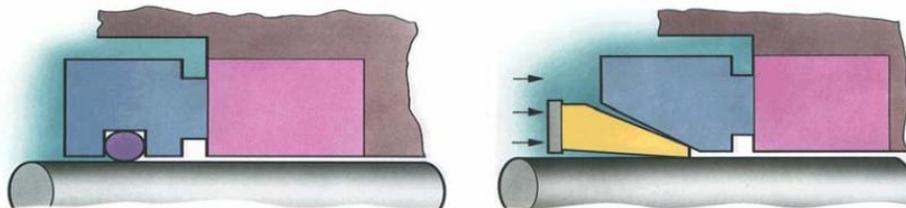
Un sello mecánico tiene tres puntos principales de sellado.

El sello entre la cara rotativa (anillo primario) y la cara estacionaria (asiento).  
Este se conoce como sello primario.



**Ilustración 34 sellado primario**

El sello entre el elemento rotativo y el eje o la camisa del eje. Este se conoce como sello secundario y podría ser un o-ring como se muestra, una 'cuña' o cualquier tipo similar de empaque.



**Ilustración 35 Sellado secundario**

El sello entre el asiento y su alojamiento en la brida o carcasa, éste es normalmente un empaque o un o-ring.

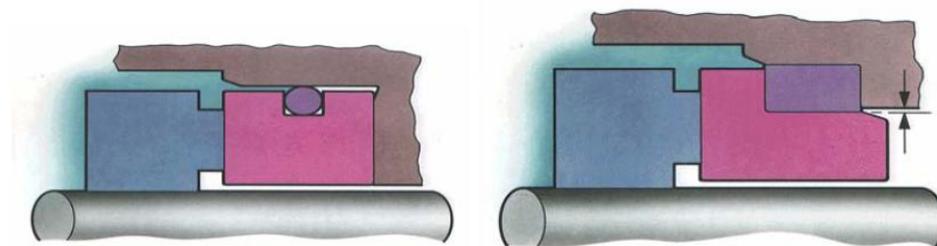


Ilustración 36 Sellado en el asiento

#### 4.4.2. Sellado primario

Dos de los tres puntos principales de sellado de un sello mecánico no requieren explicación, pero el número uno entre las caras del elemento rotativo y estacionario necesita un poco más de consideración. Este sello 'primario' es la base del diseño de todos los sellos mecánicos y es el que lo hace funcionar. Las superficies de las caras de los componentes rotativos y estacionarios que 'friccionan' entre sí son extremadamente planas, de hecho, normalmente su planitud está dentro de dos bandas de luz (método óptico de medir la planitud). Esta planitud minimiza las fugas hasta el punto que para todos los propósitos e intenciones son casi inexistentes. De hecho, existen fugas entre estas dos caras pero son invisibles a simple vista, pues aparecen en forma de vapor.

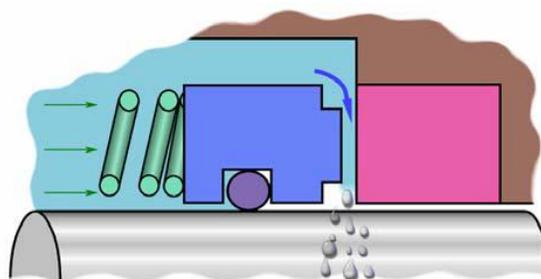


Ilustración 37 sellado primario

#### 4.4.3. Película de lubricación superficial

Si los componentes rotativos de un sello mecánico girasen entre sí sin forma alguna de lubricación, se desgastarían muy pronto debido a la fricción de las caras y al calor que esto genera. Es por esto que se requiere lubricación y en esta etapa de nuestra consideración, esta lubricación se proporciona mediante una pequeña película del líquido objeto del sellado. Ésta se conoce como película de lubricación y mantener su estabilidad es de primordial importancia, si el sello ha de funcionar de forma satisfactoria. La película de fluido ha sido y sigue siendo objeto de debate e investigación y se vuelve más interesante según se progresa en materia de sellos mecánicos. El producto que se está bombeando forma una película de fluido estable a través de las dos caras del sello. El calor generado por la fricción entre caras puede aumentar dando como resultado una vaporización del líquido entre las caras. Si se produjese esta vaporización y no hubiera una película de fluido estable entre las caras, se produciría un rápido desgaste y el sello fallaría.

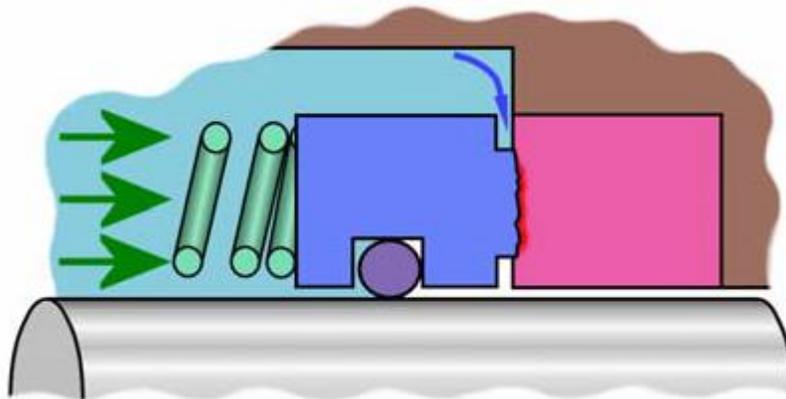


Ilustración 38 película de lubricación superficial

## **4.5. Planes de lubricación y enfriamiento api**

A continuación se encuentran los planes más reconocidos y utilizados en la industria. Estos tienen denominaciones API (American Petroleum Institute) y ANSI (American National Standards Institute).

### **4.5.1. Plan API 11 (Plan ANSI 7311)**

Este plan utiliza recirculación desde la descarga hasta la caja del sello, a través de una platina de orificio. Es el plan de tubería más común para sellos sencillos y también con frecuencia se usa en el sello interno de los arreglos múltiples. Este plan se denomina comúnmente “bypass desde la descarga”.

Se utiliza a veces el plan 11 cuando un sello sencillo funciona con un producto que se encuentra cerca de su presión de vapor y la refrigeración no es práctica. La vaporización puede evitarse instalando un buje de restricción o de garganta con tolerancias pequeñas (menos de .012” diametrales) para aumentar la presión de caja. Aunque esto no es tan eficiente como el enfriamiento para la supresión de la vaporización, es mucho menos costosa. A veces suele ser ventajoso tomar la recirculación después de la válvula de cheque después de la descarga. Cuando se hace así, el lavado al sello se mantendrá en caso de pérdidas en la succión de la bomba. Esto hace al sello menos culpable de fallas de operación de la bomba, especialmente si se está utilizando un buje en el fondo de la caja.

Algunos de los problemas potenciales que se pueden presentar cuando se instala un plan 11 son:

- No es efectivo cuando la presión de la caja de sello es cercana a la de descarga de la bomba.
- Los productos termo sensitivo o viscoso se pueden asentar en la línea de lavado, especialmente si la bomba está parada. Esto se puede prevenir calentando la línea y aislándola para mantener el fluido a una temperatura apropiada o lavando la tubería cuando el equipo esté parado.
- Cuando este plano se utiliza con slurries pesados, la línea del flushing puede taparse. El plan API 32 (inyección desde una fuente externa) es usualmente recomendado para estas aplicaciones.
- Si existe una presión diferencial grande entre la caja de sello y la descarga, se debe instalar un orificio o una serie de ellos para bajar la presión. Con el fin de minimizar la posibilidad de taponamiento, el menor diámetro de orificio debe ser de .125”.
- Se puede presentar desgaste en algunas partes del sello si el flushing entra con excesiva velocidad a la caja de sello. Esto se previene utilizando conductos tangenciales e instalando platinas de orificio lo más alejado posible de la caja de sello.

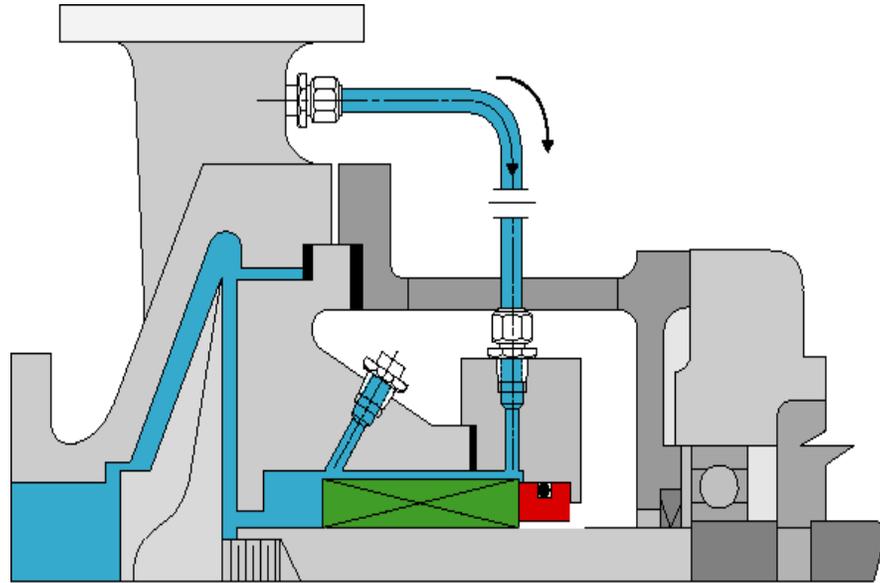


Ilustración 39 Plan API 11

#### 4.5.2. Plan API 13 (Plan ANSI 7313)

Este plan es para algunas bombas verticales. El sello soportará la presión total de descarga en arreglos normales. Debido a esta disposición, no existe presión diferencial que permita la instalación de un plan 11. En el plan 13, el producto fluye desde la caja de sello hacia la succión para entregar refrigeración al sello y para ventear aire y vapores. Este plan también se aplica en bombas con cabezas altas donde el plan 11 no funcionará.

Este plan no funcionará bien en bombas con cabezas bajas debido a la baja presión diferencial entre la caja de sello y la succión de la bomba. El cálculo de la tasa de flujo requerida, y el cálculo del orificio de la platina determinará la viabilidad de la aplicación del plan.

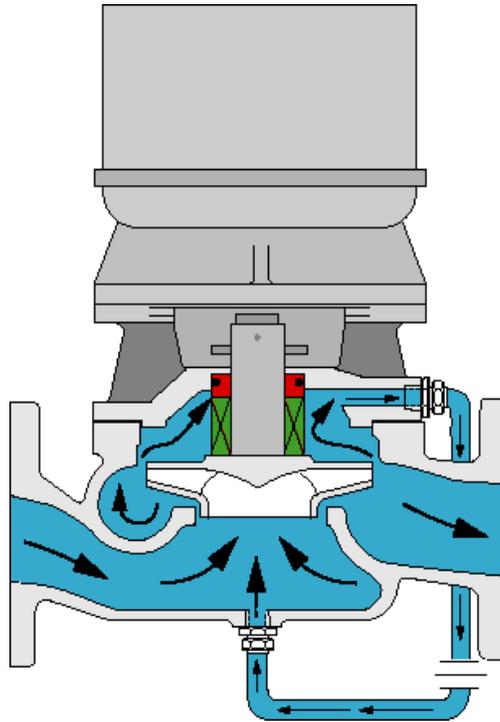


Ilustración 40 Plan API 13

#### 4.5.3. Plan API 14 (Plan ANSI 7314)

Este también es un plan común para las bombas verticales. Consiste en un recirculación desde la descarga de la bomba hacia la caja de sello a través de una platina de orificio para control de flujo (y presión) cuando se requiera y desde esta hacia la boquilla de succión. El orificio de la platina debe dimensionarse de acuerdo al buje de restricción y a la línea de retorno. Este plan es similar al 11. La diferencia es que el flujo que retorna a la succión evacuará los vapores que se puedan acumular en la caja de sello. Este plan se recomienda para servicios con hidrocarburos livianos. Es un plan común para bombas verticales, donde la caja de sello está sometida a la presión de descarga. En las bombas verticales la línea de debe extender

mínimo 12" sobre la conexión "FO" para asegura una apropiada ventilación de vapores dentro de la caja de sello.

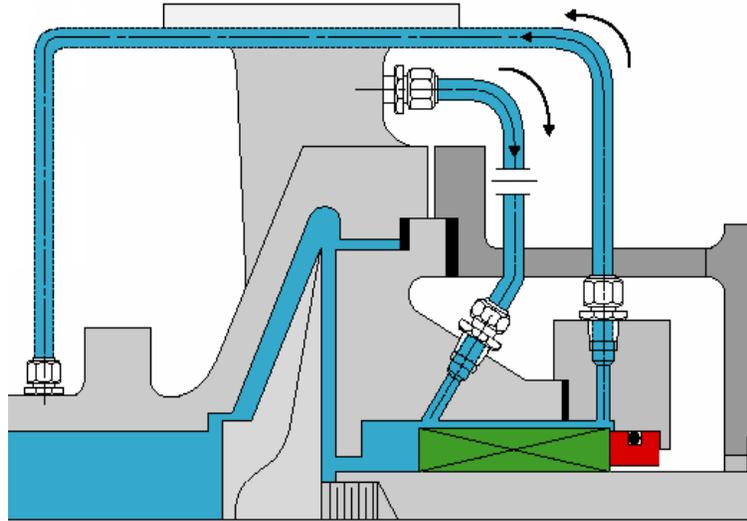


Ilustración 41 Plan API 14

#### 4.5.4. Plan API 23 (Plan ANSI 7323)

El plan 23 se recomienda generalmente para servicios con agua caliente, como agua de alimentación de calderas y muchos servicios con hidrocarburos.

Es la selección estándar para agua caliente sobre 180°F (80°C). El agua tiene una pésima lubricidad a temperaturas mayores a 180°F y puede causar un severo desgaste en las caras de los sellos. Este plan también es efectivo en muchas aplicaciones con hidrocarburos y servicios químicos. En estos servicios es necesario enfriar el fluido para mantener un margen requerido entre la presión de vapor del fluido y la de la caja de sello, a la temperatura de operación (y por

ende a la de la caja de sello). En el plan 23, el enfriador sólo remueve el calor generado por las caras del sello más el que se absorbe del proceso.

En el plan API 23 un buje de fondo aísla el producto en la caja de sello del que está en el área del impulsor de la bomba. Un anillo de bombeo circula el fluido de la caja de sello a través de un intercambiador de calor y regresa nuevamente a la caja. El intercambiador de calor sólo refrigera el fluido que trabaja con el sello y este fluido no entra al proceso. Esto logra como resultado una alta eficiencia energética. Como en cualquier plan de tubería, el plan 23 requiere un punto de venteo alto. El plan 23 no debe ser utilizado en aplicaciones con sólidos.

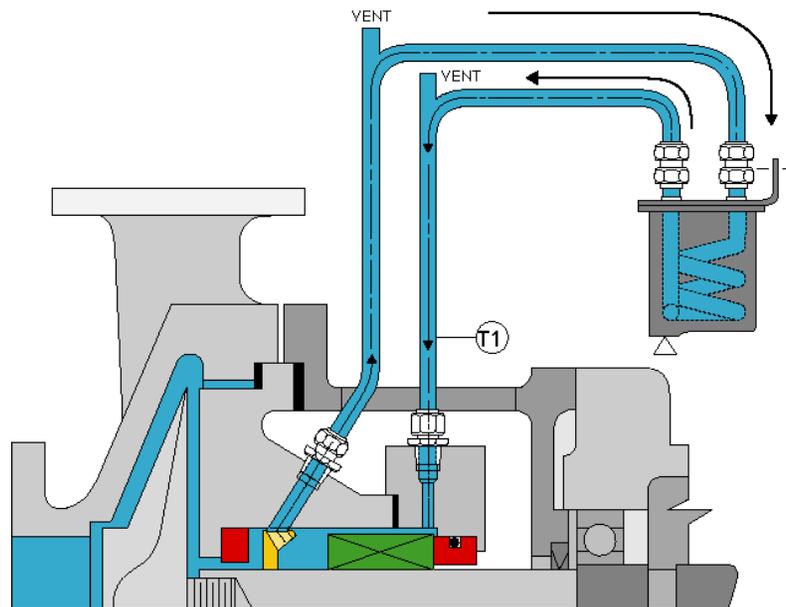


Ilustración 42 Plan API 23

#### 4.5.5. Plan API 31 (Plan ANSI 7331)

Este plan se recomienda únicamente para servicios con sólidos con una gravedad específica dos o más veces mayor que el fluido de

proceso. Una aplicación típica de este plan es en los servicios con agua para remoción de arena o trocitos de tubería. En el plan 31 el producto es conducido desde la descarga de la bomba hacia un separador ciclónico. Las partículas sólidas son “centrifugadas”, retiradas de la corriente y en rutadas hacia la succión de la bomba. El fluido limpio sale del separador ciclónico y se dirige hacia la caja de sello por una conexión en la brida. Se necesita un buje de fondo de caja cuando se especifica un plan 31. En este plan se dificulta la obtención de la presión diferencial requerida en el separador ciclónico. La aplicación de este plan se debe realizar sólo donde sea estrictamente necesario.

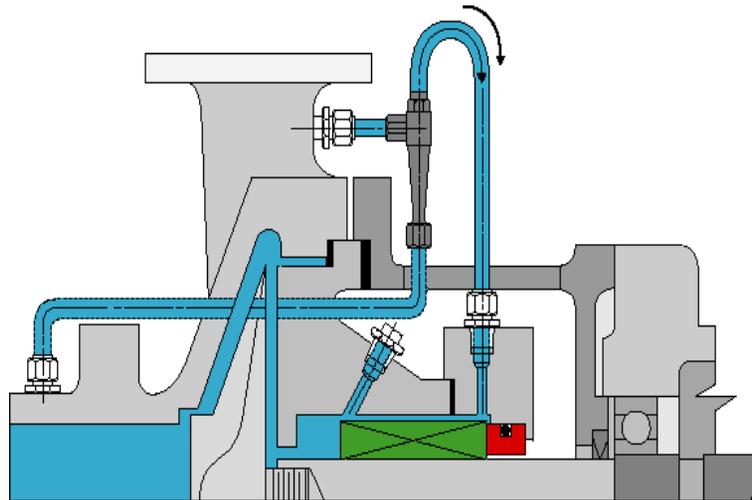


Ilustración 43 Plan API 31

#### 4.5.6. Plan API 32 (Plan ANSI 7332)

Este plan, comúnmente llamado “lavado externo”, se utiliza cuando el fluido de proceso no es el adecuado para un óptimo control del ambiente donde se encuentra el sello. Este es el caso cuando se trabaja con fluidos peligrosos, corrosivos o sucios; aquellos que no proporcionan la lubricación requerida y propiedades refrigerantes para

la aplicación. Una fuente externa de fluido de flushing limpia compatible con el fluido de proceso es inyectada por la brida hacia la caja de sello. La fuente externa de lavado es inyectada una presión mayor a la presente en el buje de fondo para asegurar que el flushing fluirá por él, asegurando que no entrará fluido de proceso a la caja de sello. La dilución del fluido de lavado debe ser tolerada y el caudal y la presión del mismo debe ser determinada. Se debe hacer énfasis en el cuidado que debe tenerse en la selección de una fuente apropiada en el sistema para eliminar la posibilidad de evaporación de este en la caja.

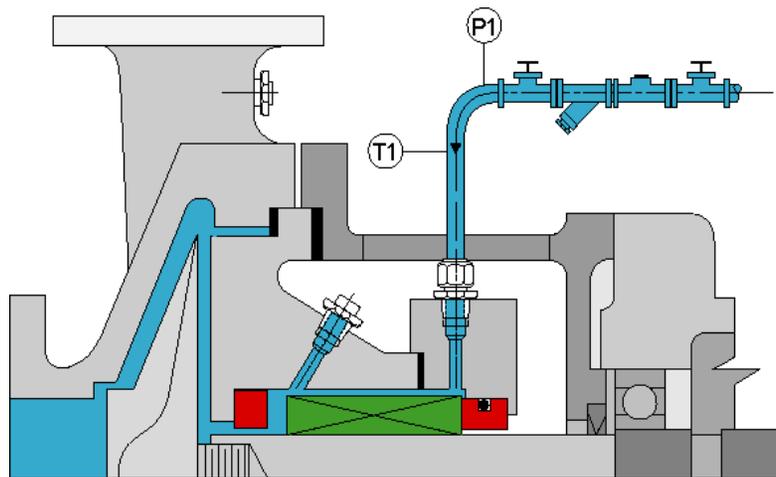


Ilustración 44 Plan API 32

#### 4.5.7. Plan API 52 (Plan ANSI 7352)

Este plan presenta la circulación de un fluido de barrera en un arreglo de circuito cerrado entre la caja de sello y un tanque de suministro externo no presurizado (reservorio). Este plan se utiliza en conjunto con arreglos de sellos múltiples para aislar el producto bombeado de la atmósfera o extender la vida de servicio al suministrar un mejor

entorno al sello. Frecuentemente se utiliza el plan 52 en aplicaciones con productos “flasheantes” y con aquellos que cambias de estado al entrar en contacto con la atmósfera.

El fluido de barrera lubricará el sello externo, mientras que el sello interno será lubricado por el fluido bombeado. Para facilitar la circulación del fluido de barrera a través del sello externo, puede ser ventajoso el mantener la presión del fluido de barrera entre 5-10 psig. En este plan, cualquier emisión del fluido de proceso que pase por el sello interno migrará al fluido de barrera. Si el fluido de proceso es inmisible con el de barrera, o tiene una presión de vapor mayor, estas emisiones pueden ser venteadas seguramente hacia una llama o cualquier otro sistema recuperador de vapores.

Utilizando un sello interno que permita muy baja fuga, se puede lograr cero (0) emisiones del producto bombeado hacia la atmósfera. Si el producto de proceso es miscible con el fluido de barrera, o tiene una presión de vapor baja, el fluido de barrera debe cambiarse periódicamente para prevenir la contaminación y para asegurar una emisión cercana a cero (0) del fluido hacia la atmósfera. Alguna forma de circulación forzada, como un anillo de bombeo puede utilizarse cuando sea posible. A veces se aprovecha la convección térmica, sin embargo, en este caso el flujo puede interrumpirse fácilmente.

Debido a que la instalación de este sistema es crítica para el funcionamiento exitoso, se debe tener en mente las siguientes reglas generales cuando se instale un plan 52 con anillo de bombeo:

- La distancia desde el fondo del reservorio a la línea central del eje no debe ser menor a 18”.
- La distancia horizontal desde el reservorio al sello debe ser lo más corta posible, con un máximo de 3 pies.
- El tamaño del reservorio está determinado generalmente por el tamaño del sello. Una regla general es que debes ser de un galón de capacidad por cada pulgada de diámetro del eje, con dos galones como mínimo. Sin embargo, siguiendo los lineamientos del API 682, el reservorio debe tener un tamaño tal que contenga un mínimo de cinco (5) galones de fluido de barrera.
- El nivel mínimo del fluido de barrera en el reservorio debe ser mantenido al menos una pulgada sobre el niple de la línea de retorno. Esto asegura una fluidez continua para que el anillo de bombeo sólo tenga que entregar energía al fluido para recuperar las pérdidas por fricción (pérdidas de línea).

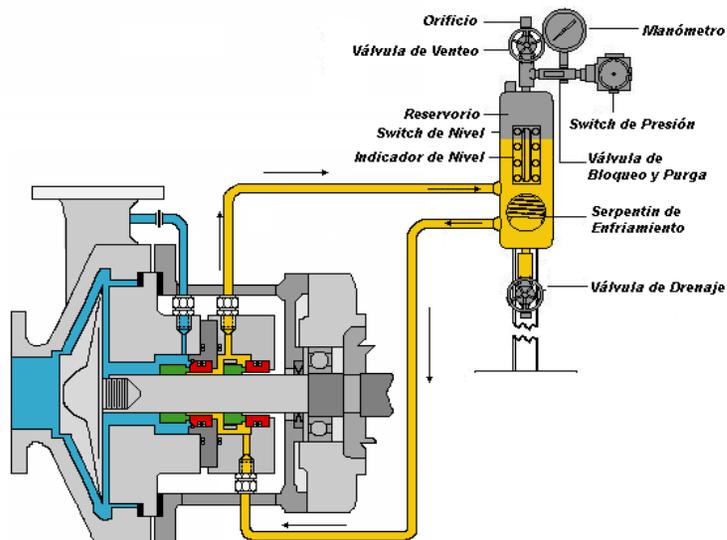


Ilustración 45 Plan API 52

#### **4.5.8. Plan 53 (Plan ANSI 7353)**

El plan 53 se utiliza en servicios donde no se pueden presentar fugas hacia la atmósfera, como en el caso de productos cancerígenos o tóxicos. El sistema de este plan consiste en un arreglo dual de sellos mecánicos con un fluido de barrera entre ellos. El fluido de barrera está contenido en un reservorio presurizado a una presión mayor a la de la caja de sello (20-25 psig). La fuga del sello interno será de fluido de barrera hacia el de proceso. Siempre se presentará fuga en ese sentido.

Se opta por el plan 53 sobre el 52 para servicios con productos abrasivos, sucios o que polimerizan, que pueden dañar las caras del sello o causar problemas en el sistema del fluido de barrera si la opción hubiera sido el plan 52.

##### **4.5.8.1 Plan API 53A**

Circulación forzada a través de un anillo de bombeo o por efecto termosifónico de líquido de barrera presurizado contenido en un reservorio.

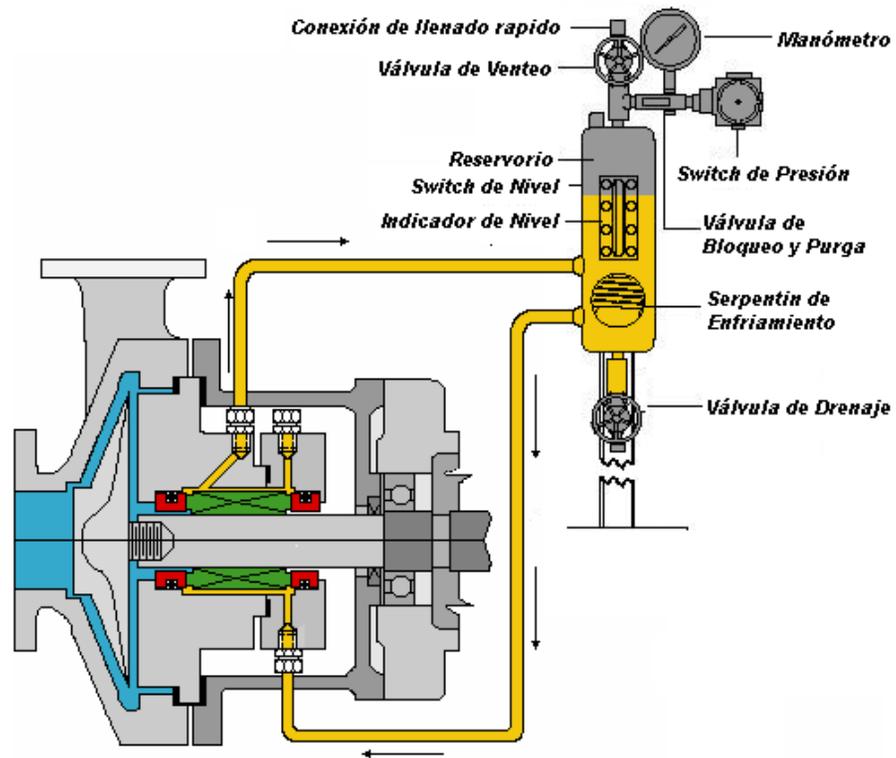


Ilustración 46 Plan API 53A

#### 4.5.8.2 Plan API 53B

Circulación forzada a través de un anillo de bombeo de líquido de barrera presurizado por un acumulador de Vejiga.

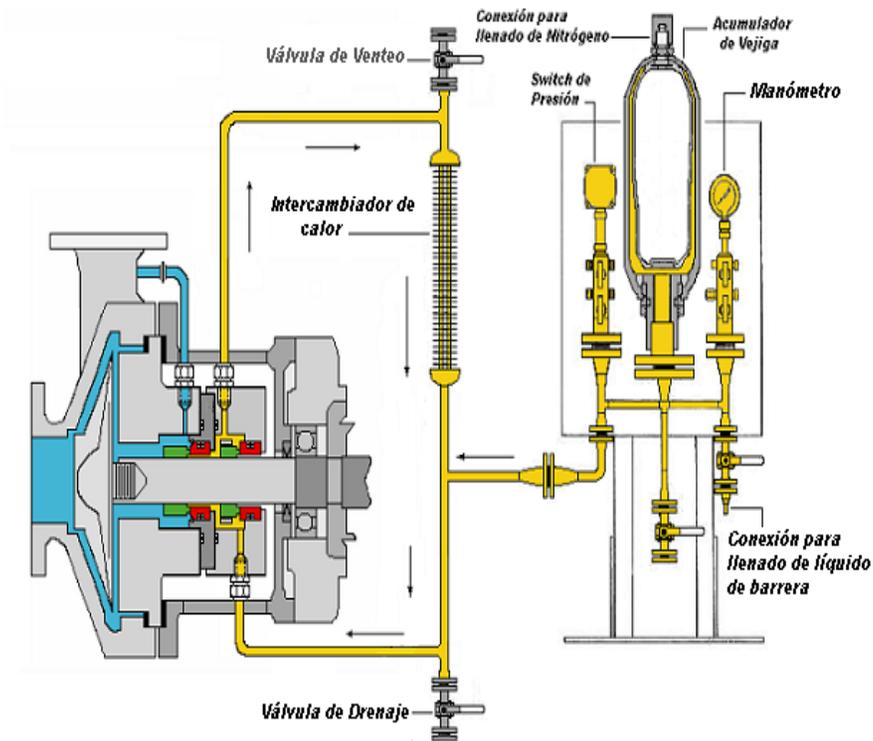


Ilustración 47 Plan API 53B

#### 4.5.9. Plan API 54 (Plan ANSI 7354)

Los planes API 54 constan también arreglos de sellos duales y sistemas presurizados. La fuga del sello interno significará el paso del fluido de barrera hacia el producto bombeado. En un plan 54 el fluido de barrera suministrado al sello es un producto limpio y fresco proveniente de una fuente externa. La presión que maneja este fluido es 20 psi mayor que la de la caja de sello. Debido a esto, algo del fluido de barrera fuga hacia el producto. Este arreglo nunca debe utilizarse la presión de suministro del fluido de barrera sea menos a la que maneja la caja. Si esto sucede, la falla del sello interno contaminará completamente el sistema externo y ocasionará fallas adicionales de sellado.

El plan 54 se recomienda frecuentemente para servicios donde el fluido bombeado es caliente, contaminado con sólidos o ambos. Si se especifica el plan 54, se debe considerar cuidadosamente la confiabilidad de la fuente de fluido externo. Cuando el suministro sea interrumpido o se contamine, la falla resultante del sello puede ser muy costosa. Un sistema apropiado diseñado con ingeniería para el suministro del fluido de barrera es con frecuencia costoso. Cuando estos diseños son los adecuados y son operados correctamente, se convierten en los más confiables sistemas de sellado.

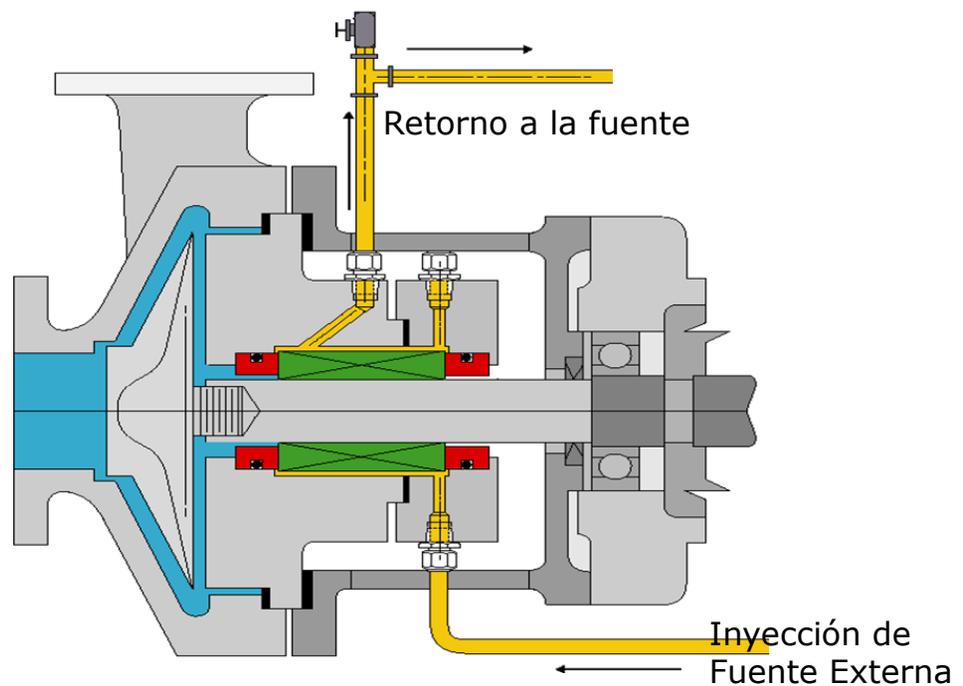


Ilustración 48 Plan API 54

#### **4.5.10. PLAN API 62 (PLAN ANSI 7362)**

El plan API 62 suministra un sofoco externo que se entrega a través de una conexión en la brida en el lado de baja presión del sello i en su diámetro interno. El fluido del quench es utilizado para enfriar, calentar, limpiar y aislar de la atmósfera dependiendo del producto bombeado. El fluido de quench es contenido por medio de un buje de garganta o de restricción, sello de labio, empaquetadura auxiliar o un dispositivo de sellado auxiliar.

El quench es utilizado con mucha frecuencia en aplicaciones donde el producto bombeado cambia de estado cuando se expone a la atmósfera. Por ejemplo, el vapor es frecuentemente usado para prevenir la formación de coque en aplicaciones con hidrocarburos a más de 350°F/177°C. Un sofoco con vapor o agua puede ayuda a evitar la formación de depósitos cristalinos en aplicaciones cáusticas. El agua es utilizada para limpiar el lado atmosférico de los sellos sencillos en una gran variedad de aplicaciones. El sofoco entrega el beneficio adicional de ayudar a la refrigeración del fluido bombeado para prevenir el “flasheo”, o al colaborar con el calentamiento para prevenir que el producto bombeado se asiente.

El quench debe ser regulado para que exista una mínima cantidad de fluido circulando por el lado atmosférico del sello. Los métodos más comunes para la regulación son las válvulas de aguja y los reguladores de presión. Se prefieren regularmente las válvulas de aguja porque normalmente son más confiables a esas presiones (menos de 5 psi) que los reguladores de presión.

Los problemas que se pueden presentar cuando se usa un quench de vapor son:

- Si los rodamientos están expuestos al quench, pueden dañarse. Esto puede

prevenirse reduciendo el caudal del quench o instalando un dispositivo auxiliar de sellado.

- Un quench con vapor húmedo no debe ser utilizado, porque puede ingresar a la brida como líquido y vaporizar cerca de las caras del sello, creando situaciones similares al flasheo.
- El sofoco debe iniciarse antes de que se arranque la bomba, particularmente cuando el sofoco con vapor se utiliza en aplicaciones de altas temperaturas. Si es iniciado después de que la bomba haya arrancado, trazas de agua pueden dañar el sello.
- El sofoco con vapor debe estar actuando siempre que la bomba tenga fluido de proceso.

La válvula de aguja puede trabarse en algún instante durante la operación. Si esto sucede, se deben tomar precauciones para que el sello sea golpeado por alguna bolsa de agua fría cuando la línea sea despejada. Esto puede ser contrarrestado mediante la instalación de una válvula de bloque y un venteo en la línea abajo de donde se encuentre la válvula de aguja

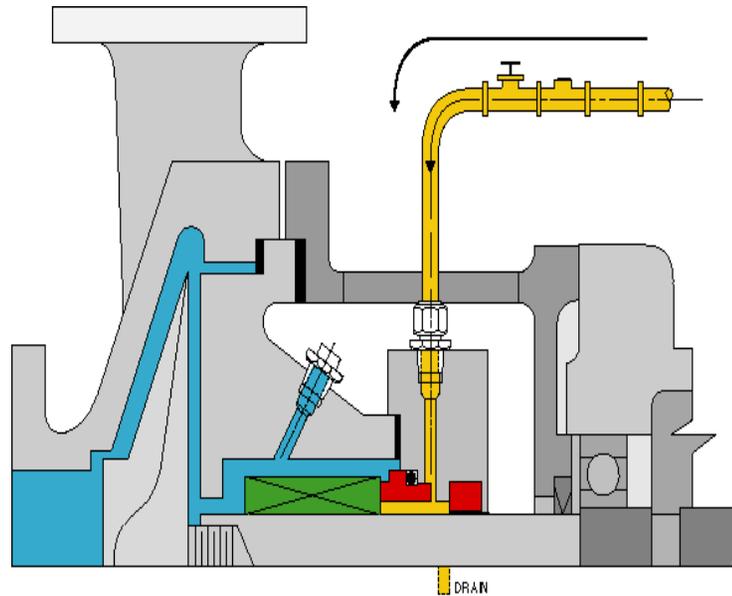


Ilustración 49 Plan API 62

## 4.6. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

### 4.6.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO

Tradicionalmente, se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen:

#### 4.6.1.1 Mantenimiento Correctivo:

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

#### **4.6.1.2 Mantenimiento Preventivo:**

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema

#### **4.6.1.3 Mantenimiento Predictivo:**

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

#### **4.6.1.4 Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)**

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas

revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

#### **4.6.1.5 Mantenimiento En Uso**

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total).

#### **4.6.2. MODELOS DE MANTENIMIENTO**

Cada uno de los modelos que se exponen a continuación incluye varios de los tipos anteriores de mantenimiento, en la proporción que se indica. Además, todos ellos incluyen dos actividades: inspecciones visuales y lubricación. Esto es así porque está demostrado que la realización de estas dos tareas en cualquier equipo es rentable. Incluso en el modelo más sencillo (Modelo Correctivo), en el que prácticamente abandonamos el equipo a su suerte y no nos ocupamos de él hasta que nos se produce una avería, es conveniente observarlo al menos una vez al mes, y lubricarlo con productos adecuados a sus características. Las inspecciones visuales prácticamente no cuestan dinero (estas inspecciones estarán incluidas en unas gamas en las que tendremos que observar otros equipos cercanos, por lo que no

significará que tengamos que destinar recursos expresamente para esa función). Esta inspección nos permitirá detectar averías de manera precoz, y su resolución generalmente será más barata cuanto antes detectemos el problema. La lubricación siempre es rentable. Aunque sí representa un coste (lubricante y la mano de obra de aplicarlo), en general es tan bajo que está sobradamente justificado, ya que una avería por una falta de lubricación implicará siempre un gasto mayor que la aplicación del lubricante correspondiente.

Hecha esta puntualización, podemos definir ya los diversos modelos de mantenimiento posibles.

#### **4.6.2.1 Modelo Correctivo**

Este modelo es el más básico, e incluye, además de las inspecciones visuales y la lubricación mencionadas anteriormente, la reparación de averías que surjan. Es aplicable, como veremos, a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico. En este tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzos

#### **4.6.2.2 Modelo Condicional**

Incluye las actividades del modelo anterior, y además, la realización de una serie de pruebas o ensayos, que condicionarán una actuación posterior. Si tras las pruebas descubrimos una anomalía, programaremos una intervención; si por el contrario, todo es correcto, no actuaremos sobre el equipo.

Este modelo de mantenimiento es válido en aquellos equipos de poco uso, o equipos que a pesar de ser importantes en el sistema productivo su probabilidad de fallo es baja.

#### **4.6.2.3 Modelo Sistemático**

Este modelo incluye un conjunto de tareas que realizaremos sin importarnos cuál es la condición del equipo; realizaremos, además, algunas mediciones y pruebas para decidir si realizamos otras tareas de mayor envergadura; y por último, resolveremos las averías que surjan. Es un modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos. Es importante señalar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático no tiene por qué tener todas sus tareas con una periodicidad fija. Simplemente, un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los elementos sobre los que se trabaja. Es la principal diferencia con los dos modelos anteriores, en los que para realizar una tarea debe presentarse algún síntoma de fallo.

Un ejemplo de equipo sujeto a este modelo de mantenimiento es un reactor discontinuo, en el que las materias que deben reaccionar se introducen de una sola vez, tiene lugar la reacción, y posteriormente se extrae el producto de la reacción, antes de realizar una nueva carga. Independientemente de que este reactor esté duplicado o no, cuando está en operación debe ser fiable, por lo que se justifica realizar una serie de tareas con independencia de que hayan

presentado algún síntoma de fallo.

Otros ejemplos:

El tren de aterrizaje de un avión

El motor de un avión

#### **4.6.2.4 Modelo de Mantenimiento de Alta Disponibilidad**

Es el modelo más exigente y exhaustivo de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. Son equipos a los que se exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90%. La razón de un nivel tan alto de disponibilidad es en general el alto coste en producción que tiene una avería. Con una exigencia tan alta, no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático). Para mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que nos permitan conocer el estado del equipo con él en marcha, y a paradas programadas, que supondrán una revisión general completa, con una frecuencia generalmente anual o superior. En esta revisión se sustituyen, en general, todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo a lo largo del año (piezas con una vida inferior a dos años). Estas revisiones se preparan con gran antelación, y no tiene porqué ser exactamente iguales año tras año.

Como quiera que en este modelo no se incluya el mantenimiento correctivo, es decir, el objetivo que se busca en este equipo es CERO

AVERÍAS, en general no hay tiempo para subsanar convenientemente las incidencias que ocurren, siendo conveniente en muchos casos realizar reparaciones rápidas provisionales que permitan mantener el equipo en marcha hasta la próxima revisión general. Por tanto, la Puesta a Cero anual debe incluir la resolución de todas aquellas reparaciones provisionales que hayan tenido que efectuarse a lo largo del año.

Algunos ejemplos de este modelo de mantenimiento pueden ser los siguientes:

- Turbinas de producción de energía eléctrica
- Hornos de elevada temperatura, en los que una intervención supone enfriar y volver a calentar el horno, con el consiguiente gasto energético y con las pérdidas de producción que trae asociado
- Equipos rotativos que trabajan de forma continua
- Depósitos reactores o tanques de reacción no duplicados, que sean la base de la producción y que deban mantenerse en funcionamiento el máximo número de horas posible.

## 5. CONCLUSIONES

- En las estaciones de la Cira Infantas de Ecopetrol se evidencio que 93% de las bombas son centrifugas y el restante son bombas de desplazamiento y vacuum pump.
- Se encontró que el 88% de los sellos mecánicos presentes en las bombas centrifugas son suministradas por la marca JOHN CRANE,
- Las estaciones con mayor tasa de reparación es la Planta inyectora de agua PIA 5A con el 21% y la estación 3A con el 19% dentro del periodo de enero a julio de 2014.
- Se evidencio que dentro del primer semestre de 2014 comprendido de enero a julio, el tercer y cuarto mes presento mayor tasa de reparación correspondiente a 55% en sellos mecánicos.
- Se compilo toda la información relevante de las bombas determinando las siguientes condiciones operacionales: tamaño, fabricante y tipo de bomba, además los sellos que están utilizando actualmente los equipos, ya sean sellos sencillo, doble, cartucho o no cartucho en un documento digital.
- JOHN CRANE Barrancabermeja no posee historial de reparación de los sellos provenientes de la Cira Infantas de Ecopetrol, por lo cual se implemento el INTERFACE para empezar a llevar registro de los sellos y realizar trazabilidad de reparación, tiempos medios entre falla y obtener al año de implementado estadísticas de falla, teniendo en cuenta que la vida útil de los sellos en condiciones ideales es de dos (2) a tres (3) años.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

TONA. Heriberto. *Manual de sellos mecánicos*. Bogotá: John Crane Colombia S.A. Departamento de Ingeniería, 2005.

API 610 –Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries. AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. EEUU-Septiembre del 2010.

API 682- mechanical seals in petrochemical, chemical, and pipeline services worldwide. AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. EEUU-Fourth edition 1994.

RENOVE TECNOLOGÍA, “Tipos de mantenimiento”. Internet: <  
<http://www.renovetec.com/index.php/mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>>

JOHN CRANE, Colombia <http://www.johncrane.com.br/cb/historia.swf>

1998 - 2014 - ALEGSA - SANTA FE, ARGENTINA, definición de ANSI <  
<http://www.alegsa.com.ar/Dic/ansi.php>>

FORO DE LINEAMIENTOS DE MEDICIÓN MÉXICO 2012, Introducción a las Normas en Español del American Petroleum Institute (API) < [http://www.cnh.gob.mx/\\_docs/eventos\\_cnh/presentacion\\_2\\_1130\\_1200\\_normas\\_api\\_cnh.pdf](http://www.cnh.gob.mx/_docs/eventos_cnh/presentacion_2_1130_1200_normas_api_cnh.pdf)>

SIGNIFICADOS, significado de bypass <<http://www.significados.info/bypass/>>

EL MANOMETRO< <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/medidores>

[/manometro/manometro.html](#)>

EQUIPOS Y MAQUINARIAS DE MONTERREY, S.A. DE C.V. Principio de operación < [http://www.eymmsa.com.mx/venturi/Descargables/SeparadorR\\_Ciclonico\\_Mod\\_S.pdf](http://www.eymmsa.com.mx/venturi/Descargables/SeparadorR_Ciclonico_Mod_S.pdf)>

MEDICION DE CAUDAL, Placa de orificio <<http://materias.fi.uba.ar/7609/material/S0305MedicionCaudal1.pdf>>

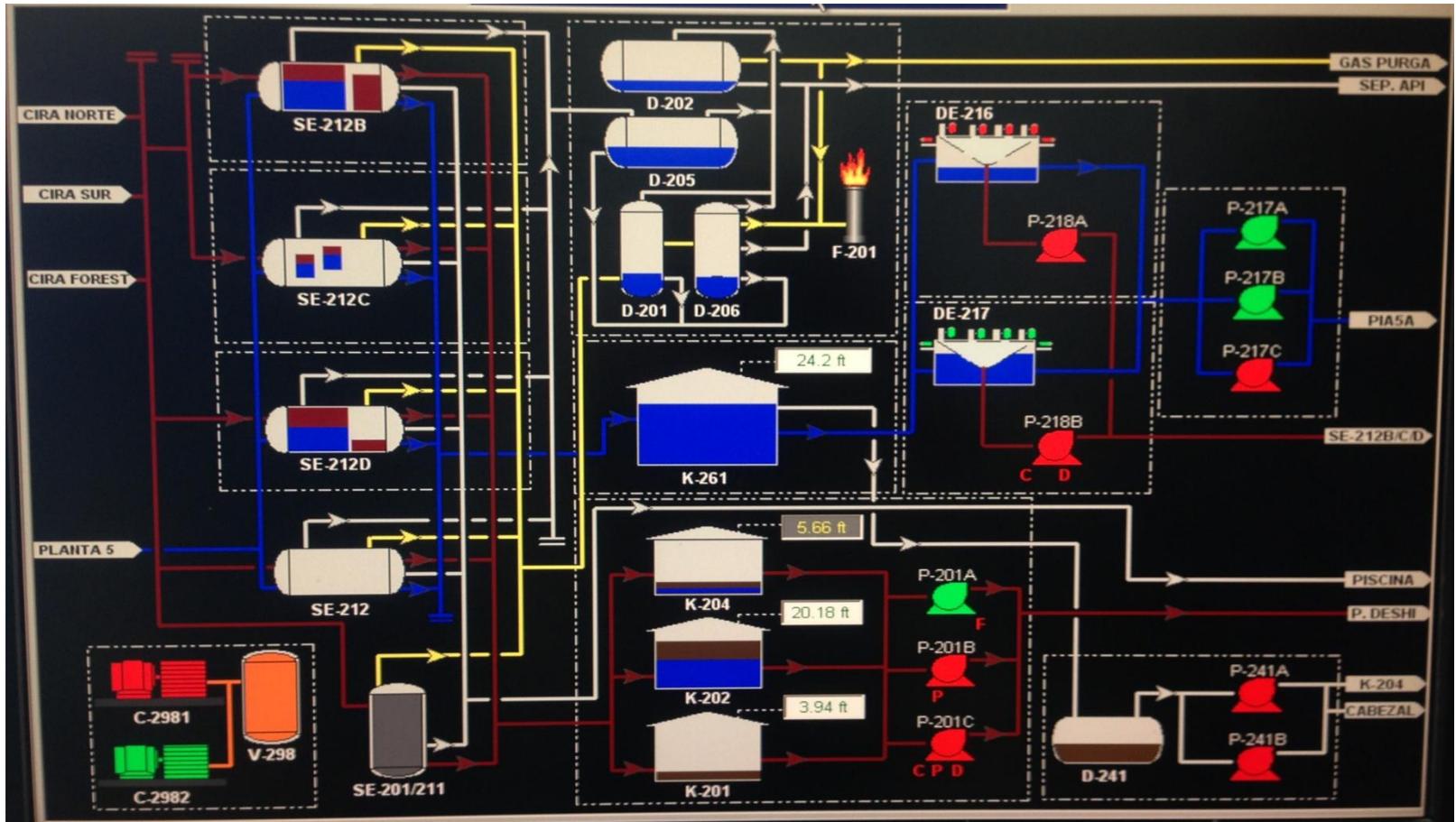
## **ANEXOS**

# ANEXO 1

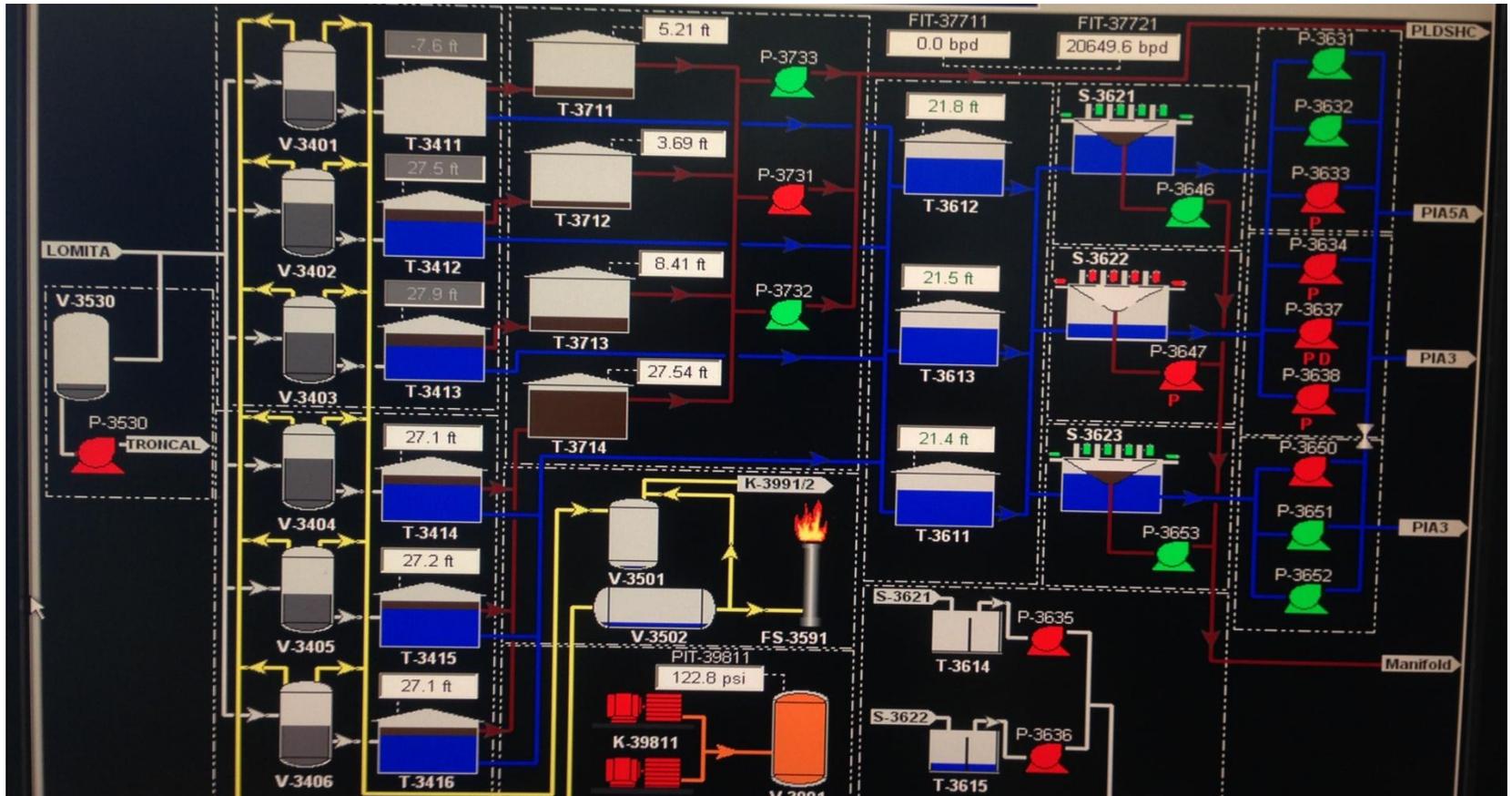
## SOLICITUD PASE DE INGRESO A TODAS LAS ESTACIONES DE ECOPETROL-LA CIRA INFANTAS

		SOLICITUD DE CARNÉ PARA FUNCIONARIO O CONTRATISTA DE ECOPETROL		
		RESPONSABILIDAD INTEGRAL DIRECCION DE SEGURIDAD FISICA		
CODIGO ECP-DSF-F-001		ELABORADO 06/03/2014	VERSION: 10	
Fecha de Solicitud:	Día: 31 Mes: 3 Año: 14	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center;">           FOTO RECIENTE 3X4 FOTO BLANCO         </div>		
Fecha de Entrega:	Día: DD Mes: MM Año: AA			
Solicitud para:	Funcionario: <input type="checkbox"/> Contratista: <input checked="" type="checkbox"/>			
Tipo de Solicitud:	Primera Vez: <input checked="" type="checkbox"/> Renovación: <input type="checkbox"/> Carné perdido o dañado: <input type="checkbox"/>	<p>Hacer llegar esta solicitud a Seguridad Física, con 8 días hábiles de anticipación al inicio de los trabajos</p> <p style="color: red; font-size: small;">En caso de pérdida del carné favor consignar en Bancolombia Cta. Cte. N° 03981284673, el valor de USD \$5 En el caso específico de pérdida del carné con tarjeta de acceso, se debe cancelar USD \$25.</p>		
DATOS PERSONALES DEL SOLICITANTE				
Nombres:		Apellidos:		
OSCAR EDUARDO		NAVARRO JAIMES		
Documento de Identidad:	C.C.: <input checked="" type="checkbox"/> C.E.: <input type="checkbox"/> T.I.: <input type="checkbox"/>	Número:	1098703396 De: BUCARAMANGA	
RH: A POSITIVO	Celular / Avantel / Extensión:	318 3227969		Cargo que ocupa:
Entidad Promotora de Salud:	SALUCOOP		Administradora Riesgos Laborales:	SEGUROS BOLIVAR
Dirección de residencia:		Departamento:		
CALLE 103 # 16-57 NUEVA FONTANA 1		SANTANDER		
Ciudad / Municipio:		Corregimiento / Vereda:		
BUCARAMANGA		N/A		
Nombre de la Asociación o Junta a la que pertenece (si aplica): N/A				
En caso de emergencia llamar a:		LEONOR JAIMES CASTILLO	Teléfono:	695 6446
ÁREAS DE INGRESO DEL SOLICITANTE				
Áreas autorizadas para ingresar: (Área / Edificio / Piso / Instalación / Puerta):				
ZONA INDUSTRIAL-ESTACION 1-ESTACION 2- ESTACION 3- ESTACION PIA 3- ESTACION PIA 3A- ESTACION 4- ESTACION 5- ESTACION PIA 5- ESTACION 6- ESTACION PIA 6- ESTACION 6A- ESTACION 7- CAMPO 23- CAMPO 50- PLANTA 5				
Turno:				
DATOS DE LA EMPRESA CONTRATISTA				
Nombre de la Empresa:		NIT:	Número del contrato:	
JOHN CRANE COLOMBIA S.A.		830 093 986 -6	5212268	
Dirección:		Teléfono:	Ciudad / Municipio:	
CALLE 71 # 18-53 LA LIBERTAD		6113482/83	BARRANCABERMEJA	
LUGAR DE TRABAJO DEL SOLICITANTE				
Departamento:		Ciudad / Municipio:	Edificio / Instalación :	Piso / Oficina :
SANTANDER		BARRANCABERMEJA	N/A	N/A
Fecha de inicio del contrato:		Día: 5 Mes: 2 Año: 14	Fecha de terminación del contrato:	Día: 30 Mes: 9 Año: 14
<p style="font-size: x-small;">Certifico que toda la información consignada es verídica y autorizo a Ecopetrol para que la información suministrada en este formato sea entregada a un tercero, con el único propósito de la expedición de un carné. Me comprometo a cumplir todas las normas de Seguridad Física de Ecopetrol y a responder por el buen uso y manejo del carné, así como su devolución en el momento de finalizado el contrato o actividad.</p>				
Registro :				
AUTORIZACIÓN DE LA GESTORÍA TÉCNICA (Aplica únicamente a contratistas)				
Firma del Solicitante				
Nombre Gestor Técnico:	JAIME CASTRO		Registro :	Extensión:
El Gestor Técnico del contrato debe diligenciar los siguientes espacios:				
Yo, _____ autorizo el ingreso y permanencia del solicitante en las áreas autorizadas; además he avalado la información consignada en este formato con la Gestoría Administrativa.				
Firma del Gestor Técnico				
AUTORIZACIÓN DEL JEFE INMEDIATO (Aplica únicamente a funcionarios)				
Nombres y apellidos del Jefe inmediato:		N/A	Registro:	N/A
			Área:	N/A
Firma del Jefe inmediato				
Vo. Bo. SEGURIDAD FISICA DEL ÁREA		FIRMA RECIBIDO DEL CARNE		
Nombres y apellidos funcionario de Seguridad Física:		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Firma de recibido</p> </div>		
Firma:				
Área:				
Número de registro:		Fecha:	Número de registro:	
Favor adjuntar con este formato y al respaldo copia de su documento de identidad.				
Para iniciar sus labores debe contar con su carné vigente.				
Favor diligenciar TODOS los datos solicitados. Diligencie únicamente los espacios en blanco.				

**ANEXO 2**  
**ESQUEMA DE CONTROL DE LOS EQUIPOS DE LA ESTACION 2**



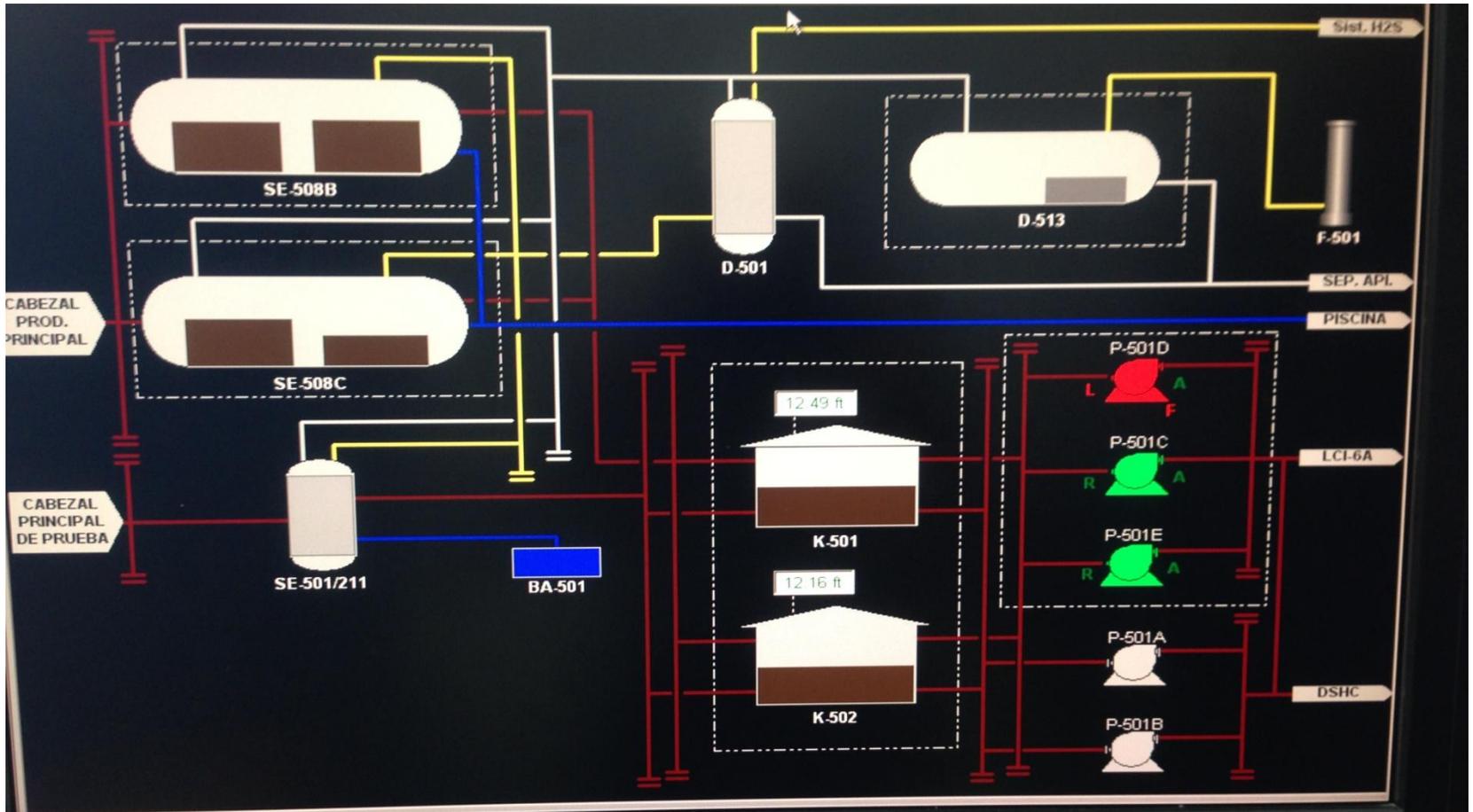
### ANEXO 3 ESQUEMA DE CONTROL DE LOS EQUIPOS DE LA ESTACION 3A



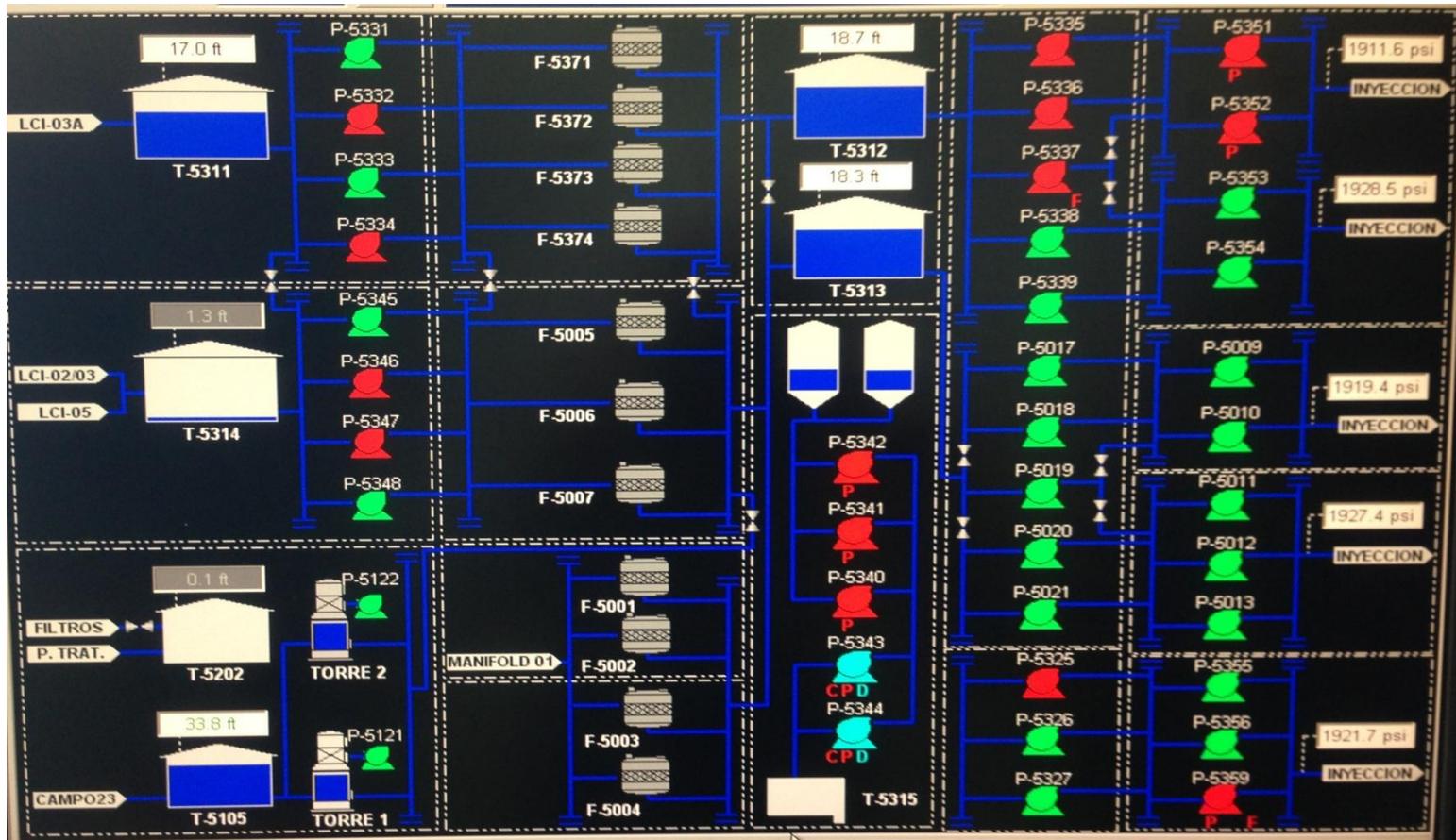
**ANEXO 4**  
**ESQUEMA DE CONTROL DE LOS EQUIPOS DE LA ESTACION PIA 3A**



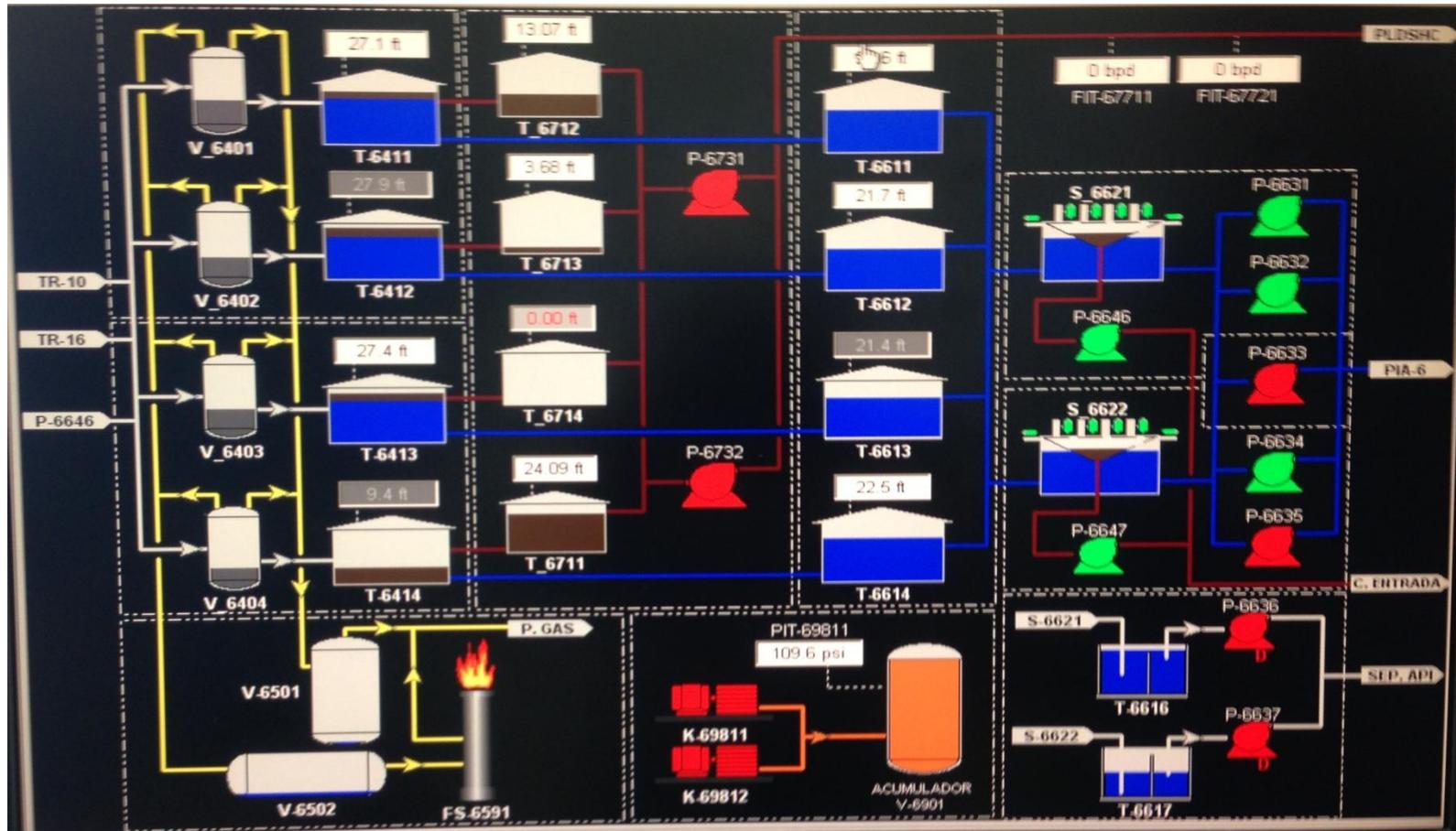
ANEXO 5  
ESQUEMA DE CONTROL DE LOS EQUIPOS DE LA ESTACION 5



**ANEXO 6**  
**ESQUEMA DE CONTROL DE LOS EQUIPOS DE LA ESTACION PIA 5A**



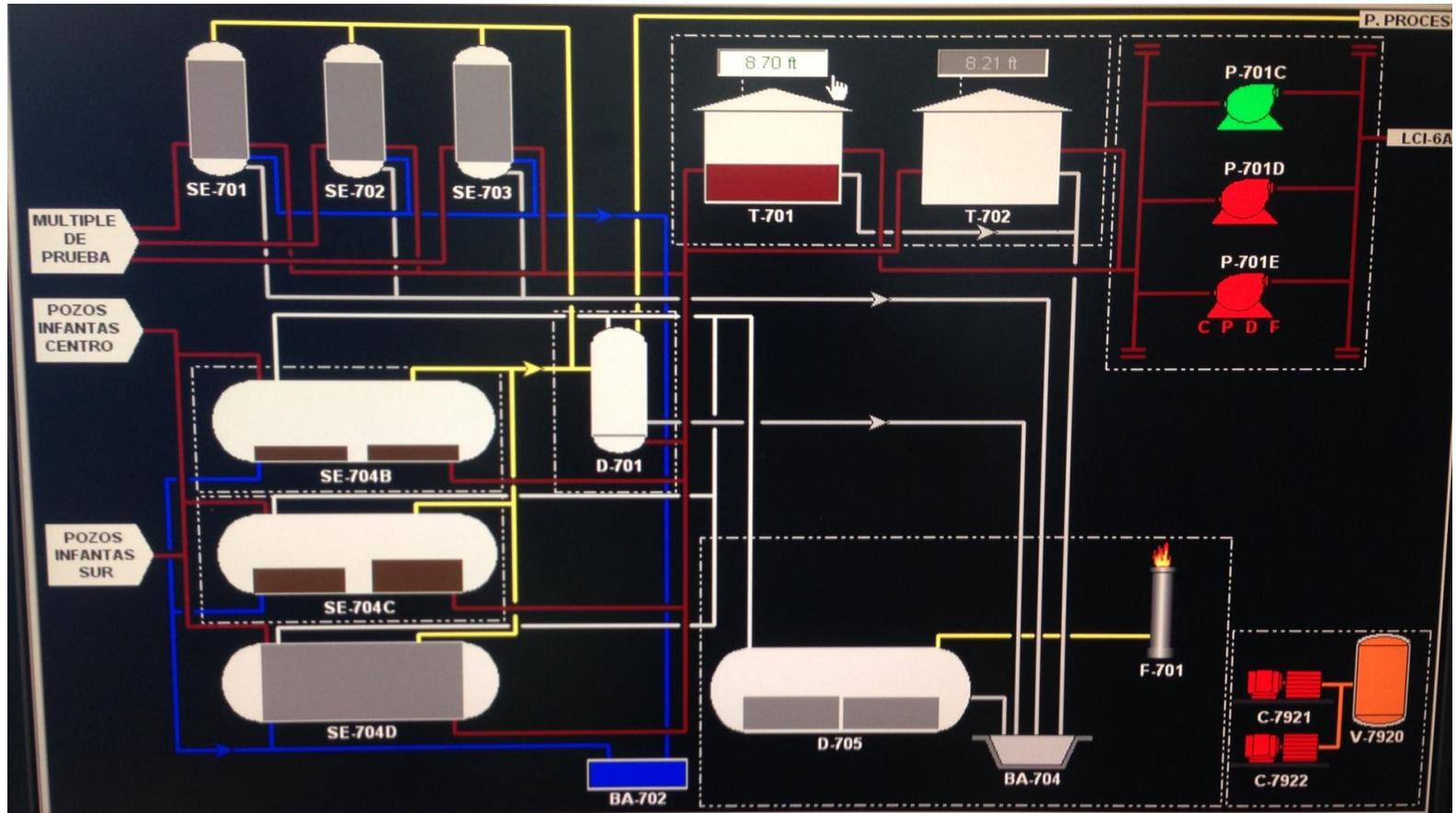
**ANEXO 7**  
**ESQUEMA DE CONTROL DE LOS EQUIPOS DE LA ESTACION 6A**



**ANEXO 8**  
**ESQUEMA DE CONTROL DE LOS EQUIPOS DE LA ESTACION PIA 6**



ANEXO 9  
ESQUEMA DE CONTROL DE LOS EQUIPOS DE LA ESTACION 7



# ANEXO 10

## FORMATO DE INSPECCION VISUAL

**JOHN CRANE COLOMBIA S.A.**  
Departamento de Ingeniería

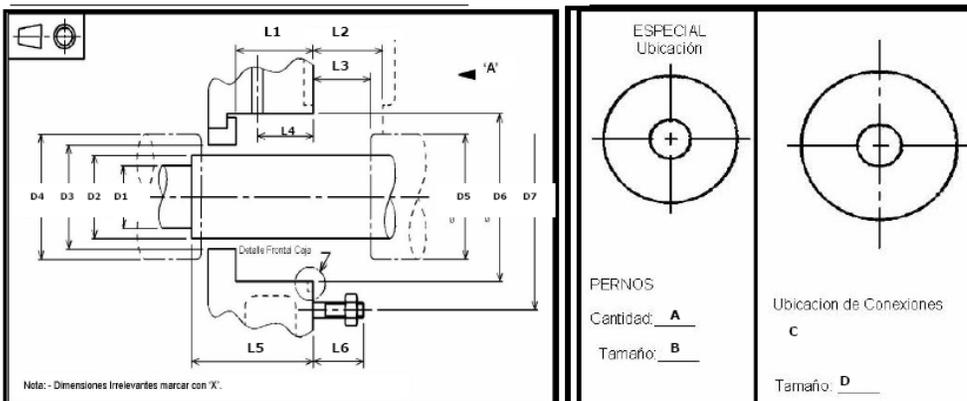


### HOJA DE RECOMENDACIÓN DE SISTEMA DE SELLADO

Fecha:		Ingeniero Ventas Y Servicio:	
Cliente:		Zona:	

#### Información del Equipo

Tipo: \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_  
 Modelo: \_\_\_\_\_ Tamaño: \_\_\_\_\_



D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
L1	L2	L3	L4	L5	L6	
A	B	C			D	

#### Condiciones de Operación:

Producto: \_\_\_\_\_  
 Concent./ Temp.: \_\_\_\_\_ S.G./Visc.: \_\_\_\_\_  
 Pres. Suc.: \_\_\_\_\_ Pres. Desc.: \_\_\_\_\_

#### Información del Sello:

Tipo: \_\_\_\_\_ Tamaño: \_\_\_\_\_  
 Material: \_\_\_\_\_ Plan API: \_\_\_\_\_

#### Comentarios

Realizado por: \_\_\_\_\_ Revisado por: \_\_\_\_\_

Formato: VTR-16  
 Versión: 3 Fecha: 13/12/2006

## ANEXO 11

### ARCHIVO DIGITAL (INFORMACION DEL EQUIPO)

Cira Infantas 2014 [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel

	A	B	F	G	H	I	J	K	L	M
	Unit	Tag No	Equipment Type	Configuration	Make	Model	Grouping	Size	Design	Metall
101	PIA 5A	P-5355	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	CENTRILIFT	30000 BARRELS			Single Ended	
102	PIA 5A	P-5356	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	CENTRILIFT	30000 BARRELS			Single Ended	
103	PIA 5A	P-5359	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	CENTRILIFT	30000 BARRELS			Single Ended	
104	PIA 6	VP-6010	Vacuum Pump	Horiz bt brgs, radial split	SIHL	LPHX 45311AB		AGE 0A1	Single Ended	
105	PIA 6	VP-6020	Vacuum Pump	Horiz bt brgs, radial split	SIHL	LPHX 45311AB		AGE 0A1	Single Ended	
106	PIA 6	P-6031	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GOULD PUMP	3196 MTX		4x6-13	Single Ended	
107	PIA 6	P-6032	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GOULD PUMP	3196 MTX		4x6-13	Single Ended	
108	PIA 6	P-6033	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GOULD PUMP	3196 MTX		4x6-13	Single Ended	
109	PIA 6	P-6034	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GOULD PUMP	3196 MTX		4x6-13	Single Ended	
110	PIA 6	P-6035	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	FLOWSERVE	MK3 STD DURCO		4x3-10 RV/6.63	Single Ended	
111	PIA 6	P-6036	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	FLOWSERVE	MK3 STD DURCO		4x3-10 RV/6.63	Single Ended	
112	PIA 6	P-6037	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	FLOWSERVE	MK3 STD DURCO		4x3-10 RV/6.63	Single Ended	
113	PIA 6	P-6040	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010125		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
114	PIA 6	P-6041	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010125		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
115	PIA 6	P-6042	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010125		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
116	PIA 6	P-6043	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010125		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
117	PIA 6	P-6044	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010125		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
118	PIA 6	P-6045	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010125		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
119	PIA 6	P-6046	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010125		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
120	PIA 6	P-6047	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010125		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
121	PIA 6	P-6048	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010125		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
122	PIA 6	P-6049	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010125		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
123	PIA 6	P-6231	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010127		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
124	PIA 6	P-6232	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010127		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
125	PIA 6	P-6233	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010127		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
126	PIA 6	P-6234	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010127		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
127	PIA 6	P-6235	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010127		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	
128	PIA 6	P-6236	Pump - Centrifugal	Overhung (Non API)	GRISWOLD	MA-8010127		M/6x4x13/1300/DDSE/C	Single Ended	

Equipment Data    Duty Conditions    Seal Data    Pump Data    Product Data    Box Data    Coupling Data    Failure Data

## ANEXO 12

### ARCHIVO DIGITAL (CONDICIONES DE SERVICIO)

Cira Infantas 2014 [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Acrobat

Cortar Copiar Pegar Copiar formato Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Modificar

Operating Mode

	A	B	C	F	G	H	I	J	K	
	Unit	Equipment No	Speed	Min Temp	Max Temperature	Temp Units	Suction Pressure	Max Suct Pressure	Suction Pressure Units	Discharg
117	PIA 6	P-6044	3192.00				7.00		psi g	
118	PIA 6	P-6045	3192.00				3.00		psi g	
119	PIA 6	P-6046	3192.00				3.00		psi g	
120	PIA 6	P-6047	3192.00				3.00		psi g	
121	PIA 6	P-6048	3192.00				3.00		psi g	
122	PIA 6	P-6049	3192.00				3.00		psi g	
123	PIA 6	P-6231	3192.00				8.00		psi g	
124	PIA 6	P-6232	3192.00				8.00		psi g	
125	PIA 6	P-6233	3192.00				8.00		psi g	
126	PIA 6	P-6234	3192.00				8.00		psi g	
127	PIA 6	P-6235	3192.00				8.00		psi g	
128	PIA 6	P-6236	3192.00				8.00		psi g	
129	PIA 6	P-6237	3192.00				8.00		psi g	
130	PIA 6	P-6238	3192.00				8.00		psi g	
131	PIA 6	P-6239	3192.00				8.00		psi g	
132	PIA 6	P-6251	1960.00				40.00		psi g	
133	PIA 6	P-6252	1960.00				40.00		psi g	
134	PIA 6	P-6253	1960.00				40.00		psi g	
135	PIA 6	P-6254	1960.00				40.00		psi g	
136	PIA 6	P-6255	1960.00				40.00		psi g	
137	PIA 6	P-6256	1960.00				40.00		psi g	
138	PIA 6	P-6257	1960.00				40.00		psi g	
139	PIA 6	P-6258	1960.00				40.00		psi g	
140	PIA 6	P-6259	1960.00				40.00		psi g	
141	Estacion 7	P-701C	3192.00	100.00	290.00	'F	10.00		psi g	
142	Estacion 7	P-701D	3192.00	100.00	290.00	'F	10.00		psi g	
143	Estacion 7	P-701E	3192.00	100.00	290.00	'F	10.00		psi g	

Equipment Data Duty Conditions Seal Data Pump Data Product Data Box Data Coupling Data Failure Data

Recuento: 2 100%

## ANEXO 13

### ARCHIVO DIGITAL (INFORMACION DEL SELLO)

Cira Infantas 2014 [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
3	Unit	Equipment No	Seal Maker	Seal Type	Seal Size	Drawing Number	Drawing Revision	Customer Drawing	Date Fitted	API co
64	PIA 5	P-5127	FLOWSERVE		1,750					
65	PIA 5	BOMBA INTERCO	JOHN CRANE	T-5610-Q BIG BORE VE	1,750	HSP-38068-1	C	HSP-38068		
66	PIA 5	BOMBA INTERCO	JOHN CRANE	T-5610-Q BIG BORE VE	1,750	HSP-38068-1	C	HSP-38068		
67	PIA 5	F-5006	JOHN CRANE	T-5610-Q BIG BORE VE	2,500	HSP-39007		HSP-39007-208		
68	PIA 5	F-5007	JOHN CRANE	T-5610-Q BIG BORE VE	2,500	HSP-39007		HSP-39007-208		
69	PIA 5	F-5008	JOHN CRANE	T-5610-Q BIG BORE VE	2,500	HSP-39007		HSP-39007-208		
70	PIA 5A	P-5009	JOHN CRANE	T-2	1,500	HSP-40852-1	B	HSP-40852-1		
71	PIA 5A	P-5010	JOHN CRANE	T-2	1,500	HSP-40852-1	B	HSP-40852-1		
72	PIA 5A	P-5011	JOHN CRANE	8B1-O	1,875	HSP-1018288-4	A	HSP-1018288-4		
73	PIA 5A	P-5012	JOHN CRANE	8B1-O	1,875	HSP-1018288-4	A	HSP-1018288-4		
74	PIA 5A	P-5013	JOHN CRANE	8B1-O	1,875	HSP-1018288-4	A	HSP-1018288-4		
75	PIA 5A	P-5017	JOHN CRANE	T-5611Q SINGLE CART	1,750	HSP-38072-265	A	HSP-38072-265		
76	PIA 5A	P-5018	JOHN CRANE	T-5611Q SINGLE CART	1,750	HSP-38072-265	A	HSP-38072-265		
77	PIA 5A	P-5019	JOHN CRANE	T-5611Q SINGLE CART	1,750	HSP-38072-265	A	HSP-38072-265		
78	PIA 5A	P-5020	JOHN CRANE	T-5611Q SINGLE CART	1,750	HSP-38072-265	A	HSP-38072-265		
79	PIA 5A	P-5021	JOHN CRANE	T-5611Q SINGLE CART	1,750	HSP-38072-265	A	HSP-38072-265		
80	PIA 5A	P-5325	JOHN CRANE	T-5610-Q BIG BORE VE	1,750	HSP-38068-4	B	HSP-38068-4		
81	PIA 5A	P-5326	JOHN CRANE	T-5610-Q BIG BORE VE	1,750	HSP-38068-4	B	HSP-38068-4		
82	PIA 5A	P-5327	JOHN CRANE	T-5610-Q BIG BORE VE	1,750	HSP-38068-4	B	HSP-38068-4		
83	PIA 5A	P-5331	JOHN CRANE	T-5611Q SINGLE CART	1,750	HSP-38072-265	A	HSP-38072-265		
84	PIA 5A	P-5332	JOHN CRANE	T-5611Q SINGLE CART	1,750	HSP-38072-265	A	HSP-38072-265		
85	PIA 5A	P-5333	JOHN CRANE	T-5611Q SINGLE CART	1,750	HSP-38072-265	A	HSP-38072-265		
86	PIA 5A	P-5334	JOHN CRANE	T-5611Q SINGLE CART	1,750	HSP-38072-265	A	HSP-38072-265		
87	PIA 5A	P-5335	JOHN CRANE	T-5611Q SINGLE CART	1,750	HSP-38072-265	A	HSP-38072-265		
88	PIA 5A	P-5336	JOHN CRANE	T-5611Q SINGLE CART	1,750	HSP-38072-265	A	HSP-38072-265		
89	PIA 5A	P-5337	JOHN CRANE	T-5611Q SINGLE CART	1,750	HSP-38072-265	A	HSP-38072-265		
90	PIA 5A	P-5338	JOHN CRANE	T-5611Q SINGLE CART	1,750	HSP-38072-265	A	HSP-38072-265		
91	PIA 5A	P-5339	JOHN CRANE	T-5611Q SINGLE F CART	1,750	HSP-38072-265	A	HSP-38072-265		

Equipment Data   Duty Conditions   Seal Data   Pump Data   Product Data   Box Data   Coupling Data   Failure Data

## ANEXO 14

### ARCHIVO DIGITAL (INFORMACION DE LA BOMBA)

Cira Infantas 2014 [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Acrobat

Cortar Copiar Pegar Copiar formato Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Modificar

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
3	Unit	Equipment No	Best Efficiency Point Flowrate	Number of Stages	Equipment Rotation	Equipment Orientation	Suction Specific Speed	Best Efficiency Point Diff Pressure	Equipment Bearing Lube Type	Box Draw
102	PIA 5A	P-5356			CCW	Horizontal				
103	PIA 5A	P-5359			CCW	Horizontal				
104	PIA 6	VP-6010			CCW	Horizontal				
105	PIA 6	VP-6020			CCW	Horizontal				
106	PIA 6	P-6031			CCW	Horizontal				
107	PIA 6	P-6032			CCW	Horizontal				
108	PIA 6	P-6033			CCW	Horizontal				
109	PIA 6	P-6034			CCW	Horizontal				
110	PIA 6	P-6035			CCW	Horizontal				
111	PIA 6	P-6036			CCW	Horizontal				
112	PIA 6	P-6037			CW	Horizontal				
113	PIA 6	P-6040			CCW	Horizontal				
114	PIA 6	P-6041			CCW	Horizontal				
115	PIA 6	P-6042			CCW	Horizontal				
116	PIA 6	P-6043			CCW	Horizontal				
117	PIA 6	P-6044			CCW	Horizontal				
118	PIA 6	P-6045			CCW	Horizontal				
119	PIA 6	P-6046			CCW	Horizontal				
120	PIA 6	P-6047			CCW	Horizontal				
121	PIA 6	P-6048			CCW	Horizontal				
122	PIA 6	P-6049			CCW	Horizontal				
123	PIA 6	P-6231			CCW	Horizontal				
124	PIA 6	P-6232			CCW	Horizontal				
125	PIA 6	P-6233			CCW	Horizontal				
126	PIA 6	P-6234			CCW	Horizontal				
127	PIA 6	P-6235			CCW	Horizontal				
128	PIA 6	P-6236			CCW	Horizontal				
129	PIA 6	P-6237			CCW	Horizontal				

Equipment Data Duty Conditions Seal Data Pump Data Product Data Box Data Coupling Data Failure Data

Recuento: 3 100%

# ANEXO 15

## ARCHIVO DIGITAL (INFORMACION DEL PRODUCTO)

Cira Infantas 2014 [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel

Inicio    Insertar    Diseño de página    Fórmulas    Datos    Revisar    Vista    Acrobat

Cortar    Copiar    Copiar formato    Portapapeles   
 Arial    10    A    A   
 Ajustar texto    Combinar y centrar   
 General    \$    %    000    00    00   
 Formato condicional    Dar formato como tabla    Estilos de celda   
 Insertar    Eliminar    Formato   
 Autosuma    Rellenar    Borrar   
 Ordenar y filtrar    Buscar y seleccionar   
 Modificar

B69    F-5008

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
3	Unit	Equipment No	Product	Vapour Pressure	Vapour Pressure Units	Viscosity	Viscosity Units	VOC Content	VOC Conte
13	ESTACION 3A P-3631		CRUDE						
14	ESTACION 3A P-3632		CRUDE						
15	ESTACION 3A P-3633		CRUDE						
16	ESTACION 3A P-3634		CRUDE						
17	ESTACION 3A P-3637		CRUDE						
18	ESTACION 3A P-3638		CRUDE						
19	ESTACION 3A P-3640		CRUDE						
20	ESTACION 3A P-3641		CRUDE						
21	ESTACION 3A P-3642		CRUDE						
22	ESTACION 3A P-3643		CRUDE						
23	ESTACION 3A P-3646		CRUDE						
24	ESTACION 3A P-3647		CRUDE						
25	ESTACION 3A P-3650		CRUDE						
26	ESTACION 3A P-3651		CRUDE						
27	ESTACION 3A P-3652		CRUDE						
28	ESTACION 3A P-3653		CRUDE						
29	ESTACION 3A P-3731		CRUDE						
30	ESTACION 3A P-3732		CRUDE						
31	ESTACION 3A P-3733		CRUDE						
32	PIA 3	P-3031	WATER						
33	PIA 3	P-3032	WATER						
34	PIA 3	P-3033	WATER						
35	PIA 3	P-3034	WATER						
36	PIA 3	P-3035	WATER						
37	PIA 3	P-3036	WATER						
38	PIA 3	P-3037	WATER						
39	PIA 3	P-3038	WATER						
40	PIA 3	P-3039	WATER						

Equipment Data    Duty Conditions    Seal Data    Pump Data    Product Data    Box Data    Coupling Data    Failure Data

Recuento: 3    100%

## ANEXO 16

### ARCHIVO DIGITAL (INFORMACION DE LA CAMARA DEL SELLO)

Cira Infantas 2014 [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
3	Unit	Equipment No	Shaft Diam	Shaft Diam at Sleeve	Shaft Ste pUpDiameter	Drive Throat Diameter	Seal Chamber Bore	Seal Chamber Depth	DNO	DBC	Bolt Diam	Bolt Quantity	Throat Bush ID	Sleeve Step OD	Sleeve OD	Turn Diam	Turn Depth
74	PIA 5A	P-5013	1,500	1,500													
75	PIA 5A	P-5017	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
76	PIA 5A	P-5018	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
77	PIA 5A	P-5019	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
78	PIA 5A	P-5020	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
79	PIA 5A	P-5021	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
80	PIA 5A	P-5325	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
81	PIA 5A	P-5326	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
82	PIA 5A	P-5327	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
83	PIA 5A	P-5331	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
84	PIA 5A	P-5332	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
85	PIA 5A	P-5333	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
86	PIA 5A	P-5334	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
87	PIA 5A	P-5335	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
88	PIA 5A	P-5336	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
89	PIA 5A	P-5337	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
90	PIA 5A	P-5338	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
91	PIA 5A	P-5339	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
92	PIA 5A	P-5340	1,875	1,875			3,734	0,327		5,093	0,687	4					
93	PIA 5A	P-5341	1,875	1,875			3,734	0,327		5,093	0,687	4					
94	PIA 5A	P-5342	1,875	1,875			3,734	0,327		5,093	0,687	4					
95	PIA 5A	P-5345	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
96	PIA 5A	P-5346	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
97	PIA 5A	P-5347	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
98	PIA 5A	P-5348	1,750	1,750			3,925			5,093	0,687	4					
99	PIA 5A	P-5353	1,500	1,500			3,562	2,94		4,906		4					

Equipment Data   Duty Conditions   Seal Data   Pump Data   Product Data   **Box Data**   Coupling Data   Failure Data

Recuento: 3   100%

## ANEXO 17 PORTAL WEB INTERFACE

The screenshot shows a web browser window displaying the John Crane Interface web portal. The browser's address bar shows the URL: <http://www.johncraneinterface.com/webinterface/PlantData/Default.aspx>. The page features a navigation menu with options: **Equipment**, Data Export, Reports, Help, and Log Out. A search bar on the right contains the text "Searched for 'P-3'".

On the left, a "Navigator" sidebar shows a tree structure: Ecopetrol > LCI - Columbia > LCI Plant. The main content area is titled "View Existing Equipment" and includes the instruction: "Listed below are all the equipment items that match your search query (with the matching text highlighted in bold). To view an item in more detail, click the corresponding 'View' icon or alternatively choose from one of the other available options."

Below this text, a table displays the search results for "Equipment 1 - 20 of 40". The table has columns for Tag No, Description, Customer, Plant, and Unit. Each row includes a set of icons for actions like view, print, and delete.

Tag No	Description	Customer	Plant	Unit
<b>P-3031</b>		LCI - Columbia	LCI Plant	PIA 3
<b>P-3032</b>		LCI - Columbia	LCI Plant	PIA 3
<b>P-3033</b>		LCI - Columbia	LCI Plant	PIA 3
<b>P-3034</b>		LCI - Columbia	LCI Plant	PIA 3
<b>P-3035</b>		LCI - Columbia	LCI Plant	PIA 3
<b>P-3036</b>		LCI - Columbia	LCI Plant	PIA 3
<b>P-3037</b>		LCI - Columbia	LCI Plant	PIA 3
<b>P-3038</b>		LCI - Columbia	LCI Plant	PIA 3
<b>P-3039</b>		LCI - Columbia	LCI Plant	PIA 3
<b>P-3231</b>		LCI - Columbia	LCI Plant	PIA 3
<b>P-3232</b>		LCI - Columbia	LCI Plant	PIA 3

At the bottom of the page, a status bar indicates "Internet | Modo protegido: activado" and a zoom level of "100%".

## ANEXO 17

### PORTAL WEB INTERFACE, INFORMACION DE LA BOMBAP-5125

Equipment    Data Export    Reports    Help    [Log Out](#)

Ecopetrol > LCI - Columbia > LCI Plant > [PIA 5](#) > P-5125   

**Navigator**  
Ecopetrol  
  Ecopetrol  
    LCI - Columbia  
      LCI Plant

**General** | Pump | Seal Chamber | Duty | Products | Couplings | Seals | Recommendations | Docs | Outages

**Tag No** P-5125

Description		Metallurgy	
<b>Equipment Type</b>	Pump - Centrifugal	<b>Run Time Factor</b>	1.00
<b>Configuration</b>	Overhung (Non API)	<b>Number of Seals</b>	1
<b>Serial Number</b>	737739-C	<b>Critical Code</b>	
<b>Manufacturer</b>	PEERLESS PUMP	<b>SAP Number</b>	
<b>Model</b>	8196 M	<b>Cost Centre</b>	
<b>Grouping</b>			
<b>Size</b>	4x6-13		
<b>Design</b>	Single Ended		
<b>Commission Date</b>		<b>Exclude From MTBR</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Decommission Date</b>		<b>Exclude From Contract</b>	<input type="checkbox"/>
		<b>Bad Actor</b>	<input type="checkbox"/>
		<b>Critical Pump</b>	<input type="checkbox"/>
		<b>Modified</b>	<input type="checkbox"/>
		<b>VOC Monitored</b>	<input type="checkbox"/>

**Notes**

**Service Description**

**Modification Notes**

Reports    Equipment Report       

Recent Units