

01153

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS DE LA TIERRA

“PROYECTO TERMINAL”

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**ESPECIALISTA EN INGENIERÍA**  
(PETROLERA / PERFORACIÓN Y MANTENIMIENTO DE POZOS)

PRESENTA

**NOMBRE : Mario Martínez Martínez**

**DIRECTOR: Ing. Javier Cordova Velázquez.**



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cd. Universitaria, México, D.F.,  
Octubre del 2000

m. 348614



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---



## FACULTAD DE INGENIERÍA

### DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

### PROYECTO TERMINAL

“ SELECCIÓN ÓPTIMA DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD  
SUBSUPERFICIAL EN LOS POZOS DE ALTA  
PRESIÓN DE LOS CAMPOS OCH-UECH Y KAX ”

NOMBRE : Mario Martínez Martínez

APROBACIÓN POR EL JURADO:

PRESIDENTE \_\_\_\_\_

VOCAL \_\_\_\_\_

SECRETARIO \_\_\_\_\_

PRIMER SUPLENTE \_\_\_\_\_

SEGUNDO SUPLENTE \_\_\_\_\_



# CONTENIDO

## INTRODUCCIÓN

## ANTECEDENTES

### **CAPITULO 1.- ASPECTOS GENERALES DE UNA VÁLVULA DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL.**

- 1.1. Función de una válvula de seguridad subsuperficial.
- 1.2. Marcas y tipos de válvulas de seguridad subsuperficial instaladas actualmente en los pozos de alta presión.
- 1.3. Procedimientos de prueba en campo.

### **CAPITULO 2.- PROBLEMÁTICA EN LA VIDA ÚTIL DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL.**

- 2.1. Tipos de fallas más comunes en válvulas de seguridad subsuperficial.
- 2.2. Principales causas que originan fallas en las válvulas de seguridad subsuperficial.
- 2.3. Pozos con problemas de válvulas de seguridad subsuperficial y Estadísticas.
- 2.4. Estadísticas de intervenciones por cambio de válvula de seguridad subsuperficial.
- 2.5. Estadísticas de intervenciones por cambio de válvula de seguridad subsuperficial.

### **CAPITULO 3.- SELECCIÓN ÓPTIMA DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL.**

- 3.1. Selección en base a las características de los pozos.
- 3.2. Selección en base al tipo de estructura de explotación.
- 3.3. Válvulas de seguridad subsuperficial con actuador intercambiable.
  - 3.3.a. Características.
  - 3.3.b. Beneficios.
- 3.4. Ventajas y desventajas en las válvulas de seguridad subsuperficial tradicionales y las de actuador intercambiable.
- 3.5. Estadísticas de válvulas de seguridad subsuperficial con actuador intercambiable.

### **CAPITULO 4.- ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL CON ACTUADOR INTERCAMBIABLE.**

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**REFERENCIAS**

**BIBLIOGRAFÍA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## INTRODUCCIÓN

Para conocer acerca de los campos y de los pozos en los cuales se realizó el siguiente trabajo, se mencionará en forma breve algunos de sus aspectos más importantes.

Los campos Och, Uech y Kax se encuentran ubicados en el Activo de Explotación Litoral de Tabasco de la Región Marina Suroeste. Se localizan en aguas territoriales del Golfo de México a 70 km al noreste de Frontera en el estado de Tabasco, bajo tirantes de agua entre 35 y 50 m, (figura 1).

Las rocas almacenadoras son carbonatos dolomitizados de la formación Jurásico Superior Kimmeridgiano. Los yacimientos son de aceite de tipo superligero, con una densidad que varía entre 35 y 37 grados API.

Los tres campos cubren un área de 17 kilómetros cuadrados con 23 pozos perforados, de los cuales 16 se encuentran activos. A septiembre del 2000 la producción promedio diaria es de 75,000 barriles de aceite y 160 millones de pies cúbicos de gas natural.

Algunos datos importantes de los campos son mostrados en la tabla 1.

CAMPO	NO. DE POZOS	PRESIÓN DE FONDO ESTÁTICA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PRESIÓN EN TP x 1" (Kg/cm <sup>2</sup> )	TEMPERATURA DE FONDO (° C)
Och	5	456	94	140
Uech	9	602	125	148
Kax	2	624	130	143

Tabla 1

La explotación de los campos se efectúa desde las siguientes instalaciones marinas como se aprecia en la figura 2 y en la tabla.2.

CAMPO	OCTÁPODO	TETRÁPODO	TRÍPODE	SEA PONY
Och	0	1	1	0
Uech	1	2	0	0
Kax	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Tabla 2

Debido a las condiciones existentes que se tienen en las plataformas petroleras en cuanto a los volúmenes de producción que aportan los pozos de estos campos marinos, las altas presiones que registran, el alto grado de riesgo en el trabajo, los fenómenos atmosféricos etc; dichas instalaciones deben mantenerse en las máximas condiciones de seguridad. Por las anteriores razones se tienen cinco premisas importantes de consideración:

- La seguridad al personal.
- La protección al entorno ecológico.
- Prevención en la pérdida de recursos materiales.
- Prevención en la pérdida de recursos naturales no renovables.
- Protección a las enormes inversiones de capital.

La utilización de los sistemas y equipos de seguridad en las plataformas petroleras es una de las acciones más importantes con la finalidad de garantizar la protección adecuada del personal y las instalaciones, su rentabilidad y correcta aplicación en la explotación del petróleo aseguran las inversiones de la empresa.

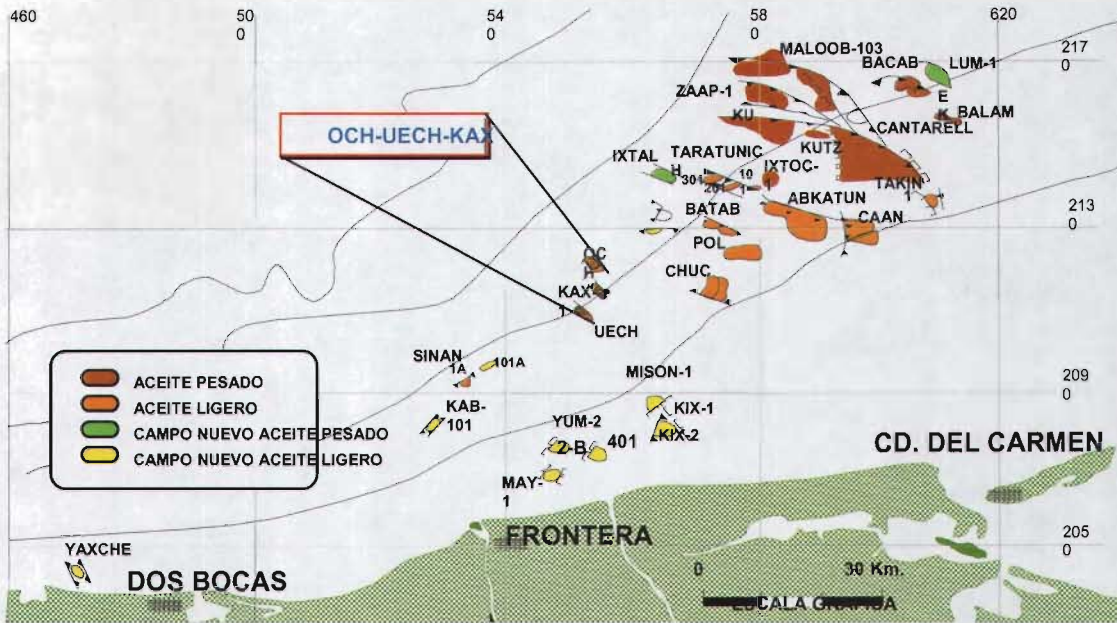


Fig. 1 Plano de localización de los campos Och, Uech y Kax en el Golfo de México.

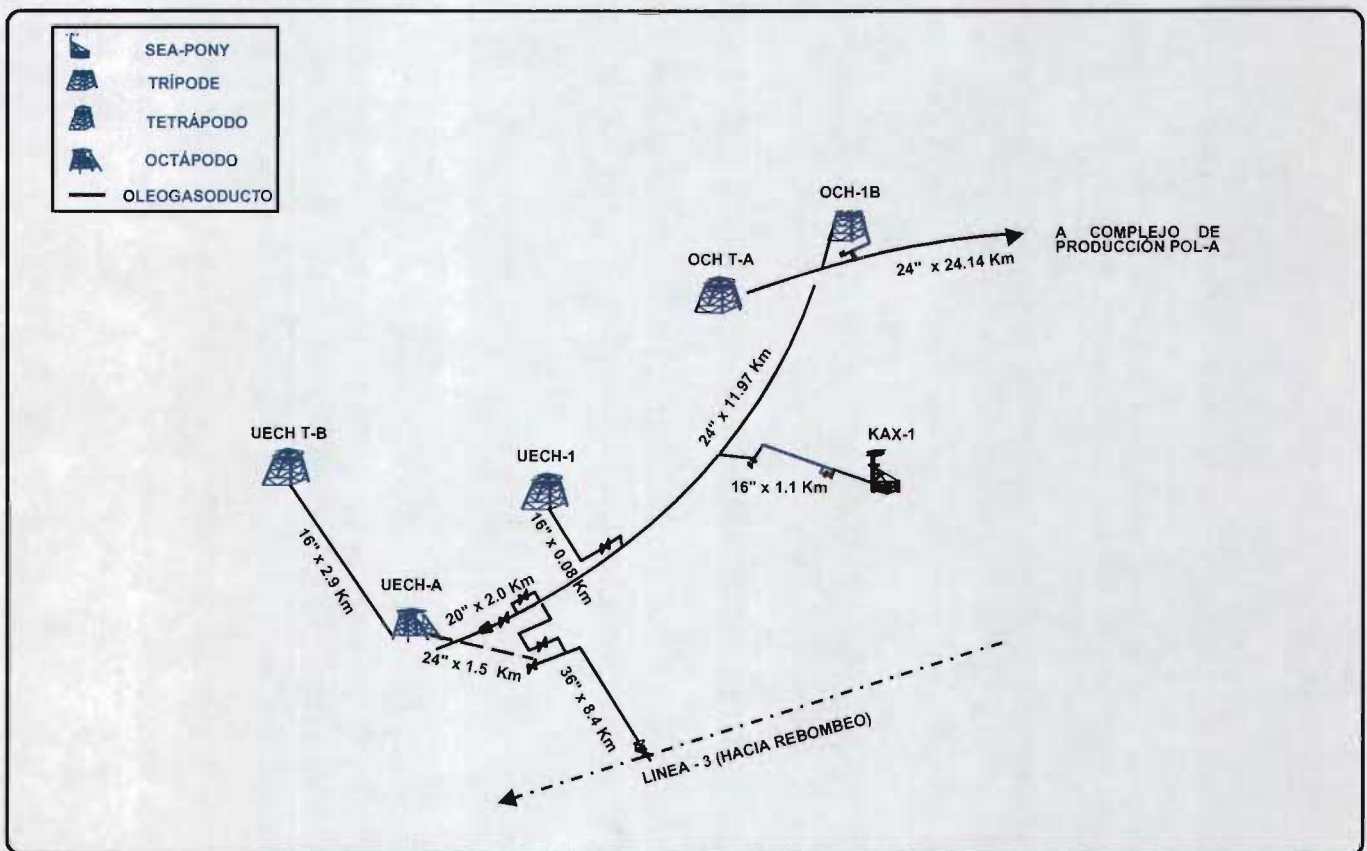


Fig. 2 Infraestructura de explotación de los campos Och, Uech y Kax.



## **ANTECEDENTES**

Uno de los elementos de los sistemas de seguridad en las instalaciones marinas de mayor importancia y que deben de actuar de inmediato en caso de un siniestro es la válvula de seguridad subsuperficial comúnmente llamada "válvula de tormenta". Por lo que su correcto y oportuno funcionamiento evitará catástrofes mayores manteniendo en buen estado la integridad del pozo.

Desafortunadamente han existido causas o factores que influyen para que las válvulas de seguridad subsuperficial operen parcialmente o se encuentren completamente fuera de operación dejando el pozo sin seguridad o sin fluir. La incorrecta aplicación de los procedimientos de prueba adecuados y recomendados por las compañías proveedoras, así como no respetar los programas de mantenimiento periodicos y la falta de una evaluación de las válvulas de seguridad subsuperficial apropiadas para los pozos considerando sus características, originan que la vida útil de dichas válvulas disminuya, por lo que tienen que ser cambiadas continuamente teniendo como consecuencia altos gastos por la renta de plataformas autoelevables para realizar las reparaciones menores pues la mayoría de los pozos del Activo se encuentran en estructuras aligeradas. Además las desviaciones por la producción diferida durante el tiempo que se toma en realizarse la reparación también son de consideración.

Por las circunstancias mencionadas con anterioridad la Subdirección de la Región Marina Suroeste manifestó la importancia de corregir a la brevedad este tipo de anomalía clasificada como No. 1 pues la seguridad tanto al personal como al medio ambiente son la mayor prioridad y debe darse el trato como tal.

Un análisis dedicado a determinar las causas por las cuales las válvulas de seguridad subsuperficial fallan con frecuencia puede proporcionar alternativas que podrían ayudar a ser más eficiente su operación. El siguiente análisis de las condiciones de los pozos puede llegar a definir la adecuada selección de la válvula de seguridad subsuperficial.

## **OBJETIVO**

Realizar la selección óptima y adecuada de las válvulas de seguridad subsuperficial en base a las características de los pozos y la estructura de explotación a fin de reducir el número de intervenciones por cambio de válvula de seguridad subsuperficial y por consiguiente disminuir los costos en el mantenimiento de los pozos para mantenerlos dentro de las normas de operación y seguridad.

## **ANTECEDENTES**

Uno de los elementos de los sistemas de seguridad en las instalaciones marinas de mayor importancia y que deben de actuar de inmediato en caso de un siniestro es la válvula de seguridad subsuperficial comúnmente llamada “válvula de tormenta”. Por lo que su correcto y oportuno funcionamiento evitará catastrofes mayores manteniendo en buen estado la integridad del pozo.

Desafortunadamente han existido causas o factores que influyen para que las válvulas de seguridad subsuperficial operen parcialmente o se encuentren completamente fuera de operación dejando el pozo sin seguridad o sin fluir. La incorrecta aplicación de los procedimientos de prueba adecuados y recomendados por las compañías proveedoras, así como no respetar los programas de mantenimiento periodicos y la falta de una evaluación de las válvulas de seguridad subsuperficial apropiadas para los pozos considerando sus características, originan que la vida útil de dichas válvulas disminuya, por lo que tienen que ser cambiadas continuamente teniendo como consecuencia altos gastos por la renta de plataformas autoelevables para realizar las reparaciones menores pues la mayoría de los pozos del Activo se encuentran en estructuras aligeradas. Además las desviaciones por la producción diferida durante el tiempo que se toma en realizarse la reparación también son de consideración.

Por las circunstancias mencionadas con anterioridad la Subdirección de la Región Marina Suroeste manifestó la importancia de corregir a la brevedad este tipo de anomalía clasificada como No. 1 pues la seguridad tanto al personal como al medio ambiente son la mayor prioridad y debe darse el trato como tal.

Un análisis dedicado a determinar las causas por las cuales las válvulas de seguridad subsuperficial fallan con frecuencia puede proporcionar alternativas que podrían ayudar a ser más eficiente su operación. El siguiente análisis de las condiciones de los pozos puede llegar a definir la adecuada selección de la válvula de seguridad subsuperficial.

## **OBJETIVO**

Realizar la selección óptima y adecuada de las válvulas de seguridad subsuperficial en base a las características de los pozos y la estructura de explotación a fin de reducir el número de intervenciones por cambio de válvula de seguridad subsuperficial y por consiguiente disminuir los costos en el mantenimiento de los pozos para mantenerlos dentro de las normas de operación y seguridad.

## **ALCANCE**

- Mantener la continuidad operativa de los pozos en explotación al reducir las intervenciones por cambio de válvula de seguridad subsuperficial (CVT).
- Reducir considerablemente los gastos del Activo por concepto de reparaciones menores necesarias para el cambio de válvula de seguridad subsuperficial.
- No afectar la programación de las plataformas autoelevables del movimiento de equipos (POA,POT).
- Mantener los pozos e instalaciones dentro de las normas de operación y de seguridad.

## CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES DE UNA VÁLVULA DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL (VÁLVULA DE TORMENTA).

### I.1. FUNCIÓN DE UNA VÁLVULA DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL.

Básicamente una válvula de seguridad subsuperficial denominada comúnmente como válvula "de tormenta" es un dispositivo mecánico diseñado para mantener en condiciones de seguridad los pozos petroleros costa afuera aún a pesar de que por algún desastre se destruyan los sistemas de seguridad superficiales.

Esta válvula se instala en el aparejo de producción a una profundidad promedio de 150 m abajo del colgador de acuerdo como se nota en la distribución del aparejo mostrado en la tabla 1.1.

No. Tramos	APAREJO DE PRODUCCIÓN	Prof. (m)
1	Bola Colgadora 7 1/16"x3 1/2" (10M), vam-fmc 2.922 X Acme.	10.96
13	T.P. 3 1/2", 10.3 lb/pie, TRC-95, M-VAM	135.18
1	Combinacion 3 1/2" x 3 1/2", M-VAM 3 1/2" HDCS	135.42
1	VSS 3 1/2", 10M, TRC-95, 9.3 lb/p, HDCS OTIS de Charnela	138.16
1	Combinacion 3 1/2" x 3 1/2", HDCS 3 1/2", M-VAM	138.34
196	T.P. 3 1/2", 103. Lb/p, TRC-95, M-VAM	1999.12
261	T.P. 3 1/2", 10.3 lb/pie, L-80, M-VAM	4494.67
1	Combinacion 3 1/2" x 3 1/2", M-VAM 3 1/2", HDCS	4494.91
1	Niple ASI, 3 1/2", L-80 9.3 lb/p, HDCS OTIS XN	4495.22
1	Combinacion 3 1/2" x 3 1/2", HDCS 3 1/2", M-VAM	4495.39
1	T.P. 3 1/2", 10.3 lb/p, L-80, M-VAM	4504.93
1	Tope Localizador 3 1/2", VAM-REG 3 1/2", Acme Baker	4505.18
1	USMV 3 1/2", Acme Baker	4505.35
1	Tubo Espaciador 3 1/2", Acme Baker	4507.19
2	USMV 3 1/2", acme Baker	4507.67
1	Tubo Espaciador 3 1/2", Acme Baker	4510.73
3	USMV 3 1/2", acme Baker	4511.45
1	Zapata guia 3 1/2", Biselado a 45°	4511.60
	Distribución del empacador.	
1	Empacador 7 5/8", 33.7-48.6 lb/p, FB-1, Baker Acme	4506.30-4507.08
1	Extensión pulida 5, Acme Baker	4509.93
1	Cople concentrico 5, Acme Baker	4510.13
1	Extensión pulida 5, Acme Baker	4512.98
1	Adapter 5 Acme x 3 1/2", HDCS	4513.25
1	Combinación 3 1/2" x 3 1/2" HDCS 3 1/2", VAM-REG	4513.52
1	T.P. 3 1/2, 9.2 lb/p, L-80, M-VAM	4514.84

Tabla 1.1. Distribución de un aparejo de producción típico del campo Uech.



Una válvula de seguridad subsuperficial opera desde la superficie a través de un sistema de suministro hidráulico de aceite conformado por un tablero general de control Baker, del cual sale una línea de acero inoxidable de 1/4", y se extiende hasta el árbol de producción, donde se conecta al cabezal de producción mediante una válvula de aguja de 1/2" y esta se conecta internamente con la bola colgadora la cual en su parte inferior continua la línea de de control adherida al aparejo de producción hasta llegar a la camara hidráulica de la válvula de seguridad subsuperficial.

Cuando el pozo se encuentra en producción estas válvulas se encuentran permanentemente abiertas por la fuerza hidráulica del aceite y cierran cuando se deja de ejercer esta fuerza presión depresionando su carga al tablero general baker que es el equipo de control remoto para su operación. En la figura 1.1 se muestra un arreglo convencional de una instalación de seguridad subsuperficial.

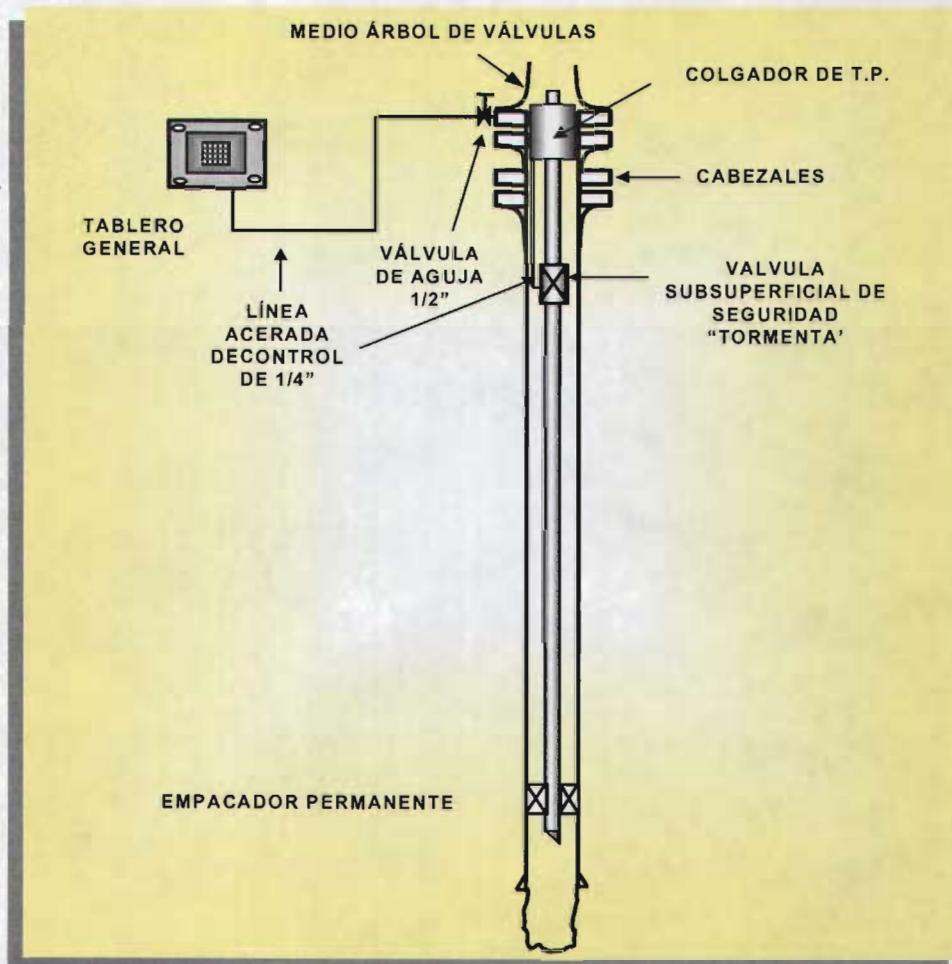


Fig.1.1. Arreglo convencional de una instalación de seguridad subsuperficial.

## **I.2. MARCAS Y TIPOS EMPLEADOS EN LOS POZOS DE ALTA PRESIÓN.**

En los pozos del activo se tienen instaladas válvulas de seguridad subsuperficial de las tres marcas conocidas , con los modelos que se describen en cada una de ellas. Todas las VSSS se accionan desde la superficie por medio del sistema hidráulico y funcionan bajo el mismo principio de funcionamiento. Las marcas mencionadas anteriormente son:

- a). BAKER
- b). OTIS
- c). CAMCO

### **I.2.1. VÁLVULA DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL BAKER**

Su diseño es del tipo charnela y se constituyen en los modelos “FVL”, “FVH”, “FVLE” y “FVHD” cuya nomenclatura y significado de acuerdo a sus letras es la siguiente:

- F - Charnela (Flapper)
- V - Válvula (Valve)
- L - Baja presión (Low pressure)
- H - Alta presión (High pressure)
- E - Igualador (Equalizer)
- D - Hondo (Deep)

En los modelos “FVL”, “FVH”, “FVLE”, el funcionamiento para abrir la charnela es aplicar y mantener la presión; y para cerrarla, es decir, aislar el flujo del pozo hacia la superficie, es descargar la presión aplicada. El mecanismo interno consta básicamente de dos piezas móviles: Un tubo de flujo y una charnela.

El tubo de flujo es un componente de la válvula de tormenta el cual recibe en la parte superior la presión aplicada, deslizándose hacia abajo y comprimiendo un resorte localizado a su alrededor permitiendo que el tubo de flujo opere la charnela quedando en posición abierta.

Al descargar la presión aplicada, el resorte se expande retornando el tubo a su origen, provocando que la charnela se deslice hacia arriba por efecto de su resorte, bloqueando el flujo del pozo y cerrando el interior de la tubería de producción.

Estos modelos de válvula tienen un mecanismo interno, con el cual pueden operar abiertas temporal o permanentemente.

#### **OPCIÓN DE TEMPORALMENTE ABIERTA**

Se prepara en superficie y se introduce en esta posición con el aparejo programado, con el fin de tener una mayor seguridad de cierre prematuro, durante operaciones con línea acerada o tubería flexible.

Para eliminar el sistema de temporalmente abierta, se aplica presión al mecanismo normal de operación quedando lista para operarse desde la superficie hidráulicamente.

## OPCIÓN DE PERMANENTEMENTE ABIERTA

Se utiliza cuando su mecanismo normal se encuentra en malas condiciones de operación y se requiere tener la completa seguridad de su apertura en operaciones con línea acerada o tubería flexible.

Su dispositivo se acciona en el perfil interior de la válvula de la TP y se coloca con una herramienta candado (lock-open) con la unidad de línea acerada, aplicando una presión por el interior del aparejo de producción, lo que origina la rotura de un perno interno en el mecanismo de la válvula haciendo que el tubo-pistón descienda y coloque la charnela en posición abierta, quedando el tubo-pistón fijo sin retornar a su posición anterior.

## VÁLVULA DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL BAKER MODELO FVHD

Esta diseñada para utilizarse en pozos con alta presión y permite distribuirla a mayor profundidad que las anteriores.

Su mecanismo acciona por medio de un actuador de asiento hondo (deep-set), que consta de una varilla guía, la cual previene de residuos, rebabas o daños al pistón actuador, debido al giro durante la operación del movimiento del resorte.

En los cuatro modelos de válvulas descritas, la característica principal de la charnela con sistema igualador es que tienen incluido un dispositivo mediante el cual el tubo de flujo presiona a la charnela hacia abajo, permitiendo el paso de los fluidos del pozo hacia la parte superior e igualando, en ambos sentidos la presión para evitar esfuerzos a la charnela durante su apertura.

La figura 2.1 muestra una válvula de seguridad subsuperficial modelo FVHD.



Fig. 1.2. Válvula de seguridad subsuperficial marca Baker modelo FVHD



## **I.2.2. VÁLVULA DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL OTIS**

EL diseño de estas válvulas puede ser del tipo charnela o de esfera de acuerdo a los modelos que se utilizan.

### **MODELO "DL"**

La preparación de cierre y apertura es de esfera y su perfil del niple es del tipo "X". Su posición normal es cerrada cuando no tiene presión aplicada desde la superficie y, para abrirla se aplica una presión deslizando una camisa que mueve un pistón cilíndrico con dos resortes a su alrededor, permitiendo que la esfera descienda con un medio giro quedando en posición abierta.

Al descargar la presión los resortes retornan a su posición normal retrayendo el pistón cilíndrico y ejerciendo un ascenso con medio giro de la esfera. Esta queda en posición cerrada.

### **MODELO SERIE 10 (S-10)**

Es un accesorio corto y compacto que se fabrica con preparación del tipo charnela o de esfera.

Este tipo de válvula es el más usada en pozos exploratorios con aparejos de producción de 3 1/2". (Figura 2.2)

Se puede distribuir hasta una profundidad máxima de 915 m (3,000 pies), dependiendo del número de resortes colocados en el sistema.

Puede solicitarse con perfil de sellos tipo "X" o "R" y presión máxima de trabajo hasta de 703 kg/cm<sup>2</sup> (10,000 lbs/plg<sup>2</sup>).

Algunas de sus características importantes son las siguientes:

- 1.- Mayor rango de presión de trabajo: 703 kg/cm<sup>2</sup> (10,000 lbs/plg<sup>2</sup>).
- 2.- Máxima profundidad de colocación 915 m (3,000 pies).
- 3.- Conexiones superior e inferior intercambiables para diferentes diámetros y tipos de cuerdas de tubería de producción.
- 4.- Mínima relación de sus diámetros exterior con el interior permitiendo mayor área de flujo.
- 5.- Un solo resorte para ajuste de la profundidad de colocación (de acuerdo a su distribución permite colocarle más resortes).
- 6.- Mayor confiabilidad en operaciones hidráulicas de cierre.
- 7.- Tiene un perfil selectivo con extensión pulida en el intermedio de la válvula para los casos que se desee alojar un dispositivo operado con herramienta y línea acerada.

Las válvulas del tipo charnela también cuentan con un sistema de igualación y únicamente pueden accionarse para ser abiertas temporalmente. En la tabla 2.2. Se muestran algunas de las especificaciones de las válvulas de tormenta marca OTIS.

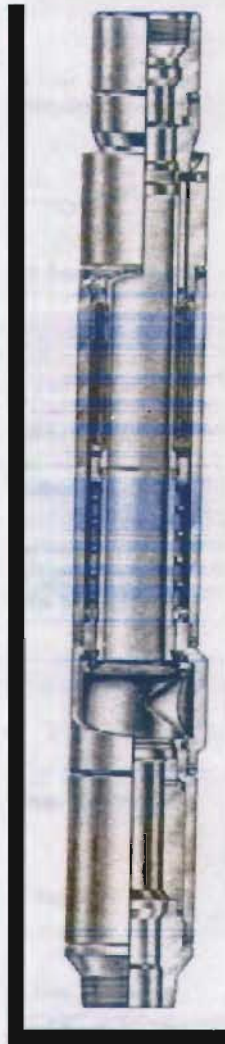


Fig.1.3 . Valvula de seguridad subsuperficial marca OTIS modelo S-10 de Charnela.

T.P. D.E. (plg)	TIP O	MÁXIMO D.E. (plg)	D.I. EMPAQUE (plg)	PRESIÓN DE TRABAJO (lb/plg <sup>2</sup> )	TENSIÓN MÁXIMA (lb)	LONGITU D
3 1/2	S-10 CHARNELA O ESEERA	5.620	2.750	10,00000	—	(m)
			2.81		294,530	2.49
			2.36		336,00	2.00
4 1/2	D	7.75	3.813	5,000	857,00	3.32

Tabla 1.2. Especificaciones de las válvulas de seguridad subsuperficial OTIS DL y S-10

### I.2.3. VÁLVULA DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL CAMCO

Se utiliza la serie TRDP-4AH del tipo charnela; tiene integrado un dispositivo de cerrada (figura 1.4)

Para su funcionamiento, recibe la presión aplicada desde la superficie y abre la charnela cuando un pistón de varilla concéntrico desliza una camisa cilíndrica que cuenta con un resorte a su alrededor.

Al descargar la presión, regresa la camisa y pistón a su posición normal accionando la charnela (con su mecanismo de resorte) y se mantiene en posición cerrada, bloqueando el paso de fluidos por el interior de la válvula.

Cuando las válvulas se tienen en operación pueden cerrarse permanentemente por medio de un dispositivo con herramienta y línea acerada.

Para diámetros de 3 1/2" o menores se fabrican con niples de asiento tipo WC o DS y para diámetros de 4 1/2" o mayores con perfil del tipo DB, con el fin de colocar accesorios de producción con línea acerada en los casos requeridos.

La máxima profundidad de colocación es de 305 m (1000 pies). La tabla 1.3 enumera algunas de las especificaciones para la válvula de control subsuperficial marca CAMCO para tres diferentes diámetros exteriores.

TP		MÁXIMO D.E. (plg)	D.I. DENTRO DEL SELLO PULIDO	PRESIÓN DE TRABAJO (lb/plg <sup>2</sup> )	TENSIÓN MÁXIMA (lb)
D.E. (plg)	PESO (Lbs/pie)				
2.375	5.95	4.000	1.765	10,000	143,000
2.875	8.7	5.000	2.188	10,000	239,000
3.500	10.3	5.812	2.562	10,000	296,000

Tabla 1.3. Especificaciones de las válvulas de seguridad subsuperficial marca CAMCO modelo TRDP-4AH.

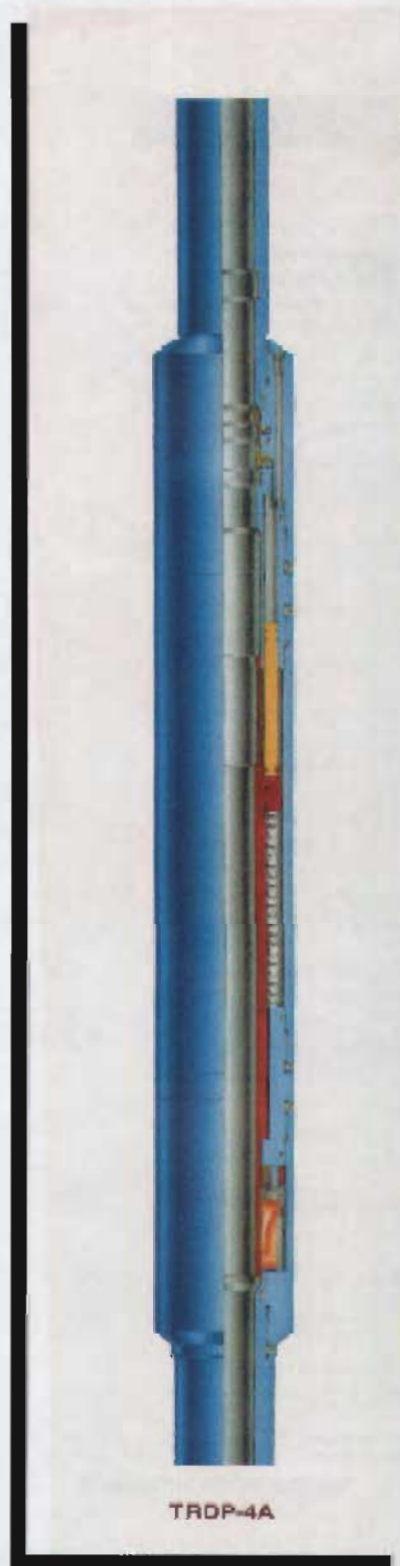


Figura 1.4. Válvula de de seguridad subsuperficial marca CAMCO modelo TRDP-4AH.



### 1.3. PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA EN CAMPO

#### ACTIVIDADES PREVIAS

Antes de iniciar con las actividades de la prueba de hermeticidad de las válvulas del 1/2 árbol y de la válvula de seguridad subsuperficial, el personal debe realizar las siguientes actividades:

- 1.- Identificar las bajantes, la no. 1 será la del lado izquierdo y la no.2 la del lado derecho tomando como referencia a la válvula manual no.1 (maestra) vista de frente.
- 2.- Instalar en la cabeza del pozo en TP un manifold con manómetro rango máximo por arriba de un 25% de la presión registrada a pozo cerrado. Si la presión es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, instalar un manómetro de rango de 0-350 kg/cm<sup>2</sup>.
- 3.- Seleccionar la herramienta apropiada para las actividades incluyendo una bomba neumática de pistón de alta presión (Haskel) con mangueras y conexiones para inyectar diesel si es necesario represionar columna hasta la válvula de tormenta una vez concluida la prueba.
- 4.- Tomar lecturas de las condiciones de operación del pozo, de la consola de seguridad de pozos y anotarlas en el formato de pruebas.
- 5.- Instalar en la bajante un manómetro de 0-70 kg/cm<sup>2</sup> si la presión de salida es de 35-46 kg/cm<sup>2</sup>.
- 6.- Una vez autorizada la libranza por el Ing. de operación proceder a efectuar la prueba.
- 7.- Cerrar válvulas laterales de las bajantes No. 5,6,7 y 8.
- 8.- Notificar la hora del cierre del pozo al Ing. De operación del complejo de producción.
- 9.- Esperar 15 minutos para que se represione el pozo y tomar la presión a pozo cerrado.
- 10.- Probar la hermeticidad de cada una de las válvulas del medio árbol.

## **PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL**

- 1.- Abrir la válvula No 1 maestra.
- 2.- Abrir la válvula del medio árbol (señal hidráulica) a la válvula de seguridad subsuperficial.
- 3.- Disparar el modulo para cerrar la válvula de seguridad subsuperficial .
- 4.- Abrir las válvulas No. 5 y 6 lentamente hasta disminuir la presión en TP 8 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente (ejemplo: de 280 a 272 kg/cm<sup>2</sup>).
- 5.- Cerrar las válvulas 5 y 6 dejando una presión entrampada en TP de 272 kg/cm<sup>2</sup>.
- 6.- Si en un lapso de 15 minutos la presión en TP se mantiene en 272 kg/cm<sup>2</sup>, esto indica que tiene hermeticidad la válvula de seguridad subsuperficial.
- 7.- Si la presión se incrementa en los 15 minutos, esto indica que la válvula de seguridad subsuperficial se pasa, se opera con el módulo de seguridad en varias ocasiones y se repite el paso 5 y 6, los resultados son anotados en el formato de pruebas.
- 8.- Se desconecta la línea de 1/4", de la válvula de 1/2" (seguridad subsuperficial) al pozo.
- 9.- Abrir lentamente la válvula de 1/2" venteando la presión a la atmósfera y observando el fluido de la misma, se tomará muestreo el cual deberá ser de 200 ml aproximadamente. Con esto se determina la hermeticidad de los sellos de la bola colgadora del pozo. La presencia de aceite crudo ó gas se anota en el formato de prueba.
- 10.- Conectar línea de 1/4" a la válvula de 1/2" (seguridad subsuperficial) del pozo.
- 11.- Una vez efectuado el paso anterior, operar el módulo para abrir la válvula de seguridad subsuperficial y observar la presión en TP, si se manifiesta un incremento en la presión, indica que la válvula de seguridad subsuperficial abrió.
- 12.- Si no se observó incremento al operar el módulo de seguridad, incrementar la presión hidráulica un 15 % más de su presión normal para lograr abrir la válvula de seguridad subsuperficial. Esto es con el fin de que se incremente la presión diferencial y esta facilite la apertura.
- 13.- Una vez abierta la válvula de tormenta se anota la presión en TP la cual se considerará como máxima presión a pozo cerrado y se anota en el formato de

pruebas.

En la figura 1.5. Se muestran esquemáticamente los sistemas de seguridad superficial y subsuperficial de una plataforma marina.

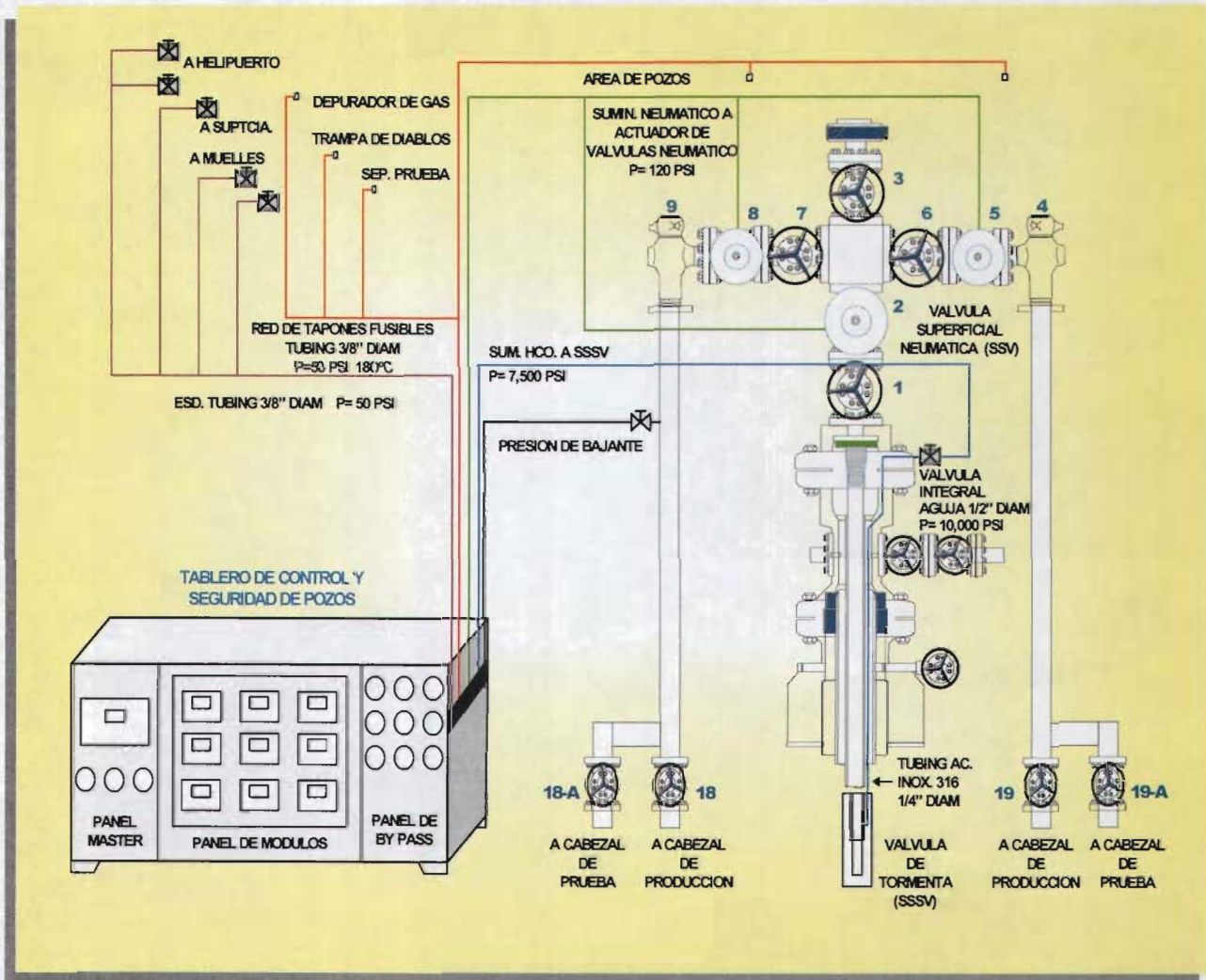


Figura 1.5. Sistemas de seguridad superficial y subsuperficial.

## **CAPITULO 2. PROBLEMÁTICA DURANTE LA VIDA ÚTIL DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL.**

### **2.1. TIPOS DE FALLAS MÁS COMUNES EN VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL.**

La problemática de las fallas en las válvulas de seguridad subsuperficial se vuelve cada vez más crítica, pues suceden con mayor frecuencia debido a que se han detectado cuatro tipos de fallas en las mismas siendo éstas las siguientes:

- a).- No cierra el dispositivo de seguridad (charnela).
- b).- No abre el dispositivo de seguridad (charnela).
- c).- Cierre no hermético del mecanismo de sello (fuga).
- d).- Consumo de aceite del sistema hidráulico que opera el dispositivo de cierre ó apertura de la válvula .

### **2.2. PRINCIPALES CAUSAS QUE ORIGINAN FALLAS EN LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL.**

Las principales causas que han originado fallas en el sistema hidráulico de las válvulas de seguridad subsuperficial detectadas en el campo son las siguientes:

- a).- En el caso donde los pozos son productores de hidrocarburos que segregan residuos orgánicos (parafinas, asfaltenos) e inorgánicos (finos) dentro del aparejo de producción y consecuentemente también en la válvula de seguridad subsuperficial, los cuales se adhieren en las paredes de la misma o en el área de la charnela y su asiento formando aglomerados. Además la falta de una operación constante del dispositivo de seguridad ocasiona que este se pege quedandose calzado el mecanismo de apertura y cierre como se aprecia en la figura 2.1.
- b).- Algunas válvulas convencionales no cuentan con el sistema de igualación, al carecer de este sistema las pruebas se complican debido a que se tiene que aplicar presión sobre el dispositivo de apertura para igualar la presión, encima y abajo del mismo, para así operar el mecanismo de apertura.
- c).- La falta de hermeticidad en el mayor de los casos se debe al deterioro del dispositivo de sello. Es muy frecuente encontrar desgaste en los asientos de la charnela lo que ocasiona que no se tengan buenos sellos metal-metal. El ataque de materiales abrasivos del pozo así como los gases amargos contenidos en los compuestos de hidrocarburos que fluyen del pozo afectan considerablemente los sellos.



d).- El alto consumo hidráulico se puede presentar debido a las siguientes causas:

- Al fallar un sello interno del mecanismo de operación del dispositivo de cierre ó apertura.
- Debido a fugas en la línea de 1/4", en los conectores del colgador a la línea de 1/4", y de esta al conector de la SSSV. También pueden presentarse fugas en los empaques superior e inferior del colgador de TP.

La figura 2.2 muestra el sistema de seguridad subsuperficial el cual debe de permanecer cerrado con sellos que sean capaces de resistir la presión interna necesaria para mantener abierta la válvula. Cuando alguno de estos sellos presenta una fuga excesiva la presión interna se abate, provocando el cierre automático de la válvula, si la fuga es pequeña, provoca el arranque de la bomba hidroneumática superficial que suministra el aceite hidráulico al sistema para tratar de mantener la presión de apertura. En este último caso, se aísla el pozo con este problema y se adiciona un aceite con mayor viscosidad disminuyendo dicha pérdida pero manteniendo el problema de cierre latente.

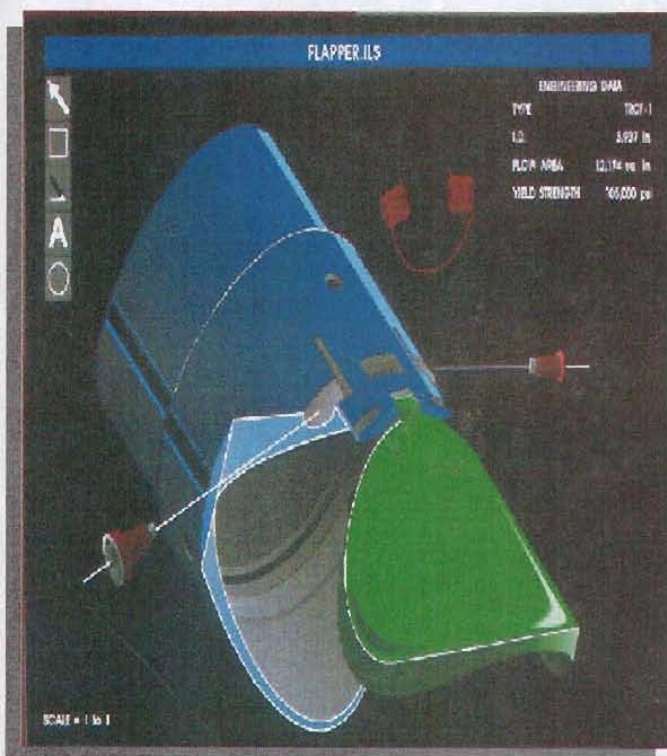


Figura 2.1. Charnela

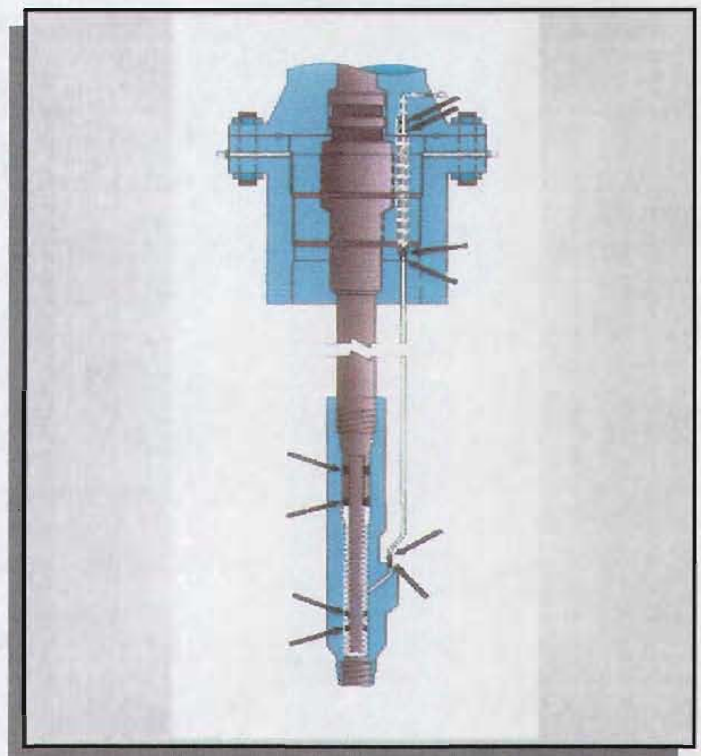


figura 2.2. Sistema de seguridad subsuperficial

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



### 2.3. POZOS CON PROBLEMAS EN LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD Y ESTADÍSTICAS.

A continuación se enumeran las implicaciones más importantes que se originan al presentarse fallas en las válvulas de seguridad subsuperficial.

- Condición insegura.
- Intervención de un equipo para la reparación.
- Riesgos involucrados directamente al desarrollo de la reparación acordes a la eficiencia operativa, desde perder el pozo hasta tiempos prolongados de intervención.
- Producción diferida.
- Daños al pozo.
- Altos costos de los trabajos de reparación.

En la tabla 2.1 se muestran los pozos que actualmente presentan problemas en su válvula de seguridad subsuperficial y en las válvulas del medio árbol de producción.

No.	PLATAF.	POZO	Qo (MBPD)	FECHA DE INST.	FECHA DE DETECCIÓN DE FALLA	VIDA UTIL	VÁLVULAS			PROGRAMA POT-VI 2000
							SUB-SUPERFICIAL		SUPERFICIAL	
							MARCA/TIPO	ESTADO		
1	UECH-TB	11	7.0	30/JUL/95	07/FEB/00	4 AÑOS 7 MESES	OTIS CHARNELA	NO CIERRA	ACTUADOR DAÑADO	CVT/1/2 AV/1 4/JUN - 01/SEP/01
2	UECH-TB	32	3.0	18/JUL/96	17/ENE/99	2 AÑOS 6 MESES	BAKER CHARNELA	NO CIERRA	LAS VALVLS. DEL 1/2 ARBOL NO PRESENTAN HERMETICIDAD	C1/1CVT/1/4AV/1 15/ABR-31/JUN/01
3	UECH-TB	31	7.4	20/MAR/95	12/abr/97	2 AÑOS 3 MESES	OTIS CHARNELA	NO CIERRA	VALV SONDEO y ACT S/P, No.7,8 S/P	CVT/1 3/SEP-22/OCT/01
4	UECH-TB	34-A	3.2	27/MAY/97	13/MAY/00	3 AÑOS	OTIS CHARNELA	CERRADA POR ALTO CONSUMO HIDRAULICO	OK	CVT/1 11/DIC/00 - 04/ENE/01
5	OCH T-A	22	8.6	07/JUN/95	19/ENE/00	4 AÑOS 7 MESES	OTIS CHARNELA	PRESENTA CONSUMO ACEITE HDGO.	VALV SONDEO S/P No.5,6 S/P	C1/1CVT/EST/1/2 AV/1 17/AGO - 25/SEP/00
6	OCH T-A	11	7.7	21/ENE/99	11/ENE/00	1 AÑO	OTIS CHARNELA	NO CIERRA	OK	C1/1CVT/EST/1 7/NOV - 16/DIC/00
7	OCH T-A	12	7.3	13/JUN/96	9/ENE/00	3 AÑOS 7 MESES	BAKER CHARNELA	NO HERMETICA	OK	CVT/1/2 AV/1 02/NOV - 21/NOV/01
8	SP-KAX-1	1	6	03/SEP/95	09/AGO/96	11 MESES	OTIS CHARNELA	NO ABRE (CANCELADA)	O.K.	CAP/C1/1/4AV/1CVT/ EST/1 25/DIC/00-04/MAR/01
9	UECH-A	22	3	13/OCT/91	27/MAR/98	6 AÑOS 7 MESES	OTIS ESFERA	NO CIERRA	O.K.	CEA/1CVT/1 22/AGO-19/NOV/00
10	UECH-A	2	—	23/JUL/91	11/SEP/99	8 AÑOS 2 MESES	OTIS ESFERA	NO ABRE	OK	CEA/1CVT/1/2AV/1 02/MAY - 20/AGO/00

Tabla 2.1. Pozos con problemas en sus válvulas de seguridad

La situación más crítica se tiene en los cuatro pozos del tetrápodo UechTB que presentan problemas en sus válvulas de seguridad subsuperficial. Además tres de ellos también tienen anomalías en las válvulas de seguridad superficial por lo que es un riesgo de alto grado el que presentan estos pozos, y en caso de un siniestro no se tienen los recursos adecuados para controlarlos, pues los sistemas tanto superficial como subsuperficial fallan.

El pozo Uech 34-A se mantuvo cerrado desde el 13 de mayo del presente año debido a un alto consumo de aceite hidráulico. El 10 de octubre se intervino con línea de acero introduciendo una camisa para abrir la VSSS sin cancelarla, por lo que no se tiene dentro del pozo un dispositivo de seguridad en caso de accidente. Durante cinco meses el pozo dejó de producir un volumen de aceite y gas considerable.

En el tetrápodo Och TA tres de los cuatro pozos productores tienen problemas con la válvula de seguridad subsuperficial y en uno de ellos no tiene hermeticidad en la válvula de seguridad superficial.

Al pozo Och 11 de esta estructura se le cambió la válvula de seguridad superficial en enero del 99 y para principios de año presentaba nuevamente problemas.

A principio de año el pozo Och 22 operaba normalmente, por lo que no tenía programada una intervención de CVT. Para el 19 de enero se detectó un alto consumo de aceite hidráulico además en las pruebas de hermeticidad del medio árbol se determinó que la válvula de sondeo y actuador se pasan por lo que se programó inmediatamente su intervención CVT y cambio de medio árbol de válvulas, pues es un pozo de alta productividad. Actualmente este pozo se encuentra en intervención.

En la estructura aligerada SP-Kax 1 el pozo del mismo nombre se encuentra con la válvula de tormenta cancelada desde agosto de 1997 por observar mal funcionamiento de la misma y no permitía el paso de herramientas. Por diversas razones (Falta de equipos de reparación, intervenciones en otros pozos, falta de presupuesto etc), su intervención ha sido retrazada, aunado además a otras necesidades de reparación del pozo, aunque la intervención inicial era cambio de válvula de tormenta. Su intervención está programada para diciembre del 2000.

Los únicos pozos productores del octápodo Uech A (Uech 2 y 22) presentan problemas similares de reparación. Estos pozos presentan problemas de entrada de agua, además de un cambio necesario de las válvulas de tormenta por falla. Actualmente se encuentra en intervención el pozo Uech 2 y posteriormente se intervendrá el 22.

La tabla 2.2 muestra a los seis pozos del activo que actualmente no presentan problemas con las válvulas de tormenta. Dos de ellos del campo Uech fueron los



últimos en ser perforados por lo que son los más nuevos. Aunque a uno de ellos (Uech 22-D) se le cambio la Válvula de tormenta durante su incorporación a producción.

Los cuatro pozos restantes estuvieron en intervención por lo que sus válvulas de tormenta tienen una vida util en promedio de dos años.

El pozo Kax 13 es el que tiene una válvula de tormenta con más tiempo de estar operando desde que fue cambiada en noviembre de 1996. Su cambio esta programado pero por mantenimiento predictivo.

En la tabla 2.3 se muestran las intervenciones programadas a los pozos que involucran cambio de válvula de seguridad subsuperficial. Se muestra una comparación del programa operativo anual POA-2000 (el cual se realiza a finales del año anterior) y el programa operativo trimestral POT-IV-2000 el cual es un ajuste a la desviación de las diferentes actividades en base al seguimiento fisico-financiero , con el objetivo principal de cumplir con el POA.

En el POT-IV-2000 se observa que han aumentado las intervenciones por CVT a tres más de lo programado y una intervención que estaba programada con otra actividad aumento al programarse CVT y cambio de medio árbol por falla.

No.	PLATAF.	POZO	Qo (MBPD)	FECHA DE INST.	FECHA DE DETECCIÓN DE FALLA	VIDA UTIL	V Á L V U L A S			PROGRAMA POT-VI 2000
							SUB-SUPERFICIAL		SUPERFICIAL	
							MARCA/TIPO	ESTADO		
1	UECH-TB	11	7.0	30/JUL/95	07/FEB/00	4 AÑOS 7 MESES	OTIS CHARNELA	NO CIERRA	ACTUADOR DAÑADO	CVT1/2 AV/1 4/JUN - 01/SEP/01
2	UECH-TB	32	3.0	18/JUL/96	17/ENE/99	2 AÑOS 6 MESES	BAKER CHARNELA	NO CIERRA	LAS VALVLS. DEL 1/2 ARBOL NO PRESENTAN HERMETICIDAD	C/CVT1/AV/1 15/ABR-31/JUN/01
3	UECH-TB	31	7.4	20/MAR/95	12/abr/97	2 AÑOS 3 MESES	OTIS CHARNELA	NO CIERRA	VALV SONDEO y ACT S/P No. 7, 8 S/P	CVT/1 3/SEP-22/OCT/91
4	UECH-TB	34-A	3.2	27/MAY/97	13/MAY/00	3 AÑOS	OTIS CHARNELA	CERRADA POR ALTO CONSUMO HIDRAULICO	OK	CVT/1 11/DIC/00 - 04/ENE/01
5	OCH T-A	22	8.6	07/JUN/95	19/ENE/00	4 AÑOS 7 MESES	OTIS CHARNELA	PRESENTA CONSUMO ACEITE HDCC.	VALV SONDEO S/P No. 5, 6 S/P	C/CVT1/EST/1/2 AV/1 17/AGO - 25/SEP/00
6	OCH T-A	11	7.7	21/ENE/99	11/ENE/00	1 AÑO	OTIS CHARNELA	NO CIERRA	OK	C/CVT1/EST/1 7/NOV - 16/DIC/00
7	OCH T-A	12	7.3	13/JUN/96	9/ENE/00	3 AÑOS 7 MESES	BAKER CHARNELA	NO HERMETICA	OK	CVT1/2 AV/1 02/NOV - 21/NOV/01
8	SP-KAX-1	1	6	03/SEP/95	09/AGO/96	11 MESES	OTIS CHARNELA	NO ABRE (CANCELADA)	O.K.	C/CVT1/AV/1/2 EST/1 25/DIC/00-04/MAR/01
9	UECH-A	22	3	13/OCT/91	27/MAR/98	6 AÑOS 7 MESES	OTIS ESFERA	NO CIERRA	O.K.	CEA/CVT/1 22/AGO-19/NOV/00
10	UECH-A	2	—	23/JUL/91	11/SEP/99	8 AÑOS 2 MESES	OTIS ESFERA	NO ABRE	OK	CEA/CVT1/2AV/1 02/MAY - 20/AGO/00

Tabla 2.2. Pozos que no presentan problemas en las válvulas de seguridad subsuperficial.

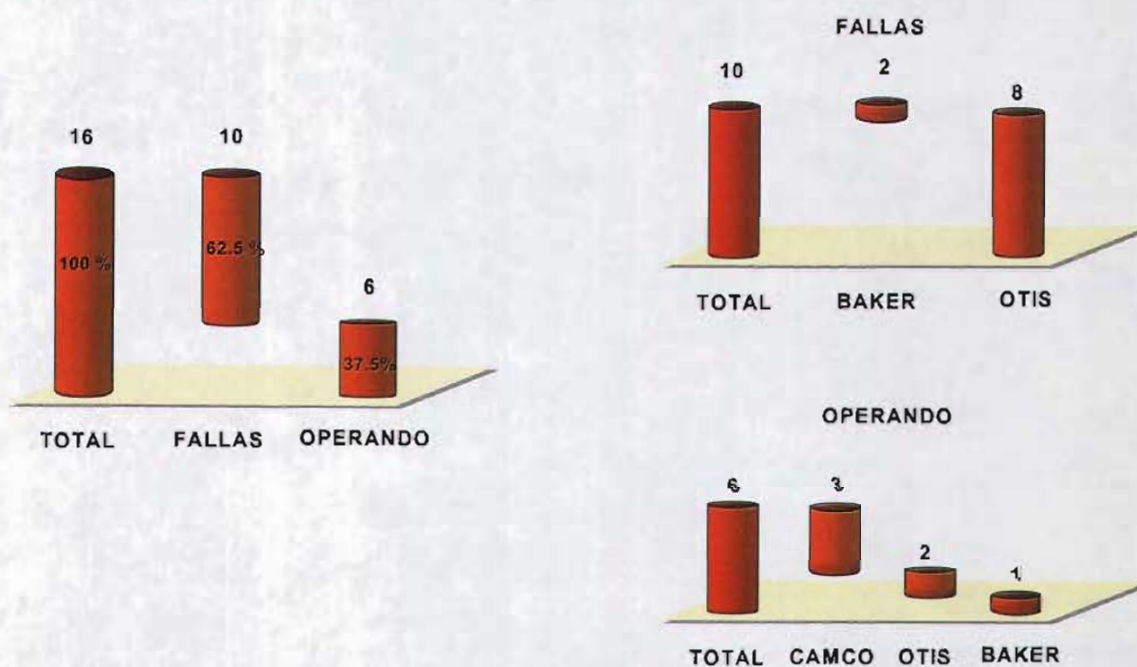


No.	PLATAF	POZO	PROGRAMA POA- 2000
1	SP-KAX-1	1	CAP/CI/CVT/1/2AV/EST/T
2	SP-KAX-1	1	CVT/1/2AV/EST/T
3	UECH TB	32	CI/CVT/1/2AV/TI
4	UECH TB	31	CVT/TI
5	UECH TB	11	CVT/1/2AV/TI
6	OCH TA	22	CI/EST/TI
7	UECH A	22	CEA/CVT/TI
8	UECH A	2	CEA/CVT/TI

No.	PLATAF	POZO	PROGRAMA POT- IV- 2000
1	SP-KAX-1	1	CAP/CI/CVT/1/2AV/EST/T
2	SP-KAX-1	13	CAP/CVT/1/2AV/EST/TI
3	UECH TB	32	CI/CVT/1/2AV/TI
4	UECH TB	31	CVT/TI
5	UECH TB	11	CVT/1/2AV/TI
6	OCH TA	22	CI/CVT/1/2AV/EST/TI EN EJECUCION
7	UECH A	22	CEA/CVT/TI
8	UECH A	2	CEA/CVT/TI EN EJECUCION
9	UECH TB	34 A	CVT/TI
10	OCH TA	11	CI/CVT/EST/TI
11	OCH TA	12	CVT/1/2AV/TI

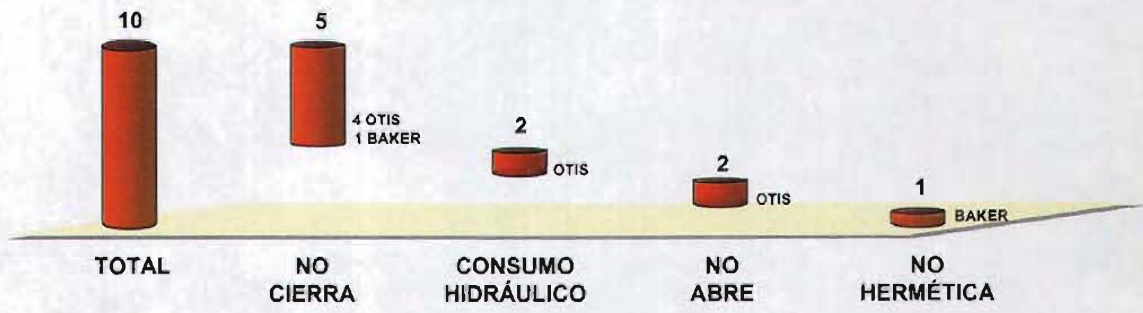
Tablas 2.3. Intervenciones programadas que involucran cambio de Válvula de seguridad subsuperficial (CVT)

En base a las tablas 2.1 y 2.2 se elaboraron las siguientes estadísticas que se presentan en las siguientes páginas con la finalidad de detectar más fácilmente los parámetros involucrados con las fallas en las válvulas de seguridad subsuperficial.



## CONDICIONES ACTUALES DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL





**UBICACIÓN**



**FALLAS MÁS COMUNES EN LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL**

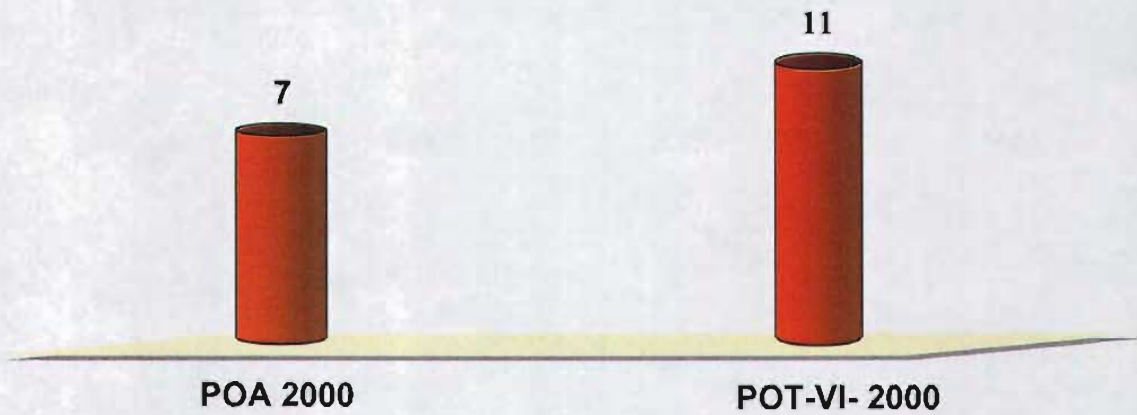
**FALLAS**



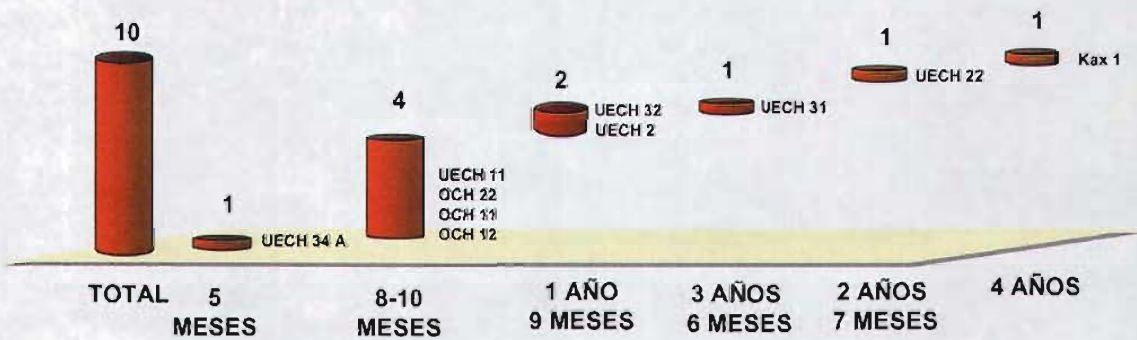
**OPERANDO**



**VIDA ÚTIL DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL**



**INTERVENCIONES PROGRAMADAS QUE INVOLUCRAN CAMBIO DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL (CVT)**



**TIEMPO QUE LLEVAN LOS POZOS SIN SEGURIDAD POR FALLAS EN LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL**



## 2.4. ESTADÍSTICAS DE INTERVENCIONES POR CAMBIO DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL.

En la tabla 2.4 se muestra el historial de las válvulas de seguridad subsuperficial que han sido instaladas en los pozos de los campos Och-Uech-Kax.

De los 19 pozos que se terminaron y que posteriormente fueron programados para CVT por fallas, se instalaron 35 válvulas de tormenta, de las cuales 20 fueron OTIS, 10 Baker y 5 CAMCO, siendo OTIS la marca que más se instaló y que de acuerdo a las estadísticas pasadas es la que más fallas presentó.

En la tabla 2.5 son mostradas las intervenciones que se realizaron para cambio de válvula de seguridad subsuperficial (CVT). En algunos pozos se efectuaron cambios de hasta tres válvulas de tormenta. Posteriormente en forma estadística podrán ser analizados los datos para una mejor apreciación.

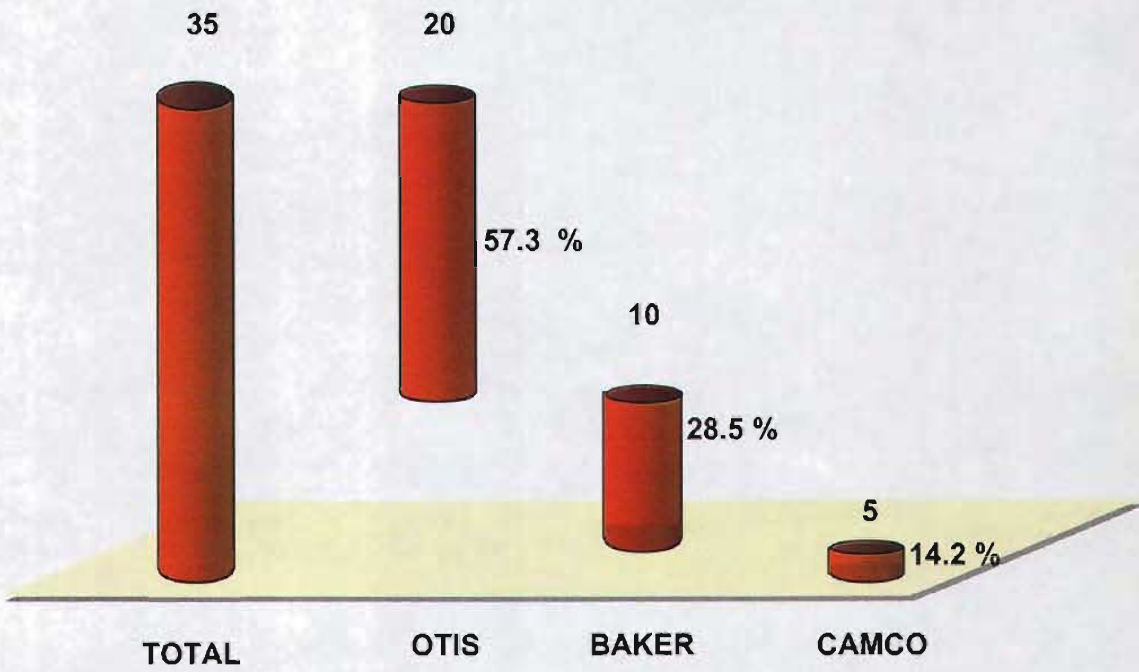
PLAT.	POZO	MARCA	DIÁM (pulg)	MODELO	FECHA DE INSTALACIÓN	INTERVENCIÓN	NUEVA	PROF. (m)
KAX-1	KAX 1	BAKER	3 1/2	FVHDE	11-Dic-93	TERMINACIÓN	S	141
		OTIS	3 1/2	SERIE-10	03-Sep-95	RECUP. POZO	S	141
	KAX 13	CAMCO	3 1/2	TRDP-4AH	06-Ago-95	TERMINACIÓN	S	142
		CAMCO	3 1/2	TRDP-4AH	04-Nov-96	REPARACIÓN	S	145
	KAX 33	BAKER	3 1/2	FVHDE	28-Dic-96	TERMINACIÓN	S	145
OCH-1B	OCH 1B	OTIS	3 1/2	SERIE-10	20-May-89	TERMINACIÓN	S	135
		OTIS	3 1/2	SERIE-10	21-Oct-98	REPARACIÓN	S	129
OCH-TA	OCH 2	OTIS	3 1/2	SERIE-10	27-Ago-95	TERMINACIÓN	S	131
		BAKER	3 1/2	TSME	23-Feb-99	REPARACIÓN	S	146
		BAKER	3 1/2	TSME	23-Mar-99	REPARACIÓN	S	137
	OCH 11	OTIS	3 1/2	SERIE-10	23-Dic-95	TERMINACIÓN	N	138
		OTIS	3 1/2	SERIE-10	21-Ene-99	REPARACIÓN	S	134
	OCH 12	OTIS	3 1/2	SERIE-10	16-Abr-96	TERMINACIÓN	S	128
		BAKER	3 1/2	FVHDE	29-Abr-96	TERMINACIÓN	S	126
		BAKER	3 1/2	FVHDE	13-Jun-96	REPARACIÓN	S	126
	OCH 22	OTIS	3 1/2	SERIE-10	07-Jun-95	TERMINACIÓN	S	134
UECH-A	UECH 2	OTIS	3 1/2	SERIE-10	19-Oct-90	TERMINACIÓN	S	140
		OTIS	3 1/2	DL	23-Jul-91	REPARACIÓN	N	136
	UECH 4	BAKER	3 1/2	FVLE	06-Jun-94	TERMINACIÓN	S	125
	UECH 22	OTIS	3 1/2	SERIE-10	13-Oct-91	TERMINACIÓN	N	150
	UECH 21-A	OTIS	3 1/2	SERIE-10	29-Sep-92	TERMINACIÓN	S	138
		OTIS	3 1/2	SERIE-10	25-Jul-97	REPARACIÓN	S	147
		OTIS	3 1/2	SERIE-10	03-Ene-98	REPARACIÓN	N	147
		BAKER	3 1/2	TSME	03-Feb-98	REPARACIÓN	S	137
		BAKER	3 1/2	TSME	14-Jun-98	REPARACIÓN	N	135
		OTIS	3 1/2	WELL STAR	01-Jul-98	REPARACIÓN	S	135
UECH-1	UECH 3	CAMCO	4 1/2	TRDP-4AH	04-Nov-98	TERMINACIÓN	S	145
	UECH 22 D	CAMCO	4 1/2	TRDP-4AH	20-Mar-98	TERMINACIÓN	S	128
		OTIS	4 1/2	SERIE-10	30-Mar-98	TERMINACIÓN	S	132
		CAMCO	4 1/2	TRDP-4AH	27-Jul-98	REPARACIÓN	S	123
UECH-TB	UECH 11	OTIS	3 1/2	SERIE-10	30-Jul-95	TERMINACIÓN	S	136
	UECH 31	OTIS	3 1/2	SERIE-10	20-Mar-95	TERMINACIÓN	S	133
	UECH 32	BAKER	3 1/2	FVHDE	18-Jul-96	TERMINACIÓN	S	135
	UECH 34-A	OTIS	3 1/2	SERIE-10	27-May-97	TERMINACIÓN	S	143
	UECH 51	OTIS	3 1/2	SERIE-10	06-Feb-95	TERMINACIÓN	S	149

Tabla 2.4. Historial de válvulas de de seguridad subsuperficial instaladas en los pozos de los campos och-uech-kax.

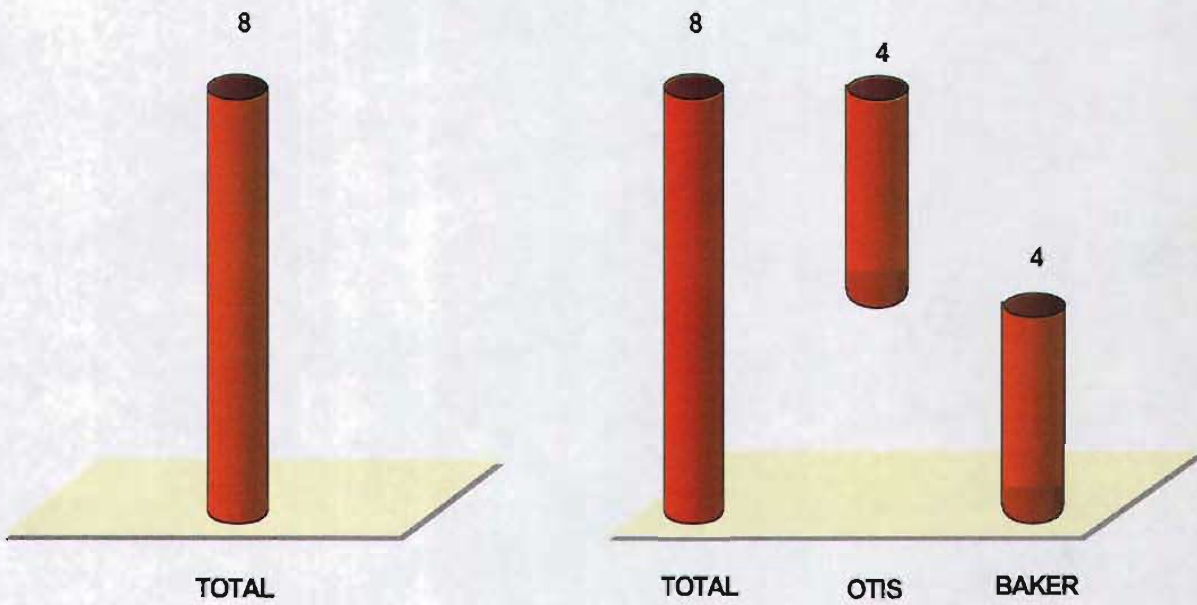


**TABLA 2.5. INTERVENCIONES REALIZADAS PARA CAMBIO DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL (CVT)**

PLAT.	POZO	MARCA	DIÁM (p/g)	MODELO	FECHA DE INSTALACIÓN	INTERVENCIÓN	FECHA DE FALLA	VIDA ÚTIL	TIPO DE FALLA	NUEVA	ESTADO ACTUAL
KAX-1	KAX 13	BAKER CAMCO	3 1/2 3 1/2	C-38/CHR TRDP-4AH	06-Ago-95 04-Nov-96	TERMINACIÓN REPARACIÓN	01-Ago-96	1 AÑO	ALTO C.H.	S S	OPERANDO
	KAX 33	BAKER	3 1/2	FVHDE	28-Dic-96	TERMINACIÓN REPARACIÓN	06-Jun-97	6 MESES	NO ABRE	S	INTERV. FALLIDA
OCH-1B	OCH 1B	OTIS	3 1/2	SERIE-10	20-May-89	TERMINACIÓN	20-Feb-97	7 AÑOS 9 M	NO CIERRA	S	OPERANDO
		OTIS	3 1/2	SERIE-10	21-Oct-98	REPARACIÓN				S	
OCH-TA	OCH 2	OTIS	3 1/2	SERIE-10	27-Ago-95	TERMINACIÓN	25-Mar-98	2 AÑOS 7 M	NO CIERRA	S	OPERANDO
		BAKER	3 1/2	TSME	23-Feb-99	REPARACIÓN				S	
		BAKER	3 1/2	TSME	23-Mar-99	REPARACIÓN				S	
	OCH 11	OTIS	3 1/2	SERIE-10	23-Dic-95	TERMINACIÓN	06-Jun-97	1 AÑO 6 M	NO CIERRA	N	FALLANDO
		OTIS	3 1/2	SERIE-10	21-Ene-99	REPARACIÓN				S	
	OCH 12	OTIS	3 1/2	SERIE-10	16-Abr-96	TERMINACIÓN	25-Abr-96 31-May-96	9 DÍAS 1 MES	NO ABRE SE PASA	S	FALLANDO
		BAKER	3 1/2	FVHDEM	29-Abr-96	TERMINACIÓN				S	
		BAKER	3 1/2	FVHDEM	13-Jun-96	REPARACIÓN				S	
UECH-A	UECH 2	OTIS	3 1/2	SERIE-10	19-Oct-90	TERMINACIÓN	NO FALLÓ INTERV. POR OTRA CAUSA			S	EN INTERV.
		OTIS	3 1/2	DL	23-Jul-91	REPARACIÓN				N	
	UECH 4	BAKER	3 1/2	FVLE	06-Jun-94	TERMINACIÓN REPARACIÓN	24-Mar-97	2 AÑOS 9 M	NO CIERRA	S	INTERV. FALLIDA
UECH-1	UECH 22 D	CAMCO	4 1/2	CHR-C064	20-Mar-98	TERMINACIÓN	27-Mar-98 23-Jul-98	7 DÍAS 4 MESES	ALTO C.H. SE PASA	S	OPERANDO
		OTIS	4 1/2	S-10	30-Mar-98	TERMINACIÓN				S	
		CAMCO	4 1/2	TRDP-4AH	27-Jul-98	REPARACIÓN				S	

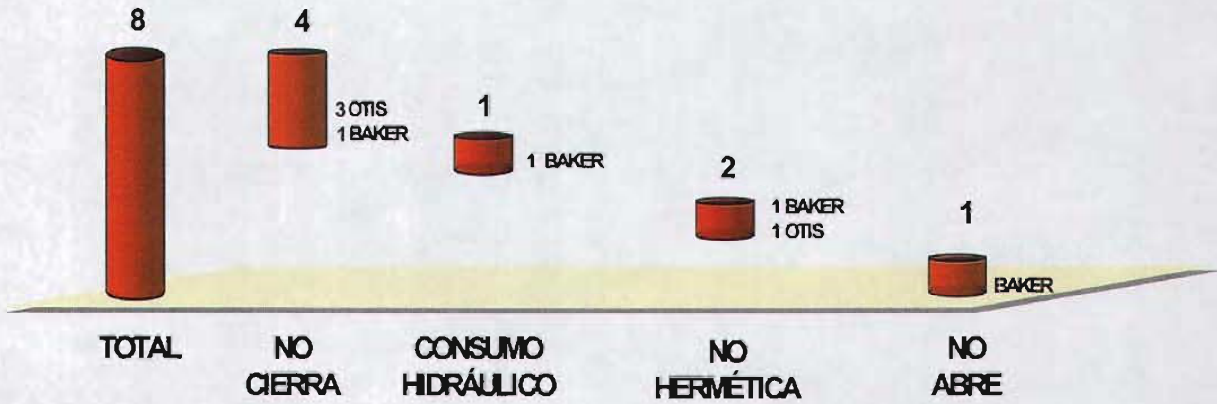


**UNIVERSO DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL INSTALADAS**

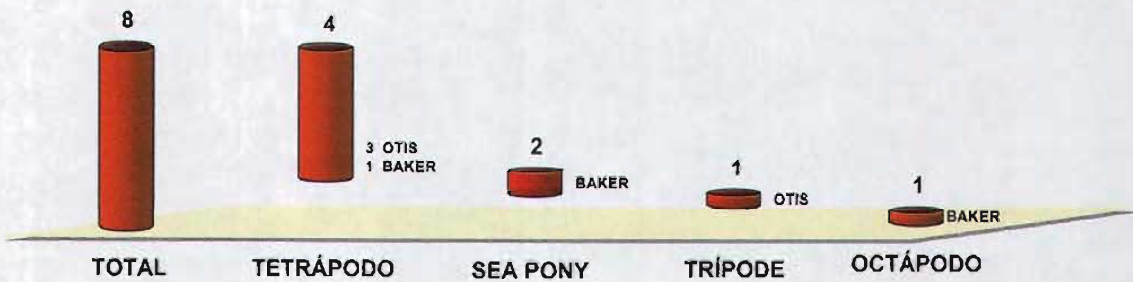




**INTERVENCIONES REALIZADAS PARA CAMBIO DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL POR FALLAS (CVT)**



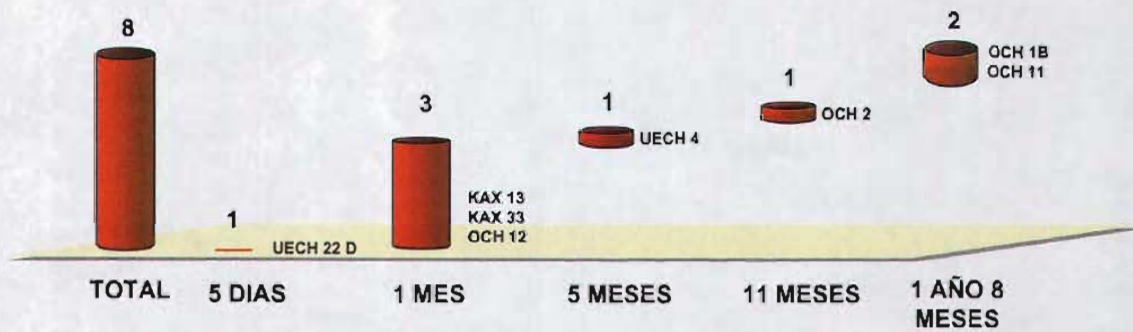
**FALLAS DETECTADAS EN LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL QUE FUERON CAMBIADAS**



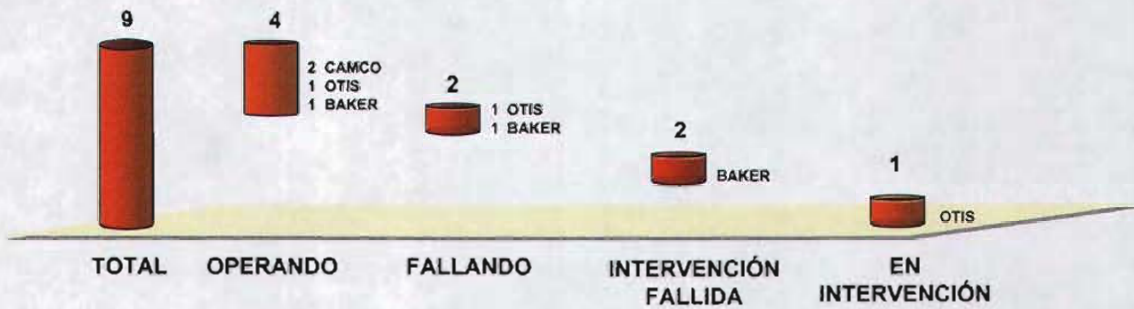
**UBICACIÓN**



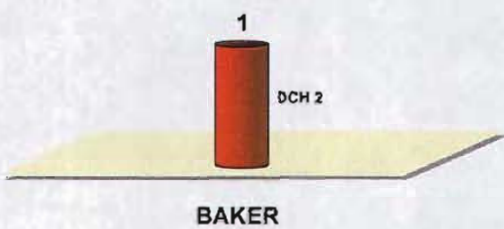
**VIDA ÚTIL DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL QUE FUERON CAMBIADAS**



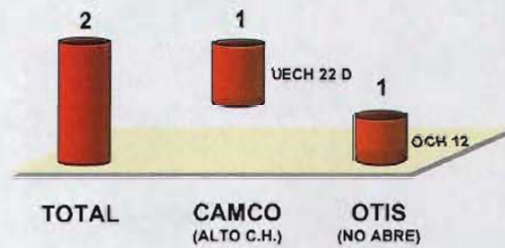
**TIEMPO QUE ESTUVIERON LOS POZOS SIN SEGURIDAD POR FALLAS EN LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL**



**ESTADO ACTUAL DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL QUE FUERON CAMBIADAS**



**2 CVT DURANTE REPARACIÓN**



**2 CVT DURANTE TERMINACIÓN**

## **CAPITULO 3. SELECCIÓN ÓPTIMA DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL.**

En el capítulo 2 se determinaron las causas por las cuales las válvulas de seguridad subsuperficiales fallan. Una alternativa que puede proporcionar una solución práctica, es analizar las condiciones de explotación de los pozos las cuales pueden afectar su funcionamiento. Una adecuada selección de las válvulas de tormenta acorde a las condiciones operativas ayudaran a ser más eficiente su operación.

### **3.1. SELECCIÓN EN BASE A LAS CARACTERISTICAS DE LOS POZOS.**

Los campo Och, Uech y Kax son conocidos en la Región Marina por ser pozos fluyentes de alta presión y temperatura. Las condiciones operativas en las que trabajan y los severos ambientes corrosivos en el pozo hacen necesaria la apropiada válvula subsuperficial de seguridad.

Las tecnologías de vanguardia en válvulas de seguridad subsuperficial deben de cumplir con los materiales adecuados, especificaciones y procedimientos de manufactura cuidando los controles de calidad y de prueba.

En la inspección del control de calidad deben incluir el análisis de los materiales, de los tratamientos térmicos, pruebas hidrostáticas y una revisión final de las partes mecánicas. En la examinación no destructiva debe incluir pruebas de líquidos penetrantes, pruebas magnéticas, ultrasónicas e inspecciones radiográficas de los cuerpos y componentes de las válvulas de seguridad subsuperficial.

Los fabricantes de las VSSS deben cumplir con la norma API 14A y de acuerdo con las normas de ANSI/ASME, aunado también a los controles de calidad de la norma ISO 9001.

Para la selección de la válvula de tormenta se debe de ver el pozo de manera integral, de manera que se deben de considerar parámetros de suma importancia como son los siguientes:

- Presión de fondo y en cabeza.
- Temperatura de fondo y en cabeza.
- Diámetro del aparejo de producción.
- Tipo de aceite a producir y sus características.
- Presencia de H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, asfaltenos y sólidos.



- Altura de la válvula.
- Profundidad de instalación de la válvula.

A continuación en las tablas 3.1, 3.2 y 3.3 se muestran las características más importantes de los pozos de los campos Och, Uech y Kax. Esta información es relevante para el ingeniero de terminación y reparación de pozos.

PLATAF	POZO	Qo (bpd)	Qg (MMpcd)	Ptp (kg/cm2)	φ EST (plg)	RGA (m3/m3)	API	% AGUA	% H2S	% CO2	PRESENCIA ASFALTENOS	SOLIDOS	TEMP (° C)	MARCA VSSS	MODELO	FALLA
KAX 1	KAX 1	6.0	10.5	69	1 1/8	325	36	0	0.606	1.093	NO	NO	93	OTIS	S-10	SI
	KAX 13	6.5	10.6	60	1 1/4	299	35	0			NO	NO	89	CAMCO	TRDP-4AH	NO

Tabla 3.1. Características de los pozos del campo kax

PLATAF	POZO	Qo (bpd)	Qg (MMpcd)	Ptp (kg/cm2)	φ EST (plg)	RGA (m3/m3)	API	% AGUA	% H2S	% CO2	PRESENCIA ASFALTENOS	SOLIDOS	TEMP (° C)	MARCA VSSS	MODELO	FALLA
OCH 1 B	OCH 1 B	8.6	11.9	123	1	345	37	0	2.264	1.093	NO	NO	94	OTIS	S-10	NO
OCH-TA	OCH 2	7.7	7.9	120	1 3/16	196	35	0			NO	NO	76	BAKER	TSME	NO
	OCH 11	7.4	8.7	94	1 3/16	208	36	0			NO	NO	80	OTIS	S-10	SI
	OCH 12	7.3	10.8	106	1	266	36	0			NO	NO	80	BAKER	FVHDE	SI
	OCH 22	6.8	10.1	105	7/8	263	37	0			NO	NO	81	OTIS	S-10	SI

Tabla .3.2. Características de los pozos del campo och

PLATAF	POZO	Qo (bpd)	Qg (MMpcd)	Ptp (kg/cm2)	φ EST (plg)	RGA (m3/m3)	API	% AGUA	% H2S	% CO2	PRESENCIA ASFALTENOS	SOLIDOS	TEMP (° C)	MARCA VSSS	MODELO	FALLA
UECH A	UECH 2	2.4	4	170	1/2	296	15	45	0.815	3.802	NO	NO	70	OTIS	ESFERA	SI
	UECH 21 A	X	X	129	X	X	X	X	X	X	X	X	X	OTIS	WELL ST	NO
	UECH 22	3.0	4.8	294	3/8	294	28	20	1.475	8.521	NO	NO	89	OTIS	DL	SI
UECH 1	UECH 3	7.9	11.0	243	5/8	249	35	0			SI	NO	81	CAMCO	TRDP-4AH	NO
	UECH 22 D	3.0	5.1	326	3/8	272	30	20	1.1	3.210	NO	NO	93	CAMCO	TRDP-4AH	NO
UECH TB	UECH 11	7.0	14.3	170	3/4	375	37	0			NO	NO	96	OTIS	S-10	SI
	UECH 31	7.6	11.4	118	1	435	35	0	2.7	4.250	NO	NO	96	OTIS	S-10	SI
	UECH 32	3.1	7.6	115	1/2	432	28	40	2.68	3.055	NO	NO	81	BAKER	FVHDE	SI
	UECH 34 A	3.2	7.8	100	3/4	444	37	0	2.7	4.250	NO	NO	83	OTIS	SP-1	SI
	UECH 51	X	X	X	X	X	X	X	X	1.933	4.045	SI	NO	X	OTIS	S-10

Tabla .3.3. Características de los pozos del campo Uech



En la tabla 3.4. Se ilustra un marco comparativo de las marcas de válvulas de seguridad subsuperficial más comunes con sus series y modelos, los cuales fueron extraídos de los catálogos, y que son los que más se adoptan a las condiciones operativas de los pozos.

De la selección realizada, se determinó que de la marca CAMCO únicamente las válvulas de la serie TRDPS/10 cumplen ampliamente con las expectativas de los pozos de los campos Och, Uech y Kax. La serie TRDP-4AH que se ha instalado en algunos pozos ha sido seleccionada erróneamente, pues no presenta un sello metal-metal como el se requiere para este tipo de pozos. Los demás modelos de la serie presenta sellos elastoméricos los cuales no son muy recomendables para estos casos.

Las válvulas de seguridad subsuperficial de la marca Baker presentan una mayor gama de aplicaciones con sus modelos de la serie T (E) con igualador de presión, TM (E) de sello metálico y TSM (E) de diámetro exterior reducido, siendo recomendables los dos primeros modelos.

Los modelos de la serie DL de la marca OTIS, los cuales son de esfera, tienen menores aplicaciones hoy en día. Este tipo de válvulas no tienen sistemas de igualación de presiones lo cual dificulta su apertura.

Los demás modelos de la marca OTIS no presentan innovaciones en sus sellos, pues continúan utilizando elastómeros, los cuales al desgastarse presentan muchas fallas como lo demuestran las estadísticas que se han presentado en el presente trabajo.

De los modelos seleccionados si se tienen los cuidados necesarios durante su instalación y si durante su etapa operativa se efectúan periódicamente y con constancia los programas de mantenimiento y operatividad pueden llegar a alcanzar su vida útil.

Un mismo modelo de válvula puede ser instalado al mismo pozo si presenta una vida útil normal. Cuando se tengan cambios en las condiciones del pozo durante su etapa productiva (disminución de presión, presencia de agua, finos, asfaltenos etc) la selección de la válvula de seguridad subsuperficial puede cambiar por otro modelo más adecuado.

CAMPOS OCH-UECH-KAX

✓ SELECCIÓN OPTIMA

APLICACIONES

	CAMCO						BAKER						OTIS				
	TRDP-4A	TRDP-4AH	TRDP-4E	TRCF	TRDP-5	TRDP5/10	T (E)	TM (E)	TSM (E)	FV6S	FVHD(EIM)	FVQDM	DL	S-10 ESF	S-10 CH	Well Star	SP-1 CH
Media presión 5,000-7,000 psi	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
Alta presión 8,000-10,000 psi		✓				✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓
Ultra-Alta presión + 10000 psi											✓						
Temperatura Standard 300 ° F	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
Temperatura alta + 300 ° F				✓							✓	✓					
Profundidad Somera 1000 ft	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Profundidad Media 2000 ft		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Profundidad profunda + 2000 ft						✓	✓	✓			✓	✓					
Corrosión suave H <sub>2</sub> S y bajo % CO <sub>2</sub>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Corrosión moderada H <sub>2</sub> S y % CO <sub>2</sub>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Corrosión Severa H <sub>2</sub> S y % CO <sub>2</sub>				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓
Servicio para Arena	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Servicio extremo para Arena				✓		✓											
Peso de TP Standard por API	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>CARACTERISTICAS OPERATIVAS</b>																	
Sello Metal-Metal						✓	✓	✓	✓		✓	✓					✓
Mecanismo Cierre-Apert Charnela	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓
Igualador de Presión Integrado			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓
Actuador de Piston	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Opción para alojar cancelador	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Resortes ajustables de alta resist.						✓											
Sellos elastoméricos	✓	✓	✓	✓	✓					✓			✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 3.4. Selección óptima de las válvulas de seguridad subsuperficial

### 3.2. SELECCIÓN EN BASE AL TIPO DE ESTRUCTURA DE EXPLOTACIÓN

Como se ha visto en el desarrollo del presente trabajo, la válvula de seguridad subsuperficial (tormenta) es un dispositivo mecánico, diseñado para mantener en condiciones de seguridad a los pozos petroleros costa afuera, aún a pesar de que por algún desastre se destruyan los dispositivos de seguridad superficiales.

Por norma de seguridad un pozo petrolero costa afuera debe de contar con este sistema de seguridad en óptimas condiciones.

Durante la vida productiva del pozo, la válvula de seguridad subsuperficial puede fallar en su sistema hidráulico, ocasionando el cierre del pozo, teniendo como consecuencia tener que recuperar el aparejo de producción para efectuar el cambio de la válvula. Para poder realizar este tipo de operación en estructuras del tipo aligeradas de mínimo espacio se requiere utilizar una plataforma del tipo autoelevable.

Al efectuar este tipo de intervenciones se generan altas erogaciones, así como la exposición al riesgo durante la operación, tanto al personal, instalaciones y al equipo.

En base a las estadísticas mostradas en los capítulos pasados, se observa que la vida útil de las válvulas de seguridad subsuperficiales tradicionales tienen en promedio de dos a máximo tres años y estando la mayoría de ellas en pozos ubicados en estructuras de mínimo espacio, esto hace que este tipo de válvulas presenten pocas ventajas significativas tanto técnicas como económicas.

De acuerdo con los requerimientos necesarios para seleccionar una válvula de seguridad subsuperficial óptima para los pozos que se encuentran en estructuras aligeradas de mínimo espacio (trípodes, tetrápodos, sea horse, sea pony etc), se realizó un análisis con un tipo de válvula subsuperficial de control que actualmente existe en el mercado y que su característica principal es que acciona por medio de un actuador intercambiable el cual en caso de daño en el sistema hidráulico de la mencionada válvula, este dispositivo es recuperado y puede ser cambiado con la unidad de línea de acero o con tubería flexible, restableciendo las condiciones originales de operación de la válvula sin la necesidad de recuperar el aparejo de producción para cambiarla.

Debido a los altos gastos de producción que tienen los pozos del Activo y a otro factor de importancia que debe de considerarse para la selección de este tipo de válvula es que existe en la actualidad poca disponibilidad de equipos autoelevables para reparar pozos en las estructuras aligeradas por lo que este tipo de innovación podría ser una solución a la problemática actual que se tiene con las válvulas de seguridad subsuperficial.

La utilización de este tipo de válvulas de actuador intercambiable con línea de acero hacen más factible la realización de la reparación de la válvula sin tener que recuperar el aparejo de producción, representando para nuestro Activo grandes ahorros en tiempo y costos al evitar el uso de las plataformas autoelevables para efectuar el cambio de la válvula, así como evitar diferir producción por espera de equipo y de la intervención misma para controlar el pozo.

Así mismo, el tiempo que los pozos se mantengan sin seguridad se reducirá considerablemente al efectuar el inmediato cambio del actuador recuperable en las válvulas.

### **3.3. VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL CON ACTUADOR INTERCAMBIABLE.**

#### **3.3.a. CARACTERISTICAS**

Este tipo de válvula fue diseñada a prueba de fallas y se controla hidráulicamente desde la superficie.

Debido a su diseño, cuando existen problemas en la operación de apertura o cierre, no es necesario sacar la válvula hasta la superficie y recuperar el aparejo de producción.

Con la unidad de línea de acero se recupera en la superficie el cerebro actuador o pistón actuador para revisión o, en su caso sustituirlo. La válvula consiste de dos elementos principales:

El mandril "STV".- El cual es un mandril cilíndrico con alojamiento interno excéntrico y que a su vez tiene en la parte inferior una válvula tipo charnela.

El cerebro "STB".- Es un actuador recuperable con línea de acero que se asienta en el bolsillo del mandril "STV" y controla la posición de la válvula de charnela. El cerebro contiene sellos dinámicos y el sistema de nivelación automática de presiones de la válvula.

Se coloca en el aparejo de producción a una profundidad máxima de 670 m. pero puede colocarse a la profundidad deseada. Debido a la reducción de la presión de control desde la superficie, el pistón del cerebro actuador puede sustituirse por otro de tamaño diferente.

#### **CIERRE A PRUEBA DE FALLAS.**

Esta válvula esta diseñada para cerrar cuando la presión en la línea de control baja sin la ayuda de la presión del pozo. La fuerza del resorte en el mandril "STV" es la suficiente para vencer la presión hidrostática en la línea de control a la profundidad de colocación.

El diámetro total o de paso de operación a través del mandril "STV" no restringe el flujo ni origina pérdidas de presión; tampoco produce efectos de erosión mientras se recupera la válvula de seguridad.

Para protección contra la erosión y acumulación de sólidos u otros materiales, la charnela contiene un sello primario metal-metal y un sello secundario de elastómero para proveer un doble apriete.

La igualación de presión para la apertura de la válvula se activa automáticamente antes de la apertura de la charnela. Esta secuencia previene la erosión de las partes críticas y no requiere de una presión diferente en la línea de control. El sello de igualación de aguja y resorte del sello metal-metal viene preparado de fábrica. Se mantiene en posición cerrada cuando la válvula conserva por sí misma cualquiera de las dos posiciones cerrada o abierta. Durante la igualación, el flujo no erosiona ninguna de las partes, ya que en la parte superior del tubo se localiza una pequeña sección de cruce de flujo como se muestra en la figura 3.1.

## ROBUSTO MECANISMO DE LA COMPUERTA DE CHARNELA

El mandril "STV" tiene un robusto mecanismo de fijación de la compuerta de charnela que incluye: un eje sobredimensionado, una fuerte compuerta de charnela y un resorte de aleación cobalto-níquel. La contención de la presión se realiza por medio de un sello primario metal-metal entre la compuerta y su asiento y un sello elastomérico secundario, los cuales producen un cierre a prueba de burbujas.

## NIVELACIÓN DE PRESIONES

La válvula de seguridad subsuperficial de actuador recuperable es una válvula que permite la nivelación automática de presiones, lo que significa que las presiones de ambos lados de la compuerta de charnela cerrada se nivelan automáticamente antes que la válvula se abra. Esta nivelación de presiones no requiere una presión hidráulica de control reducida y se efectúa de manera que ningún componente crítico queda expuesto a la erosión. El espiche de nivelación, ubicado en el cerebro recuperable "STB" forma un sello metal-metal a prueba de burbujas. El espiche está cerrado cuando la válvula en sí está abierta o cerrada; sólo se abre al comienzo del proceso de abertura de la válvula, antes de que el tubo de flujo haya abierto la compuerta de charnela. El largo y estrecho pasaje que conduce al espiche de nivelación desde la parte inferior de la compuerta de charnela estrangula el flujo durante la nivelación de presiones, reduciendo el efecto erosivo sobre el espiche y su asiento.

La válvula se puede mantener temporal o permanentemente abierta si el cerebro "STB" se cambia con la unidad de línea de acero por una herramienta de apertura con candado "LOT" (lock open tool).



## PROTECCIÓN DE LA COMPUERTA DE CHARNELA Y SU ASIENTO

La compuerta de charnela con su resorte, el asiento de la válvula y los resortes accionadores, ubicados en el mandril "STV" están completamente resguardados detrás del tubo de flujo cuando la válvula está abierta, de esta manera, están protegidos de la erosión y de la acumulación de detritos.

Cuando en ocasiones se acumule lodo, parafinas, asfaltenos o arenas en la cavidad del resorte de poder, debe recuperarse el cerebro "STB" con la unidad de línea de acero y sustituirlo colocando de la misma manera un cerebro "STB" modificado con un pequeño pistón de igualación que permita la circulación de un fluido lavador inyectado desde la superficie por la línea de control de 1/4".

Se tienen válvulas para toda clase de servicio, que cubren las prácticas recomendadas API 14B como se indica a continuación en la tabla 3.5.

TAMAÑO DE VÁLVULA (pulg)	PRESIÓN DE TRABAJO (lbs/pulg <sup>2</sup> )	RANGO DE TEMPERATURA °C (° F)	TIPO DE SERVICIO			CLASE API	MATERIALES		ELASTOMEROS
			NORMAL ESTANDAR				ACERO AL CARBON	ACERO INOXIDABLE	
			CON ARENA						
2 3/8  A  9 5/8	5,000  A  10,000	-29 A 121  A  -20 A 250	RIESGO DE FRACTURAS A LOS ESFUERZOS DE TENSIÓN	H2S Cl CO2	SIN ARENA	3	ACERO AL CARBON	ACERO INOXIDABLE	NITRILO
					CON ARENA	32			
				H2S	SIN ARENA	3 S	NACE MR-01-75		VITON AFLAS CAMLAST
					CON ARENA	3S 2			
				Cl	SIN ARENA	3C	ACERO INOXIDABLE		
					CON ARENA	3C 2			

Tabla 3.5. Especificaciones de las válvulas de seguridad subsuperficial de actuador Recuperable.

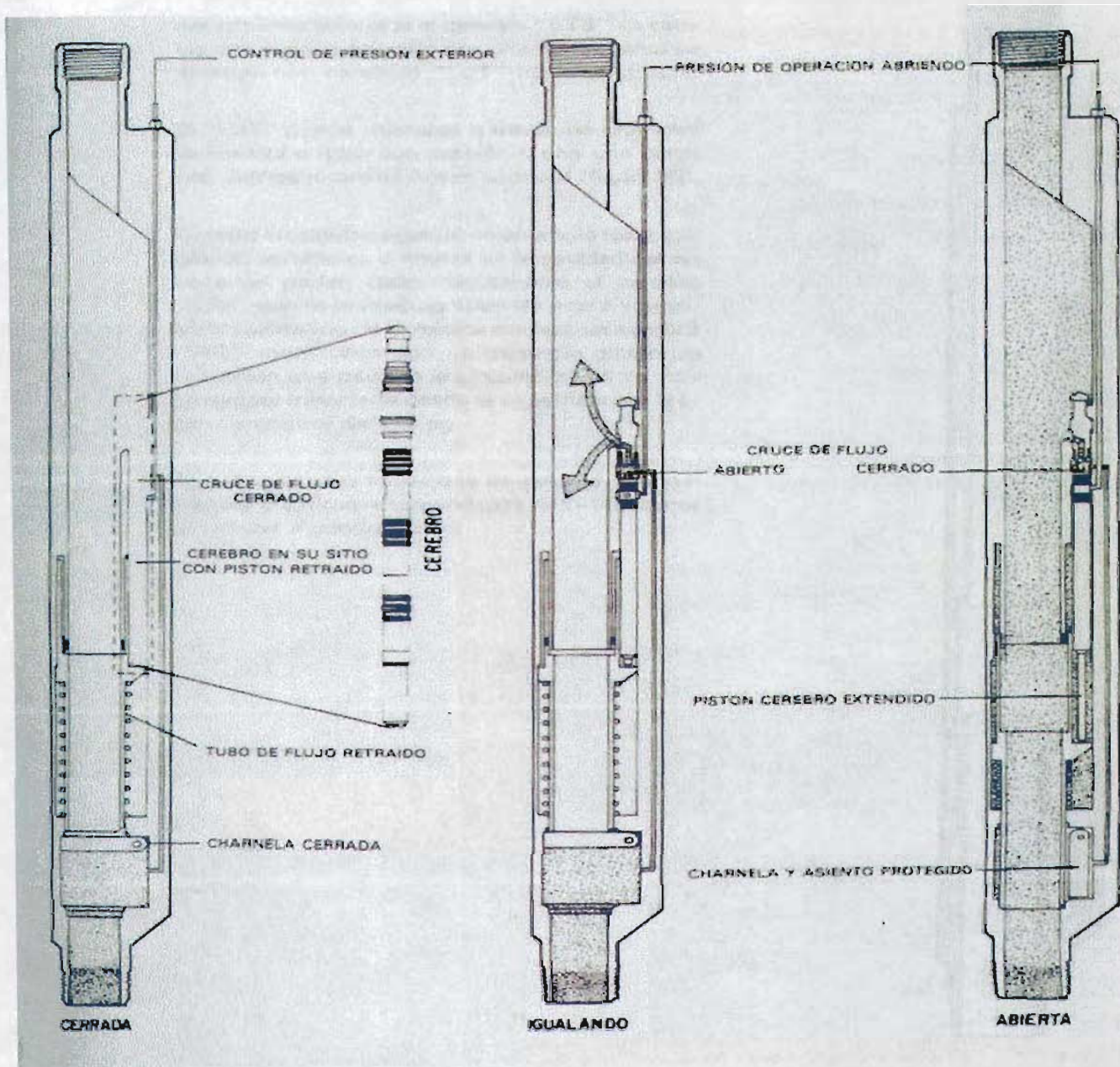


Figura 3.1 Igualación y apertura de la válvula de seguridad subsuperficial con actuador recuperable marca ava modelo "STV".

### **3.3.b. BENEFICIOS**

- Tener condiciones de seguridad tanto del personal como de las instalaciones al tener las válvulas de seguridad subsuperficial en condiciones óptimas de operación.
- Intervención de un equipo de línea de acero para recuperar e instalar el actuador intercambiable sin necesidad de sacar el aparejo de producción.
- Evitar riesgos involucrados directamente al desarrollo de la reparación, acordes a la eficiencia operativa, desde perder el pozo hasta tiempos prolongados de intervención.
- No afectar la programación de las plataformas autoelevables del movimiento de equipos (POA, POT).
- Reducir los tiempos y por lo tanto los costos en el mantenimiento de los pozos (por CVT) para mantenerlos dentro de las normas de operación y seguridad.
- Evitar la producción diferida por tiempos prolongados de cambio de Válvula de seguridad subsuperficial.
- Evitar daños a la formación productora al no utilizar fluidos de control.

### **3.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIALES TRADICIONALES Y LAS DE ACTUADOR INTERCAMBIABLE.**

#### **DESVENTAJAS**

- Los cuatro tipos de fallas en las válvulas de seguridad subsuperficial afectan a las válvulas convencionales, por su diseño y sistema de operación (Baker, Camco y Otis), no todas están equipadas con el sistema de igualación, la única solución a estas fallas en este tipo de válvulas, es el cambio de la válvula recuperando el aparejo, donde invariablemente se requiere de un equipo para recuperar el aparejo de producción en la reparación.
- La permanencia dentro de un pozo con una válvula de seguridad subsuperficial con falla, representa una condición de riesgo latente para las instalaciones donde existen más pozos en explotación.



- El uso de válvulas de seguridad subsuperficial convencionales que son más baratas significa para el Activo seguir invirtiendo en este tipo de intervenciones (CVT) con los riesgos que significa efectuarlas.
- La falla de no cierre del dispositivo de seguridad afecta a las válvulas de actuador intercambiable, siendo factible de solucionar esta falla al instalar una válvula secundaria AVA que sustituye el sistema de operación de la charnela principal por el de la válvula secundaria, quedando operable sin necesidad de cancelar la válvula de seguridad subsuperficial, no obstante se reduce el diámetro de flujo en 1" del diámetro interior original de la válvula de tormenta de 3.812" a 2.812" para las de 4 1/2" y de 2.812" a 1.812" para las válvulas de 3 1/2", estos diámetros son semejantes al diámetro de estrangulador colocado en la salida del medio árbol. Por lo cual no representa una reducción en el aporte de la producción del pozo.
- La falla por alto consumo de aceite hidráulico afecta a las cuatro marcas de válvulas conocidos (CAMCO, BAKER, OTIS, AVA) pudiendo ser remediada por medio de la obturación de las fugas mediante un fluido sellador diseñado exclusivamente para obturar perdidas severas en los sistemas hidráulicos a base de polímeros y glicoles compatibles con aceite crudo.

## **VENTAJAS**

- Las válvulas convencionales son más baratas por su diseño.
- La versatilidad de poder emplear válvulas de actuador intercambiable nos puede garantizar la continuidad operativa en la explotación de los yacimientos del Activo, conociendo las ventajas que se han mencionado con anterioridad y que nos proporcionan diferentes soluciones a cualquier falla, debido a que están consideradas dentro de su diseño de ingeniería.
- Las válvulas de seguridad subsuperficial convencionales pueden proporcionar una vida útil más prolongada si se realizan oportunamente los programas de mantenimiento y operatividad para mantener en forma sus mecanismos.

### 3.5. ESTADÍSTICAS COMPARATIVAS DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIALES TRADICIONALES Y DE ACTUADOR INTERCAMBIABLE.

#### VALVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL INSTALADAS EN 1999



OPERANDO: 37  
 FALLIDAS: 2  
 TOTAL: 39  
 EFFECTIVIDAD 94.87 %



#### VALVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL INSTALADAS EN EL 2000



OPERANDO: 9  
 FALLIDAS: 4  
 TOTAL: 13  
 EFFECTIVIDAD 69.23 %





## CAPITULO 4. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA UTILIZACIÓN DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD SUBSUPERFICIAL CON ACTUADOR RECUPERABLE.

El objetivo del siguiente análisis es comparar económicamente las válvulas de seguridad subsuperficial convencionales, con las de actuador recuperable y así definir la posible utilización de éstas últimas.

El marco de aplicación es en instalaciones petroleras de producción con mínimo espacio (Trípodes, Tetrápodos, Sea Horse, Sea pony, etc.), como se ilustra en las figuras 4.1 donde no se puede utilizar un equipo convencional de perforación o de reparación de pozos y que para efectuar el cambio de la válvula de seguridad subsuperficial, se requiere una plataforma autoelevable.

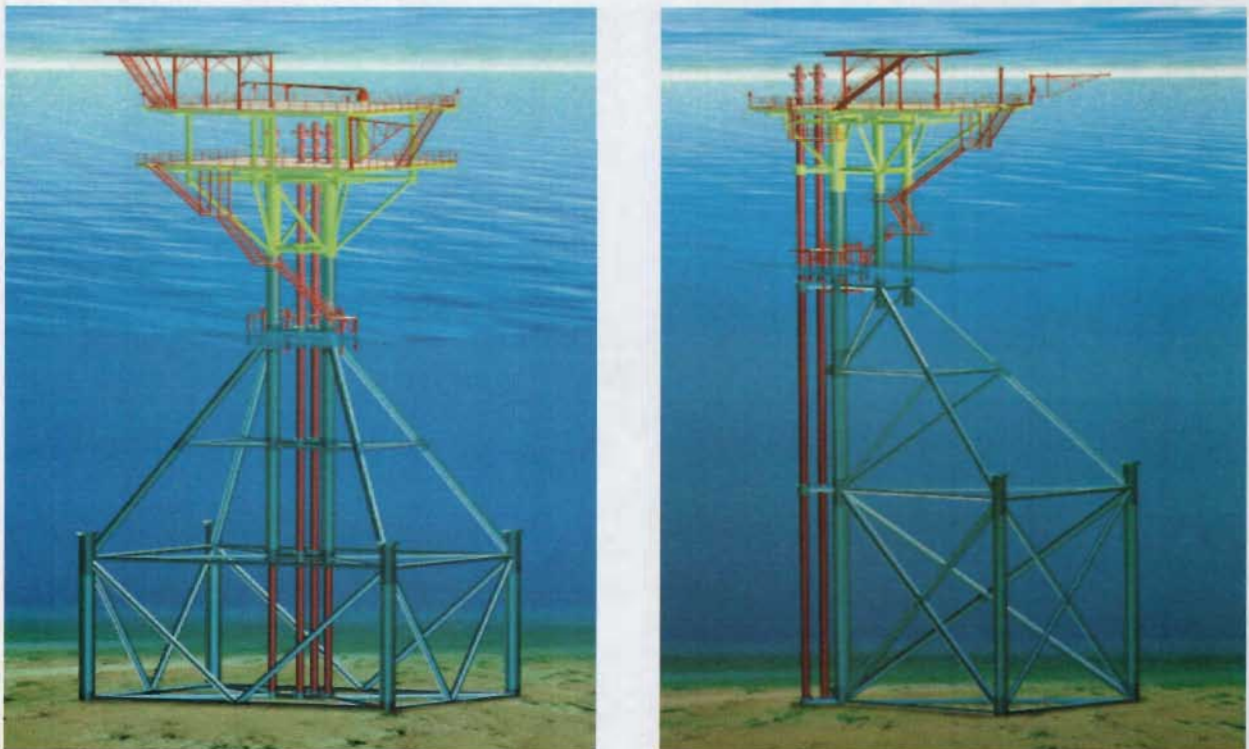


Figura 4.1.- Estructuras de producción de mínimo espacio.

A continuación se analizan los tiempos operativos, materiales, personal y costos que se involucran en el cambio de VSSS convencional, comparada con los costos de un cambio de actuador en una VSSS de actuador recuperable.

En la tabla 4.1 se listan los costos de las válvulas de seguridad subsuperficial (sello metal – metal) y las válvulas de seguridad subsuperficial con actuador intercambiable de las principales marcas existentes en el mercado nacional, además se muestran los costos del actuador de éstas últimas.

ACCESORIO	COSTO (USD)
VSC OTIS 3 ½ ”, 10,000 psi	32,500.00
VSC CAMCO 3 ½ ”, 10,000 psi	55,000.00
VSC BAKER 3 ½ ”, 10,000 psi	20,000.00
VSC con actuador rec. AVA 3 ½ ”, 10,000 psi	65,000.00
Actuador recuperable nuevo.	17,000.00
Actuador recuperable reparado.	7,000.00

Tabla 4.1. Costo de VSSS convencionales y con actuador recuperable de las principales marcas, así como de actuadores de éstas últimas.

La tabla 4.2 y las figuras 4.1 y 4.2, muestran la distribución de tiempos para las operaciones de cambio de las válvulas de seguridad subsuperficial convencional y de un actuador con la unidad de línea de acero en una válvula especial.

OPERACIÓN CONVENCIONAL	TIEMPO	OPERACIÓN CON U.L.A.	TIEMPO
Instalar plataforma A/E	38	Instalar Línea de Acero	4
Controlar pozo	4	Calibrar	1
Instalar válvula "H"	1	Sacar actuador (cerebro)	2
Desmantelar ½ árbol de válvulas	3	Meter nuevo actuador	3
Instalar y probar BOP'S	8	Probar VSC	1
Recuperar +/- 150 m de aparejo	3	Desmantelar U.L.A	3
Cambiar y probar VSC	2		
Meter +/- 150 m de aparejo	3		
Desmantelar BOP'S	6		
Instalar y probar ½ árbol de válvulas	5		
Recuperar válvula "H"	1		
Inducir y limpiar pozo	22		
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>	<b>TOTAL</b>	<b>14</b>

Tabla 4.2. Distribución de tiempos de operación requeridos para efectuar un cambio de Válvula de seguridad subsuperficial convencional y un actuador recuperable.

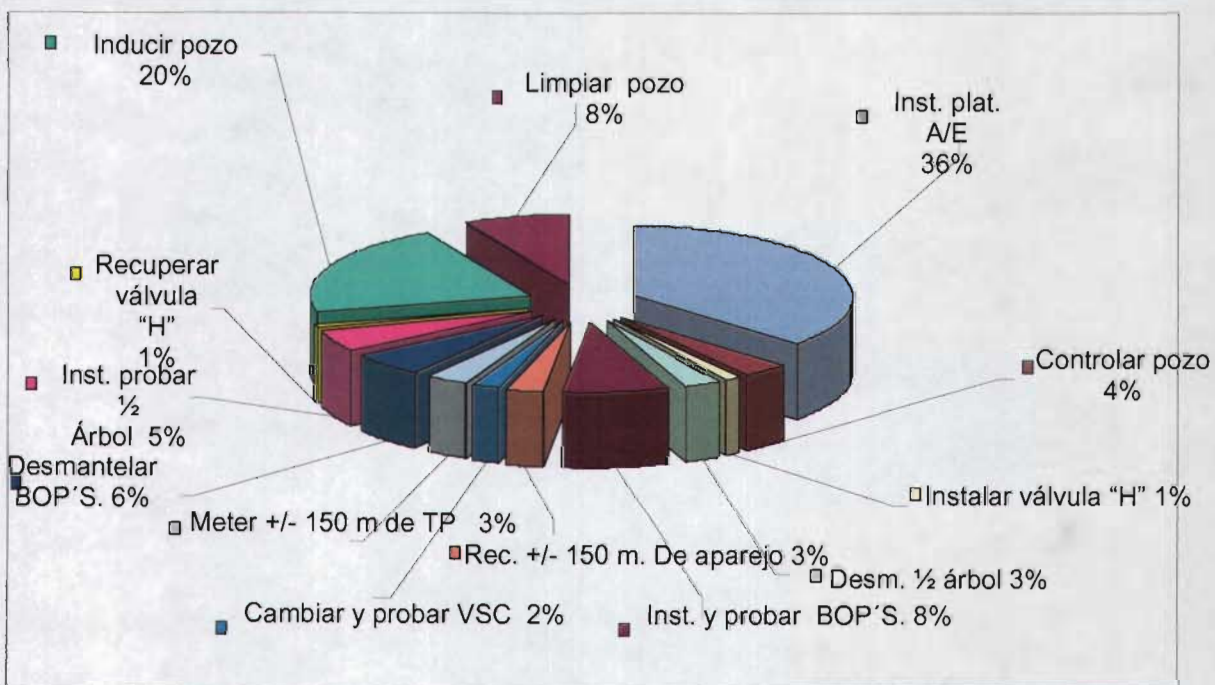


Figura 4.2. Distribución de tiempos de operación en porcentaje, para efectuar un cambio de Válvula subsuperficial de seguridad convencional.



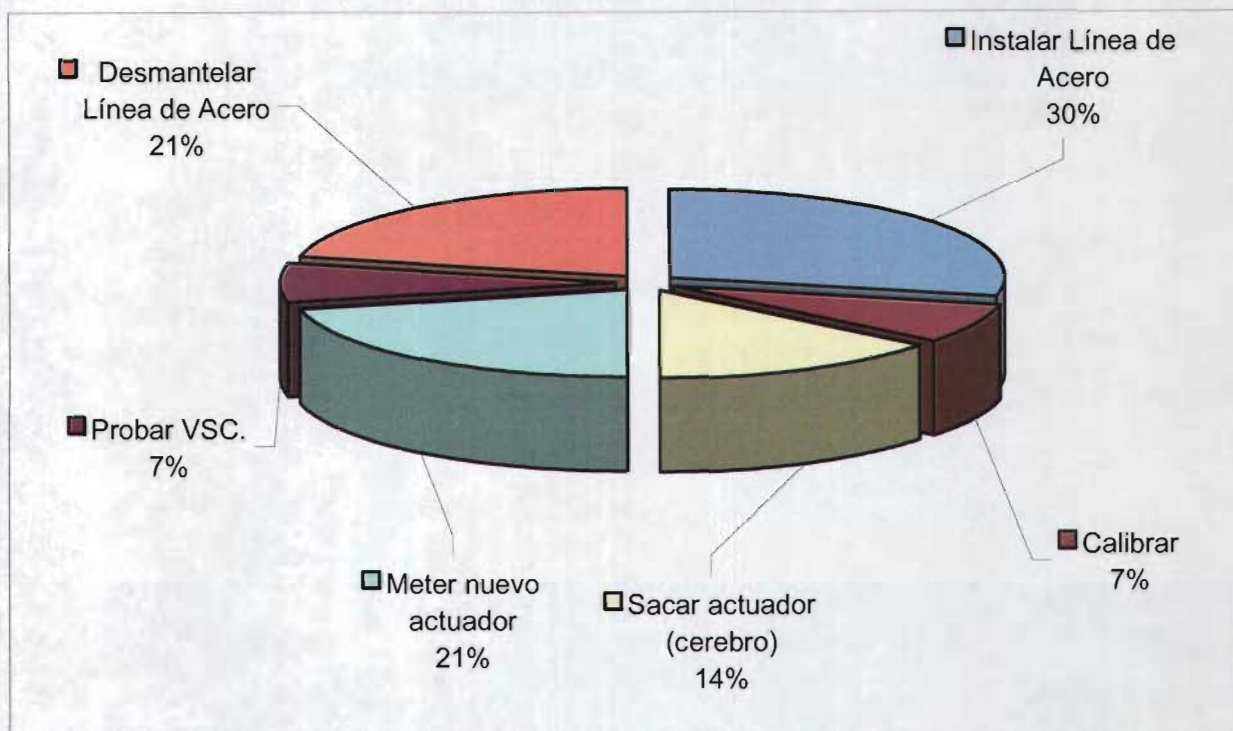


Figura 4.3. Distribución de tiempo operativo en porcentaje para un cambio de cerebro recuperable con unidad de línea de acero.

CANT.	EQUIPO MATERIALES Y SERVICIO	COSTO (USD)
01	Plataforma autoelevable * (4.33 días)	216,500.00
01	Barco remolcador	8,500.00
150 m <sup>3</sup>	Fluido de control (FAPX)	57,855.00
01	Servicio de llaves apriete computarizado	960.00
01	Servicio de inst. y pba. de Válvula Subsuperficial.	1,800.00
01	Válvula Subsuperficial de Control **	30,000.00
01	Servicio de instalación y pba. del ½ A.V. y Colgador	1,600.00
01	Servicio de inducción con T.F. y N <sub>2</sub>	13,000.00
	<b>TOTAL (USD) :</b>	<b>330,215.00</b>

\* Se incluye el tiempo de posicionamiento e instalación de la plataforma autoelevable en el sitio.

\*\* Se considera el costo de una válvula en promedio de 30,000.00 usd.

Tabla 4.3. Equipos, materiales y costos requeridos para un cambio de válvula subsuperficial utilizando una VSSS convencional y plataforma autoelevable.

CANT.	EQUIPO MATERIALES Y SERVICIO	COSTO (USD)
01	Plataforma autoelevable* (4.33 días)	216,500.00
01	Barco remolcador	8,500.00
150 m <sup>3</sup>	Fluido de control (FAPX)	57,855.00
01	Servicio de llaves apriete computarizado	960.00
01	Servicio de instalación y prueba de vsc.	1,800.00
01	Válvula Subsuperficial de Control con Actuador Recuperable	65,000.00
01	Servicio de instalación y pba. del ½ A.V. y Colgador	1,600.00
01	Servicio de inducción con T.F. y N <sub>2</sub>	13,000.00
	<b>TOTAL (USD) :</b>	<b>365,215.00</b>

\*Se incluye el tiempo de posicionamiento e instalación de la plataforma autoelevable en el sitio.

Tabla 4.4. Equipos, materiales y costos requeridos para un cambio de VSSS especial con actuador recuperable y con plataforma autoelevable.

Las figuras 4.4 y 4.5 muestran el impacto en el costo por accesorios y servicios, tanto para un cambio de Válvula subsuperficial de control convencional como para una de actuador recuperable, utilizando plataforma autoelevable.

La tabla 4.5 y la figura 4.7, muestran los costos y el porcentaje de impacto en el costo total de la intervención para un cambio de actuador, utilizando la unidad de línea de acero.



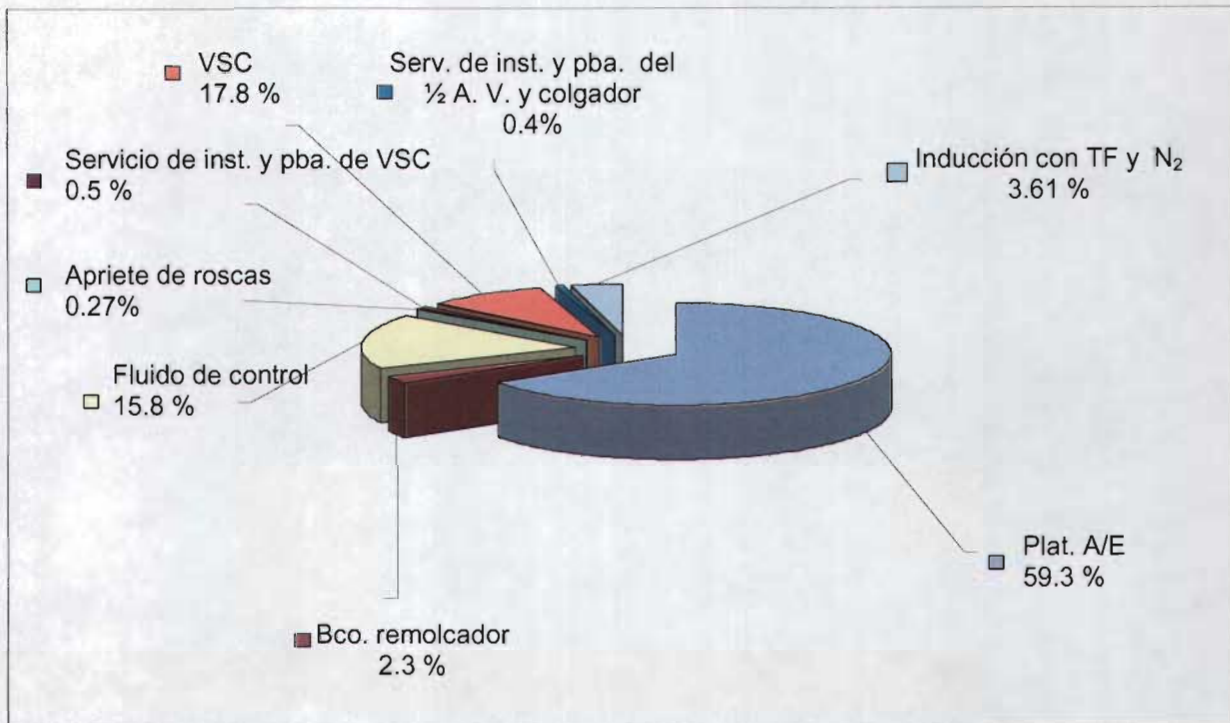


Figura 4.4. Impacto en el costo por equipo, accesorio u operación en el cambio de VSSS convencional con plataforma autoelevable.

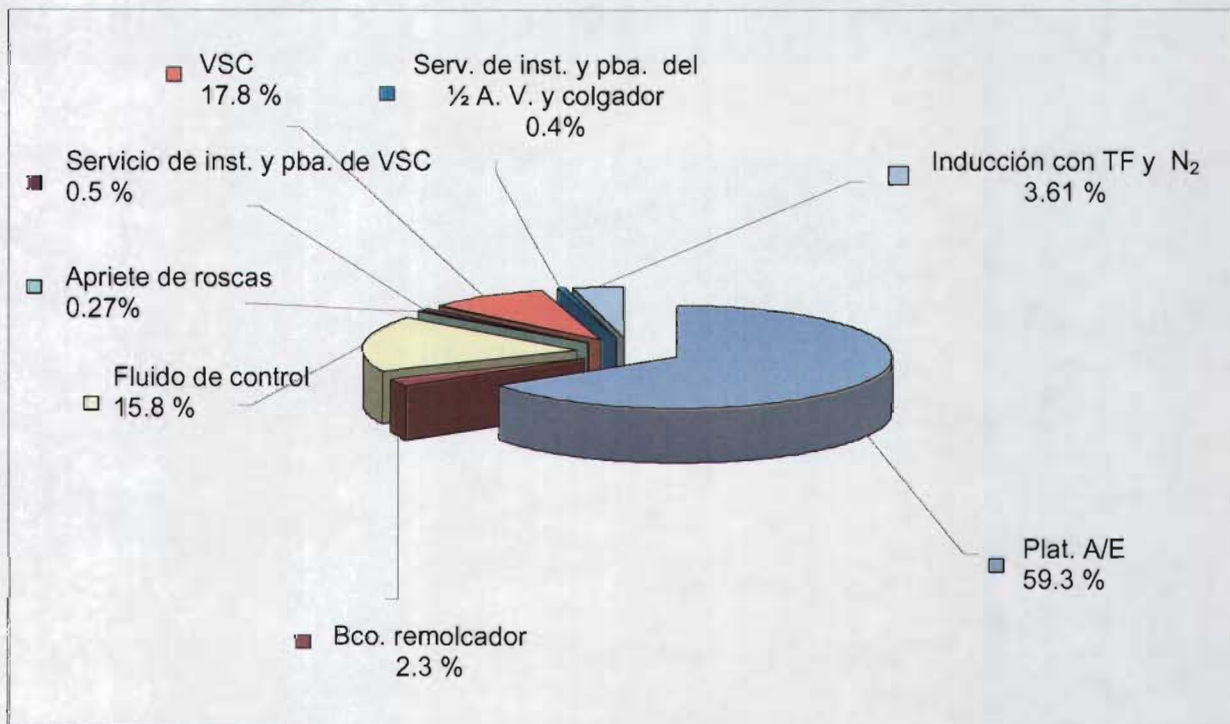


Figura 4.5 Impacto de costos por accesorios y servicios para un cambio de VSSS con actuador recuperable con plataforma autoelevable.

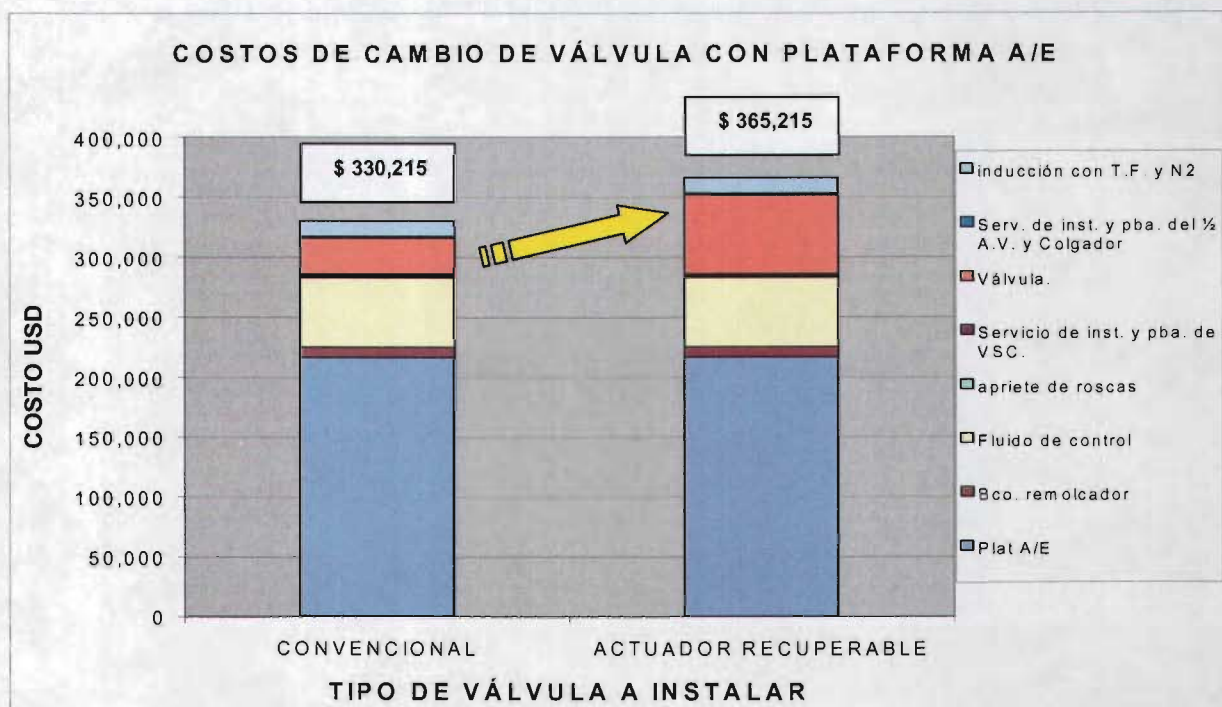


Figura 4.6 Incremento adicional en el costo total del cambio de VSSS con plataforma autoelevable, utilizando VSSS convencional o VSSS con actuador recuperable.

CANT.	EQUIPO, SERVICIO Y PERSONAL	COSTO (USD)
01	Barco Grúa	21,666.00
01	Equipo de presión	3,320.00
01	Unidad de Línea de Acero	920.00
	Personal de Línea de Acero	4,000.00
	Transporte de personal en Helicóptero.	516.00
01	Actuador recuperable para VSC.	7,000.00
	<b>TOTAL (USD) :</b>	<b>36,906.00</b>

Tabla 4.5. Equipo accesorios, personal y costos requeridos para efectuar un cambio de actuador utilizando la unidad de línea de acero.

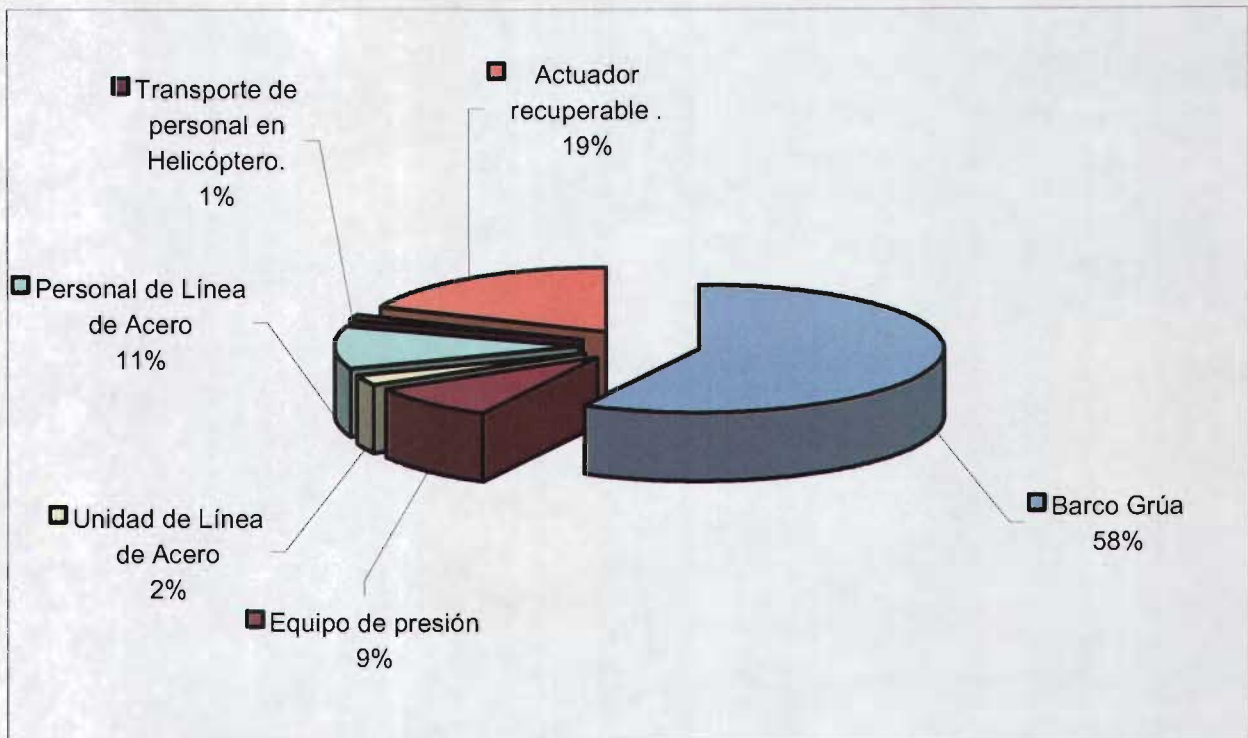


Figura 4.7 Impacto en el costo por equipo, accesorio u operación en el cambio de actuador con la unidad de línea de acero.

La figura 4.8, compara los tiempos de operación para un cambio de válvula de seguridad subsuperficial convencional, con una plataforma autoelevable y un cambio de actuador recuperable con la unidad de línea de acero.



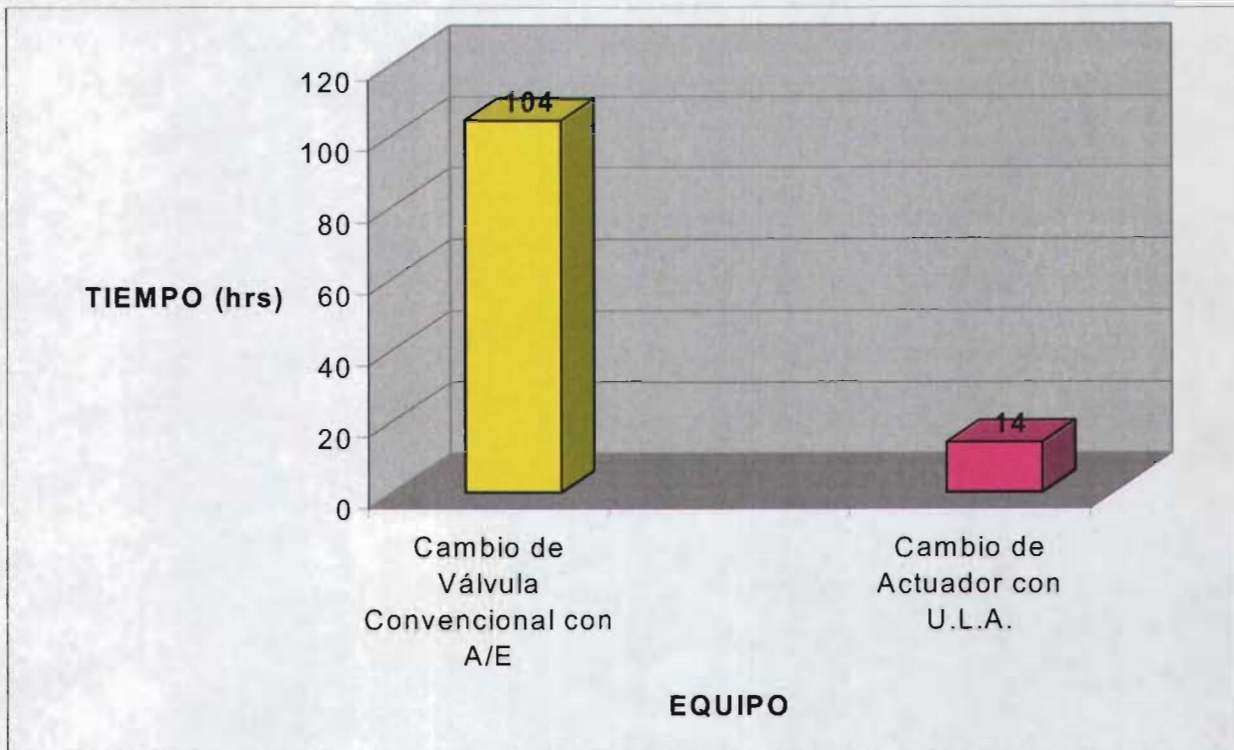


Figura 4.8 Tiempos operativos para un cambio de VSSS con plataforma autoelevable en un cambio de actuador con la unidad de línea de acero.

La gráfica 4.9, compara los costos entre un cambio de válvula convencional y un cambio de cerebro recuperable. Es importante remarcar que en la intervención con plataforma autoelevable se considera solo un cambio de Válvula de seguridad subsuperficial.



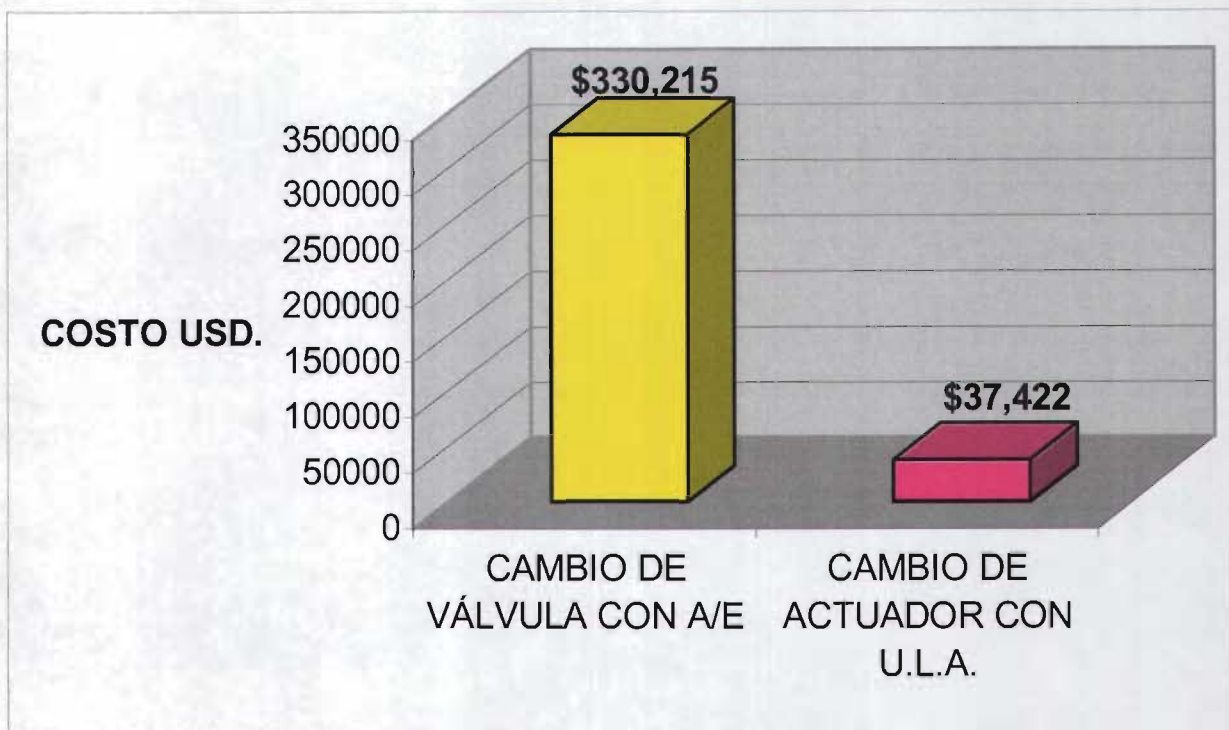


Figura 4.9. Comparación de costos de un cambio de válvula convencional con una plataforma autoelevable y un cambio de actuador recuperable con la unidad de línea de acero.

En la tabla 4.1, se observa que una VSSS con actuador recuperable cuesta el doble que el promedio del costo de una válvula convencional (según el proveedor, debido a los materiales especiales y el mecanismo complicado que maneja, esto implica que al comprar este accesorio, la inversión inicial sea alta y no la haga atractiva), sin embargo, al analizar las figuras 4.4, 4.5 y 4.6 se observa que el impacto en el costo total en la intervención por compra de VSSS, es en una convencional del 9.08 % y de la de actuador recuperable del 17.80 %. Al utilizar esta última se tiene un incremento adicional del 8.72 % (17.80% - 9.08 %), que equivale a \$ 30,000 USD, a cambio de esto se obtiene un ahorro en la primera reparación al pozo de **\$ 292,793 USD** (figura 4.9).

Cuando se tiene la necesidad de reemplazar una válvula de seguridad subsuperficial en una localización de mínimo espacio, el programador encuentra la problemática de escasez de plataformas autoelevables disponibles, ya que las que se encuentran operando en nuestra región están ocupadas perforando y terminando pozos, intervenciones que normalmente son largas. Con esta espera de plataformas disponibles, el pozo que requiere cambio de Válvula de seguridad subsuperficial se encuentra en riesgo y fuera de las normas de seguridad.

En el reemplazo de una válvula de seguridad subsuperficial convencional, el tiempo operativo que más impacta es la instalación de la plataforma en la localización y la

inducción del pozo, mientras que para un cambio de actuador, es la instalación y desmantelamiento de la unidad de línea de acero y el cambio de actuador (figuras 4.2 y 4.3).

La diferencia que existe en tiempo operativo entre un cambio de válvula de seguridad subsuperficial convencional con equipo autoelevable y un cambio de actuador con la unidad de línea de acero, es de 90 horas (figura 4.8). Aunque en el análisis no se consideró el concepto de producción diferida, es importante tomarlo en cuenta.

En lo referente a requerimientos de personal, en la plataforma autoelevable se utiliza una cuadrilla de 25 gentes como mínimo, con las erogaciones que por este renglón se generan, además del incremento en la probabilidad de riesgo de accidente, mientras que con la unidad de línea de acero solo se requieren 4 gentes.

Los principales riesgos implícitos en una operación de cambio de válvula de seguridad subsuperficial, con plataforma autoelevable son los siguientes:

- No despeguen las unidades selladoras del empacador al operar a sacar aparejo.
- No hagan sello las unidades selladoras en el empacador al meter de nuevo el aparejo.
- Fuga en la línea de ¼ " al meter el aparejo.
- Falla en la VSSS al operar a abrir y cerrar, al ser instalada o bajada en el pozo.
- Pescado por pozo abierto.
- Descontrol del pozo.

Mientras que los riesgos en el cambio de actuador con la unidad de línea son:

- Pescado de línea.
- No despegue el actuador utilizando la tensión máxima de la línea (requiriendo utilizar la unidad de tubería flexible).

De lo anterior, el cambio de válvula pone en mayor riesgo la integridad del pozo y al personal, que cuando se cambia un actuador.

El punto más importante de este análisis después del riesgo del personal y el pozo, es el económico. Existe una diferencia de \$ 292,793 USD entre un cambio de válvula convencional con plataforma autoelevable y un actuador con la unidad de línea de acero.

## **CONCLUSIÓN.**

Aunque inicialmente el costo de una válvula de seguridad subsuperficial con actuador recuperable nueva sea alto, en la primera intervención al pozo para su reparación, este costo se amortiza al compararlo con la cantidad erogada en un cambio de válvula convencional, para finalmente con su utilización reducir de manera sustancial los costos y los riesgos en la reparación de los pozos.

inducción del pozo, mientras que para un cambio de actuador, es la instalación y desmantelamiento de la unidad de línea de acero y el cambio de actuador (figuras 4.2 y 4.3).

La diferencia que existe en tiempo operativo entre un cambio de válvula de seguridad subsuperficial convencional con equipo autoelevable y un cambio de actuador con la unidad de línea de acero, es de 90 horas (figura 4.8). Aunque en el análisis no se consideró el concepto de producción diferida, es importante tomarlo en cuenta.

En lo referente a requerimientos de personal, en la plataforma autoelevable se utiliza una cuadrilla de 25 gentes como mínimo, con las erogaciones que por este renglón se generan, además del incremento en la probabilidad de riesgo de accidente, mientras que con la unidad de línea de acero solo se requieren 4 gentes.

Los principales riesgos implícitos en una operación de cambio de válvula de seguridad subsuperficial, con plataforma autoelevable son los siguientes:

- No despeguen las unidades selladoras del empacador al operar a sacar aparejo.
- No hagan sello las unidades selladoras en el empacador al meter de nuevo el aparejo.
- Fuga en la línea de ¼ " al meter el aparejo.
- Falla en la VSSS al operar a abrir y cerrar, al ser instalada o bajada en el pozo.
- Pescado por pozo abierto.
- Descontrol del pozo.

Mientras que los riesgos en el cambio de actuador con la unidad de línea son:

- Pescado de línea.
- No despegue el actuador utilizando la tensión máxima de la línea (requiriendo utilizar la unidad de tubería flexible).

De lo anterior, el cambio de válvula pone en mayor riesgo la integridad del pozo y al personal, que cuando se cambia un actuador.

El punto más importante de este análisis después del riesgo del personal y el pozo, es el económico. Existe una diferencia de \$ 292,793 USD entre un cambio de válvula convencional con plataforma autoelevable y un actuador con la unidad de línea de acero.

## **CONCLUSIÓN.**

Aunque inicialmente el costo de una válvula de seguridad subsuperficial con actuador recuperable nueva sea alto, en la primera intervención al pozo para su reparación, este costo se amortiza al compararlo con la cantidad erogada en un cambio de válvula convencional, para finalmente con su utilización reducir de manera sustancial los costos y los riesgos en la reparación de los pozos.

Por todo lo anterior derivado del siguiente análisis se sugiere que en las próximas terminaciones o reparaciones, en pozos de instalaciones de mínimo espacio se utilicen válvulas de seguridad subsuperficiales con actuador recuperable y así poder reducir costos por reparación, disminuir los riesgos del personal y equipo, así como, el no distraer plataformas autoelevables para estas operaciones.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## REFERENCIAS

Manual Válvulas de seguridad subsuperficial marca OTIS

Subsurface Safety Systems CAMCO 1999 catalog

Subsurface Safety Systems BAKER OIL TOOLS 1999 calog

Manual de instrucciones de trabajo Baker Hugues de México, S de R.L. de .C.V.

Manual válvulas de seguridad subsuperficial marca AVA International -Obras y servicios Petroleros S.A. de C.V.

Dresser Oil Tools Subsurface Safety Valve.

Revista AIPM mes de Julio 2000. Artículo "Sellador de fugas en sistemas hidráulicos para pozos petroleros costa afuera de la Región Marina de México".

Petroleum Engineer International.The world Magazine of Drilling, Production and Reservoir Technology.

Instrucción para efectuar pruebas de hermeticidad a válvulas del medio árbol y subsuperficial de seguridad (VSSS). Superintendencia de Análisis y Control de Pozos –Activo de Explotación Litoral de Tabasco.

"Estadísticas de válvulas de tormenta en la RMSO" Gerencia de Perforación y Mantenimiento de Pozos División Marina.

Subpart H-Oil and gas Production Safety Systems, MMS (Minerals Management Services).

Instalaciones Marinas de Perforación y Mantenimiento de Pozos- Coordinación de Perforación y Mantenimiento de Pozos

Expedientes de pozos de los campos Uech-Och-Kax. Activo de Explotación Litoral de Tabasco.

Reportes consecutivos de pozos de los campos Uech-Och-Kax. Activo de Explotación Litoral de Tabasco.

## **DEDICATORIA**

A la Subdirección de la Región Marina Suroeste:

Mi agradecimiento por difundir las oportunidades de capacitación a sus empleados.

A la Administración del Activo de Explotación Litoral de Tabasco:

Mi agradecimiento por brindarme la oportunidad de desarrollo profesional, necesarios hoy en día para afrontar los compromisos de trabajo.

A la Subgerencia de Diseño de Explotación del Activo de Explotación Litoral de Tabasco:

Mi agradecimiento por el apoyo brindado en esta etapa de actualización de conocimientos.

A la Superintendencia de Bases y Evaluación Técnica de Proyectos de Pozos –Activo de Explotación Litoral de Tabasco:

Por la colaboración y asesoría en la elaboración de este trabajo.

A la Superintendencia de Análisis y Control de Pozos –Activo de Explotación Litoral de Tabasco:

Por la ayuda, consulta y el material facilitado.

A la Subgerencia de Ingeniería de la Gerencia de Perforación y mantenimiento de Pozos Unidad Operativa Suroeste:

Por las facilidades otorgadas para la consulta de información y por el material de apoyo el cual es condicional en este tipo de trabajos.

A compañeros y amigos:

Para que tengan siempre presente que las oportunidades de capacitación tarde o temprano llegan y cuando estas se presenten es necesario asumirlas con responsabilidad y entrega.