

## **PROCEDIMIENTOS DE CIERRE DE POZOS.**

Una vez que se haya detectado una surgencia, el pozo debe ser controlado de acuerdo a los procedimientos correctos. Los procedimientos de cierre requieren de sentido común. Durante momentos emocionantes o de emergencia, debe existir mucho control y disciplina en la plataforma del equipo. Las ejercitaciones, los procedimientos planificados y mucha supervisión son las claves para controlar un pozo con éxito. Una vez que se haya detectado una surgencia, el pozo debe ser cerrado lo más pronto posible. Las razones para el cierre del pozo son:

Para proteger al personal y al equipo de perforación

Para evitar el ingreso de fluidos de formación en el pozo

Para permitir que se determinen las presiones de cierre

Para proveer la oportunidad de organizar el procedimiento de controlar o ahogar el pozo

No existe tal cosa como una surgencia pequeña o un flujo pequeño. Cualquiera de los dos puede desarrollarse rápidamente y convertirse en un reventón. Todos los flujos deben ser reconocidos como reventones potenciales. Cuando se tenga la duda sobre si el pozo está fluyendo o no, cierre el pozo.

Los procedimientos de cierre pueden variar de manera considerable, dependiendo de las políticas de la empresa, el tipo de equipo, y la cantidad de personas de la dotación. Sin embargo, los puntos básicos sobre el cierre de un pozo son los mismos y no cambian. Debe cerrarse un preventor para detener el flujo. Existe discusión sobre cual es el método más apropiado, el cierre duro o el cierre blando, o una modificación de cualquiera de los dos métodos. No es la intención de este manual abogar por ninguno de los métodos. Todos los pozos son diferentes y los procedimientos deben ser seleccionados, difundidos, conocidos y practicados de acuerdo a cada pozo o actividad en particular.

## **PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE FLUJO.**

Un control de flujo consiste en observar un pozo con las bombas detenidas para determinar si es que está fluyendo. Algunas veces los controles de flujo son llevados a cabo como política de norma de la empresa, quizá antes de levantar la tubería del fondo, en el zapato de la tubería de revestimiento, o antes de quitar los portamechas. También son llevadas a cabo según el juicio del perforador debido a cambios en los

parámetros de perforación, o a pedido de los supervisores, el ingeniero de lodos, o los miembros del personal que noten indicaciones de una surgencia. Los controles de flujo son llevados a cabo por medio de la observación directa, usando sensores de flujo, o de manera volumétrica. Si el pozo está fluyendo, los procedimientos de cierre deben iniciarse de inmediato.

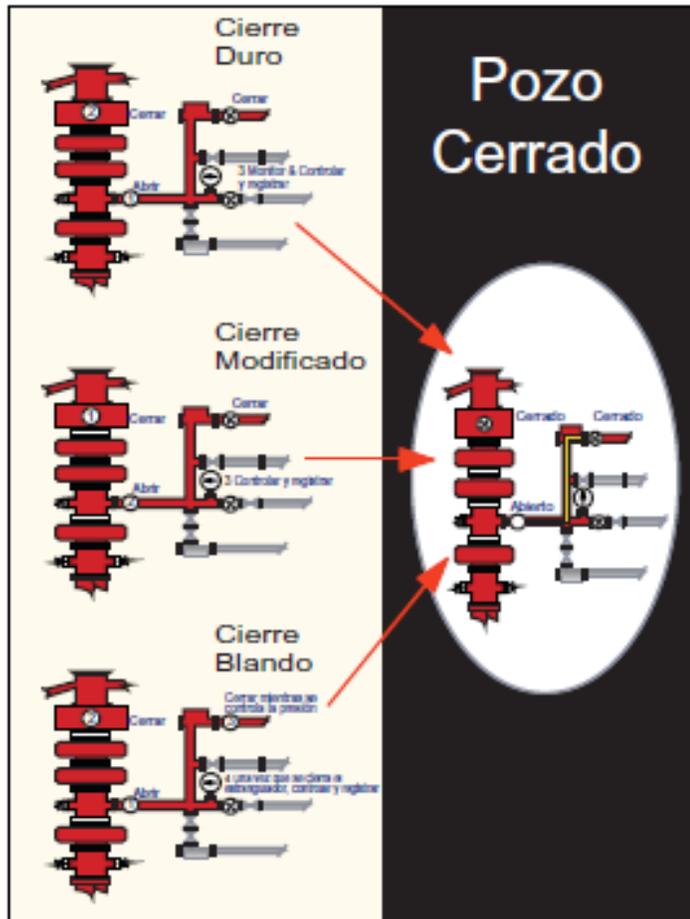
La profundidad, el tipo de fluido, la permeabilidad de la formación, el grado de desequilibrio y otros factores, afectan el período de observación del pozo durante el control de flujo. El control debe durar lo suficiente como para determinar si es que el pozo está fluyendo o permanece estático.

### **PROCEDIMIENTOS DE CIERRE CON LA TUBERÍA EN EL FONDO.**

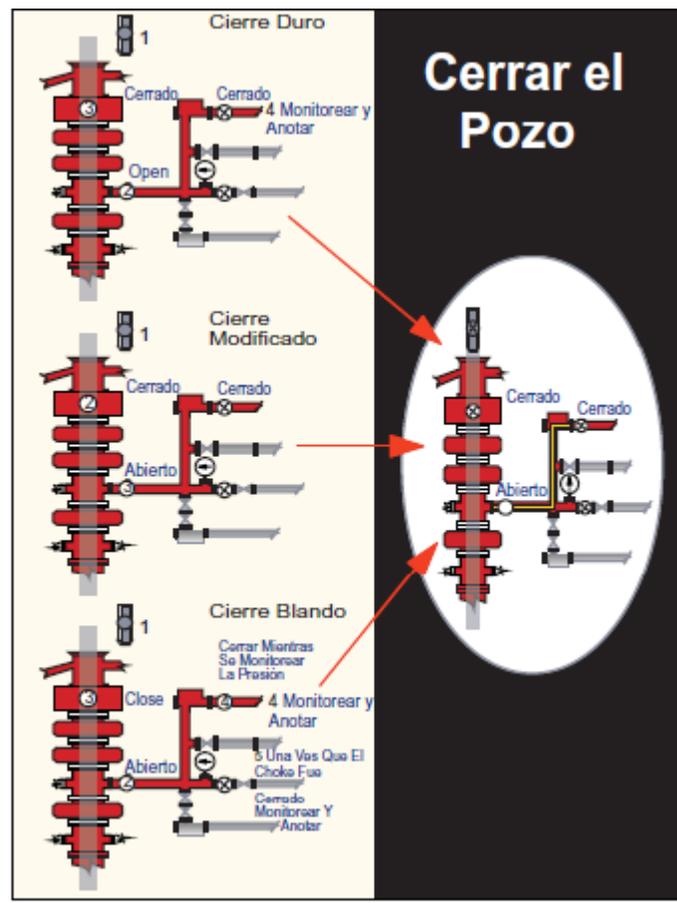
En el siguiente cuadro y los gráficos que lo acompañan se presupone que se ha observado un síntoma de una surgencia durante la perforación, por medio de la secuencia de control de flujo y que se requiere hacer un cierre.

<b>PROCEDIMIENTOS GENERALES PARA CONTROL DE FLUJO</b>	
<b>CONTROL DE FLUJO DURANTE LA PERFORACION</b>	<b>CONTROL DE FLUJO DURANTE LA MANIOBRA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alerte al personal</li> <li>2. Levante la herramienta hasta que la unión de la cupla quede sobre el nivel del piso del equipo</li> <li>3. Pare la mesa rotary</li> <li>4. Shut off pump</li> <li>5. Observe el pozo: vea si está fluyendo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alerte al personal</li> <li>2. Fije las cuñas de modo que la última cupla la sarta quede en el nivel normal de trabajo sobre la plataforma de trabajo.</li> <li>3. Instale una válvula de seguridad de pasaje pleno, abierta</li> <li>4. Observe si el pozo está fluyendo</li> </ol> <p><i>Nota: Haga el control de flujo antes de extraer el BHA a través de los preventores de reventones</i></p>
<i>Si el pozo está fluyendo, los procedimientos de cierre deben iniciarse de inmediato.</i>	

Procedimientos de cierre con la tubería en el fondo



<b>CIERRE DURO</b> (ESTRANGULADOR CERRADO)	<b>CIERRE MODIFICADO</b> (ESTRANGULADOR CERRADO)	<b>CIERRE BLANDO</b> (ESTRANGULADOR ABIERTO)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abra la válvula de línea del conjunto bop (la hcr)</li> <li>2. Cierre el preventor de reventones designado</li> <li>3. Notifique al personal de la compañía operadora.</li> <li>4. Lea y registre la presión de cierre en tubería de perforación (sidpp) y presión de cierre en tubería de revestimiento (sicp) cada minuto</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cierre el preventor de reventones designado</li> <li>2. Abra la válvula de la línea del estrangulador del conjunto BOP (la HCR)</li> <li>3. Notifique al personal de la compañía operadora.</li> <li>4. Lea y registre la presión de cierre de tubería de perforación (SIDPP) y presión de cierre en tubería de revestimiento (SICP) cada minuto</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abra la válvula de línea del conjunto bop (la hcr)</li> <li>2. Cierre el preventor de reventones designado</li> <li>3. Notifique al personal de la compañía operadora.</li> <li>4. Lea y registre la presión de cierre en tubería de perforación (sidpp) y presión de cierre en tubería de revestimiento (sicp) cada minuto</li> </ol>



**PROCEDIMIENTOS DE CIERRE MIENTRAS SUBE O BAJA LA COLUMNA.**

La ilustración de arriba y el cuadro en la página siguiente, asumen ambos que una surgencia se ha notado durante una maniobra, en la secuencia de control de flujo y se requiere cerrar el pozo.

### **MODIFICACIONES A LOS PROCEDIMIENTOS DE CIERRE.**

Bajo determinadas circunstancias, se necesitarán hacer modificaciones a los procedimientos estándar de cierre. Se dan a continuación ejemplos de algunas de estas circunstancias.

#### **CIERRE DURANTE UNA MANIOBRA CON ROTOR DE SUPERFICIE (TOP DRIVE)**

No se usa el vástago (Kelly) en los equipos de perforación que tienen montado rotadores de superficie (Top Drive). Una vez que se ha cerrado el pozo, se recomienda que se instale un tramo corto de cañería (pup joint) o una barra, entre el equipo top drive y la válvula de seguridad de apertura plena (FOSV) conectada en la columna. Ábrase luego la válvula. Si el flujo a través de la sarta impide la instalación de la válvula de seguridad, puede conectarse el equipo motor del top drive y enroscarse directamente en la tubería de perforación.

Los sistemas con equipo rotor de superficie, emplean una válvula de seguridad de apertura plena a control remoto (hidráulica) que siempre está enroscada en el equipo motor. Si se sospecha de una surgencia, la cañería puede fijarse en las cuñas, bajarse el equipo motor y hacerlo girar en la sarta.

Se cierra luego la válvula de seguridad de pasaje pleno (FOSV). A poca profundidad, en los casos en que el tiempo resulta crítico, esta técnica ofrece gran ventaja sobre los sistemas convencionales de rotación con vástagos o kelly.

#### **ESPACIADO.**

Conjunto de Preventores de Superficie (BOP): No es correcto cerrar un preventor de ariete o esclusa alrededor de una junta o cupla de herramienta.

Para prevenir esta circunstancia, se requiere conocer la distancia del buje o casquillo de conexión del Nelly o vástago (RKB , iniciales de Rotary Kelly Bushing) en la plataforma del equipo, hasta los componentes de cierre de los preventores de reventones. También debe conocerse la longitud promedio de la tubería en uso. El perforador y el personal de la cuadrilla deben conocer la longitud aproximada por encima de la mesa rotaria para poder evitar que el preventor anular y las exclusas se cierren alrededor de

la conexión de la herramienta. Deben usarse longitudes exactas si es que la cañería se va a colgar de un juego de preventores de ariete.

Conjuntos de Preventores Submarinos (BOP): El espaciamiento en operaciones flotantes, puede ser más problemático. El agua de grandes profundidades (Tirante de aguas profundas), los cambios de las mareas y las condiciones del mar complican el espaciado y el colgado de herramientas, especialmente debido a que muchos sistemas de preventores de reventones submarinos, son más largos que la longitud promedio de cañería que se usa. Es obligatorio en consecuencia, efectuar la medición exacta de cada tramo de cañería y / o tiro.

Generalmente, el preventor anular superior se utiliza para cerrar el pozo. Una vez cerrado, si se desconocen los espaciamientos exactos, debido a los movimientos o los factores indicados anteriormente, se debe subir la cañería lentamente y controlar el peso y el medidor de flujo del acumulador de presión. El peso deberá aumentar ligeramente a medida que la junta o cupla de la herramienta se extrae a través del preventor anular. A medida que pasa, el preventor anular tomará más fluido para mantener la presión de cierre contra el cuerpo de cañería. Puede entonces calcularse el espaciamiento.

Una vez que se ha verificado el espaciamiento, cerrar las esclusas o arietes colgadores. Cuelgue la sarta usando el compensador de aparejo y cierre los seguros de cierre de las esclusas. Si es posible, purgue la presión atrapada entre al ariete cerrado y el empaque anular, luego abra el preventor anular.

CIERRE DURO (ESTRANGULADOR CERRADO)	CIERRE MODIFICADO (ESTRANGULADOR CERRADO)	CIERRE BLANDO (ESTRANGULADOR ABIERTO)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instalar la válvula de seguridad de pasaje pleno, en posición abierta, cerrar la válvula</li> <li>2. Abrir la válvula de la línea del estrangulador (HCR)</li> <li>3. Cerrar el preventor de reventones designado</li> <li>4. Notificar al personal de la compañía operadora.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instalar la válvula de seguridad (FOSV) en posición abierta, cerrar la válvula</li> <li>2. Cerrar el preventor de reventones designado</li> <li>3. Abrir la válvula de la línea del estrangulador (HCR)</li> <li>4. Notificar al personal de la compañía operadora</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instalar la válvula de seguridad (FOSV) en posición abierta, cerrar la válvula</li> <li>2. Abrir la válvula de la línea del estrangulador (HCR)</li> <li>3. Cerrar el preventor de reventones designado</li> <li>4. Cerrar el estrangulador mientras se observa la presión de la tubería de revestimiento para asegurarse que no se excedan los límites de presión que soporta el casing o la formación</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Levante e instale el vástago kelly o una cabeza de circulación, abra la válvula de seguridad. Si no está usando una válvula de retención, asegúrese que el equipo de superficie esté lleno antes de abrir la válvula de seguridad</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Levante e instale el vástago kelly o una cabeza de circulación, abra la válvula de seguridad. Si no se está usando una válvula de retención, asegúrese que el equipo de superficie esté lleno antes de abrir la válvula de seguridad.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Notificar al personal de la compañía</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Leer y registrar la presión de cierre de la tubería de perforación (SIDPP) y presión de cierre en la tubería de revestimiento (SICP) cada minuto</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Leer y registrar la presión de cierre de tubería de perforación (SIDPP) y presión de cierre en la tubería de revestimiento (SICP) cada minuto</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Recoger e instalar el vástago kelly o la cabeza de circulación, abrir la válvula de seguridad (FOSV). Si no se está usando flotados, asegúrese que el equipo de superficie esté lleno antes de abrir la válvula de seguridad.</li> <li>7. Leer y registrar la presión de cierre de tubería de perforación (SIDPP) y presión de cierre total (SICP) cada minuto</li> </ol>

## CIERRE SOBRE LOS PORTAMECHAS

Una de las situaciones más críticas al cerrar un pozo, se desarrolla cuando se extraen los portamechas a través de la mesa rotaria. Generalmente se utiliza el preventor anular, pero deben tomarse en cuenta las situaciones que complican el proceso de cierre, tales como el uso de portamechas espiralados o la falta de un flotador o válvula de contra-presión.

Además, existe la posibilidad de que el influjo pueda hallarse cercano a la superficie; si la fuerza hacia arriba que genera la presión del pozo en la acción de cerrar, es mayor que el peso de los portamechas, el pozo podría tratar de expulsar los mismos cuando se intente el cierre.

A menudo, los portamechas tienen una dimensión y tipo diferente de rosca. Debe tenerse disponibles los nipples o reducciones adaptadoras con la combinación adecuada, en el piso del equipo, armados con una válvula de seguridad y listos para instalarlos. Deben atenderse los procedimientos para enroscar y levantar este conjunto. Una consideración importante respecto de cualquier maniobra de bajada o sacada de la

columna, es la ubicación de los portamechas en la torre. Deberán estar dispuestos de manera que no obstruyan las barras de sondeo en caso de que deba introducirse nuevamente la misma al pozo.

### **SURGENCIA MIENTRAS SE TIENE LA SARTA FUERA DEL POZO**

Existen muchos criterios acerca de qué es lo que se debe hacer para detectar una surgencia, cuando se tiene el conjunto fuera del pozo. Las posibilidades incluyen el cierre de las esclusas totales (con el estrangulador cerrado o abierto) , el cierre de un ariete de cañería, y cubrir la mesa rotaria. Todas estas situaciones presentan problemas diferentes en la detección de surgencias mientras se tiene el conjunto fuera del pozo, sin embargo estos problemas pueden resolverse controlando el pozo u observando los manómetros de presión, e implementando procedimientos de contingencia. Generalmente:

1. Si los arietes ciegos están cerrados y el estrangulador abierto: controlar si hay flujo en el estrangulador.
2. Si los arietes ciegos y el estrangulador están cerrados: controlar el manómetro de presión de la cañería de revestimiento (espacio anular) para ver si es que sube la presión. Algunos operadores, tienen la política de que cuando el trépano pasa la mesa rotaria, se abre la válvula hidráulicamente controlada (HCR), se cierra el estrangulador remoto, se llena el pozo y se cierran los arietes ciegos. Si se pistoneó gas dentro del pozo durante la sacada de la columna, entonces habrá un incremento de la presión de superficie después de un tiempo, dependiendo de las velocidades de migración.
3. Si los arietes de tubería están cerrados: controlar la línea de flujo para ver si hay flujo.

Nota: El solo hecho de que no se tenga flujo por el pozo, no significa que no se tenga una surgencia en el pozo. Si se utiliza la técnica 2 descrita anteriormente, en zonas donde la temperatura ambiente cae por debajo de la del congelamiento del agua, el alineamiento de un estrangulador podrá congelar el lodo y obturar el estrangulador, dando una lectura falsa. Antes de abrir los arietes ciegos con las técnicas 1 y 2 anteriores, asegúrese que el estrangulador esté abierto para ventear la columna y revise que el personal no esté muy cerca de la boca del pozo.

Se han dado casos en que los manómetros no sean precisos o que no registren bajas presiones. Si se usa la técnica 3, el cerrado de los arietes de tubería en un pozo abierto, podría evitar que caigan piezas grandes y desperdicios dentro del pozo y le permitirá ver si es que el pozo está fluyendo, aunque también podría dañar los sellos del empaque frontal del ariete o reducir la vida útil de los arietes de cañería.

Cuando se detecta flujo mientras se tiene el conjunto fuera del pozo, deberá cerrarse el pozo.

Esto detiene el influjo, permite determinar las presiones y permite un tiempo para decidir cuál será el próximo paso de acción a seguir. La mayor parte de los operadores usará técnicas de introducción de la tubería a presión y técnicas volumétricas para bajar la tubería al fondo, a tiempo que mantienen la presión de fondo de pozo controlada.

Donde las características de la formación sean bien conocidas, (por ejemplo una formación cerrada, en la que no se produzca un alto caudal de flujo), y donde sea mínimo el peligro de que el gas suba a la superficie, podrá considerarse la decisión de bajar varios tramos de tubería de nuevo al pozo.. Debe entenderse que bajar de nuevo la tubería a un pozo abierto y activo, es una acción peligrosa y ha llevado a varios desastres. Puede dar por resultado presiones de superficie significativamente más altas que las que se tendrían si es que el pozo se hubiera cerrado originalmente. Si existe una situación de des balance, el flujo interno continuará ingresando y acelerará la velocidad o aumentará el caudal de flujo y se desplazará más lodo. También la migración de gas y el desplazamiento hacia arriba de la surgencia, al fijar la tubería dentro del flujo entrante, podría reducir la presión hidrostática efectiva, acelerando por lo tanto el influjo o permitiendo que ingrese un volumen adicional del mismo. Y si el pozo tiene que cerrarse mientras se está corriendo la cañería, podría no tenerse suficiente peso de cañería para vencer la fuerza del golpe de presión. Los arietes de cañería deberían cerrarse para evitar que el pozo expulse la cañería fuera del pozo. Si se corrieron los portamechas, los arietes de tubo no evitarán que los portamechas se descarguen del pozo. Bajo ninguna circunstancia debería bajarse cañería dentro del pozo (preventores de reventones abiertos) si se tiene en curso un flujo significativo o si hay gas en la superficie.

## **CIERRE MIENTRAS SE CORRE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO**

El principal objetivo de una secuencia de cierre, es el de cerrar primero el más pequeño y vulnerable paso del flujo. El diámetro interior de la tubería de la sarta, es generalmente el menor diámetro comparado con el espacio anular y usualmente es el que se cierra primero. La situación opuesta ocurre cuando se está bajando la tubería de revestimiento, en cuyo caso el espacio anular debe cerrarse primero.

Antes de bajar la tubería de revestimiento, los preventores deben ser equipados con esclusas para casing y luego someterse a una prueba de presión.

Deberá disponerse de una cabeza de circulación enroscada a una válvula de alta presión bajo torque en el piso del equipo. Este conjunto deberá instalarse de inmediato luego de cerrar las BOP en caso que falle el collar flotador. Los equipos montados en unidades flotantes deberán contar con un adaptador desde el casing a la barra de sondeo para permitir que la columna de entubación pueda quedar suspendida en las BOP de ser necesario.

Deberá verificarse la presión de cierre en los BOP anulares respecto de la presión de aplastamiento del casing y realizar los ajustes que sean necesarios. Una alternativa a esto último en equipos de BOP de superficie es posicionar un caño frente al anular, purgar toda la presión con el regulador de presión del anular e ir incrementando, en forma gradual, de a 100 psi (6.89 bar) por vez hasta lograr el cierre alrededor del caño. A partir de ese momento, 100-200 psi (6.9 - 13.8 bar) adicionales serían suficientes para formar un sello. Una vez más, antes de agregar presión de sellado, verificar que no ocurra aplastamiento. Si se necesitara presión adicional para obtener un sellado, ajustar una vez cerrado.

## **CIERRE SOBRE CABLES DE PERFILAJE.**

Las operaciones con línea de cable, emplean generalmente un lubricador, si es que hay la posibilidad de presión en la superficie durante esta operación. El arreglo típico del lubricador, consiste en una caja de engrasado, inyectores de grasa, uniones de lubricador o cuerpos de cañería, preventores de reventones y una válvula para purga o bombeo interno (alta presión / baja torsión.) El equipo puede ser conectado con niples de diferentes formas, dependiendo de la aplicación. El equipo puede ser:

Sujeto por una brida a un preventor anular.

Asegurado dentro del preventor anular o los arietes.

Conectado o roscado a una brida de calibración (válvula de corona) sobre el árbol de producción.

Se requiere una estrecha colaboración entre los equipos de perforación y de manejo de línea de cable, para detectar los golpes de presión y su manejo apropiado. Se da a continuación, una sugerencia de secuencia de cierre:

1. Notifique al operador de línea de cable para que cese las operaciones.
2. El perforador cierra la válvula de purga o de bombeo interno.
3. Los preventores de reventones se cierran manualmente o mediante una bomba hidráulica manual. El perforador debe designar las personas que efectuarán esta tarea. Cabe hacer notar que pueden usarse dos preventores de reventones de ariete para línea de cable, siendo que el preventor del fondo debe colocarse invertido. Se utiliza el preventor de fondo en esta situación, como un sello de alta presión contra la grasa que se inyectará entre los dos arietes cerrados para proveer un sello de grasa viscosa contra la línea del cable trenzado.
4. Notifique a los supervisores que el pozo está cerrado.
5. Debe tenerse un medio de cortar la línea de cable si surgiera la necesidad de hacerlo.

Esto puede lograrse con arietes de cizalla cortacables y una bomba hidráulica de mano (en la plataforma del equipo de perforación) o un juego de arietes de corte o arietes ciegos/de corte en los preventores contra reventones.

No debe usarse válvulas de seguridad (las de apertura total (FOSV) ni Master), puesto que no están diseñadas para este tipo de servicio.

#### **MANEJO DEL GAS EN LA SUPERFICIE.**

Hasta que se haya determinado la naturaleza de la surgencia, todo el personal del pozo debe ser alertado de la posibilidad de la presencia de gases tóxicos y/o explosivos. Todo el personal asignado deberá probar los equipos de detección de gases, respiradores y dispositivos de alarma, para verificar su buen funcionamiento. Una vez que se haya cerrado el pozo, el personal responsable, deberá revisar inmediatamente el cabezal de pozo, los preventores contra reventones, los múltiples, los estranguladores, las líneas para ahogar el pozo, etc., para detectar posibles fugas. En

los equipos de mar, se debe apostar un vigilante para que observe signos de gas alrededor del pozo. Si es que se detectaran fugas, se deben reportar inmediatamente. Adicionalmente, durante las operaciones para controlar el pozo, es necesario que los ítems anteriores, sean revisados frecuentemente. Si se observa una fuga de gas, debe reportarse inmediatamente - no se debe tratar de detenerla antes de notificar a los supervisores. Asegúrese de que el gas no sea tóxico. Si se están ajustando conexiones para reparar una fuga, deben usarse martillos de bronce, para evitar chispas.

En la operación de cierre, debe alinearse el estrangulador con el separador de gas. Asegúrese que el separador esté funcionando apropiadamente.

Durante la circulación, contrólese el separador para verificar que no aumente la presión y haya un escape de gas. Asegurarse que el desgasificador esté operando correctamente y las fosas o tanques estén alineados correctamente. Confírmese que las líneas de venteo y del quemador estén abiertas y que el encendedor esté en condiciones de funcionamiento.

Si es que tiene que usarse una línea de quemado en la propia torre, debe tenerse la precaución de asegurarse que ningún líquido ni gases pesados, que pudieran ser tóxicos se asienten en la torre o el equipo.

Elimínense todas las posibles fuentes de ignición, incluyendo actividades de soldadura, motores y equipos que no sean necesarios en la operación.